

9-15055 Del-13



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И
ХОТЕЛИЈЕРСТВО



Mr Бранко Ристановић

Геоморфолошке прилике Рађевског краја

- докторска дисертација -

Нови Сад, 2004.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И
ХОТЕЛИЈЕРСТВО



0603 275/1

Мр Бранко Ристановић

Геоморфолошке прилике Рађевског краја

- докторска дисертација -

Нови Сад, 2004.

САДРЖАЈ:

ПРЕДГОВОР	1
1. УВОД	3
2. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ, ГРАНИЦЕ И ВЕЛИЧИНА ИСТРАЖИВАНОГ ПОДРУЧЈА	5
3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	14
4. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА И ИСТРАЖИВАЊА	16
5. ДЕТЕРМИНИСАЊЕ УТИЦАЈА АГЕНАСА КОЈИ РЕЛЕВАНТНО УТИЧУ НА ОДРЕЂЕНЕ ГЕОМОРФОЛОШКЕ ПРОЦЕСЕ	17
5.1. ГЕОЛОШКИ САСТАВ	17
5.1.1. ПАЛЕОЗОИК	21
5.1.1.1. Девон	22
5.1.1.2. Карбон	22
5.1.1.3. Карбон – перм	25
5.1.1.4. Перм	25
5.1.2. МЕЗОЗОИК	26
5.1.2.1. Тријас	26
5.1.2.2. Креда	26
5.1.3. КЕНОЗОИК	27
5.1.3.1. Неоген	28
5.1.3.2. Квартар	29
5.2. ТЕКТОНСКИ СКЛОП И ИНИЦИЈАЛНИ РЕЉЕФ	32
5.3. КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	44
5.3.1. ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА	45
5.3.2. ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА	49
5.3.3. ВЕТАР	50
5.3.4. ИНСОЛАЦИЈА	53
5.3.5. ОБЛАЧНОСТ	54
5.3.6. ПАДАВИНЕ	55

5.4. ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	63
5.4.1. ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЂЕВИНЕ..	63
5.4.2. ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ	66
5.4.3. ИЗВОРИ И ВРЕЛА	68
5.4.4. ПОВРШИНСКИ ТОКОВИ	73
5.5. ПЕДОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	79
5.6. БИОГЕОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	85
6. ГЕОМОРФОЛОШКИ ПРОЦЕСИ И ОБЛИЦИ	90
6.1. ПРОЦЕС РАЗОРАВАЊА И РАСПАДАЊА СТЕНА И ЕРОЗИЈА ТЛА	91
6.1.1. ОБЛИЦИ РАЗОРАВАЊА И РАСПАДАЊА СТЕНА	94
6.1.2. ОБЛИЦИ ЕРОЗИЈЕ ТЛА	95
6.2. ФЛУВИЈАЛНИ ПРОЦЕСИ	101
6.2.1. ФЛУВИЈАЛНИ ЕРОЗИВНИ ОБЛИЦИ	109
6.2.2. ФЛУВИЈАЛНИ АКУМУЛАТИВНИ ОБЛИЦИ	132
6.3. КРАШКИ ПРОЦЕС.....	134
6.3.1. КРАШКИ ПОВРШИНСКИ ОБЛИЦИ.....	137
6.3.2. КРАШКИ ПОДЗЕМНИ ОБЛИЦИ	151
6.3.3. КРАШКА ХИДРОГРАФИЈА	167
6.3.3.1. Утицај загага на крашку издан	170
7. ЗАКЉУЧАК	174
8. ЛИТЕРАТУРА	178

ПРЕДГОВОР

Жеља сваког географа је да својим радовима врати део успомена, првих утисака и сазнања о родном крају или завичајном месту одрастања и сазревања. Следћи читаву плејаду Подрињских географа (Ј. Цвијић, В. Карић, Б. Ж. Милојевић и др.) усудио сам се да за тему ове дисертације узмем "Геоморфолошке прилике Рађевског краја", подручја познатог по својој бурној историјској прошлости, по којој се његови житељи и те како поносе. Овај рад је, надам се, успешан покушај да се Рађевина многима приближи из једног специфичног, географског угла, који ће (ауторова жеља) допринети бољем и потпунијем упознавању са природом наше домовине.

Рађевина, поред својих природних атрактивности које су због изолованости подручја остале скоро недирнуте, као једну од својих вредности, има и дивне, предусретљиве и покаткад веома знатижељне људе, њене Рађевце. Ти вредни, инвентивни људи, који знају у добру се веселити, а у злу поносно туговати и са невољом се носити, су везани за своју Рађевину, за своја брда, шуме и речне долине, и кад су од њих далеко. Ова студија се нажалост неће бавити Рађевцима, али их морамо бар на овом месту поменути. Њима дугујем велику захвалност за помоћ приликом прикупљања података, литературне грађе и корисних обавештења при обављању теренских истраживања.

Користим предговор да се захвалим услужном особљу Дома културе на челу са директором, господином Перицом Јовановићем који су ми, увидом у своје архиве и фонд завичајног одељења, омогућили да дођем до значајних литературних записа од непроцењивих вредности, као полазне основе овог уско специјалистичког рада.

Општинске власти овог малог средишта су, такође, својом архивом и увидом у њу омогућили значајан допринос при изради студије. То се нарочито односи на одељење водопривреде и катастарски уред који су ми омогућили преглед водопривредних захвата, као и анализу аерофото снимака. То је раду дало, свакако, нову димензију и тежину, нарочито при обради геоморфолошких облика, њиховог распрострањења и морфометрије.

Породица Марковић – Ђурађ, Анка и син им Рајко (на чијем имању се налази Ковачевића пећина) је својом гостољубивошћу и помоћи приликом лоцирања и

истраживања спелеолошког објекта завредила не мало хвала. Ентузијазам тих људи, који они деле са сваким новим истраживачем пећине, је немерљив. Као да изнова пролазе кроз све фазе истраживачког рада, почев од изненађења новог открића, преко зebње приликом њеног обиласка до задовољства којим се сваки истраживач испуни по обиласку подземних канала. Овом приликом им се захваљујем, као и Друштву младих истраживача "Бранислав Букуров" Департмана за географију новосадског Природно – математичког факултета, на њиховој помоћи и сликама којима су визуелно обогатили одељак крашке ерозије.

Стручну и професионалну помоћ, при обогаћивању рада фото – прилозима, пружио ми је крупањски мајстор фотографије и велики заљубљеник у природу овог краја, господин Раде Радивојевић.

Професор географије крупањске гимназије, господин Милојица Фемић, је својим стручним саветима неке делове рада усмерио жељеним правцем, те му се аутор рада на томе свесрдно захваљује.

Нарочита захвалност иде на адресу мог младог колеге са београдског Географског факултета, мр Шабић Дејана, који је упоредо са израдом ове студије радио на сопственој студији о регионално – географским проучавањима Рађевине (такође докторска дисертација). Синхронизованим радом, аутори мисле да су покривени сви аспекти географског проучавања једне микрорегије. Најбољи суд о томе ипак ће дати научни кругови као и сами Рађевци, јер свој крај не познаје нико боље од њих самих.

Колегама, тј. пријатељима из матичне куће, Департмана за географију, хвала на добронамерним саветима и поверењу.

Породици хвала на подршци и разумевању која ми је у појединим тренуцима била неопходна и јако сврсисходна. Нарочито хвала Воји, Раши, Влади и Стефану Ристановићу.

Ментору, професору др Миљковић Љупчету, желим овом приликом рећи само једно велико хвала. За помоћ при опредељењу животног позива, за помоћ при извршењу свакодневних обавеза, за помоћ у свакој тешкој одлуци, за помоћ и умешно вођење у изради ове студије. Да не би злоупотребили интимност овог тренутка само још једном велико, велико хвала. За све.

Нови Сад, 20. 04. 2004.

1. УВОД

Подручје Балканског полуострва, одвајкада познато као историјска ветромстина, сигурно заслужује сличне епитете посматрано и са природно – географског аспекта. Овај простор је, почев од давне геолошке прошлости, био поприште и исходиште многобројних тектонских догађања, која су увек била праћена интензивним и бурним вулканским и сеизмичким активностима. Све то је условило (и још увек условљава), да се на просторима "екс" Југославије формира конгломерат облика, који су производ различитих тектонских и ерозивних процеса. Тако разноврстан рељеф, састављен од основних, иницијалних, тектонских облика на који су "накалемљени" многобројни абразиони, флувијални, крашки, глацијални и еолски морфоскулптурни облици, представља природну раритетност на европским просторима. Зато и не треба да изненађује, не мала заинтересованост домаћих и иностраних географа, геоморфолога, геолога и других научника сличних научних опредељења за ове просторе. Генеза, еволуција, распрострањење и главне морфолошке особине различитих облика, или њима испуњених подручја су били предмет разних студија. При томе су издвојене поједине области у којима се јављају облици доминантног агенса. Многе студије су анализом рељефа дале проблемска решења неких битних питања егзистенцијалног карактера житеља појединих крајева (водоснабдевања крашких предела, инфраструктурне изградње, заштиту ораничних површина од могућих ерозија, и тако даље). Нажалост, са друге стране, резултати аутора геоморфолошких студија нису узети озбиљно у разматрање приликом доношења одлука о изградњи неких објеката (пример изградње новосадског моста "Слободе" на рецентном фрушкогорском клизишту, или пак изградња путева и пруга која је поспешила и убрзала неке ерозивне процесе, који су почели да се одвијају и на штету самих тих инфраструктурних објеката), па је за њихову каснију дугогодишњу санацију трошен силан новац и енергија. Неке студије су пак послужиле као основа за развој терцијарних делатности (туризам и угоститељство), јер су указале на атрактивности појединих облика, чије вредновање је направљено, тек по окончању геоморфолошких разматрања. Многа детаљна проучавања југословенских области су довела до једногласног мишљења да се ови простори одликују великом полиморфијом, која је у основи последица веома разноврсног геолошког састава. У том

погледу се нарочито истиче унутрашња Динарска област која, у грубом оквиру, обухвата десну страну слива Саве и већи део слива Западне Мораве. У њој је, под утицајем тектонских и ерозивних процеса, откривен велики број геолошких формација (почев од палеозојских, преко мезозојских до кенозојских), представљених седиментним наслагама које, удружене са разноврсним магматским стенама, дају овој области слику једног веома богатог геолошко – стратиграфског мозаика.

Једна таква геоморфолошка оаза налази се и у Рађевском крају, или Рађевини, како је регионални географи најчешће називају. Релјеф ове регије условили су, поред богатства геолошког састава и упечатљива тектонска дешавања и њима изазвана структура, те он обилује генетски веома разноврсним облицима, што представља занимљив објекат за геоморфолошка проучавања. Изолованост Рађевине (окоженост Подрињским планинама), те њена отвореност према удолини Јадра (реком Ликодром) навели су аутора да се приликом проучавања геоморфолошких карактеристика усредреди на један, генетски мањи простор, нешто ужи у географском и просторном смислу од појма Рађевине. То је простор басена слива Ликодре који ће се у даљем раду поистовећивати са насловом студије. За то постоје два разлога:

- генетски; сви облици настали на овом простору (облици разоравања и распадања, спирања, денудације и ерозије тла, флувијални и крашки облици) везани су за рад вода, које своје коначиште налазе у Ликодри;

- просторна изолованост од доње ерозивне базе – реке Јадра условила је, да се постанак и развитак ерозивних облика одвија несметано у оквирима басена слива Ликодре.

Облици палео и неорелјефа су проучавани аналитичким методама са посебним акцентом на геолошко – тектонском, климатском, хидролошком и биогеографском оделу, јер су они неопходни за правилно постављање и решавање генезе и еволуције рељефа Рађевине.

2. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ, ГРАНИЦЕ И ВЕЛИЧИНА ИСТРАЖИВАНОГ ПОДРУЧЈА

Микрорегија Рађевина и њено градско средиште Крупањ, налазе се у северозападном делу Републике Србије, на десној обали реке Дрине, у србијанском Подрињу. То је мања област, која се јавља као део пространијег краја – Јадра, коме одговара слив истоимене реке. У уводном делу је речено да се тема студије неће директно бавити читавом облашћу Рађевине, већ ће се студијска истраживања базирати на геоморфолошким карактеристикама басена слива реке Ликодре, тј. Рађевином у нешто ужем смислу. Шире поимање ове регије просторно заузима, поред читаве Крупањске општине (23 насеља површине 342 km²), и 4 насеља у саставу општине Осечина. Рађевина је у прошлости захватала знатно већу површину од садашње, али променом историјских услова и разграничења сведена је на површину коју данас захвата. Специфичношћу свог географског, саобраћајног, политичког и функционалног положаја, ова област као да је била предодређена за честе промене граница. Од некадашње зворничке нахије преко пограничног среза у Подрињском округу (управна подела Србије после Другог српског устанка), па до Рађевског среза, крајем 19. века, Рађевина стално мења своје границе. Међутим, њена основна карактеристика бивала је, и до данас остаје, периферност географског положаја који се јавља као директна последица историјских и политичких односа свагдашњих временских доба.



*Карта 1: Географски положај Рађевине у Србији и Црној Гори
(основа карте преузета из Microsoft Encarta Interactive World atlas 2001)*

Прво помињање Рађевине потиче из турског периода, тачније у извештају једног турског дефтера из 1533. године. Дефтери Турске су били такви да су пружали минималан број података. Тако су за Рађевину даги само најосновнији подаци, то јест, подаци о броју становника. У овом дефтеру пописане су само пореске главе, односно сви одрасли мушкарци преко 16 година. То је период када долази до децентрализације у Крупањској кнежини, када су изоловане две кнежине: Крупањска и Рађевска. Топоним којим су означене, како мисли Д. Бојанић (1986), указује на матични крај досељеника из Херцеговине. Топономастика подручја се односила на Рађево, насеље Кричке нахије. Прво помињање Рађева у турском дефтеру из 1477. године, указује да је подручје било у саставу пријепољског кадилука. По другој претпоставци, назив микрорегије потиче од имена српског кнеза Рађа, који се на овим просторима борио против турске окупације српских земаља. Његов надгробни споменик се налази у Рађевом пољу. Према једном од тумачења самих Рађеваца, помиње се да је назив Рађевина потекао од речи рад, радиност, а које су означавале место где су људи радили.

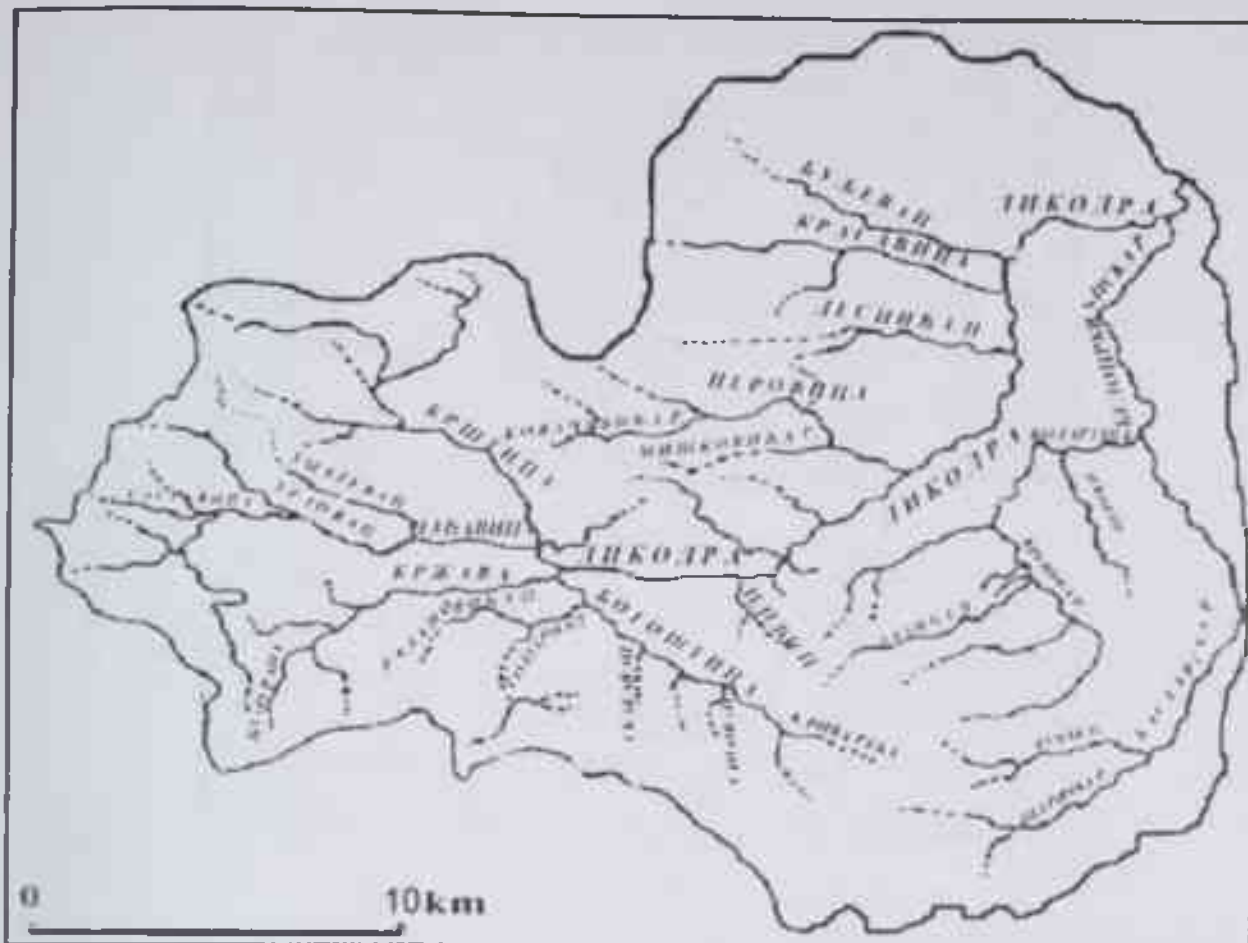


Слика 1: Рађев споменик (фото Б. Ристановић)



Слика 2: Рађево поље – западни део (фото Б. Ристановић)

Горњим текстом указује се на простирање Рађевине, у односу на цело сливно подручје реке Ликодре, која се јавља као интегрални део, знатно ширег простора слива реке Јадра. Сливна подручја Јадра и његових притока простиру се од ушћа ове реке у Дрину (на северозападу), до млађе зоне тзв. Ваљевских планина – Јабланика, Медведника и Повлена (на југоистоку и југу), те према Подрињу на југозападу и западу (граница иде хидролошким развођем по билу Подрињских планина – Борање, Јагодње и Соколске планине). Ликодра Јадру притиче са леве (подрињске) стране, а настаје од четири изворишна крака који се спајају у Крупњу. Слив Ликодре прати следеће топониме, ако се при оријентацији користи карта размера 1:50000: Кик (кота 382) – Логор (тригонометријска тачка 443) – Разбојиште (кота 409) – засеок Ђукићи (кота 482) – Бијелина – засеок Грбићи (кота 489) – засеок Дражићи – засеок Обрадовићи – Миљаковац (тригонометријска тачка 610) – Столице (кота 495) – Крња јела (кота 705) – Орлујак – Турски гроб (кота 784) – Црни врх (кота 881) – Мраморнице – Дебело осоје – Дуга њива (кота 842) – Кошутња стопа (тригонометријска тачка 939) – Велико кућиште – Мачков камен (кота код споменика 923) – Мало гробље – Шанац (кота 823) – кота 770 – кота 843 – Кулина (тригонометријска тачка 881) – Сеновача – Орлић – Рупавци – Милетина (кота 915) – Језеро – Рожањ (тригонометријска тачка 971) – Пресади (кота 817) – Главица – кота 581 – Кичер (кота 502) – Анта (тригонометријска тачка 498) – кота 378 – Баставско брдо (кота 375) – Црквина – Пејића брдо (кота 300) – Кичер (кота 271) – Мајдан – Равнајски вис – Мојковић.



Карта 2: Слив реке Ликодре

(основа преузета са топографске карте 1:100000, Војно – географски институт, Београд, 1985)

Рађевина се налази на јужном ободу Панонског басена, те чини типичну перипанонску област, одвајајући притом панонску област од планинске. Крупњ, општинско средиште ове регије, лежи јужно од 45. паралеле, идући од Северног пола ($44^{\circ} 14'$ с.г.ш. и $17^{\circ} 03'$ и.г.д. по Гриничу, као почетном меридијану). Овај градић (попис 2002. године у Крупњу бележи 4912 становника, а општина 20192 становника) по надморској висини спада међу ниже градове (274 – 280 m а.в.). Он је долинско насеље, смештено у мањем речном проширењу, на сутоку краћих токова и са планинским залеђем на западу (Јагодња и Борања), и југоистоку (Соколска планина). Долином Ликодре отворен му је пут ка североистоку, ка знатно широј долини реке Јадра. Асфалтним путем, који иде долином предиспозицијом Ликодре, повезан је са регионалним путем који води долином Јадра (Ваљево – Лозница). Веза Рађевине и Крупња са Лозницом могућа је и асфалтним путем који води преко превоја Столице. Положај Крупња и његове општине је по много чему необичан: забачен, саобраћајно изолован и, услед планинске баријере на западу, ексцентричан.



Карта 3: Мрежа саобраћајница у Рађевини

(основа карте преузета из ауто – атласа Југославије, 1:550000. Београд: Creativeing, 1997)

Веза долином Ликодре "слепо" се завршава у Крупњу, од кога води једна локална саобраћајница ка Мачковом камену (Јагодња) и Соколској планини. То је макадамски пут нижег реда, који се употребљава само за локални саобраћај и њиме је могућа веза Рађевине са Азбуковицом. Уз отежавајућу околност да Рађевина нема добру, непосредну везу са Подрињем, неповољност представља и што Србијанско Подриње нема пругу узводно од Малог Зворника, и што се јужно од овог општинског средишта пружа слабији пут уз Дрину са којим Рађевина једину везу има, већ поменути, локалним путевима. Због тога је ова регија путевима усмерена ка Јадру, односно Ваљево и Лозници. Крупањ остаје по страни од регионалног пута између ова два градска центра, а поготово од барске пруге. Његова удаљеност од најближих градских центара износи: Лозница 28 km, Ваљево и Шабац 64 km, Београд 160 km. Веза са Шапцом је знатно скраћена изградњом пута који иде пресвојем између планина Цера и Влашића (295 m а.в.), али је пут, због неадекватног одржавања, у лошем стању, те се поново најчешће користи регионална саобраћајница Шабац – Лозница која је, актуелним догађањима последње деценије, добила на изузетној важности и фреквенцији.

Систем саобраћајница Рађевине, из свих наведених разлога, ипак слабо функционише, јер према подацима из 2000. године, у читавој регији постоји само 329 километара друмских саобраћајница, од којих је 153 km прилагођено оптималном кретању моторних возила. У читавој регији само 5 километара чине магистрални путеви, а то је део регионалног пута Лозница – Ваљево који додирује Рађевину при самом ушћу Ликодре у реку Јадар. Путеви од значаја за целу регију, који је повезују са регијама из окружења, чине укупно 101 километар у Рађевини. За локално становништво највећи значај имају саобраћајнице нижег реда, заправо њивски и колски путеви, усмерени ка путевима вишег реда (магистралним и регионалним).

Највећи проблем савременог саобраћаја неразвијених регија у које спада и Рађевина, је застарелост саобраћајне инфраструктуре (пored саобраћајница, ту се мисли и на путну сигнализацију). Коловозне саобраћајне траке чине нешто мање од половине категорисаних путева у Рађевини. Неопходне су санације дотрајалих деоница, да би се очекивано стање саобраћајне инфраструктуре довело до задовољавајућег нивоа. Саобраћајна перспекција подручја се мора ослањати на све аспекте кроз које се савремени саобраћај изводи, односно у датом времену потребно је прилагодити саобраћајницу условима напретка саобраћајне технике и технологије. Додуше, одвијање саобраћајног циклуса неизбежно захтева, поред обнављања и ревитализације саобраћајне инфраструктуре и контролу свих учесника у саобраћају.

Положај Крупња у Рађевини је нарочито интересант са хидрографског гледишта. Изграђен је уз суток четири мања тока. У самом граду, састају се Брштица и Чађавица, које дотичу са планине Борање. Кржава тече правцем југозапад – североисток од свог изворишта на северним падинама Мачковог камена, тј. Јагодње. Четврти ток је Богоштица, која тече упоредо са билом Соколске планине правцем југоисток – северозапад. Кржава се спаја са Богоштицом недалеко од крупњског парка, да би се после стотинак метара заједничког тока спојили са Чађавицом и Брштицом, при том формирајући реку Ликодру – главни хидролошки ток у Рађевини. Ликодра тече правцем југозапад – североисток и на свом путу ка ушћу у Јадар (недалеко од насеља Мојковић) прима бројне потоке и Белоцркванску реку, као своју највећу притоку. На сутоку поменутих токова настало је крупњско ерозивно проширење, што градићу даје особен хидролошки микроположај. Морфолошки положај крупњског проширења на простору Рађевине, обележен је амфитеатром изворишних токова Ликодре, у оквиру лучног бедема Подрињских планина (Соколска планина, Јагодња, Борања).



Карта 4: Физичко – географска карта Рађевине

(основа преузета са физичко – географске карте Мачве, Подриња, Посаво – тамнаве и Колубаре, 1 : 200000, Геокарта, 2000)

Морфолошки положај Рађевине подразумева њен однос према суседним регијама. Он је сложен и објашњава, добрим делом, морфогенезу и природну оријентацију слива Ликодре (Рађевине). Одређен је правцем пружања суседних старих и млађих планина, неогеном еволуцијом Паратетиса у овом делу Србије и постлакустријском флувијалном ерозијом, док је предиспониран тектонском и маринском еволуцијом и потоњом хидролошком оријентацијом.

По мишљењу професора Јована Марковића (1986), које је било прихваћено од стране неких научних кругова, Цер, његов издвојени део Иверак и Влашић, су хорст планине старог панонског копна са билима правца западсеверозапад – истокјугоисток. Упоредо са њима пружају се подрињски Динариди – Гучево, Борања, Јагодња и Соколска планина, који се настављају у Повлен (југоисточно од Ваљева). Ове планине, укључујући и Ваљевске планине (Јабланик и Медведник), затварају иницијални тектонски басен – данас полигенетски басен Јадра. Наспрам овог, тектонско – флувијалног басена оријентисаног ка Дрини (ка северозападу), налази се Горњоколубарски басен са Ваљевском котлином. Други басен затварају Медведник и Јабланик са запада, Влашић са севера, а Повлен, Маљен и Суворбор са југа. Горњоколубарски басен је оријентисан ка североистоку, и преко епигенетске Словачке клисуре Колубаре спаја се са Доњоколубарским басеном. Јадарски и колубарски басен представљали су у неогену, наспрамне заливе Панонског мора, чије су се воде сукцесивно повлачиле ка Дрини и Сави, па су врременом на заливским равнима формирани речни сливови Јадра и Колубаре.

Рађевина и Јадар се налазе у пространој котлини која је на североистоку ограничена венцем Цера и Влашића, на југу, југозападу и западу Соколском планином, Јагодњом, Борањом и Гучевом, на северозападу Дрином и на југоистоку ниском преседлином која представља развође између Јадра и Колубаре. Преко ове преседлине, даље се пружа Подгорина. Граница између Рађевине и Јадра се данас поклапа са границом њихових некадашњих срезова, па тако Рађевини припадају не само села на левој страни Ликодре већ и Костајник и Дворска који су у сливовима речица које отичу ка Јадру. Од ушћа Ликодре граница иде на североисток и јужну подгорину Влашића оставља Рађевини, а јужну подгорину Цера Јадру (Б. Ж. Милојевић, 1913). Северне падине планине Цера припадају регији Поцерини.

Границе Рађевине су дисециране, тако да прате била Подрињских планина. Западна граница прати хидрографско развође планине Борање и њених врхова, који се

правцем север-југ хипсометријски увећавају: Шарена буква (770 m), Црни врх (881 m) и Кошутња стопа (939 m).

Хипсометрија западних падина Борање показује да се оне спуштају ка Доњем Подрињу. Топографска развођа Јагодње и Соколске планине имају наслеђени динарски правац пружања, а то најбоље документују планински врхови Равна гора (881 m), Корита (838 m), Петков врх (954 m) и Рожањ (971 m), пружајући се правцем северозапад-југоисток. Јужно од ових врхова, низ падине Соколске планине, ка Дрини простире се регија Азбуковице.



*Карта 5: Положај Рађевине према суседним регијама
(основа карте преузета са физичко – географске карте Србије, 1:600000,
Војно – географски институт, Београд, 1985)*

Дакле, Рађевина чини прелаз између долиנסко – брежуљкастог Јадра и планинског Подриња. Она представља спону ниског Панонског басена и његовог планинског обода, везу између ваљевске, лозничке, љубовијске и шабачке микрорегije, и граничну регију западне Србије и источне Босне, због чега је у геоморфолошком погледу јако интересантна за проучавања.

3. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Рађевина је, због својих специфичности, била тема многобројних проучавања. Међутим, списак литературних навода који су се бавили овом регијом и њеном природом није велики. Она је углавном обрађивана у склопу ширих целина, пре свега Јадарске микрорегије. Преглед досадашњих истраживања ће даги хронолошки пресек радова по природним тематским целинама.

Геолошки састав и тектонски односи кроз геолошку историју најбоље су проучени у капиталном делу "Геологија Србије" (1976), које представља само наставак ранијих радова о геологији и тектоници западне Србије (В. Симић, 1932; К. Петковић, 1976; В. Сикошек, 1976; М. Анђелковић, 1976; П. Николић, 1976; М. Еремија, 1977; И. Филиповић, 1996). Геолошко – тектонске прилике Рађевског краја базираће се, у раду, на истраживањима новијег датума. М. Зеремски (1983), радом о неотектоници и њеном утицају на рељеф западне Србије, даје нову димензију дотадашњим геолошко – тектонским студијама. Он врши класификацију главних тектонских облика рељефа – морфоструктура, према њиховом правцу пружања, облику и релативној висини, а затим посматра и анализира морфолошке аномалије.

Прва рељефна проучавања Рађевине, тачније, њених делова или микропросторних целина, налазимо у Геоморфологији Ј. Цвијића из 1924. године. Чувени српски географ даје основне податке о правцу пружања венца Подрињско – ваљевских планина, њиховој грађи и ерозији притока Јадра на падинама Подрињских планина.

Детаљна, односно, ужа геоморфолошка истраживања ових крајева почињу осамдесетих година 20. века. Ч. С. Милић (1981) изучава карактеристике процеса одношења кречњака из крашких оаза Соколске планине и Јагодње, на основу анализа састава воде које избијају на изворима и врелима у широј околини овог подручја. Укупну количину евакуисаних разложених карбонатних стена утврдио је коришћењем метода П. Биро-а и Ј. Корбела. Приликом тумачења генезе и одређивања старости површи, Милић се ослања на карактеристике педолошког слоја у овом подручју, и аналогне појаве на планини Тари. Следећи, још конкретнији рад, који се тиче крашког рељефа Јагодње и Соколске планине, била је магистарска теза Б. Кирбуса (1987), која је

аналитичким приступом дала основне показатеље краса ових планина (почев од услова настанка до основних карактеристика краса), као и морфохронологију развоја краса. Такође, 80 – те су и године повећаног интересовања већег броја истраживача за спелеолошке објекте овог дела Србије. Основне карактеристике Орлићке пећине, код села Богоштица, изнео је Д. Крвавац (1982) у свом дипломском раду. Морфометријске и морфографске карактеристике пећине Терзина рупа на Јагодњи анализирао је Г. Бојовић (1984). Та пећина није у сливу Ликодре, те касније неће бити детаљније обрађена, али је методологија њеног проучавања помогла аутору ове студије у сопственим истраживањима спелеолошких објеката рађевског краса.

Током истраживања вршених за потребе основне спелеолошке карте Србије, проучени су и многи други, по морфометријским карактеристикама, мањи спелеолошки објекти. Извесна спелеометријска истраживања овог терена, вршиле су и аматерске спелеолошке организације из Београда, Ваљева и Шапца које су биле заслужне за истраживања Ковачевића пећине у Церови. У истој пећини истраживања 2001. године, вршило је и Друштво младих истраживача "Бранислав Букуров", Департмана за географију из Новог Сада.

Бавећи се изучавањем хидролошких одлика, на основу топографских и геолошких карата, те теренским запажањима, Ј. Ћирковић је извршила анализу слива Јадра (Ј. Ћирковић, 1975).

У оквиру проучавања климатских особина западне Србије, Ј. Ћирковић је 1977. године анализирао основне климатске елементе са десетак метеоролошких станица овог дела Србије (температура, ваздушни притисак, ветар, релативна влажност ваздуха, облачност, инсолација и падавине).

Биогеографским карактеристикама датог подручја се бавио Б. Мишић (1956), проучавајући букове фитоценозе планине Ђорање.

Из напред изнете хронологије и тематике радова, видимо да су сва досадашња истраживања Рађевине била везана за геолошки састав, крашки процес и њиме створене облике. Проучавања басена слива Ликодре која ће бити урађена у овој студији, првенствено ћи ићи у правцу анализе агенаса одређених ерозивних процеса детерминисаних теренским истраживањем, као и њима образованим облицима ерозивног и акумулативног карактера.

4. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА И ИСТРАЖИВАЊА

Приликом истраживања елемената рељефа примењена је одговарајућа методологија за прикупљање података, њихову обраду и установљење научно – истраживачких резултата.

На основу крупноразмерних топографских карата и уз помоћ авио – снимака, извршено је претходно рекогносцирање терена, и утврђен план истраживања. Основни подаци о положају, називима и морфометријским карактеристикама различитих геоморфолошких облика, прикупљени су теренским радом.

По обављању теренских истраживања, приступило се кабинетском раду. Аналитичким методом обрађене су поједине природне тематске целине тј. одређени агенси релевантни за установљене геоморфолошке процесе. Морфометријски метод, односно метод квантитативног утврђивања чињеничног стања о појединим процесима и њима изграђеним облицима, примењиван је у највећем обиму.

Приликом израде карата и других прилога коришћене су ортохидрографске и геолошке карте размера 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000 и 1:500000.

Мерење канала спелеолошких објеката вршена су геодетским снимањем помоћу геолошког компаса и геодетске челичне траке. Мерење висина пећинских таваница обављено је методом тригонометријског израчунавања, одређивањем вредности углава. При мерењу дворана примењен је поларни метод снимања. Велику и круцијалну помоћ приликом израде дела рада који се односи на спелеолошке објекте, аутор је добио од спелеолошке екипе друштва истраживача "Владимир Мандић Манда" из Ваљева, а саму помоћ приликом непосредних теренских мерења, пружио ми је члан тог друштва Небојша Милојковић.

Цртање планова спелеолошких објеката извршено је графичким методом обарања равни пећинског пода, чиме је омогућено директно мерење са плана и упоређивање величине појединих делова канала. Идентичне поступке вршио је и Борут Кирбус 1987. године.

По прикупљању морфометријских података (теренским истраживањем), приступило се методи теренске корелације појава у рељефу путем утврђивања квантитативних и квалитативних особина појединих елемената, чиме је омогућена генерализација у закључивању и избегнуто посебно истраживање свих елемената.

5. ДЕТЕРМИНИСАЊЕ УТИЦАЈА АГЕНАСА КОЈИ РЕЛЕВАНТНО УТИЧУ НА ОДРЕЂЕНЕ ГЕОМОРФОЛОШКЕ ПРОЦЕСЕ

Геоморфологија је научна дисциплина која свеобухватно, посматра све природно – географске елементе, појаве и процесе који учествују у креирању њеног предмета проучавања тј. ерозивно – акумулативних процеса и њима створених облика. Та њена интердисциплинарност захтева од истраживача добро познавање појединих географских дисциплина које, у мањој или већој мери, доприносе изградњи рељефа земљине површине. Свака дисциплина, почев од геолошке грађе и тектонске еволуције и склопа, па преко климатских и хидролошких елемената све до педолошко – биогеографског распрострањења, утиче на геоморфолошке процесе понаособ. Тај утицај може бити значајан или пак делимичан, али у коначној изградњи рељефа није никако занемарљив. Основ истраживања сваког процеса, и њиме створеног облика, јесте одређивање доминантног агенса који даље предодређује процес и облике. Даљи рад на студији управо и иде у том правцу.

5.1. ГЕОЛОШКИ САСТАВ

Основ за ерозивно деловање егзогених сила је геолошки састав терена на којима се ти процеси одигравају. Простор одигравања геоморфолошких процеса је изграђен од разнородних минерала и стена, како по настанку, тако и по времену стварања. Геолошка историја се одигравала током доста милиона година, а петрографски комплекси, настали у њеним различитим периодима, одликују се различитошћу физичких и хемијских особина. Управо та различитост, омогућава следеће геоморфолошке законитости: мекше стене – бржи и интензивнији процес, отпорне стене – спор процес са незнатним учинком, разноврсност геолошких групација (отпорне, мање отпорне) – селективност при еродирању, итд. Зато, познавање геолошког састава, тј. стенских маса које учествују у грађи рађевске микрорегије, представља темељ истраживања ове студије.

Најстарије геолошке формације датирају из прастарог и старог доба. Међутим, иако је последњих деценија учињен огроман напредак у познавању старијих периода код нас, још увек недостају многи палеонтолошки и већина радиометријских података потребних за ближе одређивање старости најстаријих комплекса и њихово рашчлањавање на поједине одељке и хоризонте. Такође, недостају и детаљне седиментолошке студије, да би се са успехом могла вршити палеогеографска реконструкција, коју отежава и појава мање, или више метаморфисаних партија, чиме је измењена првобитна структура стена (М. Анђелковић, П. Стевановић, 1975).

Наведено, као и чињеница да до педесетих година 20. века на територији Србије нису били палеонтолошки доказани прекамбријски терени, добија другачије резултате проналаском карактеристичне малакофауне, прво силура и девона, а потом ордовицијума и камбријума, у разним областима Србије. До тада су доминирала мишљења да се старије формације, укључујући ту и старији палеозоик, нису развијале у границама Србије, јер је она тада била копно. Присутством читавих комплекса, чије је стварање обављено у претежно морским срединама, доказане су периоде старијег палеозоика.

Каснијим микропалеонтолошким методама испитивања (проучавање фораминифера, остракода, конодоната, анализирањем полена итд.), приступило се и ближем хоризонтирању творевина појединих периода. У оквиру нових истраживања шире околине Крупња (која су вршена у склопу израде нове геолошке карте Југославије) долазимо до стратиграфије геолошке историје Рађевског краја, посматраног као интегралне јединице једног ширег окружења тј. територије регија Колубаре, Мачве и Подриња.

Територија ове регије припада у геотектонском погледу, највећим делом Јадарском тектонском блоку – терану (терап – сегмент Земљине коре) и, знатно мањим делом, Вардарској зони и Дринско – ивањичком елементу (И. Филиповић, 1996). Ове крупне геотектонске јединице карактеришу се различитим развојима палеозоика и мезозоика, а у садашњи међусобни положај доведене су, највероватније, пре мастрихта.

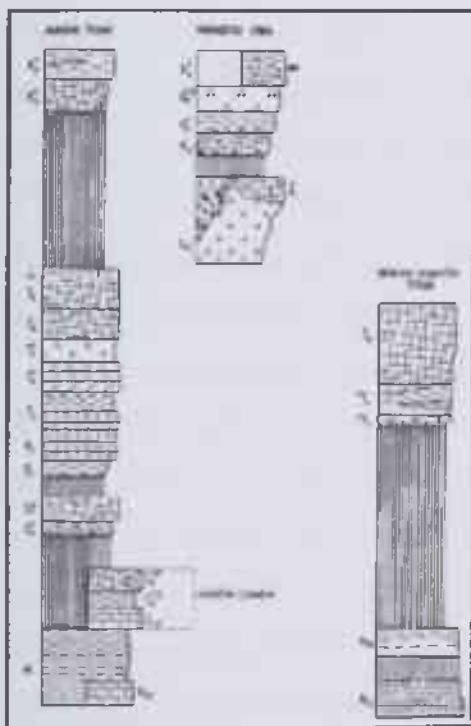


Прилог 1: Међусобни распоред и границе геотектонских јединица
(преузето из И. Филиповић, 1996)

Јадарски блок (прилог 1) обухвата највећи део регије и представља изоловану тектонску јединицу окружену са три стране Вардарском зоном. Ограничен је дубинским разломним зонама и тектонским меланжима. Граница Јадарског блока на југозападу иде зворничким шавом. То је маркантна разломна зона обележена Борањском гранитном интрузијом и офиолитским тектонским меланжом. За овај гранични дубински разлом, који се може пратити од Теочака у североисточној Босни, преко венца Подрињских планина, и даље на југоисток, везане су појаве термоминералних вода (Бања Ковиљача, Радаљ), и лежишта минералних сировина. Јужна и југоисточна граница Јадарског терана иде северно од перидотитског масива Маљена и Сувобора, а затим прати јужни обод Мионичко – белановачког терцијарног басена. Ова дислокациона зона је, највећим делом, покривена неогеним наслагама. Крајњу источну тачку Јадарског блока чини Букуљски гранитоид, који је изван граница Подрињско – колубарског региона. Североисточна граница је покривена неогеним наслагама са могућим правцем простирања Букуља – Радљево – Дебрц – Платичево. Северна граница је такође покривена неогеним формацијама, али је она, на основу резултата дубинског бушења, јасно лоцирана, а уз то и обележена изузетно значајним геотермалним лежиштем у Богатићу и Бијељини, тј. Мачви и Семберији (о чему је

аутор тезе дао знатно више података у раду "Физичко – географски услови појаве подземних вода у Мачви", 2001).

Рађевина се налази у крајњем југозападном делу овог терана, и у потпуности му припада својом територијом. Зато, да би извршили основну стратиграфску поделу терена Рађевине, морамо претходно даги главне карактеристике Јадарског блока. Оно што га у основи разликује од суседних целина, Вардарске зоне и Дринско – ивањичког елемента, јесте маринско развиће млађег карбона и перма, континуитет перма и тријаса, специфичан развој тријаса (са анизијским доломитима и ладинским порфиритима и пирокластитима), као и постлијаска регресија. Занимљиво је, да се Јадарски теран од суседних јединица разликује и одсуством палеозојских базичних стена, те ултрамафита, дијабаз – рожиљачке формације и кредних флишева (И. Филиповић, 1996), што најбоље илуструју геолошки стубови поменутих геотектонских целина.



Прилог 2: Геолошки стубови Јадарског терана, Вардарске зоне и Дринско-ивањичког терана (ознаке и припадност одговарајућих стенских формација горњих стубова дате су на геолошкој карти)

5.1.1. ПАЛЕОЗОИК (Pz)

На геолошкој карти Колубарско – мачванско – подрињске регије види се да најстарије формације потичу из палеозоника. У Јадарском тектонском блоку издвојене следеће серије: девонски кречњаци, девон – карбонски кластити, доњокарбонски конгломерати и пешчари, серпуховско – башкирски кречњаци, башкирско – верејски

алевролити, башкирско – верејски стoлички кречњаци, московска Ивовичка формација, фузулинидски кречњаци млађег карбона и доњег перма, средњепермски кластити и горњепермски битуминозни кречњаци. Формације серпуховско – башкирских кречњака, башкирско – верејских алевролита и башкирско – верејских стoличких кречњака представљају алохтоне творевине и припадају навлаци Ликодре о којој ће бити више речи у наредном одељку који се тиче тектонске еволуције и њоме створеног иницијалног прарељефа. Наравно, све наведене формације нису заступљене у Рађевини, те ће у овом одељку акценат бити на постојећим хроностратиграфским елементима геолошког стуба на проучаваном простору (И. Филиповић, 1996).

5.1.1.1. Девон (D)

У басену слива Ликодре ова периода почиње девон – карбонским кластитима. Ова, најраспрострањенија формација, изграђена је од аренита и алевролита, ређе конгломерата, који се вертикално смењују. Карактеристично је потпуно одсуство карбонатних стена. Временски опсег ове формације није тачно утврђен, нарочито када је у питању њена доња старосна граница. Претпоставља се да је седиментација ових кластичних творевина започела у средњем девону, а окончана, према флористичким подацима, почетком средњег карбона.

Девон – карбонски кластити имају највеће распрострањење у области планине Влашић, због чега су у литератури издвојени као Влашићка формација (Филиповић и др., 1995). Моћност ове формације износи преко 1000 m, што је потврђено бушењем у Богатићу (преко 1000 m), Шапцу (700 m) и на Влашићу (400 и 500 m). За све бушотине које детерминишу девон – карбонске кластите карактеристична је вертикална смена метапешчара и метаалевролита.

У Рађевини их налазимо на ширем простору северозападно и југоисточно од Крупња (сливови Чађавице и Богоштице), као и на левој долиноској страни реке Ликодрс.

5.1.1.2. Карбон (C)

Серпуховско – башкирски кречњаци (C_{1,2}) су развијени само у северозападним и централним деловима Рађевине, односно у оквиру варисцијске навлаке Ликодре.

Доњи део ове картиране јединице изграђен је од слојевитих кречњака који су у смени са лапоровитим глинцима и алевролитима. То је тзв. Ђулимска формација

(И. Филиповић, 1974), променљиве дебљине (0 – 30 m) која је добила име по брду Ђулим изнад Крупња.



Слика 3. Брдо Ђулим (фото Д. Шабих)

Виши део јединице чини формација Рудине (Д. Јовановић, 1983) која се састоји од масивних кречњака сиве, тамносиве или црне боје. Дебљина је променљива (60 – 80 m), и јављају се у атарима села Толисаваца и Равнаје.

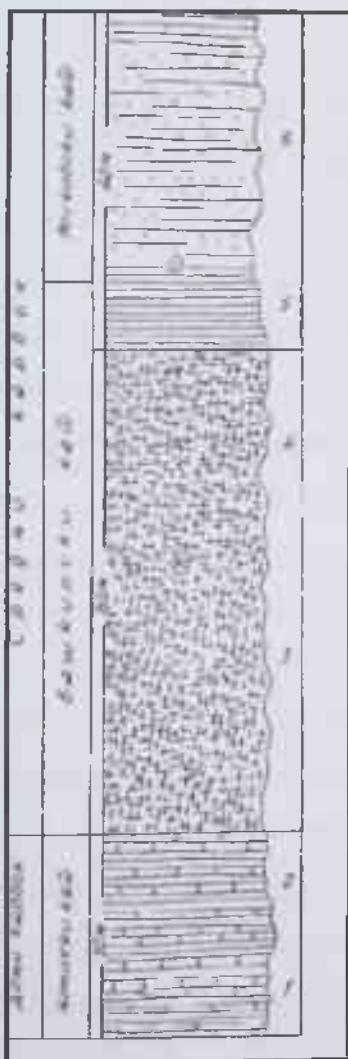


Слика 4. Сиви кречњак - Толисавац (Фото: Б. Ристановић)

Башкирско – верејски алевролити (C_2^{1-2}) представљају најмлађу карбонску формацију у алохтону Ликодрс. Леже преко описане алевролитске формације или се бочно смењују са алевролитским седиментима. Покривају их трансгресивни кластити средњег перма. Столички кречњаци су углавном јако рекристалисане стене, боје сиве

или светлосиве. Претежно су масивне текстуре, а у најнижим деловима могу бити слојевити и банковити. Дебљина им износи преко 100 m. Због високог степена рекристализације фосилни садржај микроскопски је тешко уочљив. Спрудног су карактера, и налазимо их на локалитетима: Градац и Остењак у Ликодри и Козја Стена на Столицама (И. Филиповић, 1996).

Московско – Ивовичка формација (C₂²) се распростире у изворишном облику Белоцркванске реке. Састоји се од две јединице: а) старија, олистостромска јединица изграђена од алевролита са кластитима и олистолитима девонских и карбонских кречњака и б) млађа јединица Ивовичке формације састоји се од наизменично поређаних банковитих, слојевитих и листастих микрита и микроспарита са честим присуством биљних остатака.



ЛЕГЕНДА:

1. аргилофити са сочивима кристаластих кречњака;
2. тамносиви кречњаци са прослојцима глинених шкриљаца;
3. органогено-детритични и оолитски кречњаци са фораминиферском фауном северокелтменског хоризонта;
4. оолитски кречњаци са фораминиферском фауном прикамског хоризонта;
5. песковити глинени шкриљци са брахиоподском фауном;
6. кварцни пешчари и глинени шкриљци.

Прилог 3: Стратиграфски стуб доњег и средњег карбона на десној обали Ликодре – локалитет Бањевац (преузето из М. Анђелковић, 1978)

5.1.1.3. Карбон – перм (С,Р)

Фузулинидски кречњаци млађег карбона и доњег перма представљају прелазну стратиграфску серију између ових двеју палеозојских периода. Њихово распрострањење у Рађевини се везује за северне стране Соколска планине и Јагодње (изворишни делови реке Кржаве). То су углавном масивне стене, тамносиве, сиве и светлосиве до беле боје. Обично су јако рекристалисане, леже преко Ивовичке формације, а покривају их трансгресивни седименти средњег перма. Дебљина им износи око 100 m. Хронолошка старост формације одређена је уз помоћ налаза фузулинидске и конодонтске фауне (И. Филиповић, 1996).

5.1.1.4. Перм (Р)

Средњепермски кластити (Р₂) се, такође, састоје од два члана. Старији, трансгресивни део, изграђен је од кварцних пешчара беле, смеђе и жућкасте боје са сочивима кречњачких бреча (Д. Јовановић, 1992). Дебљина ове старије јединице износи 10 до 20 m. Млађи део формације, изграђен је од разнобојних кластита, карактеристичне љубичасте и зеленкасте боје чија се дебљина креће око 30 m. Ови седименти навише постепено прелазе у доломитично – шкриљаве седименте.

Горњопермски битуминозни кречњаци (Р₃), као повлатна серија подинских кластита, у свом комплексу имају доломитично – шкриљаве седименте (дебљине 20 m) који чине прелазну серију између повлатно – подинских формација. У оквиру ових седимената, веома су карактеристичне жућкасте, шупљикаве, површински измењене доломитичне стене, које се прослојавају са трошним лапорцима, алевролитима и глинцима. Битуминозни кречњаци, који чине остатак формације, састоје се од црних и тамносивих стратификованих кречњака дебљине 120 m. Старост ових кречњака утврђена је на основу налаза богате фораминиферске, алгалне и брахиоподске фауне. Њихова заступљеност у Рађевини је у долини Ликодре и Белоцркванске реке.

Смена палеозоника и наредне геолошке ере, одвија се на простору басена слива Ликодре, континуираним прелазом горњопермских кречњака у ооидне кречњаке доњег тријаса.

5.1.2. МЕЗОЗОИК (Mz)

Јадарски тектонски блок у оквиру средње ере представљен је тријаским и горњокредним творевинама. У тријасу су издвојене следеће формације: 1) доњетријаска карбонатно – теригена формација; 2) анизијски доломити и доломитични кречњаци; 3) порфирити и пирокластити; 4) ладински масивни кречњаци и 5) горњотријаски спрудни кречњаци. Горња креда је представљена туронским кречњацима и сенонским кластично – карбонатним седиментима (И. Филиповић, 1996).

На територији која је предмет истраживања, детерминисане су следеће формације:

5.1.2.1. Тријас (Т)

Доњотријаска карбонатно – теригена формација (T_1) се распростире на подручју Подрињских планина (било Соколске планине и северне падине Јагодње). Нижи део доњег тријаса изграђен је од слојевитих и банковитих кречњака сиве боје које спорадично карактерише присуство ооида или гракаста текстура. У вишим деловима кречњаци се местимично прослојавају са пешчарима и садрже макрофауну карактеристичну за сајске слојеве. Дебљина ове карбонатне формације је 60 до 100 m.

Виши део доњег тријаса изграђују плочасти и слојевити кречњаци који се смењују са жућкастим, сивим и црвенкастим пешчарима и глинцима. Завршни део доњег тријаса чине квргави кречњаци, односно биотурбантни седименти мале дебљине. У њима је пронађена богата гастроподска и шкољчана фауна карактеристична за кампилски поткат доњег тријаса. Укупна дебљина ове формације износи 200 m (И. Филиповић, 1996).

5.1.2.2. Креда (К)

Туронски масивни и банковити кречњаци (K_2^2) јављају се на мањем пространству у околини Беле Цркве и Красаве. Представљени су лапоровитим кречњацима са рудистном фауном карактеристичном за туронски кат.

5.1.3. КЕНОЗОИК (K₂)

Ново доба или нова ера је, такође, заступљена на територији Рађевине. Тим пре што је то време великих промена на овом простору у геотектонском погледу. Преко различитих сегмената Земљине коре, који су у данашњи положај доведени највероватније крајем горње креде, леже терцијарни комплекси. Ови разнолики седименти, као и магматске творевине, које се према својим битним особинама јасно разликују од палеозојских и мезозојских комплекса, настали су после интензивних тектонских збивања на већ оформљеној тектогенетској подлози. У њиховом формирању одлучујућу улогу имала су радијална кретања са стварањем морфолошки истакнутих планинских венаца и моласних потолина са пратећим, снажним магматизмом. У границама Рађевине заступљене су следеће магматске творевине и терцијарни седименти: дацито – андезити, гранитоиди, контактано – метаморфни продукти гранитоида. Њихове основне особености су:

Дацито – андезити (αγ) – Ова серија магматских стена се јавља претежно у облику жица дебљине и до 100 m (северозападна околина Крупња и Борања). То су стене порфирске структуре са андезином и кварцом, амфиболом (са или без андезина), биотитом и пироксеном. Обично су на површини интензивно распаднуте.

Гранитоиди (γ) – Гранитски интрузиви изграђују планински масив Борање. Са карте геотектонских јединица видимо да се ова интрузивна формација налази дуж контакта Јадарског терана са Вардарском зоном. Гранитоиди Борање су олигоцене старости (32 – 30 милиона година) (С. Урошевић, 1903). Код свих гранитоида Јадарског терана (поред Борање то су још и Брајковац, Букуља и Цер) контактано су метаморфисане палеозојске творевине док је код Борање и Брајковца то учињено и са делом мезозојских наслага. Све ове стене праћене су малим појавама жичних гранодиоритских аплитских, пегматитских и лампрофирских варијетета.

Контактано – метаморфни продукти гранитоида – Под дејством гранитоидне масе и постмагматских флуида палеозојске и мезозојске стене дуж целог обода су контактано – метаморфно промењене у стене већег кристалинитета. Непосредно уз интрузивно тело јављају се стене највећег степена метаморфизма: корнити, скарнови, микашисти, окцаста гнајсеви и мусковит – биотитски шкриљци. Други појас је знатно шири. Овде је термални утицај гранитоида слабије изражен и углавном се своди на

рекристализацију. Представљен је филитомикашистима, бобичавим шкриљцима и серицит мусковитским шкриљцима.

На простору Рађевине кенозојске творевине су представљене неогеним и квартарним комплексима стенских формација.

5.1.3.1 Неоген (Ng)

Комплекс седимената неогена у басенима западне Србије а тиме и у Рађевском је представљен слабије везаним конгломератима, затим пешчарима и лапорцима (подинска серија). Идући ка површини терена смењују се слојеви глина, лапора, глиновитих пескова и пескова, са хоризонтима угља. Због преовлађивања глиновите компоненте, услови за формирање значајнијих артершких издани у тој средини хетерогеног састава могу бити веома неповољни (по правилу издашност веома ниска). У широј околини Беле Цркве, развијени су, на површини од приближно 25 km², језерски седименти са угљем миоценске старости.

Неогена серија се, у односу на угљени слој, може рашчланити на три одељка (П. Бошковић, 1963): подински одељак, угљоносни хоризонт и повлатни одељак.

Подински одељак лежи трансресивно и дискордантно преко старијих творевина подлоге. У њихов састав улазе грубокластичне и агломератично – плуњковите творевине. Идући навише у геолошком стубу следи смена песковито – глиновитих и лапоровито – глиновитих творевина. Седименти овог одељка су слабо откривени на површини.

Угљоносни хоризонт захвата средишње делове басена: од Беле Цркве на западу до Комирића на истоку. Јужна граница ове серије сеже до Пејића брда. У састав хоризонта улазе: слојеви угља, црне и сивомрке угљевите глине и сиве масне глине. Досадашњи истражни радови (бушење) и експлоатациони радови су били ограничени на западни део басена (угљенокоп у Белој Цркви).

Повлатни одељак карактеришу стене са брзом променом литолошког састава и у вертикалном и у хоризонталном литолошком смислу. У њихов састав улазе: глине, лапоровите глине и меки бели лапори. Ово су творевине језерских средина са слатководном фауном (конгерије, гастроподи и остракоде). Укупна дебелина неогених седимената у овом басену не износи више од 40 m.

Творевине маринског бадена (M₂²) јављају се у широј околини Баставске и Белоцркванске реке. Њихов састав је такав да је доњи баден представљен угљевитим

глинама и лапорцима, средњи је развијен у песковито – глиновитој и фацији лајговачких кречњака, а горњи невезаним кластитима и грубокластичним седиментима.

5.1.3.2. Кваргар (Q)

Кваргарни седименти Рађевине су представљени дилувијалним речним терасама (мање изражена стенска формација) и алувијалним наносима речних токова.

Алувијални седименти (AI) представљају двослојну средину, састављену од песковито – шљунковитог наноса (нижи ниво) и повлатног глиновитог хоризонта. Спадају у добро пропусне средине и због своје водообилности су посебно значајни за процес водоснабдевања. У извесном степену то се може рећи и за бујичне наносе Ликодриних притока.

У алувијалним наслагама депонованим у већим водотоцима (Ликодра кроз Крупањ, средњи и доњи ток Ликодре, средњи и доњи ток Белоцркванске реке) издвајају се фације корита, поводња и мртваја представљене песковима и шљунковима ситније или крупније гранулације.

* * * * *

Геолошки састав Рађевине је веома хетероген пошто је његова геолошка еволуција дуга и одвијала се од старијег палеозоица до најмлађег геолошког доба. У стратиграфско – фацијалном погледу представљен је различитим стратиграфским члановима репрезентованим многобројном разнородним стенама које као предиспозиција геоморфолошких процеса имају различите физичко хемијске и инжењерско – геолошке карактеристике. То нам најбоље илуструје следећа табела.

Табела 1. Стенске формације Рађевине и њихове карактеристике дате по хроностратиграфским одељцима

Ера	Период	Епоха	Кат	Врста стена	Карактеристике стенске формације	
Кенозоик	квартар	холоцен алувијум		пескови; шљункови; муљ;	невезани стенски материјал који је склон даљем транспортовању и преображају;	
	неоген		баден	карбонатни седименти;	подложни распадању и разоравању;	
Мезозоик	креда	горња	турон	лапоровити кречњаци;	масивна текстура; због лапоровитих примеса интензивније подложни распадању;	
	тријас	доњи	кампилски поткат	слојевити кречњаци; банковити кречњаци;	слојевита, масивна или тракаста текстура; при утицају воде долази до појаве крашког процеса;	
Млађи палеозоик	перм	горњи		битуминозни кречњаци;	Органогено – детритична структура, слојевита текстура; подложне распадању;	
		средњи		кварцни лешчари; шкриљци; кречњаци;	трошне стене; мала порозност и компакност; подложне површинској ерозији и денудацији; у зависности од пукотина мањи или већи интезитет крашког процеса;	
	перм	доњи		фузулинидски кречњаци;	масивна текстура; велика порозност; при утицају атмосферилија активира се крашки процес;	
	карбон	горњи				карбонске олистроме поседују изразито неповољна инжењерско-геолошка својства и свака већа усецања, без потпуне регулације површинских вода, изазивају клизишта;
		средњи	московски		кречњаци; шкриљци;	трошне – склоне ерозији; масивна структура; утицај атмосферилија покреће ерозивне процесе;
			башкирски		алевролити; кречњаци;	
	доњи	намирски или серпуховски		слојевити кречњаци са глинцима; масивни кречњаци;	Органогено – детритична или детритична структура; слојевита или масивна текстура; откривене серије подложне, због порозности, утицају атмосферилија;	
Старији палеозоик	девон	горњи	фаменски	средњезрно кластичне; ситнозрно кластичне;	Инжењерско – геолошке особине ових формација су веома неповољне, трошне су и лако се распадају – склоне ерозији, те се код градње саобраћајница или неких других објеката не препоручују већа усецања;	

Аутор: Б. Ристановић, 2003.

У табеларном прегледу нису дате магматске формације (гранитоиди, дацити – андезити) чији продор се везује за терцијар јер су оне компактне, чврсте стене отпорне на егзогени утицај. Њихово распрострањење је на Борањи која је у потпуности изграђена од ових магматских стена. Приликом интрузије гранодиоритске магме Борање извршен је јак контактни метаморфизам на околне стене у широј зони. Ову појаву описао је и Јован Цвијић (1924): "И Кошутња стопа по геолошком саставу припада Борањи, гранит се са северне стране пење до под највишу тачку Кошутње стопе, док су само теме и његова јужна и источна страна састављени од контактних метаморфних стена. И на развођу, које везује Кошутњу стопу и Јагодњу, налазе се у метаморфним икриљцима дебеле жице гранита; а граница између гранита и контактних метаморфних стена на Кошутњој стопи обележена је једним уским појасом чистог кварцита." Због тога су метаморфисани кречњаци, у овом подручју, тврди, компактне структуре и веома отпорни на ерозивно деловање атмосферичке, па су слабо подложни скарићавању.

5.2. ТЕКТОНСКИ СКЛОП И ИНИЦИЈАЛНИ РЕЉЕФ

Чињеница да простор Подрињско – Колубарског региона, а самим тим и Рађевине, припада у геотектонском погледу, Јадарском тектонском блоку – терану, условила је тектонску еволуцију ових простора. Од суседних зона (Вардарске и Дринско – Ивањичког елемента) растављена је дубинским разломима и тектонским меланжом, који су посебно значајни носиоци геотермалног и сировинског потенцијала, а уједно и зона са могућим максималним трусним ударима (сеизмичка предиспозиција Рађевине иде и до 8° MCS скале). Прeko ових различитих сегмената Земљине коре, који су у данашњи међусобни положај доведени крајем креде, леже дискордантно терцијарни комплекси (И. Филиповић, 1996).

Да би у потпуности објаснили тектогенезу Рађевине мора се поћи од палеогеографске и тектонске еволуције знатно ширих простора, тачније, западне Србије. Она у морфогенетском смислу припада Динарској области, тј. Унутрашњим Динаридима.



Прилог 4: Положај и распрострањење Динарида западног дела Србије у оквиру територије некадашње Југославије (преузето из М. Анђелковић, 1978)

Даље, унутрашње Динариде делимо на следеће зоне: Савска, Јадарска, Дринска, Ибарска и Лимска. Рађевина, у геотектонском смислу припада Динарској тектонској системи тј. њеном унутрашњем делу и у целости је део Јадарске зоне (М. Анђелковић, 1978).

Јадарска зона пружа се од Дрине на западу до Шумадида на истоку. На северу се граничи са Савском зоном, а на југу и југозападу са Ибарском зоном. У оквиру Јадарске зоне су простори шире околине Ваљева, Крупња, Беле Цркве, Лознице и на истоку Уба, Лајковца, Лазаревца, Љига. Јадарска зона се састоји од терена који имају континуално распрострањење. Они имају пликативне и дисјунктивне структуре, а на неким деловима налазимо и алохтоне терене који су отргнути од првобитне подлоге и навучени преко Ибарске зоне коренова. Сви заједно чине основу палеорељефу Рађевине.

Данашња тектонска грађа ове територије резултат је интензивних тектонских збивања везаних за каледонску, варисцишску и алпску орогенезу. Најстарији седиментациони циклус реконструисан на основу изданака, припада камбријум – ордовицијуму. То је време формирања Дринске формације откривене у најдубљим ерозивним усецима Дринског палеозоника (углавном у долини Дрине). Најстарији седиментациони циклус није директно везан за Рађевину, али је његово помињање битно јер представља први структурни кат и повлату млађепалеозојским формацијама. Он због својих битних карактеристика (висок степен кристалинитета и одсуство фосилних остатака) имплицира интензивнију убраност у односу на млађи палеозоник који је веома заступљен у басену слива Ликодре, односно јужном и југоисточном делу Јадарске зоне. Варисцишка орогенеза у Рађевини се везује за периоде девона и карбона. Њени одрази су вишеструки. За време трајања ове орогенезе у Рађевини су утврђена два циклуса седиментације. Први почиње у средњем девону, а завршава се у доњем башкиру. Регресивна тенденција ових простора окончана је почетком средњег карбона, када престаје маринска седиментација. Нови седиментациони циклус везан је за астуријску фазу, када су у већем делу Јадарског терана (зоне) створане моласне потолине. Таложeње моласа почело је у вишем делу средњег карбона, а окончано је у доњем перму. Затим следи пермска регресија која се у Рађевини манифестује навлачењем алохтона Ликодре преко млађих аутохтоних карбонских творевина (салска фаза) (И. Филиповић, 1996).

Алпска орогенеза имала је пресудан утицај на данашњи тектонски склоп истраживаног подручја. У оквиру Јадарске зоне издвајају се три алпска структурна ката. Први, чије трагове не налазимо у Рађевини, почиње трансгресијом средњег перма,

а завршава се са лијасом. У том циклусу таложе се претежно плитководни седименти са вулканизмом у ладинском кату. Следећи структурни спрат почиње горњокредном трансгресијом, када се такође таложе искључиво плитководни седименти. Између овог и завршног структурног ката формиране су све најважније тектонске структуре. Најмлађи структурни спрат, без знакова интензивнијег убирања, почиње миоценским седиментима и трансгресивно прекрива тектонизоване геотектонске јединице подлоге (И. Филиповић, 1996).

Знајући границе Динарида Србије, његову тектонску рејонизацију и припадност Рађевине одговарајућем члану, те извршивши стратиграфско – фацијалну анализу и дајући њену еволуцију кроз главне тектонске фазе, приступамо одређивању основних облика тектонског (ендогеног) палеорељефа. У тектогенетском рељефу Рађевине издвајамо пликативне и радијалне (дисјунктивне) тектонске облике.

Тектоника Рађевине се истиче пликативним структурама које су настале у више орогених фаза. Највеће распрострањење имају херцинске структуре које су делом преобликоване млађим покретима алпске орогенезе, а делом очуване у првобитном облику. Најмаркантнија пликативна јединица у читавој Јадарској зони је Влашићко – близоњски антиклиноријум у области Влашића и Близоња по чему је добио име. У његов састав улазе различити пликативни облици међу којима Рађевини припадају брахисинклинала Бастава и антиклинала Богоштице. Прва је изграђена од палеозојских и тријаских седимената са осом која је задржала варисцијско пружање североисток – југозапад. Захвата област Бастава и Понора, а местимично су структурни облици прерађени у правац исток – запад.

Антиклинала Богоштице налази се у југоисточном продужењу антиклинале Гучева, односно југоисточно од Крупња са осом правца северозапад – југоисток. Ова антиклинална структура је гранична структурна јединица Јадарске зоне према Ибарској зони коренова и кретана је према југозападу (М. Анђелковић, 1978).

Дисјунктивни (радијални) облици су представљени системом лонгитудиналних и трансверзалних раседа који својом величином и правцем пружања деформишу пликативне тектонске облике и издвајају их на блокове.

Најизразитији Рађевски расед је раселина Беле Цркве који представља читав систем раседа дуж којих је дошло до потапања блока Беле Цркве где продиру терцијарне воде (непобитан доказ за то је постојање угљоносних серија у Белоцркванском басену).

Поред пликативно – дисјунктивних облика на територији Рађевине се запајају и облици Јадарског мезошаријажа. Јадарска зона је као целина кретана ка југозападу и навучена преко Ибарске зоне. Данашња линија навлачења Јадарског мезошаријажа преко Ибарске зоне коренова може да се прати од Дрине на северозападу, јужно од Лознице, па северним падинама Борање и Соколских планина и даље Повлена, Маљена, Рајца. (И. Филиповић, 1996).

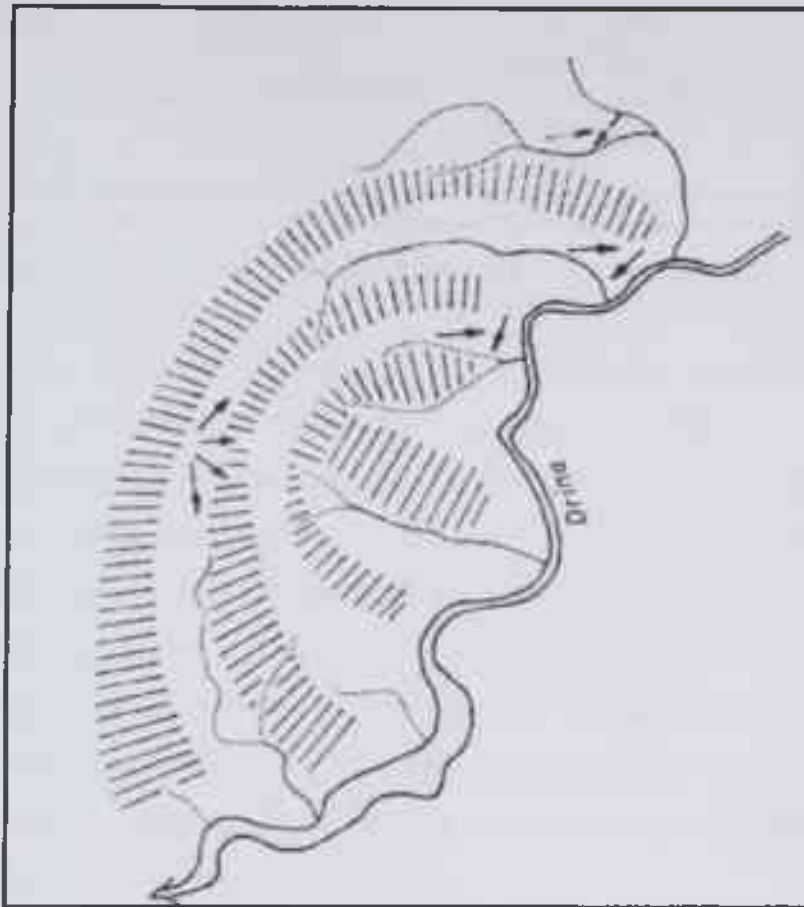
Даља анализа морфотектонских облика рељефа се заснива на класификацији морфоструктура. Она је извршена према њиховом правцу пружања, облику и релативној висини. Према општој класификацији морфоструктура, за чију основу узимамо хипсометрију, делимо их на позитивне и негативне. У прву групу на територији Рађевини сврставамо Борању, Јагодњу и Соколске планине из венца Подрињских планина. У негативне спадају Крупањска котлина (или "поље" како га локално становништво зове) и Белоцркванска котлина.

У склопу рељефа западне Србије, сем динарских морфоструктура које имају изразити правац пружања северозапад – југоисток, постоје и такве морфоструктуре које потпуно одступају од динарског правца пружања. Милош Зеремски (1979; 1983) је такве морфоструктуре назвао прстенастим, полупрстенастим и полуелипсастим, а подела је изведена на основу анализе сателитских снимака приликом израде геоморфолошке карте западне Србије у размери 1:500000.

Важност ове поделе се огледа у томе што су неке од морфоструктура заступљене само у позитивним облицима, а на простору Рађевине то је прстенаста структура планине Борање.



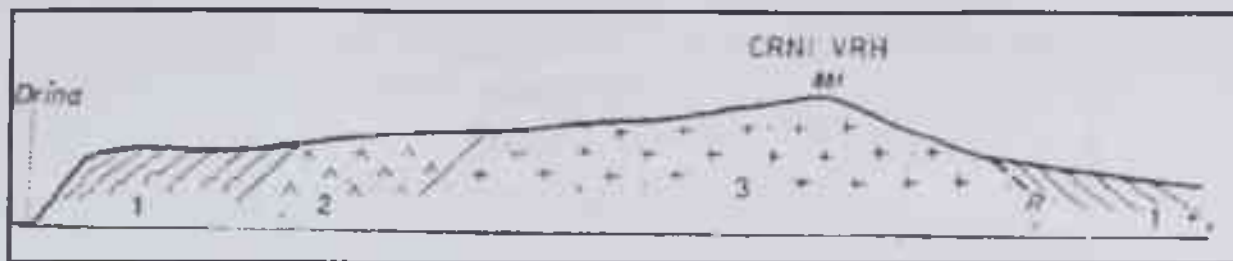
Слика 5: Борања (фото Б. Ристановић)



Прилог 5: Прстенаста морфоструктура Борање (преузето из М. Зеремски, 1983)

Борања је мања (104 km²) и нижа планина у венцу Подрињских планина (Црни врх – 881 m а. в.) али је својим постанком специфична у односу на Соколску планину, Јагодњу и Гучево. Пружа се у северозападном наставку Соко планине и Јагодње, између Дрине на западу, Ликодре на истоку, Радаља, Јадра и Ступничке реке на северу, Боринске реке и Кржаве на југу.

Изграђена је од магматских стена, које су инјектоване за време Алпске орогенезе, када су обављана интензивна текто – магматска кретања (крај олигоцена – почетак миоцена). Истискивање гранодиорита довело је до контактне метаморфозе околних стена у два километра широкој зони. У миоцену је ефузијом створен комплекс дацито – андезитских стена и пирокласта, опкољен шкриљцима. Иако малог пространства Борања, својим гранодиоритским масивом има плутонски утицај на рељеф знатно ширег простора. На западу утицаји допиру чак и до Дринске долине док се у Рађевини (на истоку) завршавају раседним прегибима (површ од 600 – 500 m у сливу Ликодре) недалеко од развођа које води теменом масива. Ово указује да је попречан профил Борање изразито асиметричан.



Прилог 6: Асиметрија попречног профила Борање (преузето из М. Зеремски, 1983)
 1 - палеозојски шкриљци; 2 - јурски седименти; 3 - гранодиорити; P - расед

Таква њена особина условљава да је положај Борање издвојен из морфотектонског склопа венца Подрињско – ваљевских планина и померен према западу. То се констатује не само према мање развијенијој источној страни масива него и положају долине Дрине која у облику полуелипсастиг лука опасује масив са западне стране. У овом случају дринска долина је задобила такав облик услед померања масива који је потискиван из источног и североисточног правца, из раседне зоне која одваја Јадарску потолину од венца Подрињско – ваљевских планина. То померање се одвило пре неогена. Долина Дрине полуелипсасто опасује морфоструктуру Борање са запада, са севера је делимично подсеца Доњемборинска котлина, са истока раседни прегиб у сливу Ликодре, а са југа поново долина Дрине.

Знајући ове податке, произилази да је морфоструктура Борање, у основним цртама, прстенастих одлика. То је и доказано приликом израде геоморфолошке карте западне Србије тј. анализом сателитских снимака.

У склопу прстенасте морфоструктуре Борање по М. Зеремском (1983) постоје две неотектонске фазе:

1) Старија – алохтона чији утицаји долазе из предела Јадарске потолине (северозападни правац) који су у ширем смислу у склопу јужног обода Панонског басена (асиметрија морфоструктуре, велики меандар долине Дрине);

2) Млађа – аутохтона чије порекло води из језгра гранитног масива, која у садејству са претходном потпомаже да се повећа асиметрија морфоструктуре и услед издизања створе услови за веома интензивну дисекцију од стране водотока фиксираних у првобитном облику.

Јагодња је такође нижа планина (Кошутња стопа, 939 m а.в.) која чини развође између сливова Дрине и Ликодре. Диге се југозападно од Крупња, а простире се између Дрине (Зворничког језера) на западу и југу, Боринске реке и Кржаве на северу и речице Узовнице на југу и истоку. Главно било је заталасано, а највиши делови планине су на североистоку.

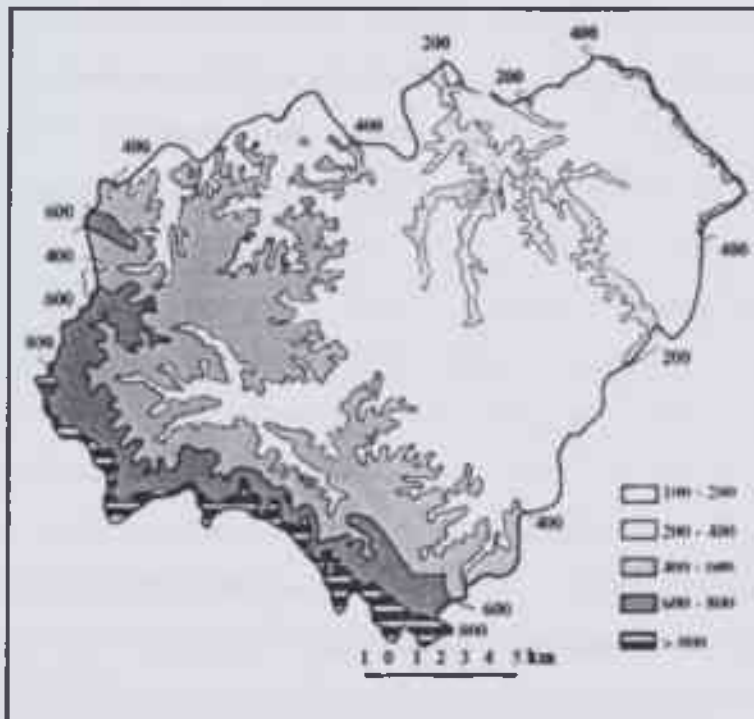


Слика 6: Јагодња - Кошутња стопа (фото Б. Ристановић)

Изграђена је од старих стена па су је геолози раније са разлогом увршћивали у "исконске планине". У њеној грађи учествују гранити и мермери око највиших делова планине (Кошутња стопа, Планина, Кржава), затим шкриљци, односно филит, аргилошист, серпентин и магматске стене – трахит, микрогранулит и порфирит. Од кречњака су планински врхови и оазе на површини. На профилима северних падина Јагодње уочавају се горњокарбонски кречњаци дебљине око 80 m који леже преко старијих (средњекрбонских) шкриљаца и пешчара. Средњепермске стене (шкриљци, глинци, пешчари, кречњаци) пружају се у ужем појасу од Рожња до Мачковог камена са дебљином до 50 m. У повлати су кречњаци, пешчар и жице еруптивних стена. Од широког темена Јагодње спуштају се заравни ка Дрини и Ликодри (Ј. Марковић, 1986).

Соколска (Соко, Сокол) планина јесте највећи планински венац рађевско – јадарског Подриња. Диже се јужно и југоисточно од Крупња између Дрине, Азбуковице, Рађевине и Јагодње. Омеђена је токовима Дрине и Узовнице на западу, Љубовиће на југу и Богоштице на североистоку, а одваја Рађевину (и Јадар) од Подриња. Границу између Јагодње и Соколске планине чини Вукова река. Пружа се динарски од Шанца (923 m) и Маринковог камена (843 m) до Прослопа на југоистоку, којим Рађевина комуницира са Подрињем. Планинско било је издужено 15 km и широко од 0,5 до 3 km. Спада, попут претходних планина, у ниже, са највишом тачком Рожањ (973 m). Зараван била планине представља површ висине 800 – 850 m, са које се дижу висови Кулина, Равна гора (881 m), Милетина глава (915 m), Горички вис (915 m),

Петков вис (950 m), Рожањ (971 m), Јелшино брдо (922 m) и Трштен (905 m). Планинском билу се на југоистоку прикључују: Сокол, Кик (923 m) и Сенокос (Велики вис – 909 m), затим Калкан, Врањача, Слем, Постењски вис (851 m), Горички и Петров вис. Зараван је благо нагнута ка северозападу где се наставља у највише делове Јагодње (Мачков камен – 923 m, Кошутња стопа – 939 m) и Борање (Црни врх – 881 m). Од главног планинског, гранају се секундарна била и гребени, односно планинске косе ка Дрини и Богоштици. Према североистоку и Крупњу, од Маринковог камена до Богоштице, планинско било је одвојено од нижег терена изразитим прегибом, делом у облику одсека висине до 200 m. На овом потесу јављају се суподинске заравни (ниже површи) са надморским висинама између 700 и 600 метара. Стога су на североисточној страни планине највећи нагиби терена као последица раседа, контакта кречњака и непропустљивих терена, те јаче ерозије и денудације у подручју веће енергије рељефа.



Карта 7: Висински појасеви у рељефу Рађевине у m (преузето из Д. Шабића, 2003)
(основа преузета са топографске карте 1:100000. ВГИ, Београд, 1985)

Прегиб прати планинско било на целој дужини Соколске планине све до Прослопа (623 m а.в.) на југоистоку. Ово седло одваја Сокол од Медведника, прве планине у низу Ваљевских планина, а настало је подсецањем развођа наспрамних токова, Царинске реке и Љубовиђе. Југозападне падине Соколске планине су дисециране изворишним токовима непосредних притока Дрина које су је учиниле стрмом. Ова планина је разбијена ерозијом наспрамних токова у више венаца разних

праваца. У морфологији планине истичу се још крашки терени (Смиљевац, Сеновача, површ Рупавца од 800 до 840 m, са теменима кречњачких главица и вртачама између њих), затим изворишне челенке, кратке и дубоке долине, фосилне и рецентне урвине (клизишта).

Геолошка структура Сокола, уз пружање планине, потврђује њену динарску припадност. Основа јој је од палеозојских силикатних стена на које су навучени млађи слојеви карбонатних стена. Све стратиграфске формације планине, такође, имају динарско пружање. Североисточне падине планине се састоје од млађепалеозојских (карбонско – пермских) стена. Њихова повлата су мезозојски кречњаци пробијани еруптивима. Виши хоризонти горњепермских кречњака достижу дебљину од 150 m. Заравњено и скаршћено планинско било (како Соколске планине, тако и Јагодње) изграђено је од доњотријаских доломита и кречњака исте дебљине. Заступљени су и јурски и кредни седименти у којима је развијен крашки рељеф. Од суподине Сокола ка Белој Цркви, развијен је заливски неоген – глине, пескови, шљунак, а два угљена слоја датирају се из горњег миоцена и доњег плиоцена (Ј. Марковић, 1986).

О наведеним Подрињским планинама има више геолошких него геоморфолошких података. О њима су писали Ј. Цвијић (1924), Б. Ж. Милојевић (1940), Д. Јовановић (1992), Ч. Милић (1981), Б. Кирбус (1987) и многобројни геолози, и сви су се сложили да оне чине низ у основи набраних, али и раседних тектонско – морфолошких јединица, групу планина међусобно ороморфолошких индивидуалисаних. Ова посебна група Динарида има тзв. динарски правац пружања (северозапад – југоисток) у целини и појединачно (изузев одступања Борање на неким секторима, о чему је напред било речи), али се петролошком и тектонском грађом знатно разликује од изразито кречњачких (правих) Динарида. Планине су веначне, представљају "унутрашње Динариде", а неке од њих (Борања) су производ магматизма. Њихова текто – вулканска основа обликована је разноврсним егзогеним агенсима, доминантно радом река и денудацијом, делом и корозивним процесом. Као целина, Подрињске планине чине маркантну текто – морфолошку појаву у рељефу западне Србије, а појединачно спадају у мање и ниже планине. Увршћују се у Динариде, али и разликују се од њих јер у њиховој грађи, поред кречњака, има палеозојских стена и магме (интрузивне и ефузивне). Ове магме указују на сродност са суседним, старим потонулим панонским копном. Значајну улогу магматска кретања су имала у процесу стварања планина, нарочито Борање (попут Фрушке Горе).

Негативна морфоструктура овог дела Србије је представљена Крупањском котлином или крупањским ерозивним проширењем. То је типичан флувијални басен који има интересантан лепезаст облик, као последицу стицања токова са планинског окружења, јер Брштица дотиче са Борање (севера), Чађавица и Кржава са запада и југозапада (са Борање и Јагодње), а Богоштица – Крива река са југоистока (из Соколске планине). Њихова резултанта Ликодра тече ка североистоку, што истиче разносмерност доводњавања – одводњавања. У сливу, почев од рађевских падина Подрињских планина, од Крупња и над његовим басеном, простиру се речно – денудационе површи, које чине заравњена долинска развођа. Са обзиром да су површи у удубљењу речног слива и да су нагнуте у правцу отицања токова који су их изградили, њихово флувијално порекло је несумњиво. Оне не представљају палеообразионе форме, те нису геоморфолошки доказ заливске фазе Јадра и Рађевине, како су неки аутори сматрали. У рељефу Рађевине, крупањски флувијални басен, који је делом тектонски предиспониран, је уствари морфолошко удубљење трећег рада (басен у басену басена). Објашњење ове тврдње је логично јер се Крупањски басен (минијатурни басен слива Ликодре) налази у јадарском басену (потolini) која је, опет, мање удубљење далеко пространијег панонског басена и то његовог јужног обода.

Ради касније свеобухватне анализе геоморфолошких процеса и облика њима створених, претходно треба указати на иницијалне геотектонско – морфолошке процесе у Рађевини од настанка њеног палеорељефа као основе савременог изгледа терена.

По формирању палеогеног рељефа Рађевског копна (процесима убирања, епириногеног издизања и свођења, али и раседања), а упоредо са спуштањем фосилног панонског копна и постанка Панонског басена, створени су услови за генезу панонског језера – мора. Подручје Подрињских планина налазило се у првом медитерану у перипанонском региону тек насталог панонског језера (пре тридесетак милиона година). Даље спуштање панонског копна и све влажнија палеоклима у другом медитерану довели су до прерастања језера у море које се одржавало све до краја неогена (у леванту поново језеро). Велико епиконтинентално море у средњој Европи ослањало се на унутрашње стране Алпа, Динарида и Карпата. Панонско море је представљало само део Паратетиса који се простирао од Бечког басена, преко Панонског и Понтског басена и Црног мора, до Каспијског језера. Дно Панонског басена је било нагнуто (изхерено) ка југу и истоку, где је басен био најјаче спуштен (југоисточни Банат, пред улазом у Ђердап). На југу басена налази се велики Савски тектонски ров са јужнопанонском дислокацијом упоредничког правца. Попречно на ров

и расед, трансверзални раседи су комадали обод басена, при том стварајући многобројне заливе, којима се море ширило према југу, залазећи у Динариде (покупски, босански, дрински, колубарски, моравски залив).

Ниво мора је кроз милионе година пулсирао, издижући се или спуштајући, потапајући обод или повлачећи се ка басену. Познато је неколико трансгресија и регресија мора, пре него што је оно преобраћено у језеро и пре него што је ишчезло. Сматра се да је Панонско море достигло највиши ниво за време панонске фазе (панонска трансгресија Паратетиса), када је потапало обод басена до апсолутне висине од око 700 m. Тада је море дубоко залазило у Динариде, најдаље ка југу. Увлачећи се уз доњодрински расед образовало је дрински залив који се ослањао на Подрињске планине. То је и послужило као основа Б. Ж. Милојевићу (1940) који, пишући о рељефу Рађевине и Јадра, наводи три заравни као еквивалентне површи у пластици рељефа Шумадије (рипанска, качерска и брезовачка површ). Такође помиње и 200 m високе кречњачке клифове изнад "брезовачке" површи на левој долиној страни Богоштице. Помињане Милојевићеве површи постоје (у складу са тада актуалном и "модерном" Цвијићевом абразионом хипотезом), добро су изражене, али и деформисане и редуциране, а несумњиво је да су флувио – денудационог порекла. Право стање ствари је да су се Подрињске планине ртасто увлачиле између дринског и његовог (секундарног) Јадарског залива, попут планина шумадијске греде које су се ртасто увлачиле ка северу између колубарског и моравског залива Паратетиса. Морска (заливска) обала је запљускивала стране Гучева, Борање и Сокола, као и Ваљевских планина, док су Цер и Влашић била острва, а Иверак спруд или острво. Јадарски залив се према југоистоку увлачило све до Медведника и Јабланика, односно близу истовременог (неогеног) језера у Ваљевској котлини. Море је у заливима таложило седименте (глине и пескове који су наноси тадашњих морских притока – Дрине, Колубаре, Ликодре), те су стваране и високе заливске централне равни њиховим нарастањем. Сплашњавањем заливских водених нивоа равни су постале копна преко којих су у постјезерској (постзаливској) фази потекли Дрина и Јадар, односно њихове притоке – Ликодра, Штира, Пецка, Лешница. Неизвесно је у којој је апсолутној висини и када настао ток Јадра (доња ерозивна база Ликодре). На основу теренских геоморфолошких испитивања у његовом сливу аутор је дошао до следеће чињенице: Река Лешница је епигенетски усекла долину између Цера и Иверка, наслеђујући притом неогеном затрпан расед којим је разбијен првобитно јединствени церско – иверички лаколит. Епигенетско усецање је почело са надморске висине око 450 m, па се та

висина и сматра почетном при усецању Јадра. Јадарски залив је до те висине био испуњен (затрпан) неогеним глинама и песковима, односно Јадар је потекао преко 450 m високе централне заливске равни, иницијално утичући у дрински залив. Отуда је долина Јадра дубока око 300 m. Та вредност, уствари, представља износ усецања реке која је при том процесу просекла серије заливских маринско – језерских седимената. То претпоставља појаву Јадра у доњем или средњем плиоцену. Логичан закључак горњих тврдњи је да је Јадар старији од доње Дрине, али и да је млађи од својих притока (Ликодре, Пецке), првобитно притока јадарског залива. Ликодра, Јадар и Дрина су sukcesивно продужавани са сплашњавањем заливских нивоа. Са појавом Јадра на заливској равни, Ликодра је постала његова притока, а са ишчезавањем дринског залива, Јадар постаје притока Дрине. Отуда је рељеф подпланинске Рађевине (слив Ликодре) постјезерска флувијално – денудациона творевина у заливским и још старијим седиментима, са чијом је евакуацијом регенерисан и преобликован презаливски палеорељеф. У сливу се истичу заравни (површи), а у долини Ликодре терасе, као непобитан доказ продубљивања и продужавања токова. Субпланинске заравни око Крупња, у сливовима Ликодриних саставница, уколико су хоризонталне и изграђене у чврстим стенама, јасно припадају иницијалном палеорељефу. Остале заравни, нагнуте у правцу отицања токова, су наравно флувијалног порекла.

Дати геолошко – морфогенетски приказ терена Рађевине показује његов процесно-хронолошки еволутивни ток од настанка тектонског, иницијалног палеорељефа, па до савремене морфоструктурне физиономије чијом обрадом ће се бавити други део студије.

5.3. КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

При утврђивању припадности неке регије одређеном климатском типу полазне основе су тачно дефинисање многобројних фактора који тај тип условљавају: географска ширина, надморска висина (тј. орографија регије), удаљеност од Атлантика и Средоземља, геолошка грађа, хидролошке прилике, педолошки покривач и фито – географске одлике. Конгломерат горе наведених чињеница даће печат основним климатским елементима (средњим и екстремним вредностима), чије деловање на ерозивне процесе и њима створене облике има не мали значај.

Рађевина као и читава западна Србија, због своје пространости одликује се разноврсношћу рељефа и мноштвом хидрографских објеката, те је и клима овог предела веома интересантна. С обзиром на то да је Рађевина перипанонска регија јужног обода Панонског басена (простире се између $44^{\circ} 17' - 44^{\circ} 27'$ с.г.ш. и $19^{\circ} 06' - 19^{\circ} 36'$ и.г.д. по Гриничу) њено поднебље је умереноконтинентално. Међутим, овај климатски тип којег одликују умерено топла лета и умерено хладне зиме са благим и дугим прелазним добима је доста модификован затвореношћу басена слива Ликодре са северозапада, запада и југа Подрињским планинама. Планински венци који чине интегрални део ове микрорегије битно утичу на умереноконтиненталну климу брежуљкасте Рађевине и микроклиму релативно ниског Крупња (274 m а.в.) који се налази у дну минијатурног речно – денудационог басена. Околност да ово мало удубљење представља "басен у басену" (подпланинску жупу), подразумева извесна жупна обележја микроклиме (Ј. Марковић, 1986), која се одликује нешто свежијим летима али и топлијим зимама од околине. Планинско залеђе својом висином (Соколска планина – 971 m а.в.; Јагодња – 939 m а.в. и Борања – 881 m а.в.) доприноси да се поред умереноконтиненталног и жупног поднебља у Рађевини може говорити и о субпланинском климату.

За анализу климатских елемената коришћени су подаци метеоролошке станице у Крупњу која врши континуирано посматрање температуре ваздуха, падавина и облачности. При томе и ови подаци се морају прихватити са великом дозом резерве јер метеоролошка станица у Крупњу је радила од 1959. до 1963. године када се укида. Поново је активирана 1966. године постављањем метеоролошке кућице у склопу школског дворишта где праћење климатских елемената врши школски професор и о

подацима обавештава Савезни хидрометеоролошки завод у Београду. Аутор је уз велики труд дошао до многобројних података које је синтетизовао и, нада се, дао реалну слику климатских показатеља у басену слива Ликодре, чији утицај на геоморфолошке процесе (првенствено на крашки процес) није минимизаран.

Преостали подаци о стању климатских елемената узети су у истом периоду (1966 – 1985) за метеоролошку станицу Лозница.

5.3.1. ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА

Температура ваздуха се убраја међу најзначајније климатске елементе. Од ње зависе сви остали климатски фактори, са којима се преплићући ствара климат одређене географске средине.

Ради лакше анализе температуре ваздуха, а са обзиром на надморску висину, у даљем тексту ћемо дати податке за метеоролошку станицу Крупањ, који ће нам послужити као реалан показатељ температурног стања у котлинским и долињским деловима Рађевине док би температурне прилике планинског обода биле компаративно анализирани преко података добијених на метеоролошкој станици Дивчибаре, која се налази на Ваљевским планинама које су след Подрињских планина ка југу и југоистоку. Зашто ово чинимо? Разлог је веома оправдан јер на Рађевским планинама нема метеоролошких станица које би нам дале релевантне податке са којима би могли даље вршити анализу крашког и флувијалног процеса, који су нарочито изражени на овим планинама средњих висина. Надморска висина метеоролошке станице Дивчибаре од 960 m а.в. скоро се у потпуности поклапа са висинама Јагодње и Соколске планине, а незнатно је виша од Борање. Време и начин постанка ових планинских венаца су такође униформни, што условљава истоветне климатске прилике на њима.

Табела 2: Основни подаци о метеоролошкој станици Крупањ

Надморска висина	Географска ширина	Географска дужина
280 m	44 °20'	19° 23'

Извор: СХМЗ, Београд

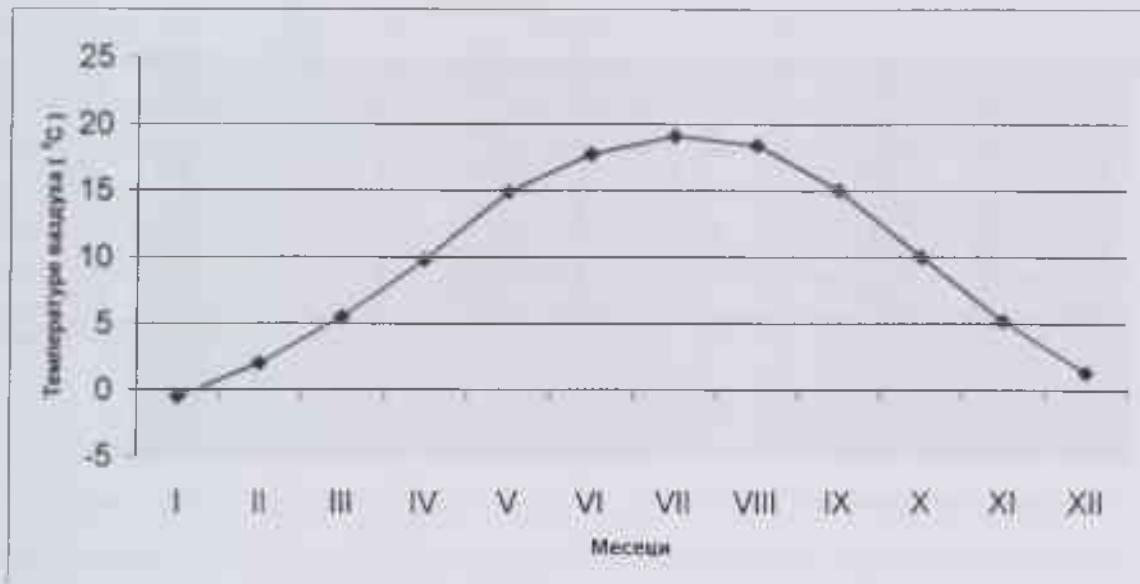
Табела 3: Средње месечне, средња годишња и вредност амплитуде температуре ваздуха у Крупању за период 1966 – 1985. (y °C)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.	A
Темп.	-0,5	2,0	5,5	9,8	14,9	17,7	19,1	18,4	15,0	10,0	5,2	1,3	9,9	19,6

Извор: СХМЗ, Београд

Горња табела показује да је јул најтоплији месец са просечном температуром од 19,1°C, док је најхладнији јануар који једини има негативну средњу температуру од -0,5°C. Поменуте чињенице, као и величина амплитуде од 19,6°C, јасно указују на то да је умереноконтинентални климат у Крупањском басену (котлини) модификован у жупни климат. Разлог томе је окруженост вароши планинским венцима, те из тога проистекла заштићеност од директних утицаја хладних континенталних ваздушних струјања.

Графикон 1: Годишњи ток температуре ваздуха у Крупњу за период 1966 – 1985.



Најтоплије годишње доба је лето (18,4°C), а најхладнија зима са 0,9°C. Занимљивост је да су средње температуре прелазних годишњих доба идентичне (10,1°C), али то не значи да су смене годишњих доба истоветне. Рађевина се одликује (њен континентални део) оштријим прелазом од лета ка зими него обрнуто.

Средња годишња температура је испод 10°C (9,9°C) док је у вегетацијском периоду средња температурна вредност ваздуха 15,8°C.

У посматраном периоду месец фебруар има највећу колевљивост средње месечне температуре ваздуха која износи 7,9°C, а месец јул најмању (3,0°C). Број ледених дана (тах дневна температура испод 0°C) највећи је у јануару и износи 7,2 дана, а средњи број дана са мразом (најнижа дневна температура испод 0°C) такође је највећи у јануару и износи 24,6 дана. Сви ови подаци су битан предуслов да би се могао анализирати карактер и интезитет процеса разоравања и распадања, односно крашког процеса. За одвијање ових процеса важно је и познавање максималних температурних

колебања и износ амплитуде тог колебања што нам илустративно може показати следећа табела:

Табела 4: Апсолутне максималне и минималне температуре ваздуха у Круњу за период 1966–1985. године

Месец	Мах	Година	Min	Година	Амплитуда
I	19,5	1984.	-20,1	1967; 1980	39,6
II	21,7	1966.	-21,0	1985.	42,7
III	28,2	1977.	-14,6	1971.	42,8
IV	29,4	1968.	-3,0	1982.	32,4
V	34,0	1968;1983	-1,6	1978.	35,6
VI	34,5	1982.	2,9	1981.	37,4
VII	38,0	1985.	6,0	1971.	44,0
VIII	37,5	1981.	4,0	1981.	41,5
IX	33,0	1982.	-1,8	1977.	34,8
X	29,5	1976.	-6,2	1979.	35,7
XI	25,4	1969.	-15,8	1975.	41,2
XII	22,0	1982.	-16,7	1973.	38,7

Извор: СХМЗ, Београд

Апсолутно највиша температура ваздуха у посматраном периоду забележена је 12. августа 1981. године (38,0°C) која са апсолутно минималном температуром (07. фебруар 1985. године -21,0°C) даје амплитуду од 59,0°C у посматраном периоду.

За анализу планинског залеђа коришћени су подаци метеоролошке станице Дивчибаре која се налази на Маљену и смештена је у плиткој изворишној челенци реке Каменице (лева притока Западне Мораве). Температурне вредности дате су у табели 6:

Табела 5: Основни подаци о метеоролошкој станици Дивчибаре

Надморска висина	Географска ширина	Географска дужина
960 m	44° 07'	20° 00'

Извор: СХМЗ, Београд

Табела 6: Средње месечне, средња годишња температура ваздуха и амплитуда за Дивчибаре у периоду 1966–1985. (y °C)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.	A
Темп.	-3,7	-2,8	0,7	6,1	10,8	14,2	16,6	17,3	13,5	8,7	3,1	-0,4	7,0	21,0

Извор: СХМЗ, Београд

Посматрајући средњу годишњу температуру видимо да је она за скоро 3°C , (тачније $2,9^{\circ}\text{C}$) нижа него средња годишња вредност температуре ваздуха за Крупањ у истом периоду. То се, наравно, објашњава повећањем надморске висине и опште познатом чињеницом да температура ваздуха опада са порастом апсолутне висине. Вредност износа те температурне разлике на сваких 100 метара означена је као вертикални термички градијент и он је у просеку $0,6^{\circ}\text{C}$. Да би смо показали какве су температурне промене са висином на територији Рађевине узећемо већ дате податке станице Крупањ (која је котлинска, односно долињска станица у овој регији) и станице Дивчибаре (која нам је одличан компаративни репер за стање климатских прилика на Рађевском планинском ободу тј. Подрињским планинама – Соколу, Јагодњи, Борањи). Крупањска метеоролошка станица се налази на 280 m а.в., док је станица Дивчибаре на 960 m а.в., тако да је висинска разлика ове две станице 680 m. На основу те вредности и разлике средњих месечних температура ваздуха, добили смо годишњи ток вертикалних термичких градијената, изражених у степенима целзијусових на 100 m надморске висине који је дат у следећој табели:

Табела 7: Годишњи ток термичких градијената

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Темп. разлика	3,2	4,8	4,8	3,7	4,1	3,5	2,5	1,1	1,5	1,3	2,1	1,7	2,9
Терм. градијент	0,47	0,70	0,70	0,54	0,60	0,51	0,36	0,16	0,22	0,19	0,30	0,25	0,42

Вредност термичких градијената креће се од $0,16$ до $0,70^{\circ}\text{C}$. Највећа је у фебруару и марту када је средња месечна температурна разлика између Крупања и Дивчибара највећа, а најмања у јулу. Разлог овим чињеницама је што се у фебруару, а нарочито у марту, већи део сунчеве енергије троши на отапање снега, а мањи на загревање ваздуха. У нижим пределима је мање снега, те се знатна количина сунчеве топлоте троши на загревање ваздуха. Разлике у температурама су тада знатне, а самим тим и опадање температуре са висином изразитије. У августу због жупног климата разлике температура у нижим и вишим пределима су незнатне те се то одражава на блаже опадање температурних вредности са порастом висине.

Из табеле 6. видимо да сви зимски месеци на метеоролошкој станици Дивчибаре имају негативне вредности (редом $-0,4$; $-3,7$; $-2,8$), што даје средњу зимску температуру од $-2,3^{\circ}\text{C}$. Ова чињеница свакако погодује поспешивању процеса мразног разоравања кречњачких планина.

Средња пролећна температура је $5,8^{\circ}\text{C}$ и у поређењу са средњом јесењом температуром ($8,4^{\circ}\text{C}$) има за $2,6^{\circ}\text{C}$ нижу вредност, те је и прелазак јесени у зиму наглији него зими у пролеће, што такође погодује напредовању ерозивних процеса у хладнијем делу године. Средња летња температура је $16,0^{\circ}\text{C}$. Упоредивањем средњих температура по годишњим добима у посматраном периоду за станице Крупањ и Дивчибаре видимо да је најмања разлика ($2,4^{\circ}\text{C}$) у летњим месецима (што се анализом годишњег тока термичких градијената и показало). Разлике осталих годишњих доба су знатне и крећу се од $4,3^{\circ}\text{C}$ (пролеће) преко $3,2^{\circ}\text{C}$ (зима) до $2,7^{\circ}\text{C}$ (јесен). Евидентна је, по горњим подацима жупност климата и очекивани максимални интензитет појединих ерозивних процеса у зависности од температурних вредности.

5.3.2. ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА

Влажност ваздуха се изражава као апсолутна и релативна влага, при том се мислећи на одређену количину водене паре која се увек налази у ваздуху. Као израз степена засићености ваздуха воденом паром, влажност ваздуха директно зависи од температуре ваздуха и падавина, а посредно од осталих климатских фактора, орографских, педолошких услова итд.

Релативна влажност ваздуха је однос између апсолутне влаге и максималног напона водене паре коју би ваздух могао да има на одређеној температури. Када је ваздух сув онда је влажност ваздуха 0% , а када је засићен тада кажемо да влажност ваздуха има вредност од 100% . Износ умерене влажности ваздуха креће се од $55-74\%$. Влажност ваздуха као битан климатски елемент утиче на облачност и падавине и тако индиректно преко ових важних елемената врши утицај на геоморфолошки процес. Ова студија својим насловом јасно имплицира предмет интересовања, па у обради појединих климатских елемената неће анализирати њихов значај за развој живог света, сем у оној мери којом органски свет поспешује, убрзава или успорава одређене ерозивне процесе.

Табела 8: Средње месечне и средња годишња влажност ваздуха у Лозници за период 1966–1985. (у%)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Влажност	83	79	73	70	72	75	74	77	81	81	82	83	78

Извор: СХМЗ, Београд

Простом анализом горње табеле уочавамо да средња годишња релативна влажност ваздуха у посматраном периоду износи 78%. Највише вредности су у првом и последњем месецу године (83%) што би се и поклопило са чињеницом да су температура ваздуха и релативна влажност ваздуха обрнуто пропорционални. Иако се ради о две различите метеоролошке станице принцип пропорционалности је задовољен. У Крупњу јануар и децембар имају најниже средње месечне температуре у току године (-0,5°C и 1,3°C). Међутим, одступања постоје код најмање влажности ваздуха која је измерена у априлу (70%) јер би се по горе примењеном принципу очекивало да април има највишу средњу месечну температуру. То није случај, а разлози ове појаве су чињенице да Лозница лежи у "проветреној" долини Дрине меридијанског пружања, а и метеоролошка станица у Лозници се налази на нижој надморској висини (121 m а.в.; 44° 33' с.г.ш. и 19° 14' и.г.д. по Гриничу) и са другачијим ороморфолошким утицајима на градску микроклиму.

Средњи годишњи број дана са релативном влажношћу мањом од 30% је 10 дана док 75 дана годишње има релативну влажност вишу од 80%.

Годишње колебање од 13% нам јасно указује да је релативна влажност ваздуха у Рађевини умерена и постојана током целе године, а како се то одражава на друге климатске елементе видећемо из наредних показатеља.

5.3.3. ВЕТАР

Ветрови представљају један од важнијих елемената локалних климатских прилика. Кретање ваздушних маса условљено је температурним стањем, распоредом ваздушних притисака и тектонско – рељефним облицима на ширем простору. Преовлађујући ветрови дају појединим деловима регије различиту климатско – термичку и плувиографску компоненту. Правац и брзина ветра условљени су географским положајем места. Честина ветра означава број јављања ветра из одређеног правца и изражава се у ‰ (хиљадитим) док се јачина ветра изражава у бофорима или m/s.

Пошто се у Крупњу не врше мерења података о ветру, приликом анализе овог климатолошког елемента узети су бројчани показатељи честина и јачина ветрова за метеоролошку станицу Лозница где се њихово читавање врши континуирано. Међутим, у уводном делу поглавља о климатским карактеристикама, напоменуто је да се анализа неких података, због непотпуности или географско – климатолошке

недоследности, не може узети као релевантна. Управо је то случај са ветровима. Лозница лежи северније од Крупња и отворена је ка Панонској низији долином реке Дрине док је од Рађевине дели брежуљкасти предео и превој Столице (490 m а.в.), тако да се подаци о вредностима честина и јачина, пре свега северног ветра, морају узети критички.

Ваздушне масе које своја полазишта имају на западу углавном су влажне. Долазећи на ове просторе доносе облачно време са падавинама. Насупрот њима надолазеће масе ваздуха из источног и северног квадранта утичу да временске прилике буду хладне. То се нарочито односи на хладнији део године. Суво и топло време доносе ваздушне масе које долазе са југа.

Табела 9: Честина правца и јачина ветрова у Лозници за период 1966 –1985.

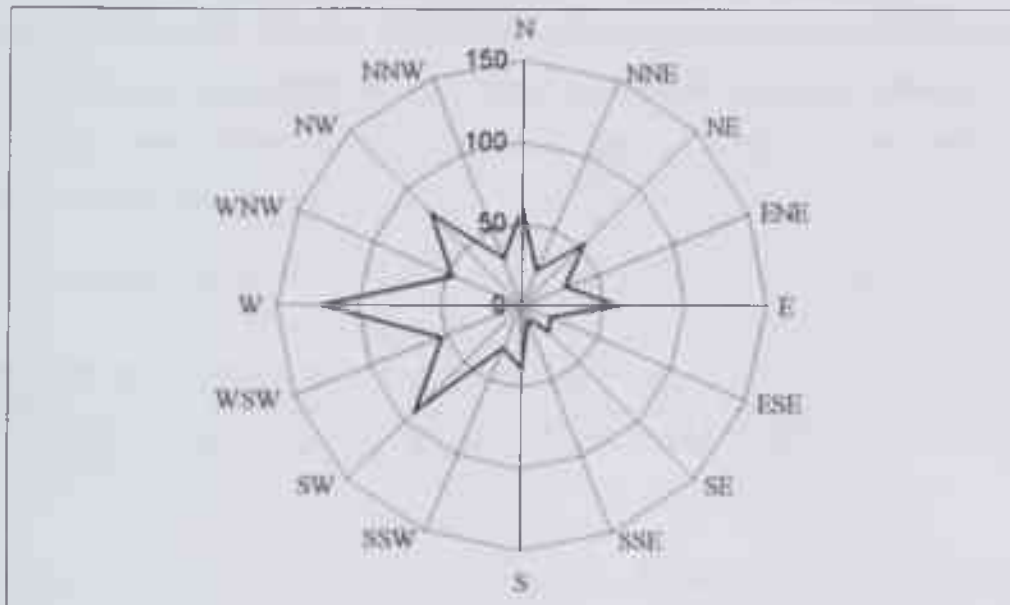
Ветар	Честина (%)	Јачина (бофори)
N	58	2,4
NNE	24	1,9
NE	53	2,1
ENE	28	2,1
E	58	2,3
ESE	18	1,7
SE	24	1,8
SSE	10	0,9
S	39	1,7
SSW	28	1,6
SW	90	2,1
WSW	52	2,0
W	122	2,2
WNW	46	2,6
NW	79	3,1
NNW	31	2,5
C	240	-

Извор: СХМЗ, Београд

Најзаступљеније појављивање ваздушних маса у Лозници је из западног, северозападног и југозападног правца. Ако би се померили јужније ка Рађевини уочили би исту правилност. И у овој регији северозападни ветрови су извори влаге који доносе падавине (у виду киша или снега). Најчесталији ветрови – западни (122%) и југозападни (90%), дувају током целе године и доносе гро падавина Рађевине. Рађевци овај ветар називају Дрињак, Кишњак или Доњак. Ови ветрови лети, за кратко време,

навуку облаке над Рађевинном из којих се излију, краткотрајни али обилни пљускови редовно праћени електричним пражњењем (грмљавином). У јесен они доносе ромињаве кише које могу да трају данима. Карактер и облик падавина су значајни модификатори ерозивних процеса, али о томе више у делу о падавинама. На овом месту треба истаћи да ветар као битан климатски елемент врши утицај, било директно, било посредно, на интезитет и тип геоморфолошких процеса.

Прилог 7: Ружа ветрова у Лозници за период 1966 –1985.



Северни ветар који је у Лозници чест, због њеног отвореног положаја ка тој страни света, у Рађевини има мање честине због планинског окружења. Али, те учесталости сигурно нису занемарљиве, јер је аутор приликом вишегодишњих теренских истраживања од народа овога краја доста слушао о северњаку (северац, брдски ветар, горњак), који у позну јесен доноси врло хладне и суве континенталне ваздушне масе које проузрокују хладно време са веома ниским температурама ваздуха.

Наравно, већ споменута жупност микроклимата Крупња, односно његова окруженост планинама доприноси ублажавању регионалних ветрова, нарочито са запада и југа. Планине над местом узрок су локалним струјањима ваздуха (планински поветарци).

Годишњи број тишина је 240 % и одговара просечном броју од 88 тихих дана у години. Релативно мала честина тишина погодује пречишћавању ваздуха.

Мала је и честина јаких ветрова, а поготово олујних. Највеће брзине 87,7 km/h регистроване су приликом дувања доминантних ветрова са севера, северозапада.

Ветрови из преовлађујућег југозападног правца, никада нису имали већу брзину од 20 m/s, односно 75 km/h (Д. Шабић, 2003).

5.3.4. ИНСОЛАЦИЈА

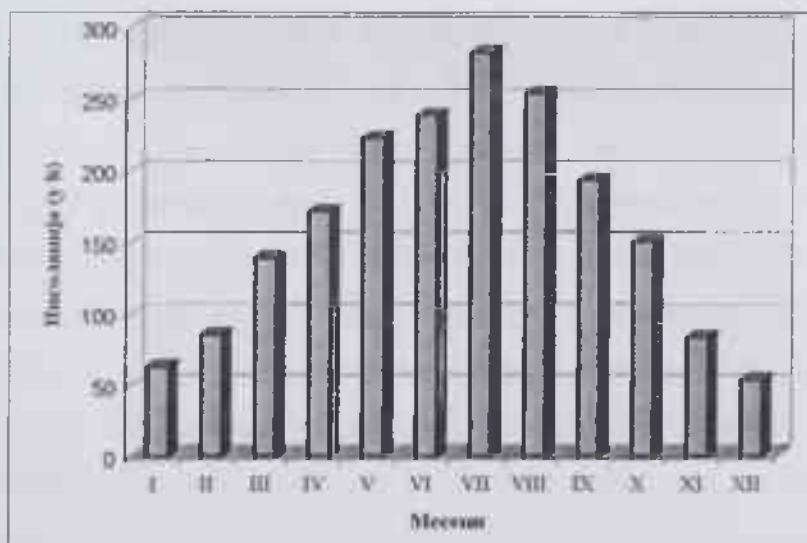
Једно од најстаријих човекових сазнања је, да живот зависи од Сунца. Енергија која долази од Сунца узрок је свих енергетских промена у атмосфери. Инсолација или осунчавање представља дужину трајања сунчевог сјаја у току године, месеца или дана. Изражава се у часовима, и стоји у обрнуто пропорционалном односу са облачношћу. Поред облачности, инсолација зависи и од рељефа и апсолутне висине. Низијске станице, нпр. имају дуже трајање сунчевог сјаја у односу на котлинске које су заклоњене планинским ободом.

Табела 10: Средње месечне и годишња дужина трајања сунчевог сјаја у Лозници за период 1966–1985. (у h)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ год.
Осунч.	62,5	84,9	138,8	171,4	222,7	238,6	282,2	253,8	193,0	150,0	83,1	53,4	1934,4

Извор: СХМЗ, Београд

Графикон 2: Средње месечне инсолације (у h) за Лозницу у периоду 1966–1985.



О позитивним утицајима инсолације на развој и размештај биљног света као и на стање људи са здравственог гледишта овде неће бити речи. Осунчавање се посматра са аспекта климатског елемента који има првенствени утицај на облачност и из ње проистекле падавине. Поред температуре ваздуха падавине имају кључну улогу у многобројним ерозивним процесима.

Годишњи ток трајања сунчевог сјаја показује правилност да су летњи месеци када је облачност најмања, најсунчанији (max – јули 282,2 часа). Насупрот њима, најоблачнији зимски месеци имају мало Сунчевог сјаја са минимум у децембру – 53,4 часа. Подаци за Рађевину се морају узети умањени за неколико десетина часова пошто је метеоролошка станица у Крупњу заклоњена брдом Ђулим.

У односу на географску ширину, према општим законима циркулације атмосфере, да је небо над Рађевином ведро у току целе године, инсолација би могла бити 4465 h годишње. Али, ефективно трајање Сунчевог сјаја износи 1934,4 h, што представља мање од половине потенцијалног осунчавања (тачније 43,3%). Ова чињеница иде у прилог томе, да је облачност над Рађевином нешто већа од инсолације, тако да се може претпоставити да ће условљавати експанзивност у излучивању атмосферарилија.

По табели 10, добијамо да у Лозници просечно дневно трајање сунчевог сјаја износи 5h 20', и то највише лети када су дани дуги а облачност мала, а обрнуто је зими, када су поред велике облачности и дани знатно краћи.

5.3.5. ОБЛАЧНОСТ

Овај одељак се бави врло променљивим климатским елементом. Пошто изражава величину покривености неба облацима, промене су честе и у току једног дана. Међутим, облачност је веома значајан регулатор температурних односа на Земљи јер директно утиче на осунчавање и радијацију. Код мале облачности Сунчево загревање је интензивније, али је интензивније и земљино израчивање, те су температурне амплитуде (тако значајне за геоморфолошке процесе) веће. Код велике облачности је обрнуто. Недостатак при праћењу овог климатског елемента јесте субјективност осматрача небеског свода и његове покривености облацима. Не постоји други метод сем визуелног за одређивање вредности облачности (јединице су изражене у десетинама покривености неба облацима, где је цео небески свод узет као 10).

Табела 11: Средње месечне и средња годишња облачност у Крупњу
за период 1966 – 1985. (у 1/10)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Облачност	7,5	7,1	6,3	6,3	5,7	5,5	4,5	4,7	5,1	5,6	7,1	7,9	6,1

Извор: СХМЗ, Београд

Када се вредности средњих месечних облачности упореде са другим местима западне Србије видимо да су те вредности доста уједначене. Максимуми им се јављају у децембру (конкретно за Крупањ 7,9), док су минималне облачности у летњим месецима јулу и августу (за Крупањ min – јули 4,5). Разлике облачности у летњим месецима никада не прелазе 1. Средња годишња облачност за метеоролошку станицу Крупањ прелази 6 десетина (6,1) што указује на погодности за појаву падавина. Јесен (5,9) је ведрија од пролећа (6,1) те је због тога више осунчана, топлија и сувља.

Годишњи број ведрих дана, када је небо покривено са мање од две десетине, је 62 дана. Годишњи број тмурних дана, када је облачност већа од осам десетина је 135 дана, што је више од трећине године. Чињеница да 135 дана постоји велика вероватноћа за појаву падавина иде у прилог тврдњи да ерозивни процеси код којих су главни агенс атмосферилеје, има добро полазиште на простору Рађевине.

5.3.6. ПАДАВИНЕ

Падавине су поред температуре ваздуха најважнији климатски елемент, који утиче на све остале и у садејству са њима формира основне одлике различитих климата. Поред већ устаљеног утицаја на живот и рад људи, појаву и опстанак вегетације, падавине и температура ваздуха представљају доминантне агенсе приликом одвијања неколико ерозивних процеса (разоравања, ерозије тла и крашког процеса).

Са обзиром на атмосферске процесе и карактеристике рељефа падавине су на територији Србије неправилно распоређене у времену и простору. Најзаступљенији је континентални режим падавина (у топлијој половини године падне више од 50% годишње висине падавина). Просечна висина падавина на територији републике износи 734 mm годишње. Режим падавина је веома хетероген по простору, јер се годишње суме падавина крећу у веома широком дијапазону. Са повећавањем надморске висине повећавају се годишње суме падавина. У планинским регионима Србије вертикални градијент падавина се креће од 26-40 mm / 100 m.

За анализу количине и расподеле падавина по месецима и годишњим добима користићемо се подацима кишомерних станица Крупањ (котлински и долињски део Рађевине) и Дивчибара (компаративна станица за брежуљкасто – планински део Рађевине) у двадесетогодишњем периоду.

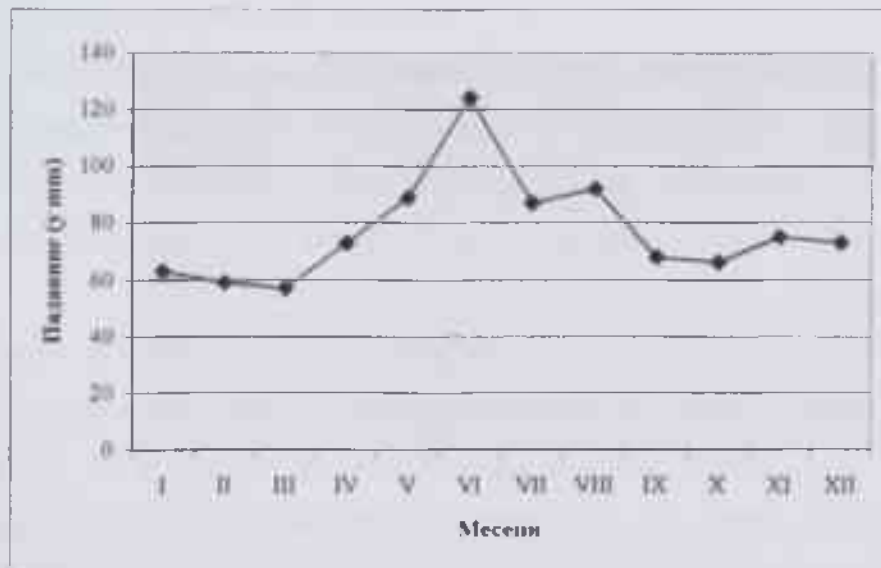
Табела 12: Средње месечне и годишња сума падавина у Крупњу
за период 1966 – 1985. (у mm)

месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год. Σ
падавине	63	59	57	73	89	124	87	92	68	66	75	73	926

Извор: СХМЗ, Београд

Средња годишња количина падавина у Крупњу је знатно виша од просека Републике Србије (926>734) што се објашњава, не толико надморском висином (280 m а.в.) колико струјањем ваздуха које у току целе године доноси падавине овом крају. Посматрано по годишњим добима, максималну суму падавина има лето (303 mm), затим следе пролеће (219 mm), јесен (209 mm), а најсувљи период је зимски са 195 mm падавина. Већа количина падавина у периоду пролеће – лето у односу на јесен – зима указује на присутније одлике континенталног режима и то у погледу годишње суме падавина и расподели по годишњим добима.

Графикон 3: Годишњи ток средњих месечних падавина за Крупањ
у периоду 1966 – 1985. (у mm)



Горњи графикон показује да је примарни максимум падавина у јуну (124 mm), а минимум у марту (57 mm). Секундарни максимум се јавља такође лети (август, 92 mm), а минимум у октобру (66 mm). Такође, уочава се да највише кише падне у периоду мај – август, док се минималне количине падавина излуче од јануара до марта, што распореду падавина даје сезонски карактер.

Највећа месечна количина падавина била је у јуну 1975. године када је измерено 256,6 mm талоба, што износи скоро 30% од годишње суме падавина. Месец са најмањом количином падавина био је децембар 1972. године са 3,6 mm што би чинило свега 0,4% од укупне годишње суме падавина. На основу ових података закључујемо да је у посматраном периоду постојање како влажних, тако и сушних година итекако присутно. Тако, имамо најсушнију годину 1982. са 712,5 mm падавина, а најкишовитија 1970. година имала је 1240,7 mm талоба. Максимална дневна количина падавина била је у јуну 1975. године, када је у току само једног дана пало 125,4 mm кише, што је више од просечно најкишовитијег месеца у двадесетогодишњем периоду. Појаве јаких киша (преко 20 mm дневног талоба) честа су појава у Рађевини. Нажалост, оне редовно изазивају поточне бујице и њима праћено изливање река из својих нерегулисаних корита, при том доводећи до поплава са мањим или већим последицама. Њихова честина појављивања у јануару, фебруару и марту је релативно мала – једном у три године. Насупрот томе појава бујица и бујичних токова (који изазивају знатну ерозију тла и мењају интензитет флувијалног процеса) у кишном делу године је једном годишње.

Средњи годишњи број дана са падавинама већим од 0,1 mm је 139 дана. Средњи годишњи број дана са падавинама већим од 1,0 mm је 116 дана, док је средњи годишњи број дана са пљусковима, тј. када је количина падавина већа од 10,0 mm – 10 дана. На основу ових података можемо очекивати да се у Рађевини јаве чести проблеми са бујичним токовима (поточићи, потоци и речице). Они, спуштајући се са планинског окружења, теку ка Ликодри при том доносећи јој велике количине наносног, бујичног материјала.

У зимском периоду године падавине се излучују у виду снега. Просечан годишњи број дана са снежним покривачем, када се на земљиној површини налази слој снега дебљине 1 cm и више, у долини Ликодре и њених притока је 49 дана. Појава првог снега у котлинама се углавном јавља између 1. и 16. децембра и задржава се до средине марта.

Са порастом надморске висине повећава се годишња сума падавина као и број дана са снежним покривачем. Да би смо сагледали ове правилности анализираћемо податке са метеоролошке станице Дивчибаре који ће нам послужити по истом принципу као и приликом обраде температуре ваздуха.

Табела 13: Средње месечне и годишња сума падавина на метеоролошкој станици Дивчибаре за период 1966 – 1985. (у mm)

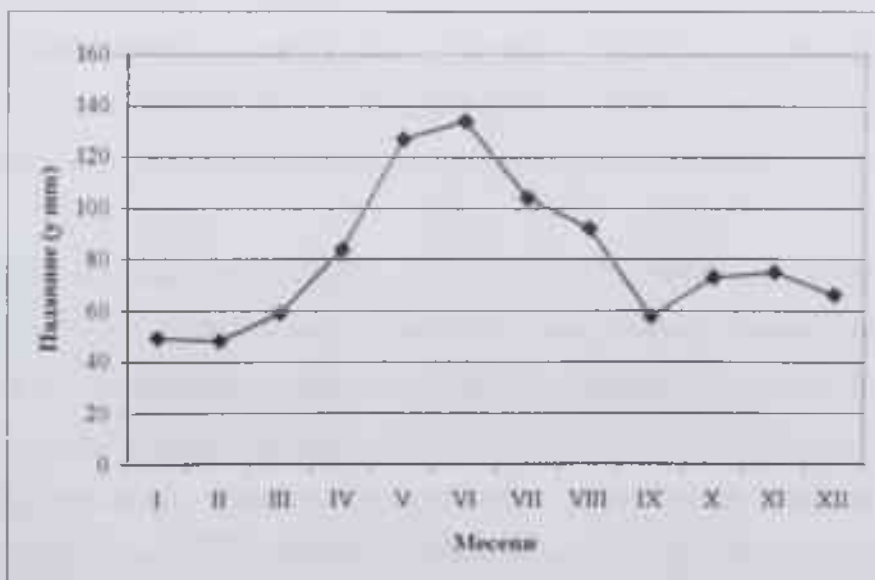
месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год. Σ
падавине	49	48	59	84	127	134	104	92	58	73	75	66	969

Извор: СХМЗ, Београд

Изохијетна карта Републике Србије нам показује да су годишње суме падавина Подрињско – ваљевских планина преко 1000 mm, па податак од 966 mm годишње суме на Дивчибарама (самим тим и на Соколским планинама, Јагодњи и Борањи) треба узети са дозом критичности. Разлог овом бројчаном показатељу сигурно лежи у већ објашњеном положају метеоролошке станице Дивчибаре. Међутим, на основу података са ове метеоролошке станице могу се стећи јасније представе о кретању средњих месечних сума падавина у току једне године на вишим деловима венца Подрињских планина.

Максимална висина падавина јавља се у јуну (134 mm) што се поклапа са појавом максимума и у котлинском делу Рађевине. Количина падавина је минимална у фебруару (48 mm) за разлику од Крупањских мартовских 57 mm. Следећи графикон показује да годишњи ток средње месечних падавина секундарни максимум има у новембру (75 mm), а секундарни минимум у септембру (58 mm).

Графикон 4: Годишњи ток средњих месечних падавина за Дивчибаре у периоду 1966 – 1985. (у mm)



Гледано по годишњим добима лето је највлажније (јун – август, 330 mm) што је више од 1/3 укупне годишње суме падавина. Затим следе пролеће (270 mm), јесен (206 mm) и зима (16 mm). Уочава се на основу анализе односа плувиометријског режима (табеле 12. и 13.) и тока температуре ваздуха (табеле 3. и 6.) за метеоролошке станице Крупањ и Дивчибаре, поклапање средње месечних количина падавина и средње месечних вредности температуре ваздуха, са максималним износима крајем пролећа и током летњих месеци.

Разлика између максималне и минималне вредности средњих месечних сума падавина, као један од показатеља екстремности плувиометријског режима, повећава се са надморском висином. У Крупуњу (280 m) је 67 mm, а на Дивчибарама (960 m) 86 mm. На основу приближних апсолутних висина, претпоставка је да и на теренима Јагодње и Соколске планине влада екстремнији плувиометријски режим, као и на Маљену.

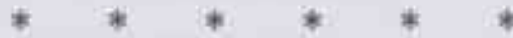
Снежни покривач планинског дела Рађевине почиње да пада већ средином новембра (не ретко, дешава се и његово раније појављивање) и задржава се до прве половине априла (између 1. и 16.) када је средњи датум последњег дана са снегом. Планински делови западне Србије су два пута снежнији од котлинских и долињских делова. Та правилност испуњена је и у Рађевини. Највиши делови Соколске планине, Јагодње и Борање под снегом су преко 80 дана (Дивчибаре – 91 дан). На већим висинама већа је и дебљина снежног покривача. Трајање снежног покривача дебљег од 10 cm у Крупуњу и речним долинама износи око 20 дана годишње, док су виши делови под снегом исте дебљине 40 – 50 дана. Најкраћа дужина снежног покривача забележена је 1972. године и трајала је 10 дана.

За процесе мразног разаравања од виталног значаја су и појаве мраза. Први, рани мразеви у Рађевини јављају се већ у септембру, а позни у мају, што нам говори да, уз друге потребне услове, период у ком се одиграва ерозивни процес је веома дуг (око 9 месеци).

Средњи годишњи број дана са маглом је 36. Најчешће се јављају у децембру (6 дана) и новембру (5 дана) док је насупрот томе најређа појава магле у летњем периоду када је у двадесетогодишњем интервалу забележен просечно по један дан са маглом у јуну, јулу и августу месецу.

Експертске групе Светске метеоролошке организације које су укључене у пројекат "Светски климатски програм", презентовале су врло песимистичне резултате по питању расподеле падавина на земљиној површини која се очекује у будућности. Антропогено деловање се преваходно огледа у даљем експоненцијалном повећању

гасова који изазивају ефекат "стаклене баште" у атмосфери (угљен – диоксид, угљен – моноксид, метан, фреон, тропосферски озон и др.). Уколико се тај тренд настави, по прихваћеном сценарију, у наредном периоду дошло би до перманентног повећања средњих температура. Са гледишта водопривреде наведене температурне промене изазвале би значајну неповољну измену хидролошког циклуса падавина (смањење средњих падавина, погоршање просторне и временске неравномерности и повећање екстремума), што би се манифестовало повећаном неравномерношћу површинских и подземних вода – суше би биле већег интензитета и дужег трајања, а значајно би се повећао део територије Србије са просеком годишњих падавина мањим од 650 mm. Наравно да би ови ефекти значајно променили и/или модификовали износ геоморфолошких процеса и њима створених облика.



Да би стекли основну представу о утицају елемената климе на карактер и интензитет појединих геоморфолошких процеса неопходно је било презентовати основне климатске карактеристике Рађевине, њеног котлинско – долиноског дела, као и планиноског залеђа. Доминантан утицај климе се, пре свега, односи на ерозивне процесе разоравања, ерозије тла, флувијалне ерозије и, нарочито на крашки процес, па ће разматрања о битности климатских елемената при одигравању ових процеса ићи у том правцу.

Одговарајући климатски услови су утицали на развитак и данашњи изглед рељефа распоредом и колебањима својих елемената. Палео и рецентни климатолошки услови преваходно утичу на појаву површинских и подземних крашких облика. За разлику од карактеристика рецентне климе, чије елементе можемо мерити и анализирати, несумњиво значајнија обележја палеоклиме можемо само претпоставити на основу ефеката њеног утицаја на педологију и неке елементе рељефа. И у том погледу задњих 20 – так година развојем квартарологије врши се евидентан напредак, нарочито у реконструкцији палеоклиматских дешавања, и то пре свега палеоклиме плеистоцена.

Хипотезе о палеоклиматским условима углавном се дају на основу савремених педолошких прилика. Тако је В. Мишић, 1956. године утврдио да су на кречњацима Рађевског планиноског дела развијене црвенице, смеђа земљишта и рендзине. За нас је од

битног значаја црвеница јер се она у рецентним климатским приликама развија само у условима медитеранске климе, те је несумњиво да је црвеница са Соколске планине и Јагодње реликтно земљиште наслеђено из геолошке прошлости (периоде) када је на овом простору владала медитеранска клима.

Анализом карактеристика рецентних климатских прилика дошли смо до тврдње да се на Рађевском залеђу срећемо са субпланинском климом или субалпском (Јб. Ћирковић, 1977). У том климату посебан значај за усмеравање и интензитет крашког процеса имају следећи показатељи: количина и распоред падавина током године као и вид њиховог излучивања (дуготрајне, умерене или краткотрајне интензивне падавине), врста падавина, температурни режим и од њега зависне температуре воде које врше корозију.

Аналитичким методом који је био доминантан при обради климатских елемената Рађевине дошли смо до следећих чињеница:

Неравномерни распоред атмосферских талога у току године, уз појаву пљускова или једнократних вишедневних киша, утиче на промене износа корозивног рада по појединим годишњим добима. Такође, механички рад вода бујичарског карактера достиже своје максималне износе у ерозији тла као и у флувијалној ерозији радом поплавних таласа;

Врста падавина има пресудан значај на интензитет крашког процеса на следећи начин. Талози излучени у виду снега, при ниским температурама, не врше корозију. Током трајања снежног покривача (Подрињске планине око 80 дана) крашки процес је сведен на минимум, посебно у спелеолошким објектима где је битно смањена количина воде која кроз пукотине доспева у пећинске канале. Тек топљењем снега крајем зиме и почетком пролећа, повећава се количина воде у површинским и подземним токовима и увећава износ механичке ерозије и корозије. Нагомилани снежни покривач акумулира велике количине воде које са мартовским и априлским кишама врше убрзану ерозију при том имајући и бујични карактер (ерозија тла);

На износ и брзину корозије утиче и температура воде. Позната је чињеница да је хладнија вода способнија да прими већу количину CO_2 па врши интензивнију корозију од топлијих вода. Међутим, услед сличности плувиометријског и температурног режима, Рађевина је релативно сиромашна тзв. "хладним водама" (више речи у одељку о хидролошким карактеристикама). На то утиче мања количина падавина током зимских у односу на летње месеце као и чињеница да се падавине током најхладнијих месеци претежно излучују у виду снега.

Услед приказаног односа плувиометријског и температурног режима, најпогоднији месеци за корозију су фебруар и март када се у подземним и површинским токовима Рађевоине јављају највеће количине вода насталих топљењем снежног покривача и падавинама излученим у том периоду и у условима релативно ниских температура и малог утицаја испаравања. Летњи месеци су мање повољни за корозивни рад јер је количина воде знатно смањена под утицајем испаравања иако су у том периоду падавине знатне. Међутим прате их и максимални износи температура. Насупрот њима и зимски месеци су у том погледу релативно неповољни јер се падавине већином излучују у виду снега;

Мразно разоравање је могуће, и то интензивно, током зимских месеци јер појаве мразева су свакодневне, а карбонати Соколске планине и Јагодње су испресецани значајном мрежом пукотина;

Ерозија тла, такође има значајан износ јер појава бујичарских падавина у току топлијег периода има учестао карактер.

5.4. ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

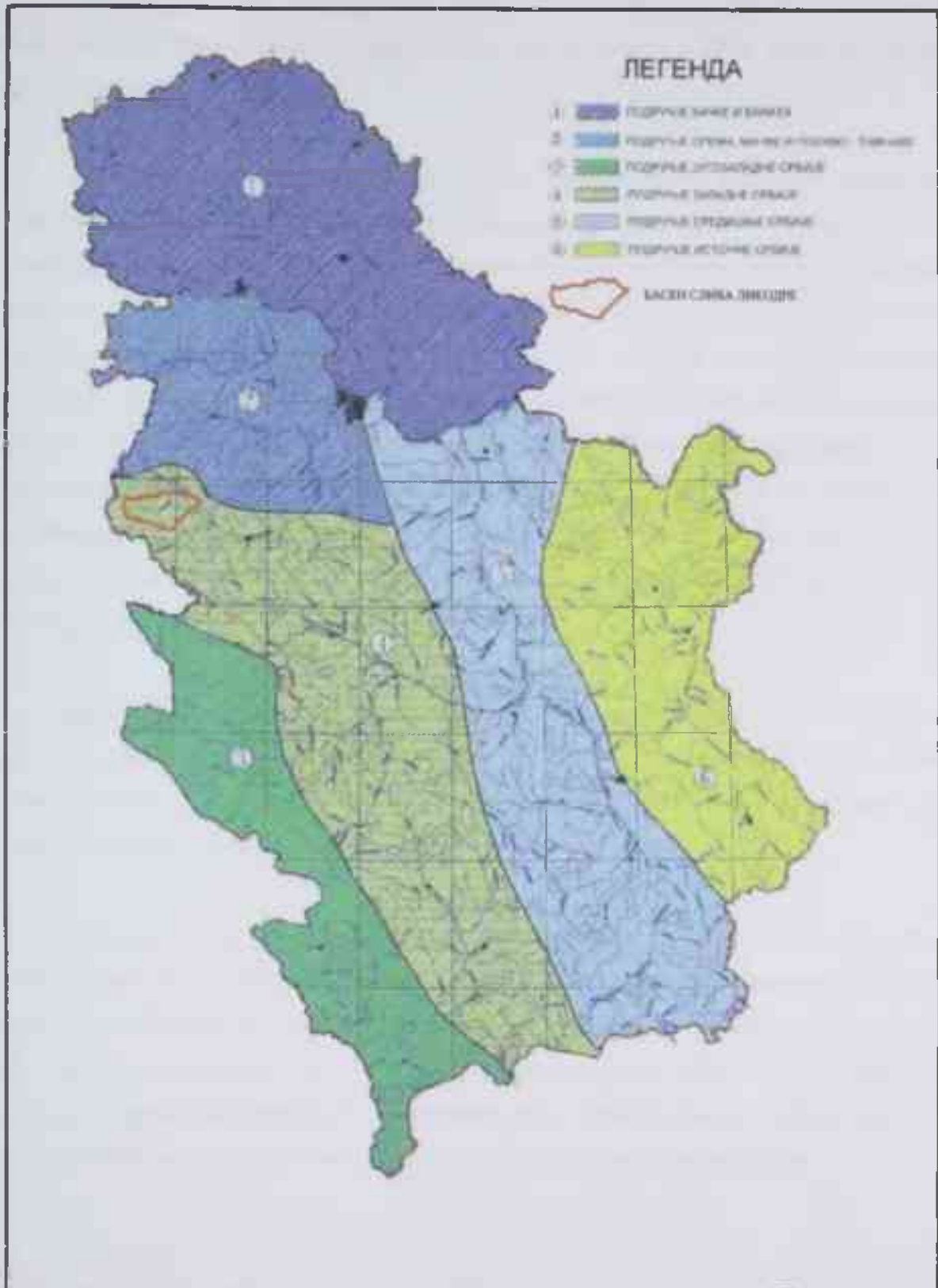
Вода је најчешћи агенс геоморфолошких процеса те анализом хидролошких прилика Рађевине добијамо јасну представу о интензитету и карактеру тих процеса. При обради рецентних хидролошких карактеристика овог подручја акценат је стављен на: одређивање укупне количине воде која учествује у површинским и подземним токовима; начин отицања у зависности од хидролошких својстава стеновите подлоге; распоред и својства површинских токова и извора уз издвајање хидрогеолошких целина. О палеохидролошким карактеристикама у басену слива Ликодре посредно је закључивано на основу педолошких слојева који су изграђени под њиховим утицајем (Б. Кирбус, 1987).

Хидрографске прилике су условљене бројним факторима од којих су у Рађевини најважнији: тектонска активност, геолошки састав, климатске прилике. Пошто су те чињенице већ напред обрађене, у овом одељку ће се аналитичко – синтетичким путем дати најважнији хидрометријски показатељи хидролошких објеката у басену слива Ликодре.

5.4.1. ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЂЕВИНЕ

Територија Србије одликује се веома разноврсним литолошким саставом и сложеним структурним склопом. Унутар те територије издваја се неколико хидрогеолошких целина, које се одликују како специфичним геолошким саставом, тако и посебним хидрогеолошким својствима. У том смислу издвојене су следеће хидрогеолошке јединице:

- Подручје Бачке и Баната;
- Подручје Срема, Мачве и Посаво – Тамнаве;
- Подручје југозападне Србије;
- Подручје западне Србије;
- Подручје средишње Србије;
- Подручје источне Србије.



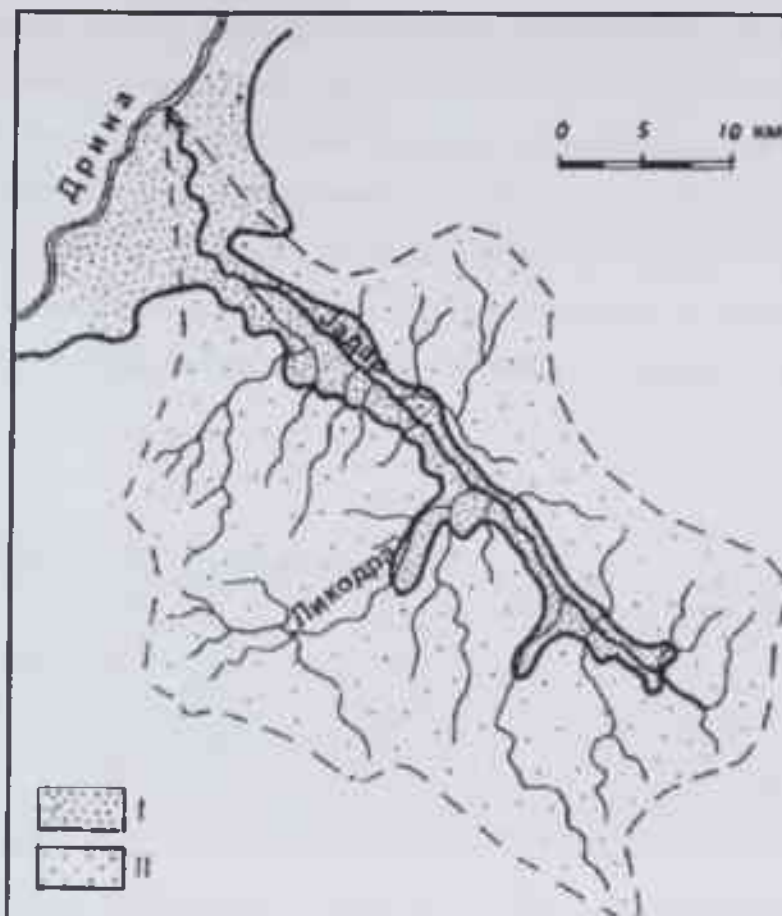
Карта 8: Хидрогеолошке јединице на простору Србије
(основа карте преузета са 1:1500000, Институт за водопривреду "Јарослав Черни" Београд, 1996)

Подручје западне Србије којем припада и Рађевина је сиромашно подземним водама. Разлог томе су хидролошка својства стенске подлоге. Међу њима разликујемо следеће стене:

Стене интергрануларне порозности су представљене претежно квартарним седиментима – шљунком, песком и дробином (флувијални седименти). Наталожени су у виду алувијалних и пролувијалних седимената на дну долина већих Рађевских водотока, претежно на некарбонатној подлози. У хидролошком погледу ове стене имају функцију колектора атмосферских вода. Приспела вода се у њима задржава и постепено процеђује. Дужина задржавања воде зависи од састава, гранулације и моћности и распрострањења ових стена. На тај начин се у оквиру већих наслага алувијалних седимената формира нормална, фреатска издан која се местимично прихрањује и из крашке издани планинског обода Рађевине. Услед овакве појаве алувијалне седименте на неким местима можемо посматрати и као слабе загати (више у одељку о крашкој хидрографији);

Непропустљиве и слабопропустљиве стене у хидролошком смислу играју улогу изолатора. Заступљене су карбонским и пермским пешчарима, глинцима, шкриљцима и аргилошистима. У овим стенама није могуће капиларно кретање нивоа издани те се јавља пукотинска издан, као вид разбијене издани;

Пукотинска и кавернозна порозност се јавља у кречњацима и другим карбонатним стенама. Водопропустљивост ових стена непосредно зависи од броја и димензија примарних и секундарних шупљина (примарне – пукотине, секундарне – јаме, пећине, каверне и други облици настали услед скаршћавања), испуњености шупљина седиментима донетим са површине или резидијумом растварања кречњака као и од непосредног односа са стенама другачијих хидролошких својстава.



Карта 9: Хидрогеолошка карта слива Јадра
(основа карте преузета од Љ. Ћирковић, 1975)

I - терени са обилатим изданима; II – терени са ређим и оскудним изданима

5.4.2. ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ

Геолошка грађа, односно хидрогеолошка својства стенске масе територије Србије условила је формирање и егзистенцију бројних акумулација подземних вода – издани. Квалитет и квантитет вода варира у изузетно широким границама. Режим и биланс ових вода директно или индиректно зависе од климатског режима и режима протицаја речних токова.

Подземне воде Рађевине су скромне, али типолошки разноврсне. Претходна разматрања већ су дала основну класификацију подземних вода. Њу чине фреатска, артешка и крашка издан.

Фреатска издан је формирана у алувијалним наслагама Јадра и Ликодре на просечним дубинама од 2 до 8 m. Наравно, њена дубина је променљива категорија. Тако, за време масималних падавина и отапања снега у вишим деловима Рађевине (што

се прати редовном појавом високих речних водостаја) ниво прве издани се издиже до близу топографске површине или чак избија на њу, при том вршећи забаривање земљишта. На овом месту помињемо Јадар јер хидрографска мрежа регије управо гравитира ка њему са чвором конвергенције код Завлаке. Тај долињски део Рађевине где се стичу четири водотока (Ликодра, Белоцркванска река, Равнајица и коначно њихова утока Јадар) је својом морфометријом (благо заталасано и ниско Рађево поље) омогућио повољне хидрогеолошке услове за акумулацију подземних вода.



Слика 7: Рађево поље – источни део (Фото: Б. Ристановић)

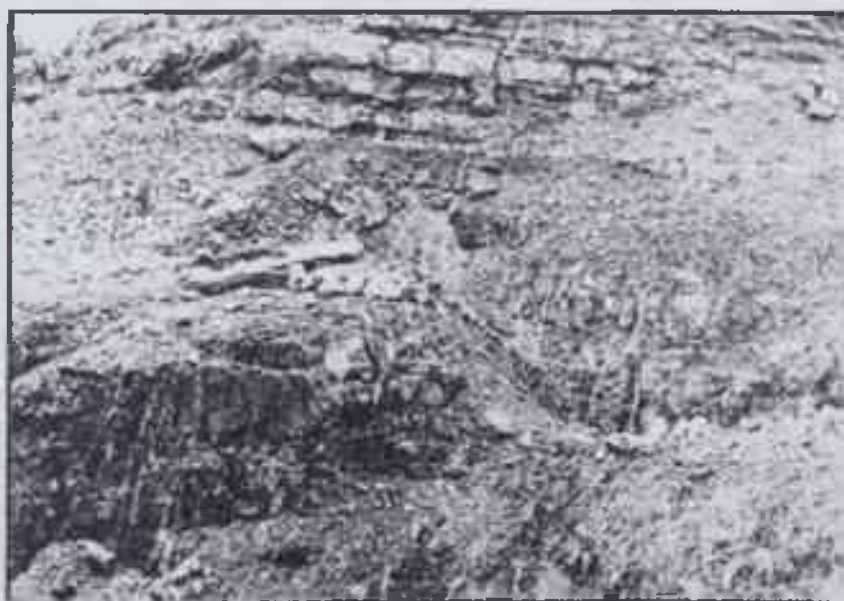
Јадар као највећи водоток колебањем свог водостаја утиче и на ниво издани у својој равни. Он не само да храни издан водом у својој алувијалној равни већ је и дренира;

Артешке издани јављају се у неогеним седиментима Рађевине који су представљени глиновито – песковитим серијама (песковите глине и различити варијетети глиновитих седимената – глинци и слично). Храње се водом из планинског залеђа и квалитет ове воде је веома добар али је има знатно мање и на много већим дубинама је (35 – 40 m). Слабо је минерализована.

Крашка или пукотинска издан као тип разбијене издани се јавља у планинском делу Рађевине (карбонатне стене Подрињских планина – Сокола и Јагодње) као и на странама речних долина. Места истицања ових вода на површину су, најчешће, на различитим висинама што зависи од локалног распореда и облика пукотина и њихове испуњености колојдним честицама.

5.4.3. ИЗВОРИ И ВРЕЛА

Почетак свих површинских токова су извори или врела. Већина потока се "храни" изворском водом које избијају на сталним изворима контактеног типа. Тај контакт у Рађевини је уобичајено између карбонатних стена у повлати и некарбонатних стена у подини. У басену слива Ликодре за очекивати је да се највећи број извора налази на планинском ободу басена где своја полазишта имају многобројни водотоци (потоци, речице, реке), а доња ерозивна флувијална база којој теже је Ликодра. То се наравно објашњава тиме да изохијета од 1000 mm годишње суме падавина прелази преко Соколске планине и Јагодње те се на њима и очекује највећи број извора. Довођењем у корелативни однос горе поменуто изохијету (карта 10) и средњи коефицијент отицања за област средње Дрине (по А. Лазићу из 1952. он износи 0,60), долазимо до податка да са планина годишње отиче око 600 mm падавина (што подземно, што површински). Прве податке о изворима овог дела Рађевине налазимо у делу В. Симића (1932) где он доста оскудно описује избијање извора из верфенских (верфајенски) слојева под Рожњем. Појава ових извора везана је за завршни део верфена који се састоји од порозних пешчара. Извори се јављају на њиховом контакту са вододржљивим шкриљцима. У овој зони извори су врло чести али им је издашност мала.



Слика 8: Верфенски слојеви (Фото: Б. Ристановић)

Да би потпуније сагледали квантитативан износ крашког процеса, навешће се основни подаци о низу крашких извора који се налазе не само на крашким оазама Јагодње и Сокола, већ и дилем ниже Рађевине.

Непосредним теренским истраживањима, анализом крупноразмерних топографских карата и авионских снимака као и прегледом досадашњих литературних записа на северним и североисточним падинама Јагодње и Соколске планине утврђено је 33 извора од којих је 19 стално активно, а 14 периодично (после обилнијих киша и у месецима са већом количином падавина). Од укупног броја извора, сливу Ликодре припада 25. Са обзиром да извори имају различите издашности, да су различитих типова и режима, за њихову обраду узети су подаци о онима који су испитивани у вишегодишњем периоду (Ч. Милић, 1981; Б. Кирбус, 1987).

Извори на северним и североисточним падинама Подрињских планина се јављују у висинском опсегу од 520 m а.в. до 798 m а.в., при чему се на висинама 520 – 600 m а.в. јавља 9 извора (8 сталних и 1 повремени), на висинама 600 – 700 m а.в. избија 12 извора (11 сталних и 1 повремени), а на висинама од 700 m до 795 m се налази 12 повремених извора. Стални извори који се појављују у средњем висинском интервалу (600 – 700 m а.в.) су изузетно мале издашности у месецима када су вредности средњих месечних количина падавина ниске, те се њихове воде непосредно након истицања из извора губе у растреситим седиментима дна плитких долиница или између стеновите дробине у коритима потока.

Већина извора избија на контакту карбонатних стена у повлати (кречњаци, доломитични и битуминозни кречњаци), и некарбонатних стена у подини (пешчари, глинци, аргилошисти и шкриљци) – 13 извора контактеног типа (11 сталних и 2 повремени). Број извора који избијају из хомогене карбонатне подлоге је 10 (2 стална, 6 периодских и 2 повремени), а из некарбонатне подлоге 2 стална извора. По специфичним литолошким и тектонским условима појаве, издашности и режиму значајнији извори су:

Ивовик – највиши извор Радовановића потока, који са потоком Голубовац представља најзначајнију леву притоку Богоштице. Извор се налази на северној падини брда Симиновача (675 m а.в.) непосредно испод асфалтног пута Крупањ – Мачков камен. Типски контактни извор, са кречњаком у повлати, а пешчарском – шкриљавом серијом у подини. Укупна издашност овог каптираног извора износи 0,15 – 0,2 l/sec, без колебања по годишњим добима. Температура воде је ниска и константна (9,5°C) што је доказ дужег задржавања у кречњацима.

Голубовац је главни извор истоименог потока. Налази се у његовом кориту (580 m а.в.), између Маринковог камена и Бјелевине. Извор се јавља на контакту масивних кречњака у повлати и пешчара у подини при чему су кречњаци већином маскирани дебелим слојем сипарског материјала. Изградњом каптаже воде су искоришћене за снабдевање оближњег засеока Ракићи, па је отежано тачно утврђивање његове издашности. Процењена издашност извора Голубовац је 20 – 50 l/sec. Температура воде која истиче из каптаже износи 9°C при чему се не може искључити и могућност њеног загревања у бетонском резервоару.

Андријин точак представља споредни извор потока Скакавац. Место његовог избијања је у источном подножју Маринковог камена, односно у северном подножју гребенчића Пећине, на 560 m а.в. Његова каптажа је изграђена 5 m од плитког корита потока Скакавац, непосредно уз колски пут који спаја засеоке Шумећ и Томањ. Извор је контактниог типа (серија почиње пешчарско – шкриљавом подином на којој су битуминозни кречњаци прекривени слојем везаног сипарског материјала). Издашност овог извора износи око 0,1 l/sec (у летњим месецима). На 10 m већој апсолутној висини од извора Андријин точак избијају воде јачег извора које су искоришћене за водоснабдевање засеока Секулићи и Малетићи те је због постојеће каптаже отежано његово проучавање. Ови извори дренирају терене који гравитирају према изворишном делу Скакавца.

У изворишном облуку потока Сиговац налазе се крашки извори Добра вода и Сиговац. Извор Добра вода (660 m а.в.) је непосредно испод колског пута који од засеока Максимовићи води ка Рупавцу. Воде избијају из кречњака који је у непосредној околини прекривен тањим педолошким слојем. Издашност извора је променљива и креће се у интервалу 0,1 – 2,0 l/sec. На основу разговора са мештанима овог краја дошли смо до податка да извор Добра вода пресушује након изузетно дугих периода без падавина. Сиговац је главни извор истоименог потока. Избија из кречњака на 590 m а.в., у јарузи испод виса Орлић. Непосредно изнад извора (35m) се налази улаз у Орлићку пећину.



Слика 9. Вис Орлић (фото: Б. Ристановић)



Слика 10: Извор Сиговац (фото: Б. Ристановић)

Име извора и потока је резултат појаве бигра (сиге) који је наталожен на мањој каскади испод извора. Занимљивост везана за овај извор је да он, уствари, представља наставак воденог тока са Рупавца који понире у кречњак и тече подземно кроз Орлићку пећину. Издашност Сиговца је веома променљива и креће се у границама 0,5 – 50 l/sec. Извор не пресушује ни за време дугих сушних периода што се објашњава постојањем веће акумулације у најнижим деловима Орлићке пећине која храни извор. За време интензивног излучивања падавина као и приликом отапања снега, извор показује

максималну издашност, а истовремено и велике количине воде избијају кроз пећински отвор. То је био случај и 2002. године када је вода урушила улаз у пећину те је аутор био онемогућен посетити овај спелеолошки објекат.

Извори Криве реке (Перићевац, Кафецин точак, Бело врело и Шаиновац) удаљени су једни од других 100 – 250 m и налазе се на 35 m вишем терену од њеног корита. Сви припадају контактном типу извора јер се појављују на граници битуминозних кречњака (повлата) и пешчарско – шкриљаве серије (подина). Променљиве су издашности у току године али ретко пресушују. Најсиромашније водом је Бело врело које већим делом године егзистује у виду локве. Интересантна појава везана за ове изворе јавља се у месецима са мањим средњим вредностима количине падавина. Тада се воде које избијају из ових извора губе у растреситим седиментима, непосредно након појављивања на топографској површини. Низводно исте воде се поново јављају у главном кориту Криве реке. Дренажно подручје ове реке се налази у њеном непосредном кречњачком залеђу (Б. Кирбус, 1987).

Испод Нешиног брда, у засеоку Оштриковца села Кржаве, избија врело на месту званом Ћумуране (710 m а.в.). То је контактни тип извора који избија на додиру кречњачких слојева са вододржљивом подином од аргилошиста. Издашност извора је измерена вредност од 1,5 l/sec.

Анализа горе наведених крашких врела (контактних извора) засигурно ће нам помоћи у даљем разумевању крашког процеса. Наравно, опште позната чињеница да потребан и довољан услов започињања крашке ерозије је задовољен постојањем воде и кречњака, имплицира да на овом месту треба споменути и друге изворе на територији Рађевине, где се такође одигравају значајни корозивни помаци у односу на геолошку прошлост. Јагодња и Соколска планина јесу карактеристичан егземплар крашког процеса у Рађевини али не и једини. Услед тога следи и краћа дескрипција појединих извора у другим деловима Рађевине.

Борања због свог специфичног геолошког састава има мање извора али су они довољно издашни да хране водотокове Чађавице, Дворске и Борањске реке.

У атару села Церова, испод Ковачевића мале, са десне стране уздужног профила Реке, налази се врело звано Студенац (350 m а.в.). Температура врела износи 11°C.

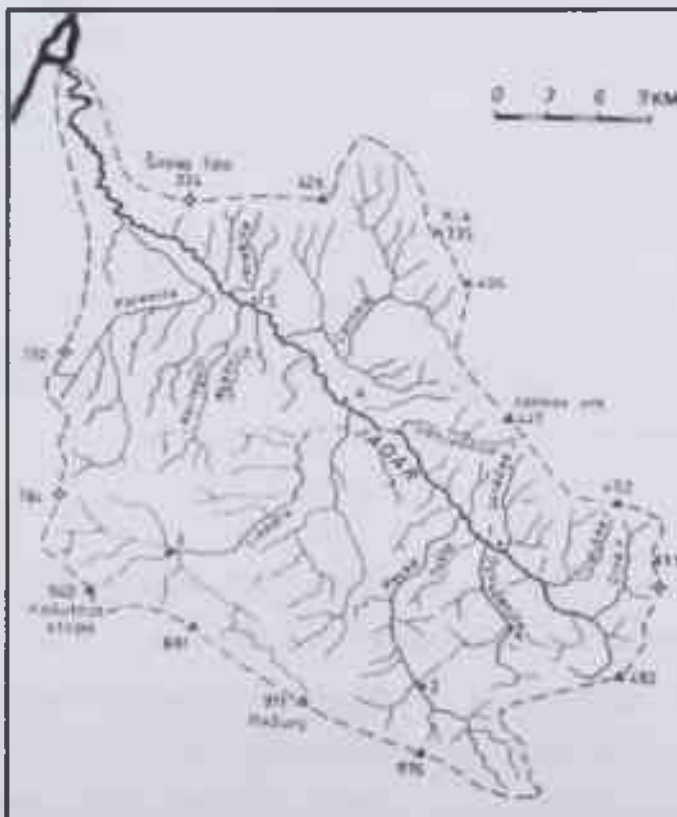
Јужно од Беле Цркве (засеок Гај) на 280 m а.в. избија слаб извор Змајевац. Налази се у подручју плитких, карличастих вртача, са температуром чија је вредност 11°C.

Извори у Бањевцу, Толисавцу, Белој Цркви и другим селима хране токове Ликодре и њених саставница – Белоцркванске реке, Толисавачке (Лазића) и Ставске реке. Ови многобројни извори су знатне издашности и углавном су каптирани за потребе водоснабдевања локалног живља.

5.4.4. ПОВРШИНСКИ ТОКОВИ

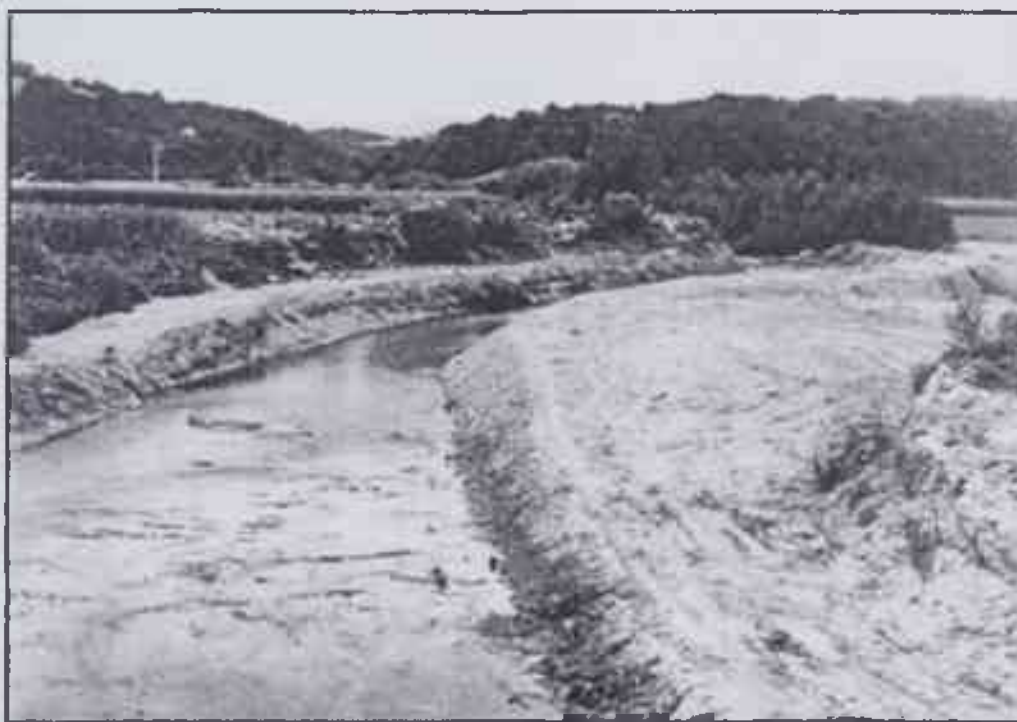
Сигурно да богатство извора и врела имплицира и мноштво површинских токова различитих хидрографских и морфометријских особина. Рађевина је богата водотоцима али њена орографија као и климатски услови указују на озбиљне проблеме (честе поплаве и јаке ерозије). У уводном делу смо напоменули да ће овај рад Рађевину поистоветити са басеном слива Ликодре те је одмах и јасно да река Ликодра представља најзначајнији водоток у њој, тј. хидролошку окосницу Рађевине. Све воде гравитирају ка њој, сем Равнајице која се улива директно у Јадар као једна од његових левих притока. У даљем тексту биће обрађени већи водотоци Рађевине.

Река Ликодра је лева притока реке Јадар у који се улива у реону села Завлака. Узводно од ушћа, на путу Завлака – Крупањ у Ликодру се улива десна притока Белоцркванска река.



Карта 10: Слив реке Јадар
(преузето из Љ. Ђирковић, 1975)

Ликодра настаје у Крупњу од својих саставница Богоштице са Кржавом и Чађавице са Бриштицом. Са јужне и југозападне стране, планине Јагодња и Сокол са својим врховима Мачков камен (кота 923) и Рожањ (кота 971), деле слив Ликодре од слива Дрине. Источна вододелница граничи се са сливом Пецке (левом притоком Јадра). Дужина реке од сутока саставница у Крупњу па до ушћа у Јадар износи 17 km те је она најдужа притока Јадра. Површина слива од 212,5 km² указује на то да је Ликодра највећа река Рађевине. После састава Богоштице и Чађавице у Крупњу, које су делимично регулисане и штите га од великих вода, река Ликодра протиче кроз Крупанско поље, које представља индустријску зону ове варошице. И на овом потезу је река делимично регулисана десним одбрамбеним насипом који често не представља сигурну заштиту од великих вода. После проласка кроз клисурасти део, Ликодра протиче кроз алувијалну равницу до ушћа, у Јадар.



Слика 11: Доњи део тока реке Ликодре непосредно пре улива у Јадар
(фото: Б. Ристановић)

Најдужи изворишни крак Ликодре – *Богоштица* (13,5 km) настаје од две саставнице, Криве реке и потока Сиговац. Површина слива Богоштице износи 32,54 km². За ток Криве реке већ смо рекли да настаје од неколико извора на источним странама Соколске планине. После формирања тока Крива река тече уском долином коју је усекла између Ајдароваче и засеока Склоп. Долина Криве реке обилује многобројним лактастим скретањима и лучним повијањима. На странама долине

усечено је неколико речних тераса. Поток Сиговац, други изворишни крак Богоштице усекао је дубоку и изразиту долину између узвишења Орлић и Кулина која имају веома стрме падине. На долинским странама Сиговца нема речних тераса. Горња два водотока се састају код засеока Николићи при том формирајући Богоштицу. У горњем току, корито Богоштице се одликује великим падом и знатним износом вертикалне ерозије. Након 5,5 km, у средњем делу слива, ток реке ствара алувијалну раван широку и до 100 m. У њој је усечено речно корито дубине до 2 m. У овом делу слива су најинтензивнији денудациони процеси. На овом потесу Богоштица прима већи број притока са леве стране међу којима се величином и дужином истичу Радовановића поток и Голубовац. Доњи ток Богоштице тече кроз Крупањ. На око 300 m узводно од места сутока са Чађавицом у Богоштицу се улива њена највећа лева притока Кржава.



Слика 12: Богоштица – доњи део тока кроз Крупањ (Фото: Р. Радивојевић)

Кржава је река чија се изворишна челенка налази на северним падинама планине Јагодње са укупном површином слива од 12,18 km². Ова 8 km дуга река настаје од више извора испод Мачковог камена (на коти 923 m) и тече од југозапада ка североистоку. У горњем току носи назив Ћумурана. Слив јој је брдског до предпланинског карактера са необично стрмим падинама тј. великим падовима. Хидрографска мрежа је доста разграната јер Кржава прима 20 притока са леве стране у укупној дужини од 28,5 km. Десна страна слива има 12 притока, у дужини од 12,6 km. У

средњем и доњем току низводно од Дивљаковића и ушћа Ђурђевог потока и Дрењике, Кржава има мали пад речног корита и широку алувијалну раван.

Чађавица је лева притока Ликодре у Крупњу. Има површину слива од 24,74 km², са дужином тока од 9,2 km. Слив је правилног лепезастог облика. Река Чађавица носи ово име само у доњем току док се у средњем назива Саставица. Настаје од два потока: Урловачког, који тече приближно правцем север – југ, и безименог потока, који дотиче са запада, из подручја званог Змајевца. Изворишни и средњи ток ове реке формиран је на источним странама Борање. То су веома стрме падине са дубоко усеченим коритима поменутих потока и њихових притока. Идући ка саставу са Богоштицом, Чађавица 600 m узводно од ушћа прима са леве стране своју највећу притоку Брштицу.

Река **Брштица** настаје испод венца западне Борање, тачније испод Крње Јеле (кота 705), и тече правцем северозапад – југоисток у дужини од 6 km. Површина слива јој је око 9,6 km². Брштица не носи тај назив на целој површини слива, већ у изворишном и горњем делу назив јој је Крњин поток. Цео ток Брштице је дао добре предиспозиције за изградњу пута од Крупња до превоја Столице одакле један крак одваја за Шарену букву а други низ долину Корените се спушта ка Лозничком пољу, односно Лозници. У главном току налазе се умерене количине вученог наноса, са спрудовима од крупног шљунка. Многе бочне притоке формирају своје плавине у главној долини, док главни ток нема изразите плавине, јер се не улива, већ састаје са Чађавицом.

Око 1 km пред ушћем, у Ликодру се улива њена најдужа притока **Белоцркванска река** (18,5 km дужина главног тока). Она настаје од Баставске реке (Басташице) и Коларуше. Ова два тока се састају у Белој Цркви. Сливна површина Белоцркванске реке износи чак 73,86 km². Читав ток ове реке тече ниским теренима Рађевог поља те су опасности од изливања високих вода знатне.

Баставска река је десна саставница Белоцркванске реке. Захвата сливну површину од 31,54 km² са дужином главног тока од 12,30 km. Велике воде често плаве околно пољопривредно земљиште и део насеља Бела Црква. Разлог томе лежи у нерегулисаном речном кориту.

Лева саставница Белоцркванске реке је **Коларуша**. Површина сливног подручја износи 29,92 km² док је дужина главног тока 12,5 km. Настаје од две мање реке: Врбићке која дренира атар села Врбић и Лазића реке која извире испод Мраморја (кота 540) и својим током одводњава делове атара Горњег Толисавца. Високе воде Коларуше

у њеном доњем току, непосредно пре састава са Баस्ताшицом, плаве пољопривредна земљишта и куће Доњег Толисавца. На том делу Коларуша је изградила алувијалну раван ширине 100 м.



Слика 13: Коларуша (Фото: Б. Ристановић)

* * * * *

Подручје Рађевине има карактеристичну рељефну структуру: планински део на западу, југозападу и југу (Подрињске планине), ниско планинско и брдовито земљиште којим је захваћен највећи део општине и долињски део – долине Ликодре и Белоцркванске реке. Уочљиво је да сливно подручје Ликодре има скоро амфитеатрални изглед који је отворен ка ушћу ове реке у Јадар. Многобројни хидролошки објекти упућују на богатство водом овог краја. То, засигурно, у заједници са хипсометријским карактеристикама Рађевине (карта 7) даје добре предуслове за формирање ерозивних процеса значајнијег интензитета и деструктивног износа. На основу напред наведеног, разматрајући грубо хидрографску карту, већина водотока на посматраној територији је бујичарског карактера и одликује их појава наглих и релативно кратких

бујичних поплава које су специфичне по великој концентрацији чврстог материјала који се транспортује заједно са водом. Ови токови односе значајне количине плодног земљишта у долишке делове чиме се наноси огромна штета како брдском земљишту (денудација и огољавање) тако и земљишту око подножја (наплавни наноси). Многобројне јаруге, бразде, плавине говоре о интензитету и временском трајању ових процеса. Честе поплаве, такође, остављају ерозивне ошљке на Рађевском рељефу. Потреба да се организовано предузму мере и активности на благовременом спречавању ових природних процеса је свакодневница Крупањских општинских органа. У ту сврху врше се регулације речних корита већих токова, по ипак природа често зна да однесе победу.

Према карти ерозије Србије у сливу Ликодре (карта 14) заступљени су ерозивни процеси од II до V категорије тј. од јаке до врло слабе. Још 1957. године приступило се радовима на регулацији највећих бујичних токова, тј. њихових корита (Чађавица и Ликодра). Ти радови су поновно интензивирани 1967. године. Овим радовима су подигнути наноси поред река Чађавице, Богоштице и Ликодре на потесима њиховог протицања кроз варошицу Крупањ. У доњем току Ликодре израженија је акумулација наноса од одношења те су и овде 1989. године започети регулациони радови (продубљивање речних корита и изградња каскада). Нажалост појава великих вода 1991. године је анулирала дотадашње напоре и довела до регресивне ерозије у оба водотока. Задњих 12 година нове поплаве и бујице поново мењају слику Рађевског рељефа на уштрб ограничених и привредних добара. Циљ овога рада је да анализа флувијалних ерозивних процеса као и процеса разоравања и денудације да могуће одговоре на питања решавања овог круцијалног проблема Крупањске општине.

5.5. ПЕДОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

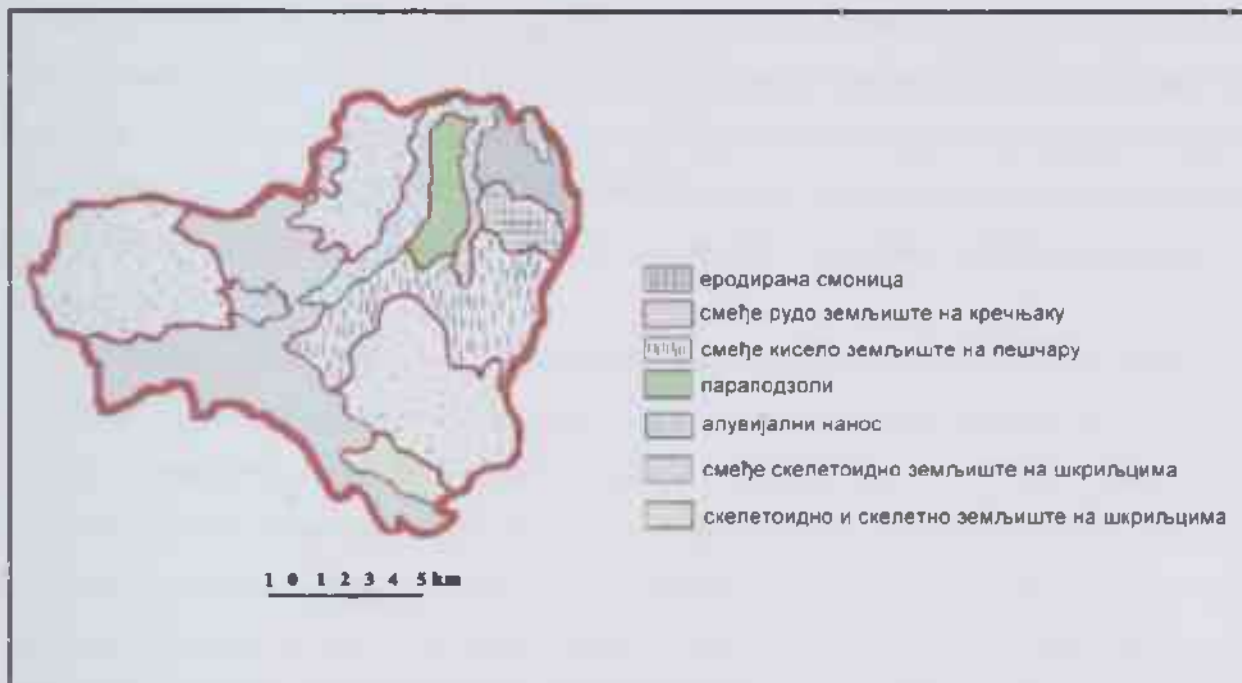
Важан елемент природне средине је земљиште. Представља површински покривач Земље на коме је антропогенизација најзначајнија. Битан је предуслов развоја трајних насебина људи, омогућавајући развој и просперитет насеља и инфраструктуре. Структуралност педолошког покривача је разноврсна, тако да је и друштвена продукција сходно томе шаролика.

Педогенетски хоризонти и њихово стварање су у потпуности зависни од рељефа, па се зато без доброг познавања истог не може причати о типовима земљишта који се стварају, формирају и девастирају на одређеном простору. Релеф има пресудну улогу у педогенези дубљих педохоризоната, а такође преиначује и мења површински педостратум. Педогенетско развиће неких земљишта, како у нижим, тако и у брежуљкастим деловима регије, почело је модификовати конституцију земљишта у језерској фази Паратетиса, условљавајући притом издвајање муљевитих наноса, од којих је образован матични супстрат за млада смонична земљишта Рађевине. Тај првобитни педопокривач је каснијим ерозивним радом свих геоморфолошких процеса уништаван и уравњиван. Честице прашине и муља од којих је формирана матична подлога за настанак смонице до те мере су разорене, да су старији слојеви на којима су честице муља биле таложене, откривени, те су и они под утицајем ерозивних процеса.

На разноврсност основних педолошких типова Рађевине указивали су још почетком двадесетог века Цвијићеви сарадници из Крупња и околине који су записали да је становништво земљиште називало народном терминологијом: благауша, пескуша, кречуша и глинуша (В. Николић – Стојанчевић, 1975).

Језерски седименти Паратетиса (неразвијена колоидна глина, прашинасти муљ) су по завршетку маринске, језерске фазе прекривали већи део Рађевине. Повлачењем воде Паратетиса оживљавају флувијални ерозивни процеси и денудација, који су модификовали смоницу, мењајући структуру њених честица. Граница докле су допирали ови процеси пратила је обалску линију. На подручјима где је оголићен старији педохоризонт створени су услови за развој других типова земљишта. Тако су на ободном делу Рађевине од жућкасто – смећих карбонатних глина настала смеђа земљишта иницирана на моћним колондним наслагама терцијара, а од жуто – црвенкастих плиоцених седимената настају измењена камбично рудо – ферастична

тешка земљишта са изузетном концентрацијом негативних јона метала, у највећој мери гвожђа. На местима где је смоница била под утицајем речне, флувијалне акумулације, дошло је до преталожавања алувијалних наноса на девастирану смоницу, тако да су преко честица језерског муља наталожени речни пелити, крупнозрни органски муљевни и псамити, речни пескови. Ово нарочито важи за долиנסке делове Рађевине где су природни услови битно изменили педолошку структуру, те се као најраспрострањенији земљишни типови овде издвајају алувијална земљишта, параподзоли, смеђа (руда) земљишта. Земљишта нису заступљена типски већ као комплекс различитих варијетета одређених типова (Д. Шабић, 2003).



Карта 11: Педолошка структура Рађевине

(основа карте преузета са карте катастарских општина 1:100000, ВГИ, Београд, 1971, а садржај из педолошке карте ГУП –а СО Крупањ, 1991)

Алувијална земљишта Рађевине обухватају најниже делове терена, јер се налазе уз реке које чине њену површинску хидрографску мрежу. Сви водени токови који се спуштају са Соколске планине, Јагодње и Борање врше селективно усмеравање свих вода на планинама, тако да их у извесном смислу дренажују. Акумулација материјала којег носе речни токови врши се у подручјима где потенцијална енергија река надјача кинетичку енергију. Материјал којег реке носе таложи се у њиховим доњим деловима тока, тако да се у време великих водостаја он седиментује са обе долиנסке стране, стварајући притом наплавне површи. Земљишта која се том приликом конституишу се називају алувијална. Она су врло променљива, с обзиром да је циклус њиховог развоја

у непосредној вези са речним током. Алувијална земљишта Рађевине немају карактеристике правих алувијалних земљишта из разлога што планински водотоци имају велику кинетичку енергију, те носе нешто већу количину материјала који је крупнији, па не може доћи до формирања педостратума. Бројни водотоци који дренарају Соколске планине, Јагодњу и Борању носе са собом велике количине наноса и акумулирају га у котлинском и долињском делу регије при том стварајући наносна алувијална земљишта различите дебљине и састава. Ликодра у свом доњем току има карактер равничарске реке које одликују мали падови речног тока. Те реке при високим водостајима плаве делове својих долина, те такве појаве дају значајан допринос при стварању алувијалних наноса. Алувијална земљишта су најчешће плавне површине које се обнављају свежим наносима. Педогенетски процес се несметано обавља једино на местима која нису плављена. У зависности од врсте речног наноса, постоји неколико варијетета алувијалних земљишта, најчешће насталих од шљунковитог, песковитог и глиновитог алувијалног наноса. Тако се издвајају три типа алувијума: иловасти, псамитско-пелитски и оподзољени.

Иловасти алувијум је изграђен од ситнијих и финијих честица колоида глине и честица прашине. Своје хоризонте, који су још млади, у повоју, формира на местима где кинетичка енергија полубујичавих токова Рађевине знатно ослаби, односно на местима где је изражена потенцијална енергија водотока који чине слив Ликодре. Формирање педогенетских хоризоната је веома отежано, из разлога што се они делимично плаве током целе године. Као основни агенс формирања педохоризоната служи калцијум-карбонат који се испира, а служи као везиво међу колоидним честицама. Највеће распрострањење има уз саму обалу реке Ликодре, али и уз доње токове већих водотока. Вододржљивост овог земљишта је изузетна из разлога зато што се спрани калцијум-карбонат из њега цементује и добро повезује колоидне честице глине, те му даје одличне предиспозиције за одупирање ерозији тла и површинском спирању.

Псамитско-пелитски алувијум је најмлађе алувијално земљиште, чији се педохоризонти формирају на местима где је најнижа речна долина, а потенцијална енергија тока река израженија од кинетичке. У основи сваког педолошког слоја налази се крупнозрни песак (који у себи има доста велику количину кварца), и глина у чијем саставу су слабо везане колоидне честице. Овај тип земљишта је слабо развијен из разлога што реке које би требале да у доњем току таложе fine честице муља, таложе нешто крупнији материјал. Честице глине, заједно са крупнијим псамитима имају

велику порозност, те је код овог земљишта изражена ерозија тла и денудација. Процеси спирања и излуживања земљишта изазивају у извесној мери деплептичност земљишта. У Рађевини, ово земљиште нема велико распрострањење, јер се налази на вишим речним долињским странама. Посебно су моћне насlage овог земљишта у доњим деловима токова Белоцркванске реке и Ликодре.

Оподзољени алувијум Рађевине није довољно развијен. Његово развиће ремете бујични токови. Педохоризонти овог земљишта настају када се на некадашњој матичној основи, која је изграђена од колоида глине, наталоже нове честице прашине и муља које потичу из река. Уколико је матична подлога, на којој се таложи нов материјал, изграђена од смонице, земљиште ће имати велику вододрживу способност. Уколико су честице колоида глине правилно наслагане успешно одолевају ерозији. У периоду када су кише интензивне, када вода продре међу честице колоида, долази до њиховог повезивања, те земљиште у потпуности мења структуру и текстуру. У додиру са површинском влагом и водом добија на пластичности, а по отицању воде која је била међу колоидним честицама, земљиште се претвара у компактну земљишну масу.

Параподзоли се јављају на местима где је садржај калцијум карбоната у потпуности испран из глиновите земљишне масе. Услед спирања добија беличасту боју, па се због тога и назива пепељушом. Педохоризонти овог земљишта нису довољно развијени. Педостратуми параподзола због своје лоше кохезије подложни су ерозивним утицајима. На местима где је развијено оподзољавање долази до интензивног испирања тла.

Смоницом (вертисолом) се назива земљиште које је масно, глиновито, настало инверзијом, окретањем глиновите земљишне масе услед бубрења и бочних притисака међу самим колоидима. На настанак смонице у Рађевини утицала су два битна фактора: матична подлога на којој је формирана смоница и тип глинене масе. Тако матичну подлогу на којој се формирала смоница чине карбонати (калцијум-карбонат), а тип глинене масе је језерска глина која је настала распадањем монтморијонита. Педохоризонти смонице показују да она припада класи хумусно-акумулативних земљишта, при чему се процесима педотурбације ствара хумус у дубљим хоризонтима. На простору Рађевине лако је запазити насlage смонице, ношто су услед спирања калцијум-карбоната земљишта добила црну боју. Највеће насlage смонице налазе се у вишим деловима речних тераса Ликодре, Баставске реке и Богоштице. Подложне су спирању и еродирању под одређеним физичко-географским условима, те је у Рађевини заступљен варијетет смонице-еродирана смоница.

Смеђа земљишта се формирају на местима где магична подлога то дозвољава. Уколико је подлога, као здрава стенска маса изграђена од кречњака и доломита земљиште ће имати беличасту или ружичасту боју и биће веома водопропусно. Пошто је у Рађевини крш слабо развијен, из тога следи да су смеђа земљишта на кречњаку недовољно развијена. Уколико је стенска подлога изграђена од језерских седимената и од остатака гвожђевитих руда, земљиште добија црвенкасту боју. Ако су смеђа (руда) земљишта наталожена на лапорцима и еруптивима ерозивни процеси немају толики интензитет. Геоморфолози указују да ова земљишта треба прилагодити шумским формацијама, како би се смањило интензитет спирања и одношења.

Скелетна и скелетоидна земљишта су настала на местима где долази до механичког девастирања и деградација глинено-иловасте подлоге. Њихово формирање прати неколико процеса (мразно разаравање и флувијална ерозија). Генеза ових земљишта везана је за подручје где је вертикална изломљеност карста највећа. Скелетна земљишта су изузетно неразвијена земљишта. Педогенетски хоризонти немају изглед правих педостратума. Услед ерозије која уништава скелетно земљиште, млади педолошки супстрат није у могућности да изгради сопствени педохоризонт.

* * * * *

Дата анализа педолошког покривача Рађевине омогућава реално сагледавање постојећег стања ерозивних процеса које очекујемо на овој територији. Каузалност педогенетских и геоморфолошких процеса је толико блиска да је у неким временским одељцима тешко разазнати који процеси преовлађују. Наравно да одређени земљишни типови са својим физичко – хемијским особинама и у садејству са хипсометријским карактеристикама басена слива Ликодре дају одређено усмерење ерозивним процесима. Клижење тла, браздање, јаружање, спирање и одношење површинског растреситог земљишта су најочитији видови геоморфолошких процеса који се одигравају на овом простору а резултат су горе приказане педолошке структуре. Наравно да је и утицај човека у односу земљиште – ерозија (педологија – геоморфологија) незанемарљив.

Неплодно и необрађено земљиште је "плодно тле" (иронична игра речи) за активирање и интензивирање денудације и ерозије. Затим, небрига о постојећем шумском фонду (претерана и непланска сеча, недозвољено крчење, слабо и

неадекватно пошумљавање, општи друштвени немар) такође доводи до већег износа појединих процеса на које човек може утицати и који нису само прост збир природних чинилаца (геолошке, рељефне, климатске, хидролошке и педолошке прилике).

5.6. БИОГЕОГРАФСKE КАРАКТЕРИСТИКЕ

Биодиверзитет одређеног подручја обухвата све животне форме које се јављају на одређеном простору, њихова станишта и услове живота и опстанка. Основу природних обележја Рађевине, поред геолошке прошлости и грађе, морфолошких облика, климатских и хидрографских прилика, чине биљни и животињски свет. Разноврсност геолошког комплекса, многобројне речне долине, планинске падине, брда и брежуљци различитих експозиција, омогућили су развој великог броја биљних заједница.

Данашњи топоними као што су Шљивова, Борања, Борина, Церова, Церница, Врбић говоре нам о некадашњем богатству шума на простору Рађевине. Први писани документи који говоре о пошумљености овог подручја потичу из 1822. године, када је Богдан Макарије Ивич у књизи „Описание Сервуне“ дао основну биogeографску слику краја кроз којег је прошао. Рад који је написао говори о густим шумама, тзв. „крне дубраве“, при том мислећи на густе четинарске шуме. После Макарија Илича, веома је значајан плодносан рад Милана Ђ. Милићевића. Најзначајнија дела Милићевића су: Књажевина Србија из 1869. године и Кнежевина Србија из 1876. године. У књигама овог аутора примећује се прави истраживачки рад, типичан за географе. Он нас најпре уводи у сваку област појединачно, дајући основне карактеристике сваке регије понаособ. Даље, он даје прецизну слику свих важнијих показатеља већих градова, укључујући и биogeографске карактеристике. Од важнијих аутора помињемо и Вука Стефановића Караџића, који се у свом Ријечнику из 1864. године дотиче неких биogeографских појмова. Вук Караџић није географ у правом смислу речи; он бележи и прикупља грађу за оно што чује у народу.

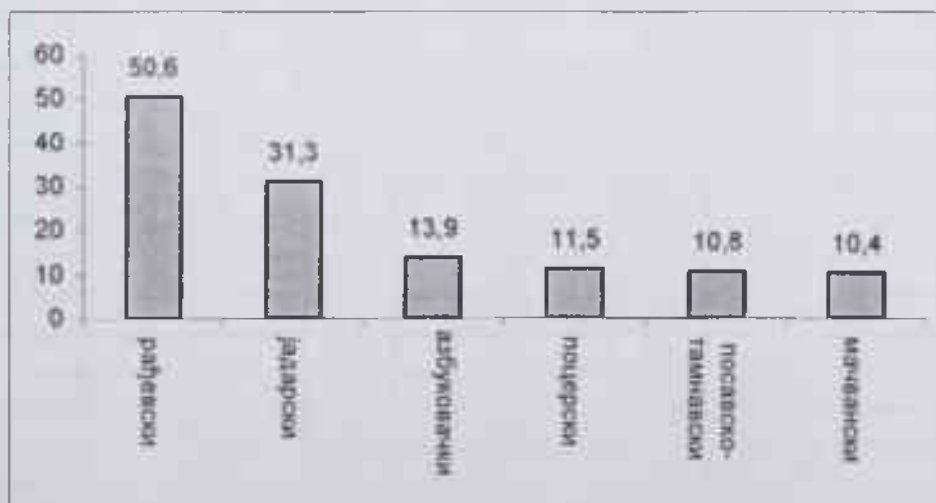
Од страних путописаца који су боравили у Рађевини, а касније о њој писали, треба издвојити неколико значајних имена: Пирх, Ламартин и Буе. Почетак 20. века изазива праву експлозију у развоју биogeографије Србије. Са појавом Јосифа Панчића и његове београдске студентске групе, почиње опсежно фитогеографско изучавање западне Србије укључујући и Рађевски крај. Јосиф Панчић се највише бавио селекцијом шишарки четинара, а велики допринос фитогеографији Рађевине дао је систематиком неких једногодишњих зељастих биљака.

Некадашња шумовитост ове регије је била знатно већа него данашња. Тако је закон из 1836. године, први у низу регулатива који су одредили када и колико је могуће сећи шуму. Поменути закон је допуњен законима о заштити шума из 1837., 1838. и 1839. године. Казне за незакониту сечу биле су ригорозне (Д. Шабић, 2003). Наравно да су веће површине под вегетацијом омогућавале да се ерозиони процеси и процеси спирања не испољавају у оној мери са којом се срећемо данас. Томе је доприносила и привредна активност локалног становништва, као и низ уредби и законских регулатива тадашњих властодржаца.

Иако хипсометрија планина Рађевине не прелази 1000 m (највиша тачка 973 m), површине под шумом су на њима захватале велике површине. О пошумљености краја највише сазнајемо из извештаја краљевске државне комисије из 1897. године. Овим извештајима јасно се документује некадашња већа пошумљеност од данашње. Главни циљ је био да се утврди бројно стање букове и церове грађе, која се у то време извозила за Аустроугарску, те се мали број тадашњих шума сачувао до данашњих дана.

Старост букове шуме је процењена на 100, а јелове на 50 година. Међутим, заштита шума и регулативе које су указивале на заштиту нису биле довољне, тако да су неселективном сечом шумски комплекси у већој мери девастирани. Природна равнотежа се највише нарушавала процесима „подбељивања“, која су значили претварање шумског комплекса у крчевине, а крчевине у агроповршине. Пошто земљиште на којем су бивствовале шуме није било везано, убрзо је деловањем ерозивних процеса преиначено у непродуктивно тло.

Графикон 5: Пошумљеност срезова западне Србије (%) за 1930. годину



Извор: Србијашуме, одељење архива

Према датом графикону јасно се уочава да је пошумљеност Рађевине 1930. године била највећа. Чак, према краљевском извештају видимо да је пошумљеност Рађевине била преко 50 % (50,6%), регије Јадра 31,3%, Азбуковице 13,9%, Поцерског краја 11,5%, Посавско-тамнавског краја 10,8 % и Мачве 10,4%.

Према В. Мишићу (1956), у састав шумских комплекса Рађевине се убрајају следеће формације: букове шуме, храстове шуме и мешовите шуме листопадног дрвећа, а од четинарских формација значајне су борове шуме (Борања) и шуме смрче на Соколским планинама.

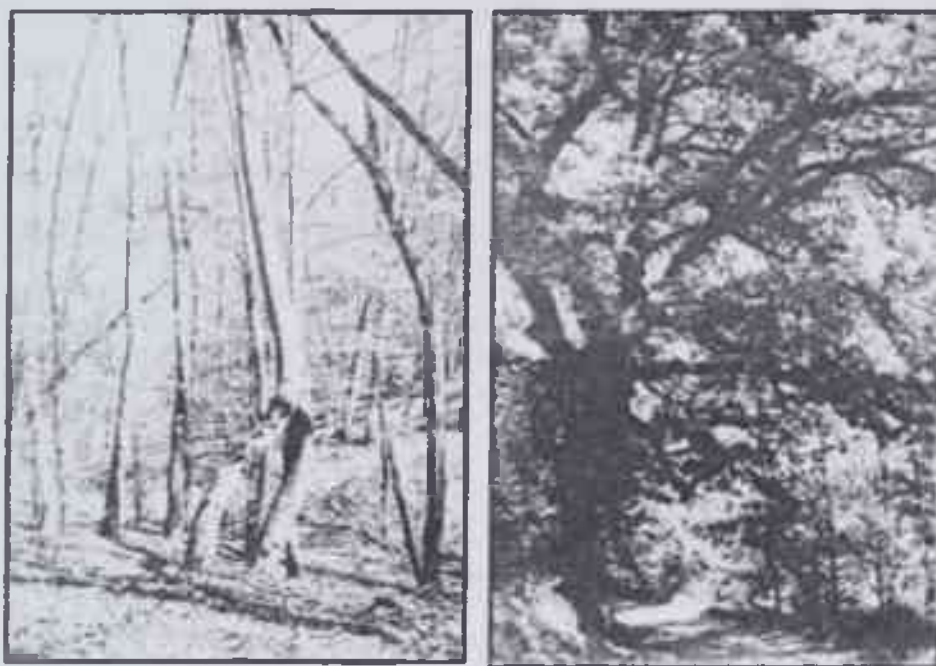
Развојем насеобинске мреже и саобраћајне инфраструктуре после Другог светског рата долази до крчења шумских површина. Ширење насеља је допринело великом деградирању шума, пошто је становништво приликом насељавања крчило шуме у циљу добијања што више ораница. Шуме су смањиване и на рачун проширивања насеља, уређења ораничних површина, изградње инфраструктурне мреже, потребама за огревом. Овај тренд се наставља све до данашњих дана. По подацима катастарских служби у Рађевини су шуме 1998. године захватале 14719,3 ha, тј. 36,4 % њене територије. По насељима тај однос је дат у следећој табели:

Табела 14: Површине под шумом у индивидуалном и друштвеном сектору (у ha) и учешће (у %) у укупним површинама атара насеља за 1998. годину

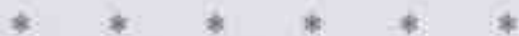
Атар	индивидуални сектор	%	друштвени сектор	%	укупно	% шума у површини атара
Бањевац	308,2	97,8	7,0	2,2	315,2	43,0
Бастав	342,1	99,8	0,7	0,2	342,8	26,6
Бела Црква	106,9	86,6	16,5	13,4	123,4	14,9
Богоштица	375,4	71,0	153,6	29,0	529,0	45,5
Брезовице	472,1	91,1	46,0	8,9	518,1	29,6
Брштица	449,8	25,8	1293,8	74,2	1743,6	65,6
Церова	637,4	99,8	1,3	0,2	638,7	32,4
Кржава	355,7	32,1	751,8	67,9	1107,5	54,9
Красава	330,0	95,3	16,2	4,7	346,2	26,4
Крупањ	14,6	10,5	124,4	89,5	139,0	35,2
Ликодра	414,4	79,9	104,1	20,1	518,5	39,2
Липеновић	235,8	72,0	91,6	28,0	327,4	32,2
Мојковић	261,0	99,7	0,8	0,3	261,8	24,2
Планина	697,8	73,5	252,2	26,5	950,0	50,4
Равнаја	154,1	99,4	1,0	0,6	155,1	19,1
Ставе	253,8	75,7	81,5	24,3	335,3	31,3
Толисавац	495,1	96,8	16,4	3,2	511,5	30,5
Томањ	202,8	49,1	210,1	50,9	412,9	43,1
Врбић	307,9	84,8	55,2	15,2	363,1	31,2
Шљивова	903,5	97,7	21,0	2,3	924,5	31,7

Извор: Архив општине Крупањ, катастарска служба

Највећа шумовитост је у брдско – планинским насељима: Брштици (65,6% атара), Кржави (54,9%), Планини (50,4%), Богоштици (45,5%), а најмања у равничарским селима Белој Цркви (14,9%), Равнаји (19,1%), и Мојковићу (24,2%). Ако горње податке дамо упоредо са хипсометријским карактеристикама Рађевине очекује се да би највећи износи ерозивних процеса требали бити у брдско – планинским деловима регије на обешумљеним теренима.



Слика 14: Забран белог јасена и хрста лужњака на странама речних долина
(Фото: Р. Радојевић)



*Разноликост и шароликост биљних и животињских врста једног краја условљава његову атрактивност, али и потребу да се вредно сачува од заборави. Савремене тенденције друштвеног и социјалног прогреса захтевају ширење насеља и инфраструктуре, али треба водити рачуна да се и биодиверзитет сачува. Под заштитом се налази општи резерват природе "Данилова коса" (локација – источни део шумског комплекса Борање). Овај мали резерват даје само бледу слику некадашњег стања и изгледа букових шума Борање које су улазиле у ред најлепших и најбољих букових шума Србије. Присуство врста: реликтне зеленике (*Ilex aquifolium*), реликтне папрати (*Blechnum spicant*), као и јеле (*Abies alba*) у добро очуваним, високим шумама,*

пored низа других индиција, указује на богату прошлост ових шума, док данашње велико сиромаштво у флори говори о кореним променама које су настале у току историјског развоја вегетације овог планинског масива, пре свега под константним негативним утицајем човека. Прекомерна сеча, прављење крчевина ради стварања ливада и паињака је водила контрапродуктивним природним процесима, пре свега ерозивним. Девастација шумских комплекса убрзава процесе спирања тј. одношење површинских делова тла. Браждење и јаружање су само инцијалне капиле за читав низ надлазећих проблема везаних за флувијалне процесе. Бујичарски токови, силазећи са огољеног планинског залеђа у долину равна Ликодре, доносе велике количине воде помешане са наносним материјалом. Ова "мешавина" даје посебан печат флувијалном процесу (било ерозивном, било акумулативном) и њима изазваним облицима. Наравно, о њима ће бити више речи у наредним одељцима. На овом месту је битно указати да се одговарајуће установе и појединци чији превасходни задатак јесте да се старају о шумским заједницама то и чине. До 1991. године бригу о шумама и резерватима водила је Р.О. "Борања" која је пословала у оквиру ООУР "Шумарство Борања" - Крупањ - Р.О. "Воћар" - Бела Црква. Од те године о шумским комплексима Рађевине стара се Д.П. "Србија шуме". У циљу обнове и проширења шумског покривача сваке године врше пошумљавање голих површина. С обзиром да ерозивни процеси сваке године односе све више продуктивног тла чини се не и довољно.

6. ГЕОМОРФОЛОШКИ ПРОЦЕСИ И ОБЛИЦИ

Разноврсни видови ерозије на Земљиној површини (абразија, флувијална, крашка, глацијална и еолска ерозија) представљају природне процесе којима се изграђују облици рељефа на Земљи. Ти се процеси одвијају под одређеним законитостима и зависе од разноврсних чинилаца. Они делују све док на Земљиној површини постоје неравнине и висинске разлике, односно нагиби. Геоморфолошка активност никада не завршава своје деловање, чак ни после апланације простора у којима се врше ендегени и егзогени утицаји, било у маринској или тереристичкој средини. Геоморфолошка историја не познаје довољно копнени и морски режим у појављивању облика везаних за време морске, односно, копнене средине, те се облици који се јављају могу сагледати као заједнички утицај воде, односно, атмосферилија на топографску површ и индиректно на унутрашњост Земље. Главним видовима ерозије треба додати и процес ерозије земљишта и денудације, који међусобно доприносе уравњавању (апланацији) Земљине површине.

Постојећи рељеф се јавља као резултанта узајамног преплитања утицаја ендегених и егзогених сила. Ендегени процеси, иако лагани и повремени, могу се утврдити само геолошким методама, а мерити само геолошким временом. Они ни данас нису завршени, те стога представљају стални активни чинилац у изграђивању, мењању и уништавању, нарочито, макро целина Земљиног рељефа. Субаерске силе, пак, условљавају перманентне ерозивне геоморфолошке процесе који се никада не прекидају, изузев што се узајамно смењују. Због тога је рељеф Земљине површине изванредно динамичка појава, подложна сталним морфолошким геоморфолошког агенса. Изграђивање рељефа је стална борба између појединих геоморфолошких променама, сагласно интензитету и степену развитка доминантног процеса, а њихово тренутно стање је морфолошки изражено данашњим рељефом (Д. Петровић, 1976).

Утврђивањем законитости развитка геоморфолошких процеса, класификацијом елементарних облика и типова рељефа уопште, може се са сигурношћу установити како се дати рељеф стварао и мењао у прошлости, на ком еволутивном ступњу се данас налази и како ће се развијати у будућности. То је и основни задатак геоморфологије као научне дисциплине.

На основу детаљних геоморфолошких истраживања Рађевине установљено је да се на простору истраживане области јавља већи број геоморфолошких процеса који учествују у генези и морфолошкој еволуцији рељефа регије. То су: тектонски процеси, разоравање и распадање, ерозија тла, флувијална и крашка ерозија. Њихово међусобно, комплексно садејство је створило читав низ ерозивних и акумулативних облика различитих морфометријских карактеристика. Употребом различитих метода и помоћних геоморфолошких дисциплина (морфографија, морфологија, морфометрија, морфогенеза, морфохронологија) у следећим одељцима биће дате најважније чињенице везане за рељеф басена слива Ликодре које ће наћи примену, не само у бољем географско – геоморфолошком познавању ове регије, већ и покушати да неке појаве, које геоморфолошки процеси проузрокују, реши на практичан начин.

6.1. ПРОЦЕС РАЗОРАВАЊА И РАСПАДАЊА СТЕНА И ЕРОЗИЈА ТЛА

Под дејством различитих егзогених, субаерских сила, стене на Земљиној површини се поступно мењају, чиме условљавају промену сопственог физичког изгледа и хемијског састава. Компактне стенске масе бивају на тај начин разбијене у најситније делове. Ови делови се под утицајем Земљине теже крећу на одсецима и нагибима у рељефу. Њихово кретање и транспортовање врши се и деловањем различитих геоморфолошких агенаса (таласа, текуће воде, леда, ветра). Стеновите масе у иницијалном рељефу бивају на тај начин уништаване, снижаване и уравњиване. Тај процес општег снижавања и уравњивања Земљине површине, под свеукупним деловањем егзогених сила, назива се апланацијом. Процес оголићавања стена у подлози, услед одношења површинског растреситог слоја назива се денудација, и он увек прати процесе разоравања и распадања стена као и ерозију тла. Процес спирања представља дезорганизовано отицање воде која потиче од атмосферских падавина (Д. Петровић, 1976).

Субаерски утицаји на стеновитим масама најјаче се осећају на површинским деловима, а слабе идући у дубину. Спирањем стално бива одношен материјал, постао у процесу разоравања и распадања, а денудацијом се оголићавају све дубљи делови стеновитих маса. Како је читав овај процес константног спирања и разоравања и распадања стена врло динамичан, а одиграва се на читавој Земљиној површини током

дугих временских раздобља, те он представља значајан геоморфолошки агенс за апланацију Земље. Апланациони процеси у једној области нису били истог интензитета у различитим раздобљима геолошке прошлости; они чак нису били исти ни током људске историје. Као природан процес, апланација се у геолошкој прошлости појачавала или слабила – сагласно познатим условима који је изазивају или модификују. При томе су свакако од посебног значаја биле климатске промене (првенствено плувиометријски режим и температурни односи) неке области. Нормални ток ових ерозивних процеса условљавају исти узроци и у људској историји. Међутим, у појединим историјским фазама, нарочито у новије доба, ови процеси (ерозија тла која се јавља у растреситом земљишту, кога одликују већи падови топографске површине) показују знатну ексцесивност и запажају се на великом пространству Земљине површине. Они се местимично убрзавају и појачавају по геометријској прогресији, нако нису наступиле битне климатске промене. Тиме се на једној страни доводи у опасност процес нормалног отицања воде, а на другој ремете односи који владају у органској и неорганској природи. Често, у многим областима процес ерозије земљишта доводи у питање егзистовање људских агломерација и елемената културно – географске надоградње. Укратко, процес ерозије тла је узео такве размере да су се заинтересовале и Уједињене нације које су констатовале да је у питању један од најкрупнијих проблема екуменског простора.

Наша земља се такође суочава са проблемом прекомерног разарања стена и убрзане ерозије тла. Неколико милиона хектара земљишта је угрожено, велике површине некада продуктивног тла су уништене, а многа насеља, комуникације и друге људске тековине доведене су у опасност. Већ сама та чињеница намеће потребу научног познавања појаве, процеса и облика који се при томе стварају, као и сложене последице које проузрокују. Ако се желе предузети мере којима би се ублажио овај процес, а нарочито спречио тамо где може настати, онда је нужно да се претходно научно упозна сама појава разарања стена и убрзавања ерозије земљишта. У овоме јединственом послу, биолози, еколози и инжењери треба да одреде или покажу, како да се обнови првобитна вегетација као заштитни покривач земљишта, а географи, својим методама комплексног разматрања узајамних утицаја елемената географске средине, треба да покажу *зашто* организовати ту обнову.

Утицај егзогених, субаерских процеса на стеновиту површину манифестује се тројако: физички, хемијски и органски. Томе треба придодати и нормалан след горњих процеса: интензивно спирање растреситог (разореног) земљишта под утицајем

дезорганизованог отицања кишнице или употребом геоморфолошког вокабулара – ерозија тла (земљишта).

Процес физичког (механичког) дробљења стена, почев од грубе дробине, па до финог песка и прашине назива се разоравањем. При процесу физичког разоравања постоји механичко дробљење стена до најситнијих делова, али се хемијски састав при томе не мења већ само литолошки (од стена постаје дробина, песак и прашина). Основни агенси физичког разоравања су већа температурна колебања и мржњење воде у стенским пукотинама.

Процес хемијског преиначавања стена под деловањем воде и различитих хемијских агенаса (гаса, кисеоника) назива се распадањем. При њему се јавља хемијска реакција деловања активних агенаса на стеновите површине. Најјаче агенсе хемијског распадања представљају вода, кисеоник, угљен – диоксид, азотна и сумпорна киселина, а затим различити гасови и једињења садржана у води, ваздуху и тлу.

Ако се разоравање и распадање стена врши под деловањем организама и вегетације, тада тај процес називамо органско (биогено) разоравање и распадање. На стенској маси јавља се физичко разоравање и хемијско распадање, али под деловањем организама (бактерије, животиње и најчешће вегетација). Физичко разоравање врше биљке својим кореновим системом који продире у пукотине у стенама, при томе их распрскавајући својим рашћењем и ширењем.



Слика 15: Биогено разоравање кореновим системом
(Фото: Р. Радивојевић)

Хемијско распадање врши се деловањем различитих хемијских материја, посталих при распадању органских остатака биљака и животиња (Д. Петровић, 1976).

Сва три генетска типа процеса распадања и разоравања стена су уско међусобно повезана с тим што је један од њих увек доминантан. Посебан вид овог процеса представља стварање растреситог покривача – тла, и његово одношење, спирање. То је процес ерозије земљишта.

Појам убрзане ерозије земљишта (*l' érosion accélérée*) увео је и објаснио 1955. француски географ Морис Баншетри. Њиме он означава ерозивне процесе који се по интензитету и размерама разликују од нормално израженог, природног процеса апланације Земљине површине. Тачније, Баншетри узима да убрзана ерозија представља појачан процес апланације земљишта које је првобитно било покривено вегетацијом, и на коме је дошло до поремећаја у морфоклиматској равнотежи. Тај поремећај може бити брз или постепен, и проузрокован вештачким чиниоцима (рад човека) или природним процесима (климатске промене). По њему, ерозија посредно изазвана антропогеним чиниоцима изражава се далеко брже него у случају када је проузрокована климатским променама. Јер, човек, из разноврсних разлога врши брзу деструкцију првобитне вегетације, а то уништење изазива брз поремећај морфоклиматске равнотеже на нагнутом земљишту, односно појаву убрзане ерозије.

Сви наведени процеси јављају се и у Рађевини с тим да доминантност у изграђивању одговарајућих облика имају разоравање и ерозија земљишта. Убрзану ерозију у овој области треба схватити као последицу промене равнотежних односа између вегетације, тла и климе басена слива Ликодре, везаних за одређене нагибе топографске површине. Промене су, како је и речено приликом обраде појединих природних чиниоца битних за ерозивне процесе, изазвани антропогеним деловањем.

6.1.1. ОБЛИЦИ РАЗОРАВАЊА И РАСПАДАЊА СТЕНА

Разоравање и распадање стена има форму правог геоморфолошког деградационог процеса, што се показује различитим облицима, који су последица еволуције овог ерозивног процеса. Морфолошки ефекат процеса разоравања и распадања стена зависи од физичко – географских услова природне средине у којој различити модификатори нормалног процеса имају велику улогу. У маргинама геолошких, тектонских, климатских, педолошких и биогених утицаја иницијални

рељеф доживљава трансформацију, без обзира да ли наведени фактори имају позитиван или негативан утицај (према Д. Петровићу).

"Као резултат физичког (механичког) разаравања стена, ствара се на површини маса грубог дробинског материјала. Ако је топографска површина хоризонтална, онда се овај дробински материјал нагомилава на месту стварања. Међутим, ако је топографска површина нагнута, онда се овај материјал креће и котрља по падинама и одсецима у рељефу под деловањем силе Земљине теже. У првом случају, дробински и уситњени материјал нагомилава се у виду покривача од стеновитог крша који се назива „*море стена*“ (Д. Петровић, стр. 144, 1976). На таква подручја подсећају виши терени Подрињских планина – Јагодња и Соколска планина (локалитети Рупавац, Језеро, Прослоп, потес између Рожња и Пресада), али њихово развиће није у потпуности иницирано, тако да је задржана само морфологија, али не и грађа. Међутим, осулински дробински материјал таложен у подножју одсека, добија форму купастих узвишења, која се називају *сипари*. Рађевина не обилује сипарским купама. Оне се само местимично јављају у подножју кречњачких падина Јагодње и Сокола (локалитети – подножја брда Орлић и Кулине). Такође, налазимо их и у клисурастим деловима речних долина Ликодре и Брштице, где је изградњом путне мреже овај процес активираан.

6.1.2. ОБЛИЦИ ЕРОЗИЈЕ ТЛА

Ерозија тла је један од највећих деградатора и модификатора топографске површине. То је заправо процес који врши промене у самом изгледу, структури и текстури тла, изграђујући при том облике у рељефу.

На већим падовима топографске површине услед дезорганизованог отицања атмосферелија стварају се бујице, односно бујични токови који спирају површински, растресити (невезани) покривач, стварајући при том у рељефу различите облике (бразде, јаруге, вододерине, клизишта).

Бразде су најмањи облик створен ерозијом тла. Њихово стварање започиње са излучивањем првих атмосферелија, које при доспећу на топографску површину врше дезорганизовано отицање. Формирање бразда мора да задовољи неколико предуслова: конзистенција земљишта мора да буде таква, да би се отицање могло остварити, кинетичка енергија воде мора да надјача трење топографске површине, а доња ерозивна

база воде која се стиче мора да буде на нижој надморској висини како би дошло до отицања.

Са формирањем организованог отицања воде јављају се *јаруге*. То су, заправо канали, створени агресивнијом ерозијом тла, који усмеравају воду. Настају, када вода текући кроз бразду, добија већу кинетичку енергију (услед пада терена, или промене у конзистенцији земљишта) а вертикални састав земљишта допушта усецање.



Слика 16: Јаруге и бразде у сливу реке Ликодре (Фото: С. Гавриловић)

У време обилнијих падавина јављају се *вододерине*. То је типски облик ерозије тла који настаје услед више фактора. Најважнији су, свакако, кинетичка енергија воде и количина материјала који је еродира. У случају вододерина, суспедован материјал, комплементно са снагом воде еродира тло, и интензивира јаружање.



Слика 17: Јаруге, бразде и вододерине у сливу реке Бритице (Фото: С. Гавриловић)

Бујични токови имају велике сличности са јаругама, пошто су то токови атмосферилија кроз већ организовану јаругу, (већих димензија). Атмосферилије које се сливају низ бујицу обично дезорганизовано теку, великом брзином, тако да кинетичка енергија воде врши изузетну девастацију површине.

Интензитет ерозије тла зависи од геолошког састава, климатских услова и падова у рељефу, односно од њиховог природног равнотежног односа. У различитим областима човек другачије ремети те равнотежне односе, јер различито девастира биљни покривач. Самим тим је и убрзана ерозија од области до области веома различито изражена. Као основне узрочнике процеса убрзане ерозије тла можемо сматрати особености геолошке подлоге и педолошког хоризонта, локалне климатске услове, дисекцију рељефа и његову енергију, итд. – тј. елементе природне средине у којој је посредством човека дошло до поремећаја равнотежних односа.

На основу теренских истраживања и раније извршених пописа ерозионих процеса и бујичних токова, констатовано је да подручје Рађевине, односно басен слива Ликодре, има велики број бујичних токова и да се у областима око њих јављају претежно дубински процеси ерозије.

Релативно густа мрежа бујичних притока и знатна испресецаност падина јаругама и вододеринама условила је и честу појаву нестабилности земљишта на падинама, као и површина захваћених деплесијом. У правом смислу речи, појава земљишне исцрпљености, односно деплесије, карактеристична је за крашка подручја. Калцијум карбонат крашког подручја није добар супстрат матичној педогенетској маси, те се јавља слаба конзистенција међу распаднутом стенском масом. Матични супстрат стенске масе, је слабо везан, или уопште невезан, и даје одређене предуслове за интензивирање деплесије. Површинска безводица са слабо повезаним органогеним и слабо везаним неорганским садржајем не може да пружи основу, базу за формирање педолошких хоризоната. Из тог разлога се не конституише везани педостратум, а деплесија увећава. Деплесија је код америчких географа позната још као *subbadlands*, тј. нешто блажи облик тоталне девастације, односно индигације тла. Антропогени утицај има значајну улогу у формирању деплесионих подручја (мелиорација аграрних површина, разбијање педохоризоната неадекватним орањем дуж двају или више паралелних изохипси, њиховим пресецањем). Усеви пољопривредних култура на тим земљиштима се из године у годину смањују у приносима, а поремећаји у структури земљишта услед недостатка Са, Mg, К, Na и других битних елемената, доводе ова земљишта до урвинских појава. Деплесионим појавама, поред пољопривредних,

захваћене су и простране области шумских земљишта. На многим местима шумско дрвеће и шибље показује карактеристичне деформације стабљика и зелених делова, који потврђују постојање скривених, али и опасних ерозионих процеса.



Слика 18: Ерозија тла у атару села Богоштице (Фото: Р. Радивојевић)

На основу геолошко – топографске и карте водопропустљивости подручја за развој ерозионих процеса "најповољније" су геолошке формације кристалстих шкриљаца, који преовлађују у Рађевини, а познати као носиоци тешких дубинских процеса ерозије и урвинских појава: клизишта, попузина, одрона.



Слика 19: Клизиште у сливу Богоштице (Фото: С. Гавриловић)

То је нарочито случај када се ради о формацији филито-микашиста, као и контактано-метаморфисаним стенама старијих периода. Као средиште великих дубинских процеса најтежег типа, познате су и формације дацито-андезитских туфова, гранитоидних грусева и распаднутих гнајсева. Како је распрострањење горњих формација велико и везано за више делова проучаване области, то у тим деловима, треба очекивати појаву бујичних токова тежих категорија разорности. Све остале геолошко – петрографске формације овог подручја пружају знатно мање услова за постанак и развој тежих ерозионих процеса, као и појаву опаснијих бујичних токова. Ипак, и у теренима неогених формација могу да се запазе одрони и клизишта, али такве урвинске појаве имају локални карактер. Клизишта, као геоморфолошки микрооблик, веће размере имају на дубоком земљишту (локалитет Сиговац, Стакића поток, Кржавине притоке у изворишном делу).



Слика 20: Притајено клизиште испод пута ка Мачковом камену у изворишном делу Кржаве (Фото: Р. Радивојевић)

Имајући у виду наведену распрострањеност геолошких формација, закључује се да је третирано подручје са геолошко – петрографске стране веома мозаично и да услед присуства, на ерозију неотпорних геолошких творевина, јављају се знатне количине бујичних наноса после сваке веће олујне кише или пљуска, или наглог топљења снега.

Детаљна анализа свих физичко – географских карактеристика Рађевине дата је у првом делу рада, те се након испитивања геолошко – петрографских формација и њихових особина, затим хидрогеолошких и хидролошких услова за појаву бујичних

вода, као и ареалне слике педолошког покривача и анализе климатских услова у вези са бујичним токовима даје преглед токова у чијим сливовима се налазе типски облици процеса ерозије тла: бразде, јаруге, вододерине и урвине. То су сливови који имају D, E и F класу бујичних токова (одељак о флувијалним ерозивним облицима).

6.2. ФЛУВИЈАЛНИ ПРОЦЕС

Под речном или флувијалном ерозијом подразумева се механички рад који врше речни токови снагом своје водене масе. Речни токови, текући преко топографске површине постојећег рељефа, стварају специфичне облике карактеристичне за флувијални процес. Механички рад речних токова ствара флувијалне ерозивне облике, док нагомилавањем еродираниог материјала настају акумулативни облици. Реке снагом свог тока, односно кинетичком енергијом, носе тај материјал, котрљају га по дну корита, еродирајући са њим подлогу и врше снажан корозивни рад који потпомаже речну ерозију. Акумулација речног материјала врши се на местима где слаби транспортна снага речног тока.

С обзиром на велико распрострањење речних система на Земљиној површини, флувијална ерозија представља значајан геоморфолошки процес у изграђивању рељефа Земље. Такав случај је и у Рађевини, где окосницу изгледу рељефа дају река Ликодра и њене притоке.

Први систематски попис ерозионих процеса и бујичних токова на подручју Рађевине извршила је стручна екипа Водопривредне организације из Лознице, у периоду од 1957. до 1964. године. Мада се том приликом извршио обиман теренски рад није се успело доћи до комплетне карте ерозионих процеса. Констатовано је да неке рађевске реке имају бујичне притоке са развијеним процесима ерозије (Ликодра, Церница). Каснија истраживања вршена ради картирања ерозије овог краја су била везана за С. Гавриловића и његов емпиријски метод са таблицама параметара 1970. Њих је допунио Раденко Лазаревић 1983. године.

По том методу, на терену се одређују, на бази директног увида, употребом таблица параметара и одговарајућих подлога (топографске, геолошке, хидрогеолошке и педолошке карте) следећи параметри: вид ерозије, литолошке и педолошке карактеристике и начин искоришћавања површина. Са гледишта развоја ерозионих процеса и појаве бујичних токова, најнеповољније су геолошке формације кристалстих шкриљаца палеозоника. По одређивању горњих параметара приступа се прављењу таблица у којима су следећи показатељи:

F – површина бујичног слива у km^2 (добива се планиметрисањем одговарајућег слива са карте размера 1:50000);

L – дужина главног бујичног тока у km (добива се мерењем одређеног отвора размерника по нацртаном току бујичне реке на карти размера 1: 50000 за одговарајући слив);

D – средња висинска разлика слива или подручја захваћеног ерозијом, у m , а добија се из формуле:

$$D = N_{SR} - N_U$$

где је:

N_U – надморска висина ушћа или хидрометријског профила за који се рачуна средња висинска разлика;

N_{SR} – средња надморска висина слива или ерозивног подручја која се добија из формуле:

$$N_{SR} = (f_1 \cdot h_1 + f_2 \cdot h_2 + \dots + f_n \cdot h_n) / F \text{ (у метрима)}$$

где је:

$f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ – површина слива у km^2 обухваћена између две суседне изохипсе;

$h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ – средња надморска висина у метрима, делова површине слива обухваћених између две суседне изохипсе;

F – површина слива у km^2 , добијена на описани начин за F ;

O – дужина линије вододелнице слива у km (добивена мерењем одређеног отвора размерника по излученој вододелници бујичног слива на карти размера 1:50000 за одговарајући слив);

A – коефицијент облика слива који се добија по формули:

$$A = O/L \cdot (\pi + 2) = 0,195 \cdot O/L$$

где је:

O – дужина линије вододелнице слива – обим слива у km (добива се на наведени начин);

L – дужина главног бујичног тока добијена на наведени начин;

$\pi = 3,14$;

За појаву бујичне поплаве најопаснији су они сливови код којих је вредност коефицијента облика слива $A=1,0$. Обрнуто, уколико је та вредност мања од јединице, утолико је слив издуженијег облика, па самим тим су слабији услови за наглу концентрацију поплавних бујичних вода. Облик слива веома утиче на појаву бујичних вода и најопаснији су сливови чији се облик приближава облику природних лепеза (морфолошки изглед слива Ликодре).

S_1 – представља коефицијент водопропустљивости подручја и његове вредности иду од 0,4 за јако водопропустљиве терене до 1,0 за водонепропустљиве терене. Рачуна се по обрасцу:

$$S_1 = 0,4 \cdot f_p + 0,7 \cdot f_{pp} + f_{np}$$

где је:

f_p – део (у %) површине слива или подручја састављеног од јако водопропустљивих твораина и стена (пескови, шљунак);

f_{pp} – део (у %) површине слива или подручја који се састоји од стена средње водопропустљивости (кристаласти шкриљци, лапорци, пешчари, туфозне стене);

f_{np} – део (у %) површине слива или подручја који се састоји од стена слабе водопропустљивости (тешка глинена земљишта, аргилошисти, једри еруптиви).



Карта 12: Водопропустљивост терена Рађевине
(основа преузета са карте водопропустљивости терена реке Јадар, 1:100000,
Водопривредна организација Лозница, 1970)

Ако се ради о мањим подручјима и сливовима, кад је вредност водопропустљивости земљишта (K) за карактеристичне педолошке чланове одређена геомеханичким методама, онда се из тих вредности могу добити и упоредне вредности за коефицијент S_1 из следеће таблице која је често у употреби:

Табела 15: Упоредне вредности коефицијената K и S_1

Вредност коефицијента K	10^{-2}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-9}
Вредност коефицијента S_1	0,4	0,6	0,7	0,85	1,0

S_2 – представља коефицијент вегетационог покривача и његове вредности иду од 0,6 за потпуно пошумљене сливове и подручја до 1,0 за подручја без вегетационог покривача, голети и оранице. Та вредност се добија из израза:

$$S_2 = 0,6 \cdot f_s + 0,8 \cdot f_t + 1,0 \cdot f_g$$

где је:

f_s – део (у %) површине слива или подручја који је под шумама и шикарама доброг склопа;

f_t – део (у %) површине слива који се налази под травним покривачем, ливадама, пашњацима и воћњацима. У исту категорију се увршћују и површине под девастираним шумама и шикарама;

f_g – део (у %) површине слива или ерозионог подручја који је под голетима, ораницама и земљиштем без трајне вегетационе или друге заштите.

$$f_s + f_t + f_g = 100\%$$

Уколико су вредности коефицијената S_1 и S_2 ближе јединици, утолико је бујични слив потенцијално опаснији за надолазак поплавних вода.

W – представља аналитички израз ретенције у дотицању вода од јаких киша и пљускова у природном сливу, и његове вредности зависе од квадрата падавина које је дала бујична киша (изражених у m^2) и дужине слива изражене у km.

$$W = y \cdot h^2 / L \quad \text{тј.} \quad W = h \cdot (15,0 - 22,0 \cdot h - 0,3 \cdot \sqrt{L}) \quad (\text{у } m^2/km)$$

где је:

h – средња максимална количина талога у периоду 1966-1985. године, коју је аутор студије добио из карте апсолутних дневних максимума и она за подручје слива реке Ликодре износи $h = 54,897 \text{ mm}$ или $h = 0,0549 \text{ m}$ тако да се горња формула трансформише у израз:

$$W = 0,0549 \cdot (15,0 - 22 \cdot 0,0549 - 0,3 \cdot \sqrt{L}) \quad \text{односно}$$

$$W = 0,054 \cdot (13,792 - 0,3 \cdot \sqrt{L})$$

где се L узима као већ израчуната вредност дужице бујичног тока.

Ауторова истраживања на територији Рађевине и упоређивања са мерним резултатима о протицају бујичних вода у различитим сливовима Србије, показала су да овај образац омогућава да се добију врло тачни резултати о протоку свих бујичних токова, као и процеса разаравања стена и ерозије тла. Вредност горњег обрасца има своју прагматичност што се њиме омогућава прогноза стања и понашања бујичних токова, ако су познате количине киша које падају на један слив, односно ерозионо подручје. То је димензионална вредност где је у формули $W = y \cdot h^2 / L$, y – корелациони коефицијент ретенције, h – висина бујичне кише, L – дужина бујичног тока. Проток 100-годишње бујичне воде добија се по овом обрасцу када се узме висина просечног дневног максимума талога од киша за вишегодишњи период. То је збир максималних дневних талога од киша (искључују се талози од снега), подељен са бројем година осматраног периода и изражен у метрима.

Q_{\max} – максимална количина воде (по С. Гавриловићу) се добија из обрасца:

$Q_{\max} = A \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot W \cdot \sqrt{2gDF}$ и изражава се у m^3/sec . Величине из горње формуле су:

A – коефицијент облика слива;

S_1 – коефицијент водопропустљивости слива;

S_2 – коефицијент вегетационог покривача;

W – аналитички израз ретенције дотицања воде;

$\sqrt{2gDF}$ – енергетски потенцијал сливања воде где је:

g – убрзање земљине теже;

D – средња висинска разлика бујичног слива или ерозионог подручја;

F – површина бујичног слива или ерозионог подручја;

Уколико је вредност енергетског потенцијала сливања воде већа, утолико више постоји услова за појаву високих поплавних вода у бујичном сливу или ерозионом подручју.

G – продукција наноса са једног km^2 слива (изражена у m^3/km^2) се израчунава по формули $G = T_0 \cdot H_{\text{год}} \cdot \pi \cdot Z^{3/2}$ где је:

T_0 – температурни коефицијент који се добија по обрасцу:

$$T_0 = \sqrt{(t^0 / 10) + 0,1}$$

у коме величина t° представља средњу годишњу температуру ваздуха слива или ерозионог подручја изражену у $^{\circ}\text{C}$, а добијену из карата средњих годишњих изотерми за третирано подручје и износи 1,044;

$$\pi - 3,14;$$

$N_{\text{год}}$ – средња годишња количина падавина у mm која по сведеним подацима у посматраном периоду за слив реке Јадар, а тиме и за слив њене највеће леве притоке Ликодре, износи 926 mm.

Z^{VI} – вредност коефицијента јачине ерозионих процеса који се по методологији С. Гавриловића сврставају у пет категорија сходно разорности (I – V). У зависности од ерозионих процеса који се одигравају у речном кориту или/и сливу, те доминирајућем ерозионом типу (дубинска – флувијална, површинска – ерозија тла или мешовита ерозија) дата је табела вредности и категорија коефицијента Z.

Табела 16: Вредности и категорије коефицијента "Z" (по С. Гавриловићу)

Категорија разорности	Јачина процеса ерозије у кориту или сливу	Тип владајуће ерозије	Коефицијент ерозије (Z)
I	ексцесивна (претерана) ерозија	дубинска	1,31 до 1,50
		мешовита	1,21 до 1,30
		површинска	1,01 до 1,20
II	јака ерозија	дубинска	0,91 до 1,00
		мешовита	0,81 до 0,90
		површинска	0,71 до 0,80
III	осредња ерозија	дубинска	0,61 до 0,70
		мешовита	0,51 до 0,60
		површинска	0,41 до 0,50
IV	слаба ерозија	дубинска	0,31 до 0,40
		мешовита	0,25 до 0,30
		површинска	0,20 до 0,24
V	врло слаба ерозија	трагови свих врста ерозија	0,10 до 0,19

Горњу табелу најсликовитије објашњавамо кроз стање ерозионих процеса уочених теренским проматрањем. Вредност Z од 1,5 до 1,01 се везује за површине

еродирани јаругама, вододеринама и браздама усеченим у елувијално – делувијалне наслаге или јако распаднуте неотпорне стене. При тој вредности коефицијента у речним коритима долази до акумулације наноса. Такве површине није могуће користити без претходних антиерозивних радова и мера. Када је коефицијент ерозије (Z) у опсегу од 1,00 до 0,71 јавља се јака површинска и скривена линијска ерозија на ораничним површинама са падом већим од 10° . На пашњацима и деградираним шумама јављају се појединачне вододерине и бразде док у речним коритима и даље преовлађује акумулација наноса. Износ коефицијента ерозије у интервалу од 0,70 до 0,41 заступљен је на површинама под ораницама чији је нагиб $5-10^\circ$, затим на деградираним пашњацима и шумама са оштећеним вегетационим покривачем, као и на голетима формираним на непропустљивим стенама. Слаба ерозија ($Z=0,40-0,20$) се јавља на лошијим ливадама са падовима $10-30^\circ$, шумама доброг склопа и ливадама у доњим деловима падина, ораницама са падовима $3-5^\circ$, док у речним коритима преовлађује дубинска ерозија. Латентна ерозија или врло слаба ерозија се јавља у шумама доброг склопа (нагиби до 10°), на ливадама и пашњацима (падови до 10°), на карбонатним стенама (голи крас или са очуваном природном вегетацијом) док се у речним коритима брдско – планинског подручја (какав случај постоји у Рађевини) јавља као доминантна дубинска ерозија.

Пошто је коефицијент ерозије добио своју нумеричку вредност, износ продукције наноса $G=T_0 \cdot H_{\text{год}} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3}$ даље рачунамо као $G=1,044 \cdot 926 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{Z^3}$, односно $G=3035,57 \cdot \sqrt{Z^3}$.

Коефицијент јачине ерозије (Z) је веома прецизно срачунат на основу брижљивог осматрања стручњака Водопривредне организације "Лозница" и С. Гавриловића те је дат за сваки бујични ток, слив или падину.

Сваки слив се, на основу обрасца $N_K = F \cdot A \cdot K \cdot (L_{hm} + 1,0) / (L_{gr} + 1,0)$, може сврстати у одговарајућу хидрографску класу. Према вредности N_K добијају се следеће класе бујичних токова А, В, С, D, Е, F.

У класу А – бујичне реке, спадају сви бујични сливови чија вредност N_K прелази 20 km^2 . То су брдски сливови са релативно широким коритом и дугим водотоком, са развијеним системом бујичних притока, речица, потока и суводолина.

Класу В – бујичне речице, имају сви бујични сливови чија се вредност израза N_K креће од 10 до 20 km^2 . То су брдски сливови са врло променљивим ширинама корита, са знатним бројем притока, потока и суводолина.

У класу С – бујични потоци, спадају сви бујични сливови чија се вредност израза N_k креће од 1 до 10 km². То су брдски сливови са релативно уским и неуједначеним попречним профилима главног корита и незнатном мрежом притока, углавном суводолина и јаруга, са сталном и периодичном појавом вода.

Класа D – суводолине и мањи бујични потоци. У њих спадају бујични, брдски сливови са релативно кратким главним водотоцима и малим бројем притока, јаруга и вододерина. Износ N_k је у интервалу од 0,1 до 1,0 km².

Класу E – урвинске сливове, имају брдски сливови који поседују врло велике падове корита и јако изражене урвинске процесе, обурвавање и клизање терена у већим размерама. Износ N_k се креће од 0,05 до 0,10 km².

Коначно, класу F – јаруге и вододерине, додељујемо брдским сливовима са вредношћу N_k испод 0,05 km². То су токови великог пада и релативно мале сливне површине, обично без протока и без сталне воде, али са мање израженим урвинским процесима него што је случај са сливовима класе E.

Параметри који су потребни за израчунавање износа N_k су:

F – површина слива у km;

A – коефицијент слива у km;

K – климатско – топографски коефицијент чија се вредност рачуна по формули

$$K = T_o \cdot \sqrt{I_{sr}} \quad \text{где је:}$$

T_o – температурни коефицијент;

I_{sr} – средњи пад слива добијен по формули $I_{sr} = (\Sigma L \cdot h) / F$ у којој ΣL представља дужину свих главних (стотих) изохипси (изражену у km). Сума дужина се добија мерењем сваке стоте изохипсе са карте размере 1:50000 за сваки бујични слив, односно подручје. Величина h је вредност обрађене изохипсе дата у km. Пошто су мерене све стоте, односно изохипсе за сваких 100 метара надморске висине, то вредност h претворена у km износи 0,1;

$(L_{hm} + 1) / (L_{gt} + 1)$ је количник у коме је:

L_{hm} – дужина притока I и II реда изражена у km;

L_{gt} – дужина главног бујичног тока, дата у km;

6.2.1. ФЛУВИЈАЛНИ ЕРОЗИВНИ ОБЛИЦИ

Деловањем речне ерозије преиначава се постојећи (иницијални) рељеф и стварају посебни облици који припадају категорији флувијалног рељефа. Флувијална ерозија на Земљиној површини генерално се управља према евстатичком нивоу Светског мора. То је доња ерозивна база. Према њој је усмерена целокупна ерозија на копну. Крајњи циљ ерозивног рада је потпуна апланација Земљине површине и стварања једне идеалне равнице у нивоу мора. Флувијалне ерозија свих речних токова који се уливају у море везана је за морски ниво као апсолутну доњу ерозивну базу. Некадашња доња ерозивна база реке Ликодре је био ниво Јадарског залива који се као секундарни одвајао од Дринског залива Панонског мора. По његовом повлачењу формира се млађи речни ток Јадра, који преузима улогу доње ерозивне базе реке Ликодре. Промена доњих ерозивних база је битно утицала на геоморфолошку еволуцију басена Ликодре и на њен савремени изглед.

У класификацији облика флувијалне ерозије издвајамо следеће целине: речно корито, речна долина, речне терасе, речни под, речна површ, пинеплан и басен слива. Већина ових облика је заступљена у оквиру Рађевине, тј. басену слива Ликодре.

Већи површински речни токови, који у Рађевини учествују у изграђивању флувијалног рељефа својим бујичарским карактером, су дати у следећој табели:

Табела 17: Бујични токови Рађевине

Речни ток	F (km ²) Површина Бујичарског слива	L (km) Дужина бујичног тока	D= Ngr – Nu Средња висинска разлика слива
Радановац поток	0,47	1,00	205 – 168 37
Поток Гушевац	0,30	0,75	230 – 170 60
Поток Врело	0,57	1,75	269 – 177 92
Поток Буљевац	1,84	3,20	317 – 178 139
Жути поток	0,12	0,70	242 – 179 63
Красавица	8,50	5,25	341 – 181 160
Мујића поток	0,57	1,30	253 – 184 69
Мађушац поток	3,60	4,60	324 – 185 169
Мали поток	0,11	1,00	248 – 191 57
Живановића поток	1,05	1,75	295 – 194 101
Отавице поток	0,23	0,90	294 – 198 96
Деспића поток (Гумина)	0,32	1,10	297 – 205 92
Оровац	0,87	2,00	339 – 210 129
Церовица	15,18	7,50	391 – 215 186
Точине	0,12	0,50	342 – 217 135
Милиновача поток	0,26	0,70	348 – 218 130
Сигуља	0,52	1,50	389 – 225 164
Стојковића поток	0,29	0,90	386 – 230 156
Плавањски поток	2,30	3,50	400 – 235 165
Гавриловића поток	1,70	2,00	399 – 252 147
Добри поток	0,50	1,25	356 – 268 98
Чађавица са Бришницом	34,34	9,25	530 – 278 321
Белоцркванска река	73,86	18,50	428 – 160 268
Кржава	12,18	8,00	599 – 278 292
Богоштица	32,54	13,50	560 – 278 292
Вујин поток	0,30	0,90	344 – 258 86
Андучки поток	0,50	1,40	339 – 252 87
Дубоки поток	2,86	3,00	377 – 239 138

Геоморфолошке прилике Рађевског краја

Јованов поток	0,60	1,50	308 – 237 71
Гајевски поток	0,30	0,80	292 – 208 84
Скакавац	0,76	2,00	318 – 230 88
Рајаковац	2,95	4,00	473 – 300 173
Вучак поток	7,61	4,20	488 – 295 193
Петричка река	7,48	3,00	481 – 295 186
Лазина поток	5,88	5,00	397 – 250 147
Врбичка река	12,08	8,00	381 – 250 131
Церов поток	3,24	4,25	313 – 210 103
Недин поток	1,10	1,50	237 – 178 49
Коларуша	29,92	12,50	355 – 196 139
Басташница Баставска река	31,34	12,30	328 – 196 132
Рађев поток	4,17	4,80	250 – 175 75
Ликодра	212,50	27,00	171

Токови дати у табеларном прегледу са још неколико мањих, безимених потока, чине хидрографску мрежу Рађевине. Она се може поделити по потесима који припадају басену слива Ликодре. У табели 18 дате су планиметрисане површине реке Ликодре на карти 1:50000.

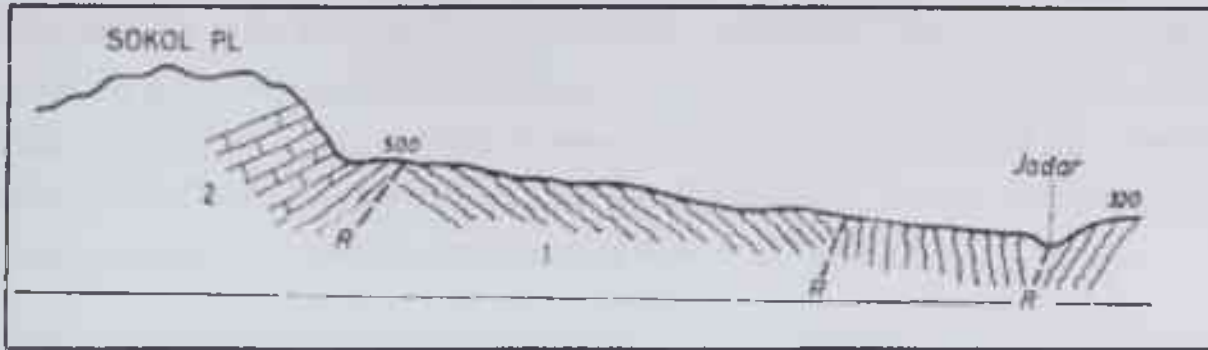
Табела 18: Планиметрисане површине реке Ликодре

Назив површине у односу на Јадар, тј. Ликодру	Слив Јадра (km ²)	Слив притоке Јадра (km ²)	Слив притоке притоке (km ²)	Мерна површина (km ²)	Називи сливова и међусливова мерених на карти
Јадар	878,30				Десна притока Дрине
Ликодра до Белоцркванске реке		211,02		1,48	Међуслив – Улив Ликодре – Белоцркванска река
Ликодра без Белоцркванске реке		137,16		73,86	Белоцркванска река
Ликодра до Красавице		130,54		6,62	Међуслив – Белоцркванска река – Красавица
Ликодра без Красавице		122,04		8,50	Красавица
Ликодра до Церовице		111,06		10,98	Међуслив – Красавица – Церовица
Ликодра без Церовице		95,88		15,18	Церовица
Ликодра до састава Чађавице, Кржаве и Богоштице		79,16		16,72	Међуслив Церовица – састав Чађавица, Кржава и Богоштица
Ликодра без Чађавице		44,72		34,34	Чађавица са Брштицом
Чађавица до Брштице			33,60	0,74	Међуслив састав Чађавица – Брштица
Чађавица без Брштице			24,00	9,60	Брштица
Ликодра до Кржаве		44,72		12,18	Кржава
Ликодра до Богоштице		32,54		32,54	Богоштица
Белоцркванска река до Коларуше и Баставске реке			61,26	12,00	Међуслив улив Белоцркванске реке – састав Коларуше и Баставске реке
Коларуша			29,92	29,92	Леви крак Белоцркванске реке – Коларуша
Коларуша до Лазнића потока			17,96	11,96	Међуслив Коларуша до Лазнића потока
Коларуша без Лазнића потока			12,08	5,88	Лазнића поток
Коларуша – Врбичка река			12,08	12,08	Врбичка река
Баставска река			31,34	31,34	Десни крак Белоцркванске реке – Баставска река
Баставска река до састава Петричке реке и Вучак потока			18,14	13,20	Међуслив састав Коларуше и Баставске реке – састав Петричке реке и Вучак потока
Вучак поток – Петричка река			18,14	9,56	Вучак поток
Петричка река			8,58	8,58	

На основу релевантних података датих у претходним табелама извршиће се анализа речних долина значајнијих рађевских водотокова.

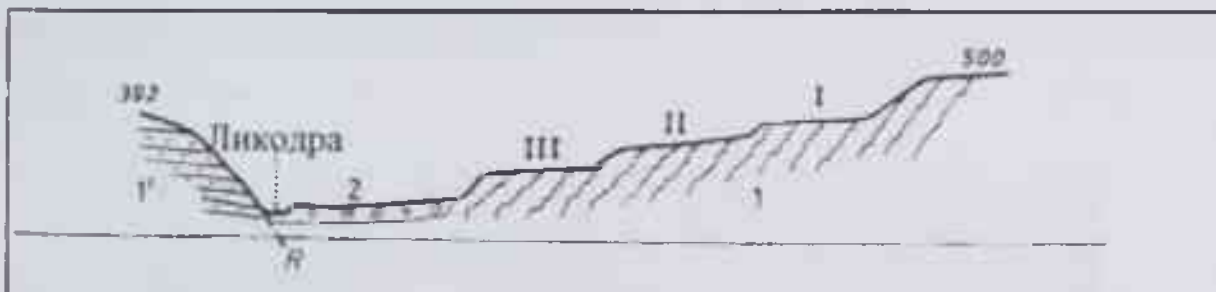
Долина главног рађевског тока – *Ликодре* морфолошки је предиспонирана тектонским, односно неотектонским процесима. Изворишни краци Ликодре састају се у Крупњу, одакле настаје проширени део долине ове реке (на дужини од 3,5 km) све до њеног лактастог скретања и преласка у сутеску дужине 3 km. По изласку из ње, Ликодра до ушћа у Јадар, тече широком долином. Овакав ток даје Ликодриној долини композитни карактер, тј. смену проширених, котлинастих са уским, клисурастим деловима.

У проширени део долине силазе притоке које су са леве стране кратке и конформне, док су десне притоке двојаког карактера: краће (типа развијенијих јаруга) су конформне, а дуже инверсне. То нарочито важи за Богоштицу, највећи изворишни крак Ликодре, а затим Плећи поток чија је долина усечена на самом лактастом скретању Ликодре. Када се посматра положај и међусобни однос ових долина, уочава се да су оне усечене на паралелним линијама правца југоисток – северозапад. Међутим, на истим тим линијама, на супротној страни Ликодре, су такође усечене долине и то у продужетку Богоштице – Брштица (која дотиче од Столица), као и долина Доброг потока. Како су долине ових водотока усечене на истим линијама, при чему су леве притоке конформне а десне инверсне, то произилази да је ово формирање обављено по утврђеној законитости (за долине притока истог правца, а супротног смера), тј. на раседима који су попречни на долину Ликодре. Ти раседи су паралелни са раседом који одваја планински обод од дна котлине и њихово постојање се реконструише искључиво на основу положаја и оријентације долина притока према Ликодри, а делимично и према структури палеозојских шкриљаца и мезозојских кречњака. Ово последње важи за долину Плећи потока, формирану у самом лакту Ликодре, где постоји промена у паду слојева шкриљаца. До тог места, у целој изворишној челенци Ликодре, шкриљци падају ка југоистоку, а низводно ка североистоку.



Прилог 8: Различит пад слојева шкриљца у басену слива Ликодре
(преузето из М. Зеремски, 1983)
1 – кристалести шкриљци; 2 – кречњаџи; R - расед

По свему судећи, ова раседна линија се продужава даље ка северозападу и за њу су, вероватно, везани раседи који постоје на кречњачком одсеку изнад Ковачевића пећине у селу Церова. Али долина Ликодре, осим лактастог скретања и инверсно положених долина притока, које ка њој гравитирају, има још једну морфолошку аномалију. Она је асиметрична, јер на њеној десној страни су три стеновите терасе (од 75, 40 и 25 m релативне висине) којих нема на левој.



Прилог 9: Долина Ликодре код Крупња са асиметријом попречног профила
I, II, III – стеновите терасе; 1 – палеозојски шкриљци и пешчари; 1' – плеистоцени шљунак; R – расед (преузето из М. Зеремски, 1983)

Уз леву долињску страну се приблио водоток Ликодре и од ње се удаљава само на месту где је једна бочна притока формирала плавину (Церовица). Упоредјујући висине ових тераса са еквивалетним стеновитим подовима, низводно од лактастог скретања (у Марића клисури), запажа се да су апсолутне висине тих подова више од тераса, а требало би да је обрнуто јер су низводније. Те морфолошке аномалије указују да су флувијални елементи рељефа у Рађевини у непосредној зависности од активности неотектонских процеса без обзира што је тај рељеф формиран у старијим геолошким формацијама од неогена (М. Зеремски, 1983).

Већина токова у басену слива Ликодре има две основне хидролошке карактеристике које пресудно утичу на процес флувијалне ерозије и формирање ерозивних и акумулативних флувијалних облика. То су: бујични карактер и честа појава наглих и релативно кратких бујичних поплава које су специфичне по великој концентрацији чврстог материјала који се транспортује заједно са водом. Те карактеристике знатно доприносе еволуцији речних корита и долина.



Слика 21: Поплавни таласи неких токова у Рађевини (Фото: Р. Радивојевић)



Слика 22: Бујични токови (Фото: Р. Радивојевић)

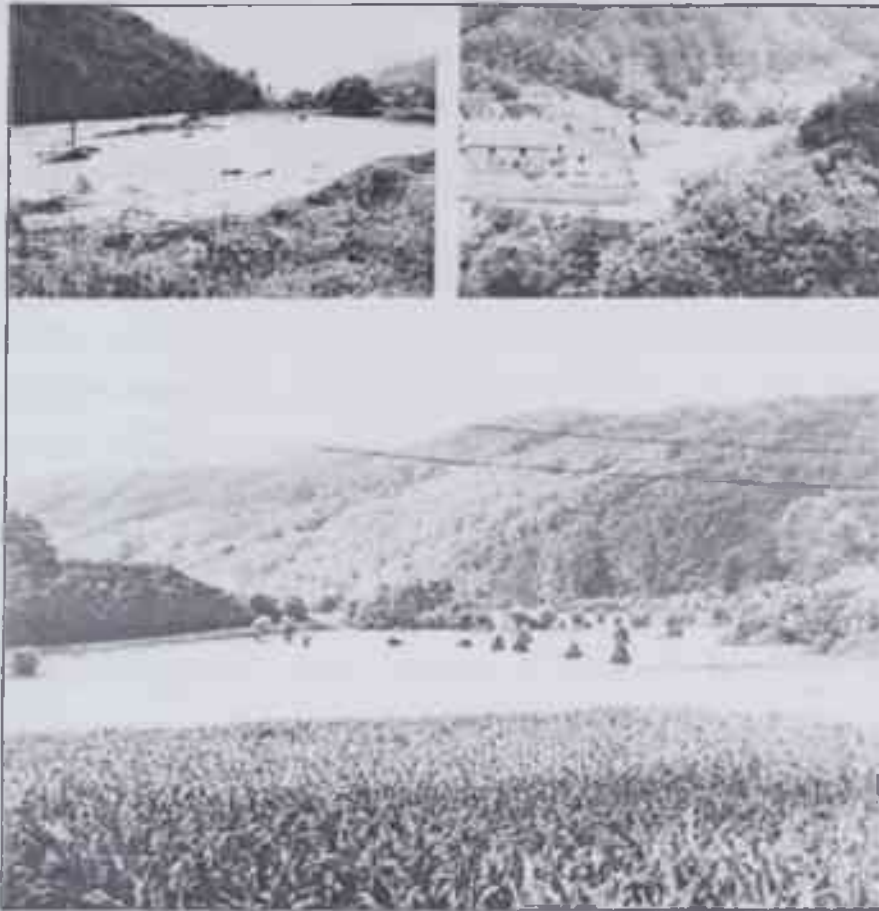


Слика 23: Одношење обале (Фото: Р. Радивојевић)



Слика 24: Флувијална ерозија речног корита и долине (Фото: Р. Радивојевић)

После састава Богоштице и Чађавице у Крупњу, које су делимично регулисане и штите овај градић од великих вода, њихова резултанта - река Ликодра протиче кроз Крупањско поље. На овом потесу корито јој је делимично регулисано, десним одбрамбеним насипом. По проласку кроз клисурасти део највећи рађевски ток протиче кроз алувијалну равницу до свог ушћа у Јадар. Честе поплаве (последња 2002. године), услед бујичних надоласака њених притока, доводиле су да је у више наврата долазило до њеног изливања, при чему јој је оштећен деснообалски део насипа у Крупњу. Услед тога река се низводно изливала уништавајући летину и остављајући огромне количине наноса, те мењајући трасу речног корита.



Слика 25: Поплаве 2002. године-изливање реке Ликодре
(Фото: Р. Радивојевић)

Највећи део слива Ликодре искоришћава се као оранично земљиште. Укупна површина под ораницама износи $89,4 \text{ km}^2$ или 42%, а највећи њихов део се налази у доњем и средњем делу слива. Оранице у изворишном делу су заступљене на већим нагибима те је са њих омогућено лакше спирање и одношење невезаног земљишта што укупно поспешује интензитет ерозионих процеса. Шуме захватају трећину слива, односно $71,8 \text{ km}^2$ или 33,88 %. Од шумских врста прегежно је заступљена буква (на хладнијим планинским странама), док су топлије падине станишта храстове шуме. Са економског становишта шуме су слабијег квалитета, али ако их посматрамо у контексту заштите земљишта од ерозије, закључујемо да су доброг склопа и да делују заштитно на земљиште. Оранице и шуме захватају $\frac{3}{4}$ укупне сливне површине, док је расподела осталих култура следећа: ливаде и пашњаци – $31,85 \text{ km}^2$ (15 %); воћњаци – $17,5 \text{ km}^2$ (8,25 %) и виногради $0,41 \text{ km}^2$ (0,19 %). Остатак површине слива отпада на голети – $1,37 \text{ km}^2$ (0,65 %).

Према карти ерозије Републике Србије, као и делимичном допуном на терену, у сливу реке Ликодре заступљени су ерозиони процеси од II до IV категорије, тј. од јаке

до врло слабе. У равничарском делу тока реке Ликодре издвојен је као посебна категорија – алувијум, код кога је доношење наноса (акумулација) веће од одношења (ерозије). Сагледавањем гранулометријског састава наноса у кориту реке Ликодре и њених притока, констатује се да је у целокупном сливу претежно заступљен површински тип ерозије.

Чађавица – леви саставни крак Ликодре, носи ово име само у доњем делу тока, док се у средњем назива Саставница. Постаје од два потока: Урловачког, који тече приближно правцем север – југ, и безименог потока који дотиче са запада. Изворишни и средњи део тока Чађавице формиран су на источним падинама Борање. То су веома стрме падине са дубоко усеченим коритима поменутих потока и њихових притока јер су падови уздужног профила веома велики те доминира вертикална компонента флувијалне ерозије. Висинска разлика у осматраном делу слива износи 380 m.

Површина коју захватају сливна подручја оба потока обрасла је буковом шумом. На том простору нема трагова људске активности, те ерозионих процеса насталих антропогеним деловањем и нема. Геолошки састав терена на коме су формиран сливови поменутих потока указује на могући тип усечене долине. Тако, у сливу потока Урловац – у изворишном делу преовлађују кварц – лискунски пешчари, док идући низводно наилазимо на црне, танко слојевите кречњаке палеозоика и граните који се наизменично смењују све до састава са безименим потоком, у коме доминира гранитни геолошки састав. Од састава ова два потока река Чађавица усеца своје корито и дубоку долину у палеозојске шкриљце.

Око 600 m узводно од места састава Чађавице и Богоштице, у прву реку се улива њена највећа лева притока **Брштица**.



Слика 26: Долина Брштице (Фото: Б. Ристановић)

Терен преко којег тече ова река је изграђен од кварц – лискунских пешчара и плочастих, црних кречњака. То је допринело формирању дубоке долине. Брштица настаје испод Крње јеле на коти 705 у од четири мања извора и већег броја пиштаљина. Појаве ових вода су тектонски везане за један расед на овом потесу. Занимљивост ове реке јесте да се она не улива у Чађавицу већ се са њом састаје на северозападној периферији Крупња те услед тога на месту састава нема веће плавине коју је требало очекивати од реке која на читавом свом току усеца дубоку долину, углавном клисурастог типа.

Река *Кржава* се у горњем току зове Ђумурана. Слив ове реке се налази на северним и источним падинама планине Јагодње. Корито реке и бројних притока, у изворишном делу, је дубоко усечено, са стрмим странама обраслим шумом. Река је корито у горњем току формирала дуж раседа правца северсевероисток - југјугозапад. Висинска разлика у овом делу слива је 420 m док је терен изграђен од палеозојских шкриљаца и пешчара. У доњем делу тока, низводно од Дивљаковића и ушћа Ђурђевог потока и Дрењике, Кржава има мали пад речног корита где преовлађује хоризонтална компонента флувијалне ерозије која изграђује широку алувијалну раван.



Слика 27: Долина Кржаве – горњи део тока
(Фото: Б. Ристановић)

Богоштица је најдужи изворишни крак Ликодре (13,5 km), а настаје од две саставнице: Криве реке и потока Сиговац. Ток Криве реке настаје од неколико извора на источним падинама Соколске планине те је тешко тачно одредити почетак овог водотока. Ако би посматрали најкраћи изворишни крак, извор Криве реке би био западније од Петрине главе (820 m надморске висине). Али ако гледамо најдужи изворишни крак, тада се за почетак овог тока узима извор који полази са Рожња

(970 m a.v.). По спајању свих изворишних кракова који су на својим правцима усекли флувиокрашке долине, формира се ток Криве реке која тече уском кањонском долином, усеченом у тријаским кречњацима, на потесу између Ајдароваче и засеока Склоп. Долина јој обилује многобројним лактастим скретањима и лучним повијањима. На странама долина усечено је неколико речних тераса. Поток Сиговац, други изворишни крак Богоштице, усекао је дубоку и изразиту долину између узвишења Орлић и Кулина које карактеришу веома стрме падине. На долинским странама Сиговца нема речних тераса. Горња два водотока се састају код засеока Николићи где формирају Богоштицу. У горњем току корито Богоштице се одликује великим падом и знатним износом вертикалне ерозије. Након 5,5 km, у средњем делу слива, ток реке ствара алувијалну раван широку око 100 m. У њој је усечено речно корито дубине до 2 m. Овај део слива обилује интензивним денудационим процесима. На овом потесу Богоштица прима већи број притока са леве стране међу којим се величином и дужином истичу Радовановића поток и Голубовац. Све леве притоке Богоштице имају велике падове уздужног профила те по изласку у долинску раван своје главне реке доносе велику количину бујичног материјала од којег се формирају знатне плавине. Доњи ток Богоштице који тече кроз Крупањ је регулисан. Генерално, у сливу Богоштице је веома развијена линеарна ерозија која се огледа у сталном продубљивању речног корита. Површинска ерозија је најзаступљенија у средњем делу слива.

Поменути аналитички метод обраде флувијалног процеса, који се одиграва у сливу Ликодре, односи се на квантитативно одређивање неких параметара на основу којих појединачне речне токове сврставамо у одређен тип ерозије. Овај метод је често у употреби приликом израде карата ерозије јер је базиран на димензионираним параметрима. Приликом израде овакве карте примарни задатак је проучавање врсте и домета ерозионих процеса и бујичних токова одређеног простора, а затим одређивање режима бујичних вода, годишњих запремина наноса те сагледавање мера и антиерозионог уређења подручја.

По објашњењу методолошког поступка приступа се изради табела са величинама потребних параметара измерених на терену или употребом одговарајућих опште – тематских карата (топографске, геолошке, хидролошке, климатолошке) и годишњака (климатолошког). Ове табеле су и логичан редослед дескриптивних описа из претходног одељка о процесима и облицима разоравања и распадања стена и ерозије гла.

Табела 19: Квантитативни показатељи бујичних токова у сливу Ликодре

Назив бујичног слива	F(km ²)	L(km)	Q(km)	D(m)	A	S ₁	S ₂	W	Q _{max}	G	Z	ΣL	I _{sr}	T ₀	$\frac{L-1}{L_0+1}$	K	H _k	I-V	A-F
падине и међусливови од улива до потока Оровац	3,75																		
поток Радановац	0,47	1,00	3,00	205-168 37	0,58	0,70	0,88	0,729	4,81	1238,18	0,55	1,00	0,21	1,044	0,50	0,478	0,06	III	E
поток Ђушевац	0,30	0,75	2,00	230-170 60	0,52	0,70	0,90	0,731	4,50	1238,18	0,55	0,40	0,13	1,044	0,66	0,376	0,04	III	F
поток Врело	0,57	1,75	3,50	269-177 92	0,39	0,61	0,79	0,723	4,35	1238,18	0,55	1,25	0,22	1,044	0,66	0,490	0,07	III	E
поток Буљевац	1,84	3,20	6,75	317-178 139	0,41	0,74	0,88	0,716	13,54	826,26	0,42	5,50	0,30	1,044	0,25	0,572	0,11	III	D
поток Жути	0,12	0,70	1,70	242-179 63	0,47	0,61	0,72	0,731	1,83	1446,22	0,61	0,30	0,25	1,044	0,71	0,522	0,02	III	F
Красавица	8,50	5,25	12,25	341-181 160	0,46	0,40	0,85	0,708	18,09	1590,78	0,65	21,00	0,25	1,044	0,83	0,522	1,69	III	C
Мујића поток	0,57	1,30	3,75	253-184 69	0,56	0,55	0,85	0,726	5,28	1517,93	0,63	1,25	0,22	1,044	0,50	0,490	0,08	III	E
поток Мађупац	3,60	4,60	11,50	324-185 169	0,49	0,55	0,86	0,710	17,98	1105,59	0,51	11,0	0,31	1,044	0,55	0,581	0,56	III	D
Мали поток	0,11	1,00	2,50	248-191 57	0,49	0,55	0,86	0,729	1,87	1238,18	0,55	0,50	0,45	1,044	0,50	0,700	0,02	III	F
Живановића поток	1,05	1,75	4,75	295-194 101	0,53	0,55	0,75	0,723	7,21	1238,18	0,55	3,20	0,30	1,044	0,36	0,572	0,11	III	D
поток Отавице	0,23	0,90	2,50	294-198 96	0,54	0,55	0,86	0,729	3,88	1238,18	0,55	1,00	0,43	1,044	0,36	0,688	0,03	III	F
Деспића или Гумина	0,32	1,10	3,00	297-205 92	0,53	0,40	0,84	0,728	3,12	4242,34	1,25	1,25	0,39	1,044	0,36	0,652	0,04	I	F
Оровац	0,87	2,00	4,00	339-210 129	0,39	0,74	0,82	0,722	8,02	2378,86	0,85	3,00	0,34	1,044	0,52	0,609	0,11	III	D
падине и међусливови од потока Оровац до Чађавице	0,33																		
Церовица	15,18	7,50	19,00	391-215 186	0,49	0,60	0,83	0,700	40,20	855,94	0,43	44,0	0,29	1,044	1,94	0,562	8,11	III	C
Точине	0,12	0,50	1,50	342-217 135	0,58	0,46	0,87	0,733	3,03	2378,86	0,85	0,50	0,42	1,044	0,98	0,677	0,05	II	E
Миљинача поток	0,26	0,70	2,50	348-218 130	0,70	0,47	0,73	0,731	4,52	1238,18	0,55	1,00	0,38	1,044	0,62	0,644	0,07	III	E
Сигуља	0,52	1,50	2,75	389-225 164	0,36	0,46	0,91	0,725	4,47	2378,86	0,85	2,00	0,38	1,044	0,52	0,644	0,06	II	E
Стојковића поток	0,29	0,90	2,75	386-230 156	0,60	0,60	0,74	0,729	5,79	1238,18	0,55	1,25	0,43	1,044	0,57	0,688	0,07	III	E
Плавањски поток	2,30	3,50	8,00	400-235 165	0,44	0,72	0,88	0,714	17,18	2900,00	0,97	7,00	0,30	1,044	0,55	0,572	0,32	II	D
Гавриловића поток	1,70	2,00	4,75	399-252 147	0,46	0,77	0,91	0,722	16,30	683,19	0,37	4,00	0,24	1,044	0,82	0,511	0,33	IV	E

Табела 19: Квантитативни показатељи бујичних токова у сливу Ликодре (наставак табеле са претходне стране)

Назив бујичног слива	F(km ²)	L(km)	O(km)	D(m)	A	S ₁	S ₂	W	Q _{max}	G	Z	ΣL	I _{SR}	T _O	$\frac{L_{bu}+1}{L_{gr}+1}$	K	H _K	I-V	A-F
Добри поток	0,50	1,25	3,00	356-268 98	0,47	0,81	0,89	0,727	7,64	2295,39	0,83	2,00	0,40	1,044	0,51	0,660	0,08	II	A
Чађавица са Брштицом	34,34	9,25	24,50	530-278 252	0,52	0,83	0,76	0,696	94,07	1340,86	0,58	98,50	0,29	1,044	4,95	0,562	49,68	III	C
Кржава	12,18	8,00	19,00	599-278 321	0,39	0,57	0,69	0,699	29,70	826,26	0,42	40,50	0,33	1,044	2,03	0,600	5,79	III	A
Богоштица	32,54	13,50	35,50	560-278 292	0,51	0,51	0,81	0,685	62,31	2091,13	0,78	114,00	0,35	1,044	3,03	0,618	31,08	II	A
Међусливови од Богоштице до Јовановог потока	4,37																		
Вујин поток	0,30	0,90	2,50	344-258 86	0,54	0,82	0,85	0,729	6,17	2591,81	0,90	1,80	0,60	1,044	1,05	0,809	0,14	II	D
Анђучки поток	0,50	1,40	3,40	339-252 87	0,47	0,79	0,85	0,726	6,72	2378,86	0,85	2,25	0,45	1,044	0,62	0,700	0,10	II	D
Дубоки поток	2,86	3,00	7,50	377-239 138	0,49	0,76	0,91	0,717	21,38	4242,34	1,25	8,50	0,30	1,044	1,47	0,572	1,18	I	C
Јованов поток	0,60	1,50	4,50	308-237 71	0,59	0,75	0,85	0,725	7,88	1340,85	0,58	3,00	0,50	1,044	1,14	0,738	0,30	III	D
Падина	1,77																		
Гајевски поток	0,30	0,80	2,20	292-208 84	0,54	0,45	0,79	0,730	3,12	885,97	0,44	0,50	0,17	1,044	0,83	0,430	0,06	III	E
Падина	1,76																		
Белоцрквианска река	73,86	18,50	45,50	428-160 268	0,48	0,64	0,75	0,675	96,92	1138,27	0,52	136,80	0,19	1,044	3,50	0,455	56,46	III	A
Падина	1,40																		

Из табеле 19 види се да посредан слив Ликодре има 30 бујичних токова. Њихова укупна површина износи 196,90 km² што представља велики проценат од укупне површине читаве регије. Ако погледамо збирно хидрографске класе и категорије јачине ерозије формирамо следећу табелу:

Табела 20: Хидрографске класе и категорије јачине ерозије бујичних токова у сливу Ликодре (у %)*

Потес-слив	Хидрографске класе						Σ	Категорије јачине ерозије				
	A	B	C	D	E	F		I	II	III	IV	V
Ликодра	3	0	4	9	9	5	30	2	8	19	1	0
(%)	10	0	13	30	30	17	100	6	27	64	3	0

* Вредности у горњој табели су заокружене ради лакше анализе

Евидентно је да у сливу Ликодре имамо највише мањих бујичних потока, суводолина и урвинских сливова (честа појава клизишта – одељак 6.1.1.). Потом, процентуално долазе бујични потоци, јаруге и вододерине. Притока типа бујичних речица слив Ликодре нема, док су њене три главне саставнице (јер се Чађавица узима заједно са Брштицом), сврстане у бујичне реке.

Табела 21: Квантитативни показатељи Ликодре

Назив бујичног слива	F(km ²)	L(km)	Q(km)	D(m)	Λ	S ₁	S ₂	W	Q _{max}
Ликодра	212,5	27,00	77,50	326- 155 171	0,56	0,67	0,82	0,661	171,71
G	Z	ΣL	I _{av}	T ₀	$\frac{L_{max}}{L_{av}+1}$	K	H _k	I-V	A-I
1234,18	0,55	80,32	0,03	1,044	5,38	0,181	115,76	III	A

Параметри за Ликодру обрађени методологијом С. Гавриловића (1970), највећи водоток Рађевине сврставају у бујичну реку.

Даље дајемо табелу, која нам показује квантитативне параметре у сливу Бастишице (десне саставнице Белоцркванске реке).

Табела 22: Квантитативни показатељи бујичних токова у сливу Басташице

Назив бујичног слива	F(km ²)	L(km)	O(km)	D(m)	A	S ₁	S ₂	W	Q _{max}	G	Z	ΣL	I _{SR}	T ₀	$\frac{L_{\text{km}}+1}{10^2}$	K	H _K	I-V	A-F
Падине	1,59																		
Безимени поток	1,01	1,25	4,50	284-225 59	0,70	0,94	0,80	0,739	13,30	683	0,37	3,0	0,30	1,044	0,95	0,572	0,38	IV	D
Међуслив	0,30																		
Поток Скакавац	0,76	2,00	5,25	318-230 88	0,51	0,45	0,80	0,734	4,88	1106	0,51	2,0	0,26	1,044	0,50	0,532	0,10	III	E
Падине	1,92																		
Рајаковац	2,95	4,00	8,75	473-300 173	0,43	0,94	0,88	0,724	25,77	1893	0,73	8,8	0,30	1,044	0,60	0,572	0,44	II	D
Вучак поток	7,61	4,20	12,50	488-295 193	0,58	0,75	0,80	0,723	42,71	1740	0,69	21,5	0,28	1,044	1,63	0,552	3,97	III	C
Петричка река	7,48	3,00	9,25	481-295 196	0,60	0,78	0,98	0,729	56,71	2011	0,76	19,5	0,26	1,044	1,32	0,533	3,16	II	C
Безимени поток	1,10	2,25	5,50	441-310 131	0,48	0,78	0,90	0,732	13,12	524	0,31	6,0	0,55	1,044	0,62	0,771	0,25	IV	D
Падине	2,01																		
Безимени поток	1,08	1,50	5,00	318-230 88	0,65	0,63	0,92	0,737	11,99	739	0,39	2,0	0,19	1,044	0,72	0,449	0,23	IV	D
Међуслив	0,50																		
Безимени поток	0,75	1,80	4,00	272-222 50	0,43	0,74	0,96	0,735	6,09	602	0,34	2,0	0,27	1,044	0,46	0,539	0,08	IV	E
Међуслив	0,12																		
Безимени поток	0,60	2,50	4,50	254-220 34	0,35	0,72	0,88	0,731	3,24	550	0,32	1,0	0,17	1,044	0,43	0,426	0,04	IV	F
Међуслив	0,30																		
Безимени поток	0,62	2,25	4,25	248-210 38	0,37	0,41	0,86	0,732	2,05	656	0,36	0,5	0,08	1,044	0,31	0,296	0,02	IV	F
Падине																			

У табели 23 даг је процентуални однос одређених класа бујичних токова и категорија јачине ерозије у њиховим сливним подручјима. У сливу Баставске реке, коју чини десет токова, највише има мањих бујичних токова и суводолина (40 %), док су остали токови равномерно сврстани у бујичне речице, бујичне потоке и урвинске токове (по 20 %).

Табела 23: Хидрографске класе и категорије јачина ерозије токова
у сливу Басташице (у %)

Речни слив	Хидрографске класе						Σ	Категорије јачине ерозије				
	A	B	C	D	E	F		I	II	III	IV	V
Басташица	-	-	2	1	2	2	10	-	2	2	6	-
(%)	0	0	20	40	20	20	100	0	20	20	60	0

Следећом табелом даће се квантитативни показатељи у сливном подручју Коларуше, друге саставнице Белоцркванске реке.

Табела 24: Квантитативни показатељи бујичних токова
у сливном подручју Коларуше

Назив бујичног слива	F(km ²)	L(km)	O(km)	D(m)	A	S ₁	S ₂	W	Q _{max}	G	Z	ΣL	I _{SR}	T _O	$\frac{L_{max}+1}{L_n+1}$	K	H _K	I-V	A-F
Падина	0,36																		
Безимени поток	0,51	1,20	3,25	266-210 56	0,53	0,60	0,85	0,739	4,73	575	0,33	1,3	0,25	1,044	0,75	0,522	0,11	IV	D
Међуслив	0,67																		
Безимени поток	0,50	1,50	3,50	302-218 84	0,46	0,45	0,85	0,737	3,72	575	0,33	1,3	0,26	1,044	0,45	0,532	0,06	IV	E
Међуслив	0,40																		
Поток Буљевац	3,95	3,75	9,25	355-237 118	0,48	0,61	0,85	0,725	17,26	2379	0,85	11,0	0,28	1,044	1,00	0,552	1,05	II	C
Међуслив	0,42												1,044						
Лазина поток	5,88	5,00	11,00	397-250 147	0,43	0,60	0,81	0,720	19,59	1376	0,59	13,5	0,23	1,044	1,18	0,501	1,49	III	C
Врбичка река	12,48	8,00	17,50	381-250 131	0,43	0,66	0,48	0,711	17,35	1665	0,67	30,0	0,24	1,044	0,88	0,511	2,41	III	C
Међуслив	1,08																		
Церов поток	3,24	4,25	9,20	313-210 103	0,42	0,60	0,85	0,723	12,53	1893	0,73	6,3	0,19	1,044	0,70	0,455	0,43	II	D
Падина	0,41																		

У сливу Коларуше, коју чини шест бујичних токова укупне површине 26,56 km², најчешће су заступљени бујични потоци (Буљевац, Лазића и Врбичка река – 50 %), и суводолине и мањи бујични потоци, чија се категоризација јачине ерозије креће од II до IV категорије.

Табела 25: Хидрографске класе и категорије јачина ерозије токова у сливу Коларуше (у %)*

Речни слив	Хидрографске класе						Σ	Категорије јачине ерозије				
	A	B	C	D	E	F		I	II	III	IV	V
Коларуша	-	-	3	2	1	-	6	-	2	2	2	-
(%)	0	0	50	33	17	0	100	0	33,3	33,3	33,3	-

* Вредности у горњој табели су заокружене ради лакше анализе

Да би добили потпуну слику ерозионих процеса сливног подручја најдуже Ликодрине притоке – Белоцркванске реке, даће се збирни преглед хидрографских класа и категорија јачине ерозије које се одигравају на том простору. Пре тога дајемо квантитативне податке за Белоцркванску реку од места улива Басташице (Баставске реке) и Коларуше, па низводно све до њеног ушћа са Ликодром.

Табела 26: Квантитативни показатељи бујичних токова у сливном подручју Белоцркванске реке од места судока њених изворишних кракова – Баставске реке и Коларуше, па до њеног ушћа у Ликодру

Назив бујичног слива	F(km ²)	L(km)	O(km)	D(m)	A	S ₁	S ₂	W	Q _{max}	G	Z	ΣL	I _{SR}	T ₀	$\frac{L_{\text{доп}}+1}{L_{\text{р}}+1}$	K	H _K	I-V	A-F
Падина	3,15																		
Недин поток	1,10	1,50	5,00	237-178 49	0,65	0,58	0,84	0,737	7,59	232	0,18	2,30	0,21	1,044	0,78	0,478	0,27	V	D
Међуслив	1,33																		
Коларуша	29,92	12,50	23,20	355-196 139	0,36	0,58	0,78	0,699	32,52	1591	0,65	63,40	0,21	1,044	3,15	0,478	16,22	III	B
Баставска река	31,34	12,30	33,00	328-196 132	0,52	0,70	0,87	0,699	63,06	1041	0,49	66,30	0,21	1,044	3,23	0,478	25,16	III	A
Међуслив	1,85																		
Рађев поток	4,17	4,80	11,25	250-175 75	0,46	0,69	0,84	0,721	15,06	402	0,26	4,80	0,12	1,044	0,34	0,362	0,24	IV	D
Падина	1,00																		

Табела 27: Хидрографске класе и категорије јачине ерозије токова на целом сливном подручју Белоцркванске реке (у %)

Речни слив	Хидрографске класе						Σ	Категорије јачине ерозије				
	A	B	C	D	E	F		I	II	III	IV	V
Басташица	-	-	2	4	2	2	10	-	2	2	6	-
Коларуша	-	-	3	2	1	-	6	-	2	2	2	-
Белоцркванска река од судока Басташице и Коларуше до ушћа у Ликодру	1	1	-	2	-	-	4	-	-	2	2	-
Укупно	1	1	5	8	3	2	20	-	4	6	10	-
(%)	5	5	25	40	15	10	100	0	20	30	50	0

У сливу Белоцркванске реке највећи проценат имају суводолине (које се хидролошки активирају након јаких, наглих бујичних киша) и мањи бујични потоци (укупно 40 %, тј. осам водотокова), а потом следе урвински сливови (15 %).

У табели 28 је даг збирни преглед хидрографских класа и категорија јачине ерозије на простору Рађевине, тј. у басену слива реке Ликодре. Наравно да и водотоци, који нису дати анализом напред изнетих табела, имају бујични карактер али су они интегрални део сливних подручја Ликодриних саставница. Аутор сматра да се њихов утицај на Ликодру осећа само индиректно, јер им се снага бујичног тока губи по уливу у своје главне токове. Њихов директан, непосредан, утицај Ликодра осећа преко својих главних притока. Та збирна ерозивна снага коју су Богоштици, Кржави, Брштици и Чађавици предали њихове притоке је узета у обзир приликом обраде ових бујичних токова.

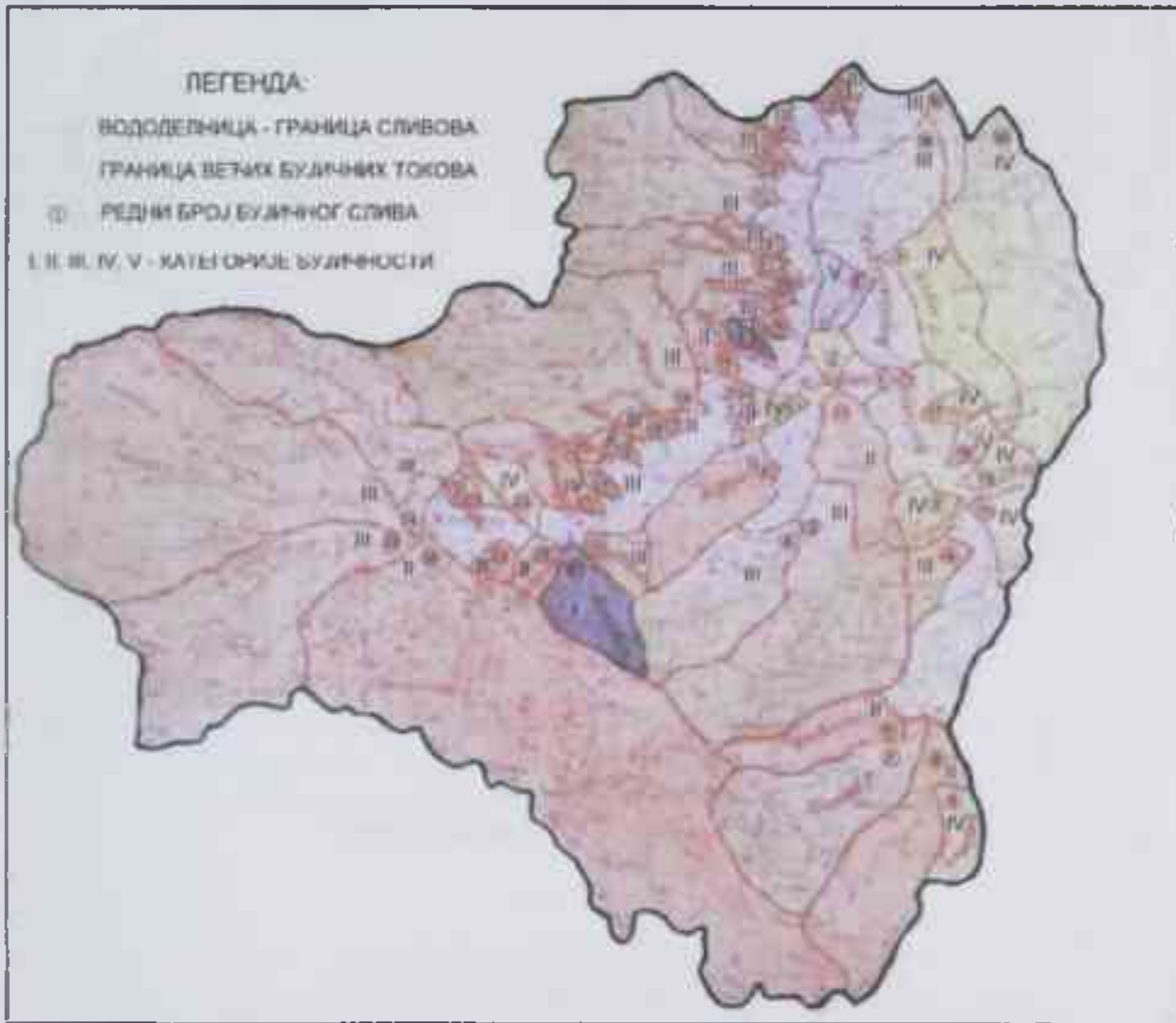
Табела 28: Хидрографске класе и категорије јачине ерозије у басену слива Ликодре

Речни слив	Хидрографске класе						Σ	Категорије јачине ерозије				
	A	B	C	D	E	F		I	II	III	IV	V
Ликодра	4	-	4	9	9	5	31	2	8	20	1	-
Белоцркванска река	1	1	5	8	3	2	20	-	4	6	10	-
Укупно	5	1	9	17	12	7	51	2	12	26	11	-
у %	9,80	1,96	17,64	33,33	23,53	13,72	100	3,92	23,52	50,98	21,56	0,00

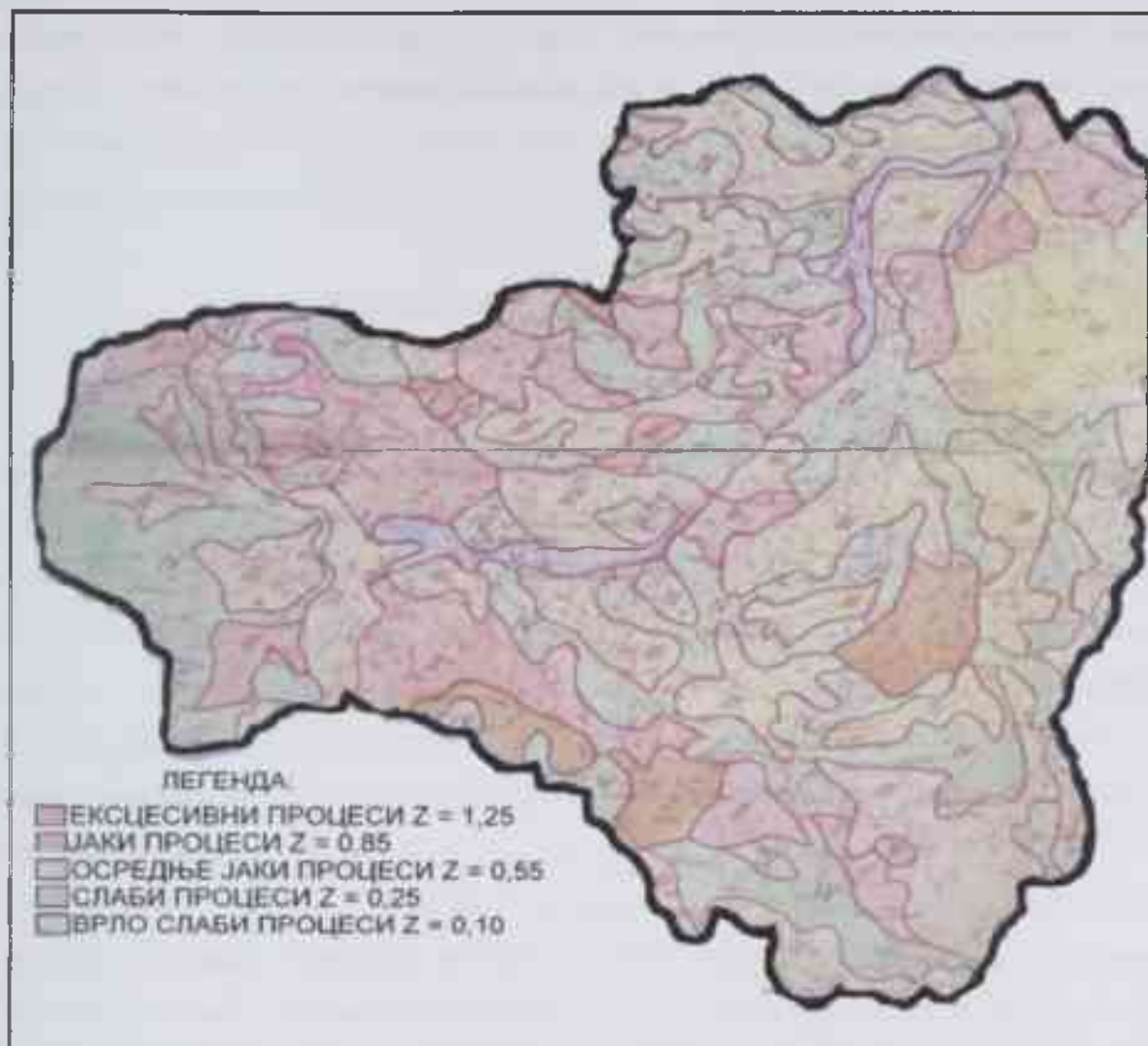
Због великих падова и кратких дужина највећи број токова у басену слива Ликодре припада класи суводолина и мањих бујичних потока (33,33 %). Затим следи класа урвинских сливова на коју отпада скоро четвртина свих рађевских водотокова (23,52 %). Они доносе велике проблеме локалном становништву, јер им ови потоци својим ерозивним радом уништавају знатне количине продуктивног земљишта, при том активирајући многа притајена клизишта. Значајан износ ерозивног рада у Рађевини врше и бујични потоци који припадају хидрографској класи C (17,64 %). Све три наведене класе припадају брдским сливовима код којих је изражена вертикална компонента флувијалне ерозије, односно усецање у дубину. Токови осталих класа су углавном везани за ниже, долиנסке и котлинске делове Рађевине, те у њима доминира

хоризонтални износ ерозије који се манифестује проширивањем речног корита и речне долине.

Након анализе токова у басену слива Ликодре може се приступити изради карте бујичних токова и карте ерозије. Њихов изглед даг је следећим студијским прилозима.



*Карта 13: Бујични токови у Рађевини
(основа преузета са карте бујичних токова слива Јадра, 1:100000,
Водопривредна организација Лозница, 1970)*



Карта 14: Карта ерозије Рађевине (по С. Гавриловићу)
 (основа преузета са карте ерозије слива Јадра, 1:100000,
 Водопривредна организација Лозница, 1970)

* * * * *

Сви напред наведени дескриптивни описи и квантитативни показатељи указују да су флувијални ерозивни процеси на испитиваном подручју веома интензивни. Њихов износ поспешују високе воде и бујице које се јављају након јачих атмосферских падавина. Дугорочан задатак који се након детаљно обављене анализе ставља пред савремено друштво јесте санација свих ерозионих и бујичних жаршта, конзервација и рекултивација сливова (као елемената комплексног газдовања водом и земљиштем).

Код заштите сливова предност треба дати сливовима, чије воде могу послужити за водоснабдевање Крупањске општине. Други приоритет при заштити сливова имају простори стављени под државну заштиту (Добри поток, Змајевац, Капетанова вода, Бела Црква). Предност код антиерозионих мера треба дати биолошким мерама заштите (пошумљавање и мелиорација шумских пашњака).

6.2.2. ФЛУВИЈАЛНИ АКУМУЛАТИВНИ ОБЛИЦИ

Акумулативни флувијални облици постају нагомилавањем речног материјала (глина, песак, шљунак, дробина) на местима где слаби транспортна моћ речних токова. Овај материјал настаје еродирањем речног корита главне реке и њених притока, затим корозијом и денудацијом долињских страна. Сав тај материјал таложи се у виду наноса који се даље обликује кретањем водене масе. У класификацији акумулативних облика издвајамо: плавине, речна острва, делте, алувијалне равни и акумулативне речне терасе (Д. Петровић, 1976). Сви типски облици нису заступљени у Рађевини. Као доминантан и чест облик се издвајају плавине. Поред њих, у басену слива Ликодре, наилазимо и на алувијалне равни.

Плавине су купаста узвишења од наносног речног материјала. Налазе се у подножју долињских страна, на местима где стрма корита потока излазе у долињску раван главне реке. Због великих падова ови потоци носе велике количине наносног материјала. Силазећи у долињску раван главне реке, њихова снага нагло опада, а наносни материјал се таложи у облику плавине (Д. Петровић, 1976). Најкарактеристичније плавине у Рађевини потичу од Ликодриних притока: Церовице, Буљевца, Жутог потока. И притоке Богоштице су, углавном, бујичарског карактера, са проширеним уливом и формираном плавином на месту ушћа (Радовановића поток, Голубовац). У главном току Брштице налазе се умерене количине вученог наноса, са спрудовима од крупног шљунка. Многе бочне притоке формирају своје плавине у главној долини, док главни ток Брштице нема изразиту плавину јер се не улива, већ се састаје са Чађавицом.

Материјал у плавинама је класификован према величини. На ободу плавине наталожен је крупан и груб стеновито – дробински материјал, док је на врху плавинске купе фини песковито – глиновити материјал. Ерозијом у узводним и акумулацијом у низводним деловима бујичних токова, смањују се поступно падови на уздужном профилу. На тај начин слаби ерозија у узводним деловима и смањује се количина

транспортованог наносног материјала. Плавина се поступно умртвљује, а водени ток, саглашавајући свој уздужни профил, усеца плитко корито у плавини (Красавица, Кржава, Лазића река, Богоштица). Парастање плавина код бујичних токова је врло интензивно. После јаких, краткотрајних киша, бујични токови могу створити врло велике плавине које могу негативно утицати на инфраструктурне објекте у долинама (поток Церовац).

Алувијалне равни су простране наносне равнице око речног корита. Оне представљају уравњено дно речних долина изграђено од речног наноса. Јављају се у доњим токовима река где су падови мали, а велика бочна ерозија. Алувијалне равни стварају се и при поплавама када река плави велике површине долиноског дна, при чему она таложи велике количине речног материјала у виду заравњених површина са обе стране речног корита (Д. Петровић, 1976). Једину праву алувијалну раван у Рађевини има њен највећи водоток – Ликодра.

Продукција наноса у речним сливовима и његов транспорт водотоцима, представљају две компоненте глобалног природног процеса који због својих последица има велики привредни значај. Суштинска повезаност феномена ерозије и транспорта наноса, захтева интегралан приступ овој проблематици. У свету је овај приступ у потпуности прихваћен и основана је нова научна и стручна дисциплина "Управљање наносом" (Sediment management). Последњих година концепт "Sediment management"-а се примењује и у нашим истраживачким активностима у области ерозије и речног наноса, али још увек недовољно.

Транспорт наноса у водотоцима, у случају интензивнијих ерозивних процеса у сливовима, најчешће, превазилази транспортну способност речних токова. Услед тога, долази до таложења наноса и формирања типских акумулативних облика. Ерозијом земљишта и транспортом наноса погоршавају се квалитативне карактеристике водотока. Са гледишта водопривреде, од мањег је интереса директан ефекат ерозије – деградација ерозионих подручја, док је од много већег значаја индиректни ефекат ерозије – угрожавање водопривредних објеката наносом. Они угрожавају саобраћајну инфраструктуру (путеви, железничке пруге, мостови, пропуси и др.) и пољопривредне површине. Од посебног је значаја угроженост насеља и комуналних и индустријских објеката. Сходно томе, морају се предузети одређене антисерозивне мере заштите којима ће се ерозија, а тиме и продукција наноса, смањити у битном износу.

6.3. КРАШКИ ПРОЦЕС

При помену крашког процеса, свакако да је прва асоцијација кречњак и вода. То управо и јесу два битна услова за појаву овог типа геоморфолошких процеса. Све док постоји карбонатних стена (кречњаци и доломити) и воде, ерозија се одвија и напредује ка некарбонатним стенским формацијама. Вода (атмосферска и речна) понирући у унутрашњост карбонатних маса дуж безбројних система пукотина, различито међусобно повезаних, раствара кречњачке масе и ствара посебне облике на површини и у унутрашњости кречњачких терена. Корозија је једина хемијска ерозија док су све остале механичке. Хемијским растварањем карбоната јавља се крашки процес (карстификација или скаршћавање), током чијег развоја постају површински и подземни облици крашког рељефа. Процес крашке ерозије изазива и посебне хидрографске и хидролошке односе карбонатних терена: на површини влада безводност, речни токови су ретки, и углавном су, алогеног порекла, спирање је разбијено, а понирање воде у унутрашњост карбонатних стена веома велико, извори су ретки, и јављају се у виду врела у подножју стрмих одсека или на местима контакта карбонатних и некарбонатних стена.

Посебна морфологија и хидрографија кречњачких терена означава се општим именом крас или карст. Основна општа карактеристика краса лежи, према томе, у његовом рељефу и изузетним хидрографским и хидролошким појавама и приликама које се битно разликују од прилика у другим теренима, изграђеним од некарбонатних стена.

Геологија проучаваног простора, као јединствене морфолошке, регионалне целине показује велику заступљеност карбоната, моћних стенских маса, на шта је још 1987. указао Борут Кирбус. Он се позива на рељеф и грађу Соколске планине и Јагодње, као макрорељефних целина дела Рађевине, а не саме Рађевине, као територијалног комплекса који она обухвата. Страгуми карбоната показују разноликост, како у физичким својствима, тако и у самом простирању, у односу на целокупни геолошки стуб. Положај карбоната и њихова моћност, корелативно прати геолошку историју, тако да долази до смењивања масивних (млађих) и битуминозних (старијих) кречњака, услед протеклог геолошког времена, физичких услова, геохемијских процеса и других егзогених услова који су битно утицали на њихову

структуру и текстуру. У повлати масивних и битуминозних кречњака, стоје моћне насlage добро цементованог, везаног пешчара са уломцима шкриљаца кристаласте структуре, чинећи својеврсну вододрживу баријеру, на које належу серије доломитске масе, невезане и мале моћности. Компактност кречњачких серија није одлика ових геолошких формација. Оне су испресецане сплетом мањих или већих клаза, пукотина и строма кроз које је омогућено несметано продирање атмосферилија, које се под утицајем гравитације крећу у њихову унутрашњост. Услед неуједначености ових процеса, долази до формирања својеврсних нерастворљивих и слабо растворљивих остатака. Посебно је запажена велика количина ових остатака на осојним странама Рађевских планина, јер је атмосферски утицај успорен због слабије експозиције услед чега слаби директно излагање егзогеним факторима. Распадањем кречњачке масе, услед везивања карбоната са атмосферилијама долази до формирање младе неразвијене глине. Колоидност глине је већа уколико је веза између честица глине слабија. Као везивни материјал, двовалентни калцијум одржава везу компактном, тако да честице глине опстају као целина. Тако, вододржљивост између кречњачких слојева услед великих количина резидијалне глине омета нормално понирање воде у дубину и подземну циркулацију у унутрашњости кречњачких маса. Чак се и педолошки покривач, моћности до 180 см, успева да формира, највише захваљујући глини. Процеси ерозије нису толико активирани, пошто је младо тло везано вегетацијом, шумском и травном. Кречњаци избијају на површину једино на падинама већег нагиба као и на стеновитим одсецима.



Слика 28: Кречњачки одсек у долини Криве реке – Соколска планина
(Фото: Б. Ристановић)

Доказ да се ради о значајним наслагама карбоната, показују велики кречњачки одсеци, који уједно упућују и на карстне терене контактнoг типа. Изразити примери су уочљиви на Соколској планини, али и на кречњачким теренима Јагодње. Контактни карст развијен је у условима велике вертикалне дисецираности рељефа, релативно мале моћности стена подложних карстификацији и њиховог специфичног односа према некарбонатним стенама. По начину распрострањења јављају се две врсте овог типа краса: *зонални и острвски*.

Зонални крас је изражен у оквиру издужене зоне карбонатних стена централног била Јагодње и Соколске планине. Зона је дужине 15 – 20 km и ширине 0,5 – 3 km. Због велике подложности ерозији, околне некарбонатне стене се брже снижавају. Та појава, уз снажну ендегену активност, доводи до знатне вертикалне дисецираности.

Острвски крас у виду кречњачких оаза максимално је развијен јужно од граница истраживања, на падинама Подрињских планина усмерених ка Дрини. Мање изражених, али не и небитних целина има и у Рађевини. Тако се, непосредно изнад Крупња, налази брдо Ђулим (кота 460), где је типски изражен острвски крас. Сличних оаза имамо и по хатарима села Толисавац, Шљивова, Церова, Ликодра. Наведене серије карбонатних стена представљају тектонске крпе, трагове фаза краљуштања и раседања, које је у мезозоику захватило Подрињско-ваљевске планине (Кубат и сарадници, 1977), накнадно преобликоване селективном ерозијом.

Приказане особине кречњака, његова мала моћност и специфичан однос према некарбонатним стенама, у одговарајућим климатским условима, утицали су на настанак краса посебних морфолошких и хидролошких карактеристика. Упоредјујући његове одлике са својствима основних и прелазних морфолошких типова кречњачких терена, (Ј. Цвијић, 1926) закључујемо да постоји подударност са прелазним типом Јуре (тањи кречњачки слојеви, који се у вертикали и хоризонтали често смењују са водонепропустљивим стенама). Због структурне рашчлањености овај тип краса има одлике плитког и загађеног краса који је својим основним карактеристикама ближи мерокрасу него холокарсу. На то упућују и морфолошке одлике површинских и подземних облика у красу Јагодње и Соколске планине, који се анализирају у даљем тексту.

6.3.1. КРАШКИ ПОВРШИНСКИ ОБЛИЦИ

У површинском рељефу крашког подручја Рађевине заступљени су различити облици: шкрапе, вртаче и увале. Крашки рељеф ма колико развијен, демонстрира све облике који се на површини јављају. Шкрапе Рађевског краја су ретке, вртаче су честе али плитке, док су увале представљене мањим затвореним крашким депресијама.

Шкрапе су микрооблици површинског крашког рељефа. Изузетно ретко се налазе у овом подручју, и то на малим површинама где је огољена стеновита подлога. Северне падине Јагодње и Соколске планине су изложене формирању шкрапа и то на одсецима Симиноваче, Маринковог камена, Орлића и Дразнице. На њима се јављају кратке шкрапе које генетски припадају типу пукотинских шкрапа, при чему се иницијалне пукотине виде на дну шкрапарских бразда у облику процепа. Према морфолошким одликама, сврставају се у групу зидних шкрапа. Кречњаци Рађевине, нису чисти и веома су испуцали, те се иницијални крашки облик не развија до стадијума правих шкрапа. Њихова еволуција и карактеристичан облик се деформишу проширивањем попречних пукотина у кречњаку. Савремену фазу морфолошке еволуције карактерише уништавање шкрапа процесима обурвавања стеновитих блокова.

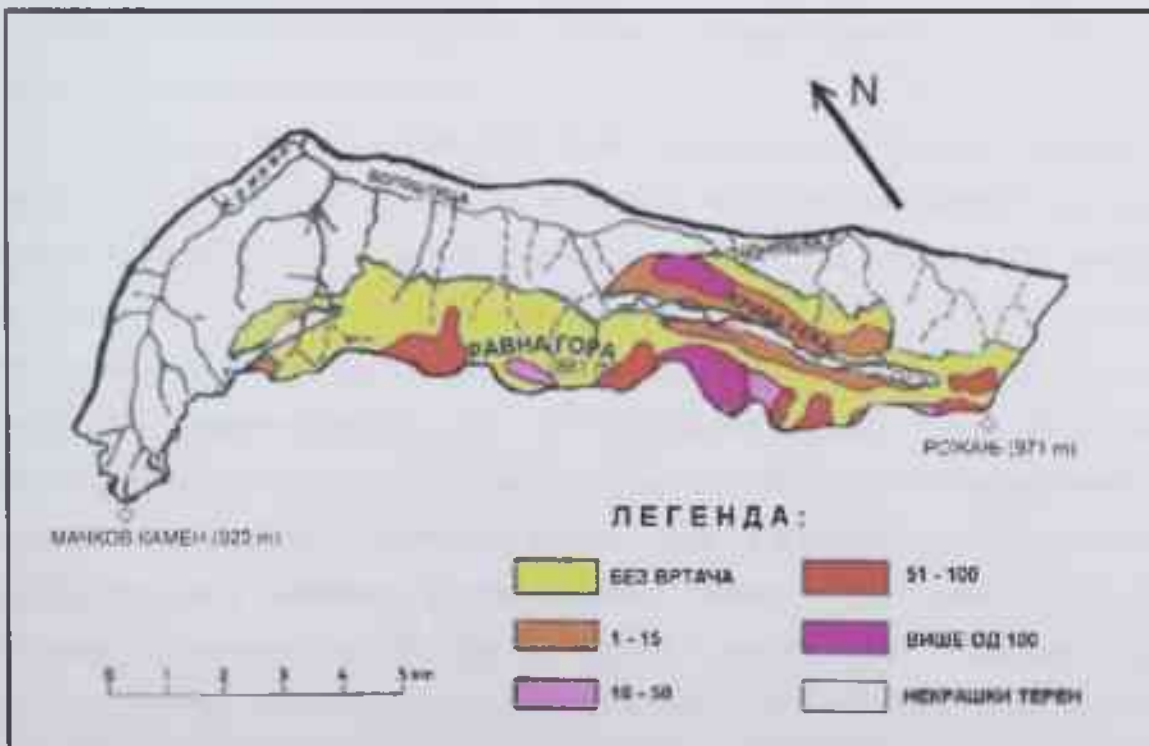
Вртаче су посебан мезооблик крашких подручја, чије се развиће везује за постојање моћнијих кречњачких наслага на самој површини. Оне су најтипичнији и основни облик краја, пошто се јављају у свим врстама растворљивих стена, што није случај ни са једним другим крашким обликом. Развијене су највише на подручјима где су кречњачке оазе највеће, на Јагодњи и Соколској планини, где наилазимо на преко 350 вртача. Крашки процес, и само развиће вртача прате егзогени утицаји и рад сила тих процеса. Густина вртача и њихово простирање зависи, превасходно, од моћности кречњачких серија. Највећа густина вртача је у централном делу Соколске планине (Рупавци, Баровача, Зобиште). Вртаче су најчешћи облик и кречњачких партија које се јављају у другим деловима Рађевине (Толисавац, Шљивова). Промена литолошког састава, тј. чистоћа карбонатне подлоге, је главни фактор неравномерне заступљености и развијености вртача. Битуминозни кречњаци, како виших делова, тако и северних падина Јагодње и Сокола, су ретко испуњени вртачама, а тамо где их и има, углавном представљају усамљене крашке облике (локалитети Нешино брдо, Шанац, лева долинска страна Криве реке). Већи број вртача се налази у масивним кристалистим

кречњацима Равног брда, док централно било Соко планине, изграђено од кречњака и доломитичних кречњака, обилује највећим бројем вртача.



Слика 29: Вртаче у Толисавцу (Фото: Б. Ристановић)

Густина вртача, такође, непосредно зависи и од ширине карбонатне зоне централног била Јагодње и Сокола. Максимална густина вртача јавља се у њиховим најширим деловима. Вртаче су малобројне или их нема у суженим деловима централног била, на морфолошком развоју између Кржаве и Вукове реке, односно Царинске реке и Крмачког потока.



Прилог 10: Густина вртача Рађевских падина Јагодње и Соколске планине

Вртаче се ретко јављају појединачно, а много чешће у већем броју. Притом, оне могу бити правилно распоређене, у низовима, или разбацане без неког одређеног реда. У првом случају, низне вртаче – редовно су везане за дислокационе линије или скаршћене долине, а у другом, за мрежасте пукотине или уопште произвољно распоређене пукотинске системе. Понегде је кречњачка површина избушена великим бројем вртача, између којих су остале само узане пречаге – остаци старе крашке заравни. За такве површине још је Ј. Цвијић увео термин богињавог краса. Локалитети Рупавца, Зобишта и Бароваче су избушени знатним бројем, неправилно распоређених, вртача дуж већег броја независних пукотинских система, те имају изглед и обележја богињавог краса.

Стране вртача увек су нагнуте према дну, с тим што су у голом красу стеновите, а у покривеном обложене резидијумом и обрасле. Дно вртаче може бити голо, стеновито, али је најчешће прекривено резидијалном глином (чак и у голом красу). Резидијум се спира са страна вртача и таложи се на њиховом дну. Ако је вртача читава обложена глином онда она припада типу алувијалних вртача. На дну вртаче увек се налази понор или више издуха, кроз које отиче вода. Ти одводни канали видљиви су само у голом красу, тако да их у крашким теренима Рађевине не видимо на површини кречњачких терена. Те пукотине испуњене глиновитим материјалом, стварају услове за формирање локви (Кирбус, 1987.). Вртаче тада имају изглед неразвијених синклинала испуњених невезаним акумулираним материјалом, чиме дају добар основ да се његово дно и стране које нису стрме претворе у пољопривредна земљишта, јер се на њима формира неразвијени педопокривач.

У попречном пресеку вртаче могу бити симетричне и асиметричне. Асиметрија је геолошка (кад се вртаче образују на заравнима које секу косо нагнуте слојеве) и ерозивна (у високим планинама, где је стрмија страна она на којој се дуже задржава снег – осојна страна). Стране Рађевских вртача већином нису симетричне, односно нису истог нагиба. При том је карактеристично да су вртаче западно од Рупавца асиметричног профила правцем север – југ са стрмијом јужном страном. У подножју њихових јужних страна јављају се највеће дубине вртача. Аналогне појаве нагиба и дубина изражене су и код близаначких вртача, крашких и флувиокрашких увала овог подручја. Разлике у нагибима северних и јужних страна вртача и увала су резултат већег нагиба кречњачких слојева у правцу југа услед чега су стране на главама слојева стрме, местимично чак и вертикалне, док наспрамне – низ леђа слојева имају блажи нагиб. Изграђивању асиметричног типа вртача и увала погодује и дуготрајно

задржавање снега на њиховим осојним странама. Познато је да снежница јаче нагриза и раствара кречњак од кишнице јер процентуално садржи више CO₂. Њен дужи корозивни рад на осојним странама резултира стварањем асиметрије (Кирбус, 1987).

У морфолошком погледу, на Јагодњи и Соколу јављају се различити облици вртача: округласте, овалне, издужене, звездасте. Издужене вртаче су већих димензија од округластих и, углавном, су распоређене у низовима. Ширина им ретко прелази 60 m. Све вртаче у Рађевини припадају левкастом и карличастом Цвијићевом морфолошком типу. Дубина им најчешће износи 6 – 10 m, а ретко је већа од 20 m.

Да би се потпуније објаснио крашки процес на простору Рађевине (Јагодње и Соколске планине) и њиме створени облици на које је својим истраживањем указао Б. Кирбус (1987), даљим текстом се даје морфометријско – дескриптивни приказ неких облика проучених током ауторових теренских истраживања 2002. и 2003. године.



Прилог 11: Вртаче, увале и богињави крас Рађевских падина Јагодње и Сокола

Вртача под Ломовима је типичан пример развијене карличасте вртаче. Њена морфометрија нам указује да је то једна од дужих вртача, укупне дужине око 110 метара. Највећа ширина између страна износи 50 метара. Услед стрмих страна и акумулираног материјала, на дну је дошло до формирања педолошког покривача, и везивања биопокрова, кога чине формације карактеристичне за палудо подручја. У време обилнијих падавина долази до испуњавања вртаче водом и формирања мањег језера, чије метријске карактеристике су следеће: дужина до 20 m, ширина 10 m и дубина до 0,5 m. Б. Кирбус наводи својеврсни блатни понор дубине 1,5 m и ширине

1 m, мада се то не може у правом смислу речи тако звати. То је уска јаруга која се формирала на рачун наталожених палудијских седимената кроз које вода отиче у кречњачку унутрашњост. Асиметричност страна вртача показује да је западна стеновита и компактна, а источна нагнута ка дну, односно јарузи крашког потока. На месту где је усечена поточна долина, повремено отиче вода. То је нормална поточна долина, укупне дужине око 200 метара. Услед понирања овог потока на 820 метара а. в. долази до подземне расподеле воде. Та појава, тако честа у крашким пределима, је констатована и на Подрињским планинама. Вода потока који понире у вртачи под Ломовима, подземним отицањем храни слив реке Дрине (извори Сушице – лева притока Рудне реке), мада њено површинско понирање припада басену слива реке Ликодре. Ових примера неслагања топографског са подземним развођем имамо на још неколико места везаних за крашке оазе Јагодње и Соколске планине.

Највећа вртача, од неколико, које срећемо на *левој долињској страни Криве реке*, је левкаста издужена вртача следећих морфометријских карактеристика: дужине 150 m, ширине 90 m и дубине 25 m. Североисточну границу ове вртаче чини млађа, неразвијена вртача, која се налази дуж исте дислокационе линије, на 45 m изнад дна долине Криве реке.

На потесу од Мачковог камена (923 m) ка Крупњу, испод *Нешиног брда* као западног дела Јагодње, у зони букве и подзоласте суподине, карстификована је површ од 850 m и то вртачама пречника 50 – 80 m и дубине 4 – 5 m. Дна су им уравњена резидијалном глином.



Слика 30: Вртаче испод Нешиног брда (Фото: Б. Ристановић)

Јужно од Маринковог камена (843 m), код сточарске фарме "Јагодња" (некадашњег овчарника), у наведеној површи усечена је једна сува доља у чијем изворишном делу су образоване четири вртаче левкастог облика.



Слика 31: Вртаче изнад Овчарника (Фото: Б. Ристановић)

Моћност карбонатних стена Јагодње и Соколске планине, идући од централног дела ових планинских венаца ка њиховом југоистоку, расте. То, наравно, условљава да су вртаче развијеније у већем броју, односно да су већих димензија од напред наведених. Тако се на простору Језера (845 m) између села Томња и Рујевца, јавља већи број вртача различите морфометрије. Неке од њих имају ширине од 100 до 200 m, и дубине од 10 до 23 m. Ч. Милић (1981) наводи да се овде јавља и једна циновска вртача издуженог облика правца север – југ, дужине око 300 m и ширине око 10 m у којој је некада била локва пресахла пре више од 70 година.



Слика 32: Вртаче на површи Језера (Фото: Б. Ристановић)

На локалитету *Рунавци* (између врхова Орлић и Милетина) налази се највећа "оаза" крашког рељефа Соколске планине. Ту су заступљене вртаче свих облика и димензија, као и слепа долина са понором. Крашки облици су издубљени у површи 800 – 850 m надморске висине, која је у овом делу Сокола најбоље изражена и очувана. Локално становништво је и дало име овом делу планине јер га је његов изглед подсећао на многобројне «рупе» у рељефу. Више о овом локалитету ће бити речено о одељку о крашкој хидрографији.

Типски пример богињавог краса – *Баровача*, налази се на североисточним падинама врха Милетина. Топографска површина овог локалитета континуално пада ка долинама левих притока Криве реке. На апсолутним висинама 730 – 830 m се налази велики број вртача, различитих димензија и облика (преко 80 већих и велики број мањих – секундарних вртача).

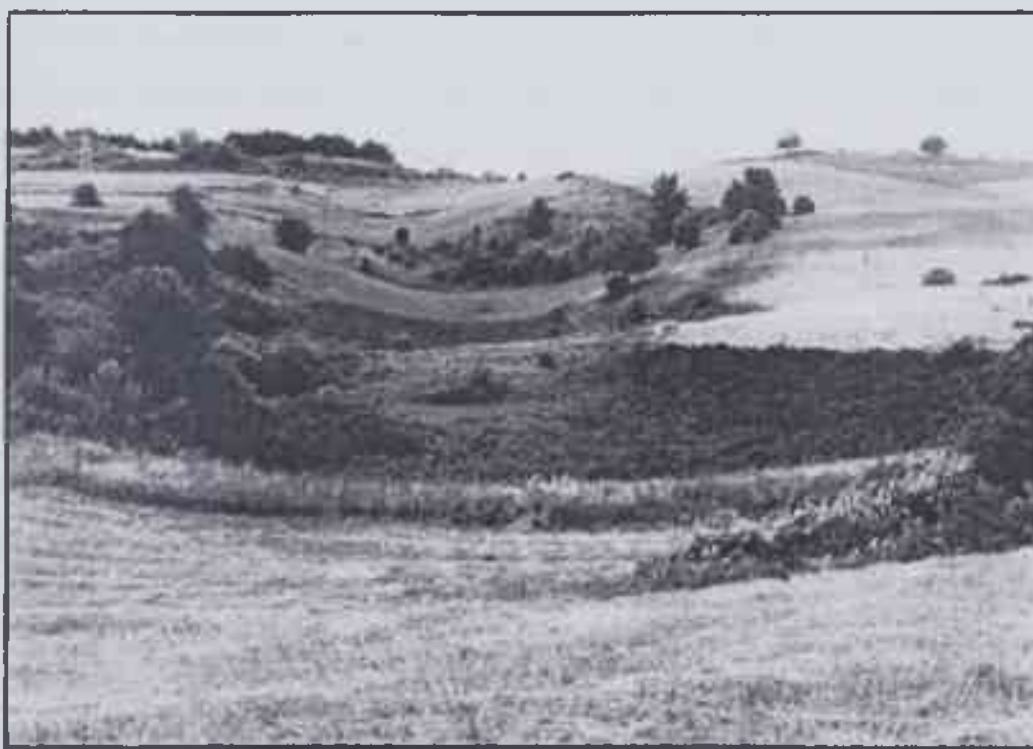


Слика 33: Богињави крас Бароваче (Фото: Б. Ристановић)

Усамљене вртаче су најчешће мањих димензија и отворене у правцу пада топографске површине. Местимично се усамљене налазе, мање, двогубе и трогубе близаначке вртаче. Највиша висина појављивања вртача је 840 m, док се најниже јављају на 730 – 750 m а.в. Максималне димензије имају издужене левкасте вртаче на 798 m (дужине 100 m, ширине 60 m, дубине 12 m) и 767 m а.в. (дужине 70 m, ширине 55 m и дубине 8 m).

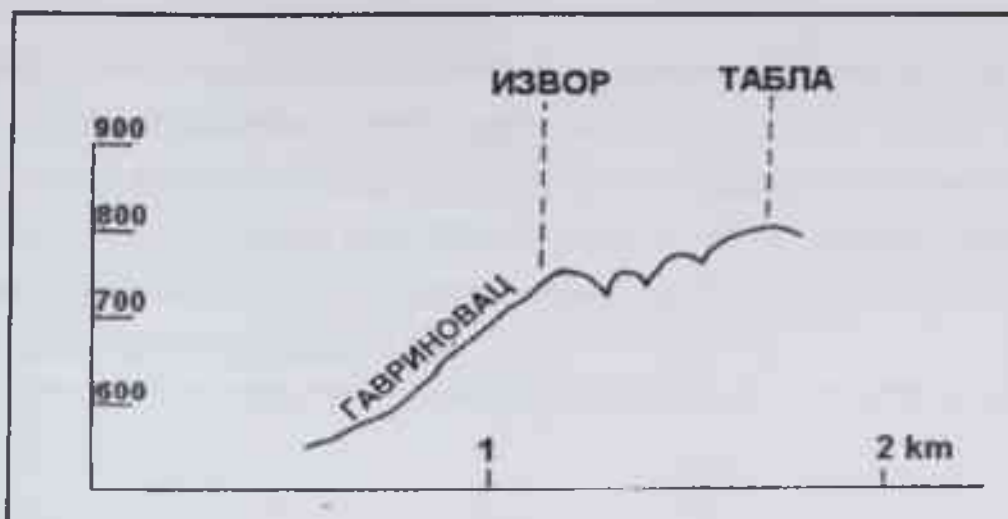
Снижавањем пречага између појединачних вртача долази до њиховог срастања и стварања близаначких вртача. Даљим проширивањем и срастањем формирана су бројна мала, морфолошки јединствена котлинаста удубљења – крашке увале. У красу Рађевине наилазимо на десетак већих близаначких вртача и крашких увала. Њихове димензије варирају зависно од броја и величине вртача чијим срастањем су настале (Б. Кирбус, 1987).

Петозуба близаначка вртача у југозападном подножју *брда Град* (Јагодња), настала је спајањем пет већих вртача (од којих су две карличасте а три левкасте). Између њих још увек постоје, колико – толико, очуване пречаге на основу којих одређујемо димензије ових вртача које таксативно износе: 100 x 50, односно 45 x 60 m у централном делу, а 30 x 30 m у ободним деловима.



Слика 34: *Петозуба близаначка вртача испод Града* (Фото: Б. Ристановић)

Воде које пониру на дну ове близаначке вртаче, (по тврђењу Б. Кирбуса, мада није извршено бојење) највероватније, се јављају на повременом извору потока Гавриновац, нешто северније, на апсолутној висини од 740 m. Ова близаначка вртача је усечена у битуминозним кречњацима, а њен положај према нижим, некрашким теренима, имао је за последицу њену отвореност према северозападу. Горња фотографија показује да њена еволуција иде у правцу формирања увале.



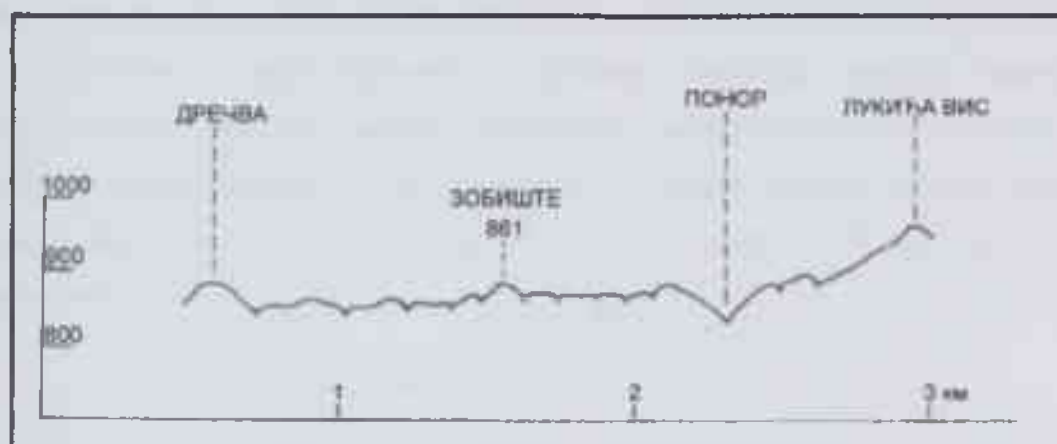
Прилог 12: Уздужни профил близаначке вртаче у јужном подножју Града

Трогуба близаначка вртача у југоисточном подножју брда Град припада источном делу Јагодње. Настала је срастањем три вртаче различитих карактеристика. Највећа, издужена карличаста вртача се налази у централном делу крашког удубљења. Дубине је 15 m, дужине 200 m и ширине 165 m. Две мање, типски припадају левкастим и округластим вртачама, са величином пречника око 30 m. Њихове мале димензије дају им карактер секундарних вртача на странама велике вртаче. Пратећи нагиб топографске површине, вртача је отворена према левој долињској страни једне од притока потока Голубовац (Б. Кирбус, 1987).



Слика 35: Трогуба близаначка вртача под Градом (Фото: Б. Ристановић)

Увала *Зобиште* заузима централни део Соколске планине, пружајући се међу врховима Дречве, Петковог вуса, Јашаровог брда, Лукића вуса и коте 882, тако да чини јасно издвојену морфолошку крашку целину, дужине око 2 km. Од ње се према североистоку и југозападу пружају кратке, фосилне речне долине изворишних делова Лажанске, Соколске и Криве реке. Крашка увала се пружа правцем северозапад – југоисток. Дно ове увале је денивелисано усецањем бројних секундарних вртача чије се дубине повећавају у смеру северозапада.



Прилог 13: Уздужни профил крашке увале на Зобишту

У северном подножју *брда Ајдаровача*, усечена је крашка увала на развођу између изворишних кракова Царинске и Криве реке. Издужена је правцем северозапад – југоисток на дужини од око 740 m. Настала је проширивањем и срастањем четири близаначке вртаче. Највећа је трогуба близаначка вртача, дужине 300 m, ширине до 80 m и дубине до 12 m која се налази у централном делу увале. Према њој су оријентисане кратке суве долине на северним падинама Ајдароваче (Б. Кирбус, 1987).

Истраживања Б. Кирбуса извршена осамдесетих година су указала да централно било Јагодње и Соколске планине обилује великим бројем усечених, плитких и кратких, висећих и сувих речних долиница, фосилног карактера. У морфолошком погледу оне представљају фосилне делове речних долина изворишних кракова Присеке, Лажанске, Соколске, Вукове реке, Шумећког и Крмачког потока, Високе јаруге, Сушице и Криве реке (водоток Криве реке је подвучен из разлога што он једини од горе наведених припада сливу Ликодре). Усечене су током старије – флувијалне фазе морфолошке еволуције. Услед проширивања и повезивања система пукотина у унутрашњости кречњачке масе, површинско отицање је преобраћено у подземно, те су делови речних долина остали фосилизовани, ван хидролошке функције.

Активирањем крашког процеса (млађа еволутивна фаза), дуж дна сувих речних долина се усецају линеарно распоређене вртаче. Њиховим проширивањем и спајањем деформише се иницијални облик речне долине и ствара квалитативно виши облик крашког рељефа – *скаршћене долине и флувиокрашке увале*.

На крашким теренима Рађевског дела Јагодње и Соколске планине јавља се укупно десет скаршћених долина, од којих су три проширене у флувиокрашке увале (Рупавци са Топчиновачом, почетни део Високе јаруге и Понори код Глигорића колиба). Ови облици крашке ерозије најбројнији су на потезу од Орлића до Рожња.

Скаршћене долине Рађевине су већином задржале основна морфолошка обележја речних долина: издуженост и нагиб дна у правцу отицања некадашњег речног тока. Изузев флувиокрашке увале на Рупавцима, све имају обележја висећих облика, са ушћима у стрним долинским странама нормалних водотока. Њихове висине су дате следећом табелом:

Табела 29: Висине скаршћених долина у сливу Ликодре

Долина	Локалитет	Висина у m	
		Апсолутна	Релативна
Висока јаруга	Пољане	792	60
Висока јаруга	Дрењак	788	60
Леденодолски поток	Рупавци-Топчиновача	800	200
Крива река	Орлић	740	200
Крива река	Баровача	750	200
Крива река	Баровача	760	200
Крива река	Баровача	745	170
Крива река	Дречва	760	100
Крива река	Зобиште	775	100
Крива река	Зобиште	785	100
Крива река	Ајдаровача	800	50

Њихова основна морфографска, морфолошка и хидролошка својства су следећа:

Флувиокрашка увала са понорницом код *Малетића колиба* (дужине 600 m и ширине до 300 m) представља скаршћени изворишни део долине потока Висока јаруга. Понорницу граде три изворишна крака, који почињу на 830 – 835 m, а састају се на 795 m. Дном њихових долинаца повремено протичу слаби потоци који су усекли плитка корита. Од спајања изворишних кракова, увала се проширује и има благе падине. Према северу се завршава пречагом висине 3 m, на којој је изграђена мања вртача стрних страна и заравњеног дна. Северно од пречаге падине се стрмо спуштају према долини поменутог потока. На њима избијају бројни мањи повремени извори.

Сува долина под Дрењаком усечена је на северном ободу Соколске планине, између дубоких долина Високе јаруге и Шумећког потока. Долина је укупне дужине 850 m. Почиње на 835 m, испод северног обода крашке увале под Чардаком, а завршава viseћи на северним падинама Дрењака, на 725 m. У средњем делу долинице, дно је денивелирано усецањем дубоких левкастих вртача. По дну доњег дела суве долинице, такође је усечен низ малих вртача, услед чега долиница има степеничасти уздужни профил. У кишнијим месецима у долиници се јавља поток који након 700 m тока понире. У близини понора је греда ширине 35 m. На странама греде, према долини Високе јаруге, избија неколико повремених извора на 745 – 760 m а.в. који су највероватније хидролошки повезани са понором (претпоставка није доказана бојењем).

Увала између врхова Орлић и Милетина, у централном делу Соколске планине, представља најизразитији флувиокрашки облик у рељефу овог подручја. Издужена је правцем југоисток – северозапад, на дужини од 2 km. Састоји се од долине Ледендолског потока и увале Топчиновача и Рупавца.



Прилог 14: Уздужни профил долине Ледендолског потока и увале Рупавци

Долина Ледендолског потока почиње на западним странама Милетине, на 900 m. Усечена је у виду нормалне долине дужине 1250 m чија је ширине до 200 m. Долина је асиметрично развијена са неколико левих, бочних долиница. Са десне стране их нема. По дну долина усечене су бројне алувијалне вртаче мањих димензија које се у месецима богађијим падавинама испуњавају водом претварајући се у мања језера. Долина Ледендолског потока се према северозападу наставља у увалу Рупавци где у њеном источном делу понире. Понор је зачепљен наносним материјалом, те је процеђивање воде у унутрашњост кречњачке масе постепено. По дну интензивно скаршћеног дела флувиокрашке увале Рупавци усечено је преко двадесет вртача различитих димензија и облика. Морфолошки, увала је округластог облика са пречником преко 450 m. Асиметричних је страна, са стрмијом и вишом јужном, а

блажом и нижом северном страном. У северном делу увале су вртаче мањих ширина и дубина, док су у јужном делу усечене дубоке левкасте вртаче са понорима на дну. Две највеће вртаче уз јужни обод увале, пречника 40 m и дубине до 16 m, у морфолошком погледу представљају прелаз између левкастих и бунарастих вртача. Понори на њиховом дну су уски и непроходни услед насипања наносног материјала. У њима пониру воде краћег поточића који извире на јужним странама увале. У непосредној близини увале Рупавци усечено је неколико близаначких вртача. Интегрални део флувиокрашке увале представља увала под Топчиновачом настала скаршћавањем притоке Леденодолског потока (Б. Кирбус, 1987).



Прилог 15: Уздужни профил увале под Топчиновачом

Дужине је 620 m, ширине до 250 m и дубине 10 – 30 m. Усечена је између северних падина Милетине и североисточног обода увале Рупавци. На топографској површини се изражава као морфолошки јединствена крашка депресија по чијем дну је шеснаест међусобно спојених овалних, левкастих вртача пречника 20 – 40 m и дубине 4 – 9 m. Увала под Топчиновачом је отворена према ували Рупавца и сниженог обода према северним падинама Соколске планине и долини Криве реке. Попречни профил је асиметричног облика са стрмим и високим јужним странама, а благо нагнутим и ниским странама према северу. На прелазу у увалу Рупавци усечена је карличаста вртача пречника 50 m и дубине 6 m. На основу нагиба падина и оријентације вртача, као и њихове дубине, може се претпоставити да је периодски ток понорнице Леденодолског потока раније отицао кроз Рупавце и понирао у западном делу увале, у правцу Рудне реке. Међутим, чињеница да су у истом правцу и на истој линији изграђени долина понорнице, увала Рупавци, низ вртача у подножју виса Орлић,

изворишни крак потока Сиговац, правац канала Орлићке пећине и источни одсек брда Кулина, уз представу о знатном протицају на извору Сиговац, указује на изразиту тектонску линију – расед, по којем су сви поменути облици настали и по којем отичу подземне воде овог терена. На тај се начин воде периодског тока понорнице јављају као подземна река Орлићке пећине, а на површину избијају на извору Сиговац (доказано бојењем 2002.).

Северозападним подножјем *брда Дречва* пружа се скаршћена долиница леве притоке Криве реке, дужине 950 m и ширине 120 m. Почиње под источним ободом скаршћене долине Лажанске реке (на 830 m). Пружа се према североистоку и завршава на 760 m, висећи изнад долине леве притоке Криве реке. На долинском дну је усечено девет маркантних, издужених и округластих вртача левкастог и карличастог морфолошког типа.



Слика 36: Скаршћена долина испод брда Дречва (Фото: Б. Ристановић)

Од северозападног обода крашке увале *Зобиште*, у правцу севера, одвајају се две суве долинице левих притока Криве реке од којих је једна скаршћена. Долине су усечене од 870 m, а завршавају се на 775 – 785 m, висећи изнад изворишних челенки притока Криве реке. Међусобно су паралелне и дужине су им 350 – 500 m. Услед усецања вртача, дно скаршћене долинице добија степеничasti уздужни профил (Б. Кирбус, 1987).

Скаршћена долина притоке Криве реке у југоисточном и источном подножју *брда Орлић* (дужине 1 km), почиње дубоком издуженом левкастом вртачом са ободом на 805 – 815 m, а завршава висећи изнад долине Криве реке, на 740 m а.в. По дну нижег дела долине, усечене су три мање асиметричне вртаче са стрним јужним, а отвореним северним странама у правцу пада топографске површине.

У оквиру богињавог краса *Бароваче* скаршћене су три кратке и плитке долине некадашњих притока Криве реке. Усецањем вртача њихов иницијални облик је скоро у потпуности деформисан. Две мање долине, дужине 250 – 320 m, почињу на 815 – 820 m, а завршавају се на 750 – 760 m. У првој долини је усечено више вртаче, од којих највећа, левкаста вртача има следеће морфометријске карактеристике: дужина 80 m, ширина 80 m и дубина 10 m. У другој долини су крашким процесом изграђене три издужене близаначке вртаче које уздужном профилу долине дају степеничаст изглед.

Скаршћена долиница изворишног крака Криве реке почиње на северозападном ободу увале на Ајдаровачи. Пружа се према северозападу на дужини 400 m, а завршава висећи на 800 m а.в. изнад долине изворишног дела Криве реке. Усецањем бројних малих вртача долиנסко дно је деформисано, а њен уздужни профил је задобио карактеристичан степеничасти облик (Б. Кирбус, 1987).

6.3.2. КРАШКИ ПОДЗЕМНИ ОБЛИЦИ

Подземни крашки ерозивни облици Рађевине су везани за кречњачке терене чије најтипичније партије срећемо на планинама Јагодњи и Соколу. Мање моћности карбонатних стена јављају се и у атару села Церова. Међутим, иако је ово по моћности кречњака уже подручје, од била и подгорина Подрињских планина, овај простор даје типски облик развијеног процеса крашке ерозије унутар кречњачке масе – пећину (Ковачевића пећина).



Прилог 16: Спелеолошка карта Рађевских падина Јагодње и Соколске планине

Северне падине Јагодње се одликују подземним крашким облицима мањих димензија. Они су изграђени у оквиру зоне кристаластих кречњака. Иван Филиповић и сарадници у тумачу за лист Владимирци L-34-124, основне геолошке карте 1:100000 (1977) дају морфометријске податке за ове кречњачке масе. Дужина им је 2100 m, ширина 400 m, а дубина 80 m. Њихов ужи географски положај је везан за западни део Симиноваче. Матична стена је интензивно испуцала, са појавом зјапећих пукотина на топографској површини. Границе ове кречњачке партије су контакти са шкриљцима и пешчарима (север и запад). На југу, уска пешчарско – шкриљава серија дели карбонате северне подгорине од централног крашког подручја Јагодње.

Следећом табелом је дат регистар крашких подземних облика лоцираних на простору Рађевине.

Табела 30: Морфометријске карактеристике спелеолошких објеката Рађевине

Спелеолошки објекат	Координате улаза	Тип	Апсолутна висина улаза (m)	Дужина (m)	Дубина (m)	Хидролошка функција
Звекара	X= 4912,100 Y= 6607,575	јама	680	45	35	сува
Јама испод Њивице	X= 4911,950 Y= 6607,720	јама	610	18	7	сува
Велика стена	X= 4912,070 Y= 6607,880	пећина	610	22	-	сува
Подрум	X= 4912,825 Y= 6607,150	окапина	610	6	-	сува
Збег	X= 4911,625 Y= 6608,600	окапина	660	18	-	сува
Велика окапина	X= 4911,300 Y= 6609,775	окапина	625	13	-	сува
Мала окапина	X= 4911,350 Y= 6609,720	окапина	620	8	-	сува
Орлићка пећина	X= 4909,530 Y= 6612,150	пећина	625	371	-	речна
Ковачевића пећина	X= 4917,500 Y= 6610,550	пећина	440	985	-	повремено хидролошки активна

Аутор: Б. Ристановић, 2003.

Даљим текстом се даје дескрипција детерминисаних објеката, односно опис њихове генезе, морфолошких, морфометријских и хидролошких карактеристика.

Јаме северних падина Јагодње су представљене **јамом Звекаром** и **јамом испод Њивице**. Прва се налази у источном подножју брда Симиновача. До ње се долази колским путем, дужине 3 km изнад засеока Мартиновићи, Маринковићи и Остојићи. Он се одваја од асфалтног пута Крупањ – Мачков камен и води до мањег каменолома у непосредној близини јаме. Улаз у јаму је 20 m изнад колског пута. Јама има три улазна

отвора који су међусобно удаљени по 15 m. Дубљи делови јаме се освајају кроз најнижи улаз, док друга два представљају вигледе. Јамски канал има изглед пукотине. Засутост јаме је значајна, тако да се може претпоставити да је дубина много већа. Местимично јављање прокапне воде у јами није довољно за формирање воденог тока или значајнију акумулацију воде. Морфологија улазних отвора и унутрашњости јаме указује да се у зимским месецима на дну јаме акумулира извесна количина снега чинећи тада типски облик – јаму снежницу.

Јама је усечена у чистим масивним кристаластим кречњацима и при њеној генези пресудну улогу имала је иницијална вертикална пукотина – дијаклаза, правца исток – запад. Коразијом атмосферских вода пукотина је проширена до данашњих димензија. Иницијална испуцалост кречњака повећава се и антропогеним утицајима, тј. минирањем у оближњем каменолому (Кирбус, 1987).

На подручју засеока Остојићи, источно од брда Симиновача, на 610 m надморске висине налази се друга јама, око 200 m југоисточно од поменутог каменолома. Улаз у јаму је уз руб једне ливаде тј. њивице, те због тога овај спелеолошки објекат и носи такав назив. Морфологију јаме чине два канала ширине до 1 m и максималне висине 1,5 m. По дну канала су акумулирани стеновити блокови мањих димензија (Б. Кирбус, 1987).

Настанак јаме се везује за корозивни рад прокапних вода по иницијалним тектонским пукотинама. Након проширивања пукотина до данашњих димензија, површински слој изузетно испуцалог кречњака остао је без ослоња, па је по његовом урушавању створен улазни отвор.

Пећиница у Великој стени је једина пећина мањих димензија на северним странама Јагодње. Она се налази непосредно испод ивице заравни у источном подножју брда Симиноваче на 610 m надморске висине. Великом стеном се назива стеновити одсек висине до 30 m, који са северне стране, у дужини од 150 m ограничава зараван. Пећински улаз је уз источни руб одсека, испод кречњачког банка дебљине око 1 m. Пећину чини пространи хоризонтални канал укупне дужине 22 m, ширине 1 – 1,5 m и висине 1 – 2 m, који се завршава уским каналићем.

У пећини нема накита, а по поду је земља и мања количина обурваних блокова. Местимично се јављају слабе прокапне воде, али нема трагова савременог воденог тока или акумулације вода. Пећина је настала радом мањег подземног воденог тока који је избијао на површину на месту пећинског улаза. Његовим радом су иницијалне

пукотине проширене до данашњих димензија. У рецентној фази се канал преобликује процесима обурвавања и корозијом прокапних вода.

Окапина Подрум се налази уз западни руб одсека Велике стене, изнад засеока Остојићи, око 250 m од асфалтног пута Крупањ – Мачков камен. Изграђена је у банковитим и кристаластим кречњацима сиве боје, са падом слојева према истоку – североистоку под углом од 30°. Доња ивица улаза је на око 5 m изнад подножја одсека.

Укупна дубина окапине је 5 m, ширина отвора 4,5 m, а висина 3 m. По поду су наслаге суве земље и мањи стеновити блокови (Б. Кирбус, 1987).

Улазни део окапине настао је претежно корозивним радом атмосферске воде на месту максималне испуцалости кречњака. Уски каналић при крају окапине указује на њену некадашњу слабу хидролошку функцију, из које је повремено истицао слабији поток. Према странама поточне долине може се говорити о подземном отицању на источном делу окапине, јер је на том месту дубина потока била највећа.

На Рађевским падинама Соколске планине истражене су Орлићка пећина и три окапине. Њихови отвори су на висинама од 620 до 660 m.

Окапина Збег и Орлићка пећина су изворског типа, при чему је прва била хидролошки активна само у време настанка, док кроз пећину протиче стални подземни водоток.

Окапина Збег се налази у подножју источног дела одсека брда Маринков камен, на 660 m надморске висине. Име окапине, по казивању мештана, потиче од времена кад се народ у њу склањао (бомбардовање Крупња 1941. године). Непосредно уз одсек, источно од окапине, усечена је плитка и уска сува долиница у којој се, након јачих песковитих киша, јавља бујични ток. Збег је изграђен у тријаским доломитичним кречњацима који су претежно масивни и испресецани бројним вертикалним пукотинама. Улаз у њу је усечен изнад кречњачког банка. Окапина се састоји од једног простог канала правца пружања југоисток – северозапад, дужине 18 m. На крају овог канала налази се уска непроходна пукотина. У унутрашњости окапине јављају се слабије прокапне воде, али нема трагова савремене хидролошке активности (Б. Кирбус, 1987).

Овај спелеолошки објект је настао ерозивним и корозивним радом мањег подземног тока који је у време хидролошке активности окапине истицао из њеног улаза. Окапина је у геолошкој прошлости засигурно била већа (дужа), али је скраћена уназадним померањем кречњачког одсека у коме се налази. У прилог овом мишљењу иде и чињеница да се на падинама испод одсека налази обиље сипарског материјала,

како рецентног тако и фосилног. Време настанка овог крашког облика је везано за скаршћавање потока који је отицао долином уз источни руб одсека. Воде из кречњачке унутрашњости истицале су кроз вертикалну пукотину на горњој ивици загата који чине вододржљиве некарбонатне стене.

На северним падинама Соколских планина, између брда Маринков камен и Дрењак, усечене су долинице изворишних кракова потока Скакавац. Десни изворишни крак је у најстрмијем делу своје долинице делимично просекао кречњачки одсек (висине 7 – 12 m) при том стварајући две окапине.

Велика окапина се налази непосредно уз корито потока, на 625 m, а *мала окапина* је на левој долињској страни, на 620 m. Међусобно су удаљене 55 m.

Окапине су на 60 – 65 m изнад извора Андријин точак и колског пута који води северним падинама Соколске планине од засеока Шумећ до села Томањ. До веће окапине се стиже уз суво корито потока, док је прилаз мањој окапини могућ уз мању јаругу која се одваја од потока на 20 m релативне висине изнад поменутог извора.

Одсек у којем се налазе окапине усечен је у банковитим и слојевитим кречњацима сиве и жућкасте боје. Слојеви кречњака падају према западу-северозападу под углом 20 – 25°. Кречњачки одсек је уједно морфолошка и литолошка граница према нижим теренима, састављеним од битуминозних, местимично и лапоровитих кречњака тамносиве до црне боје (Б. Кирбус, 1987).

Ови подземни крашки облици су настали као резултат погодних литолошких и тектонских предиспозиција. На то указује карактеристичан издужени облик окапина који је у складу са правцем пружања одсека. Нагиби дна и таваница окапина су, такође, идентични са правцем и нагибом кречњачких слојева. Одсуство пећинских каналића се јавља као индикатор одсуства њихове данашње хидролошке функције. Усецање окапина извршено је корозивним радом атмосферских и делимично прокапних вода по дијастромама између кречњачких слојева. Проширивање пукотина корозијом вода, у условима велике иницијалне испуцалости кречњака, омогућило је интензивне гравитационе процесе. Обурвавањем стеновитих блокова створене су насlage фосилног и рецентног сипарског материјала на падинама испод одсека. Активни сипар који је рецентан, налази се непосредно испод мале окапине и указује на интензитет данашњег обурвавања стенске масе.

Најмаркантнији спелеолошки објекат у кречњаку Јагодње и Соколске планине је *Орлићка пећина*. Као најзначајнији објекат подземне крашке ерозије, Орлићка пећина је у прошлости доста проучавана. Прва опсежна истраживања започео је београдски

геоморфолог Борут Кирбус 1979. и 1987. године, а затим и већи број младих истраживача Департмана за географију, туризам и хотелијерство, у периоду од 1996 – 2000. године, а најновија истраживања је аутор овог рада обавио током 2002. и 2003. године. Као основа проучавања из 2002. године послужили су сви дотадашњи радови, а сама истраживања требала су да буду потврда морфогенезе и морфометрије објеката.

Орлићка пећина је смештена у јужном делу села Богоштице. У односу на Крупањ, налази се на његовој југоисточној страни, према долини реке Богоштице, на удаљености од око 8 km. До саме пећине могуће је доћи на два начина: локалним путем (туцаник) до извора Сиговац одакле води уска пешачка стаза до пећинског улаза, или макадамом од Крупања до једног од засеока Богоштице, па уз корито једног од изворишних кракова реке Богоштице.

Пећински улаз се налази при подножју брда Орлић, 35 m од поменутог извора. Апсолутна висина пећинског улаза је 625 m. Геолошки састав пећине указује да је изграђена од млечно – сивих и жутих тракастих кречњака, у чијем стратуму је могуће запазити да слојеви падају правцем југозапада, под врло оштрим углом, у просеку 35 – 40°. У типолошком смислу припада класи сложених, вишеспратних пећина са развијеном каналском мрежом и пећинском отоком.

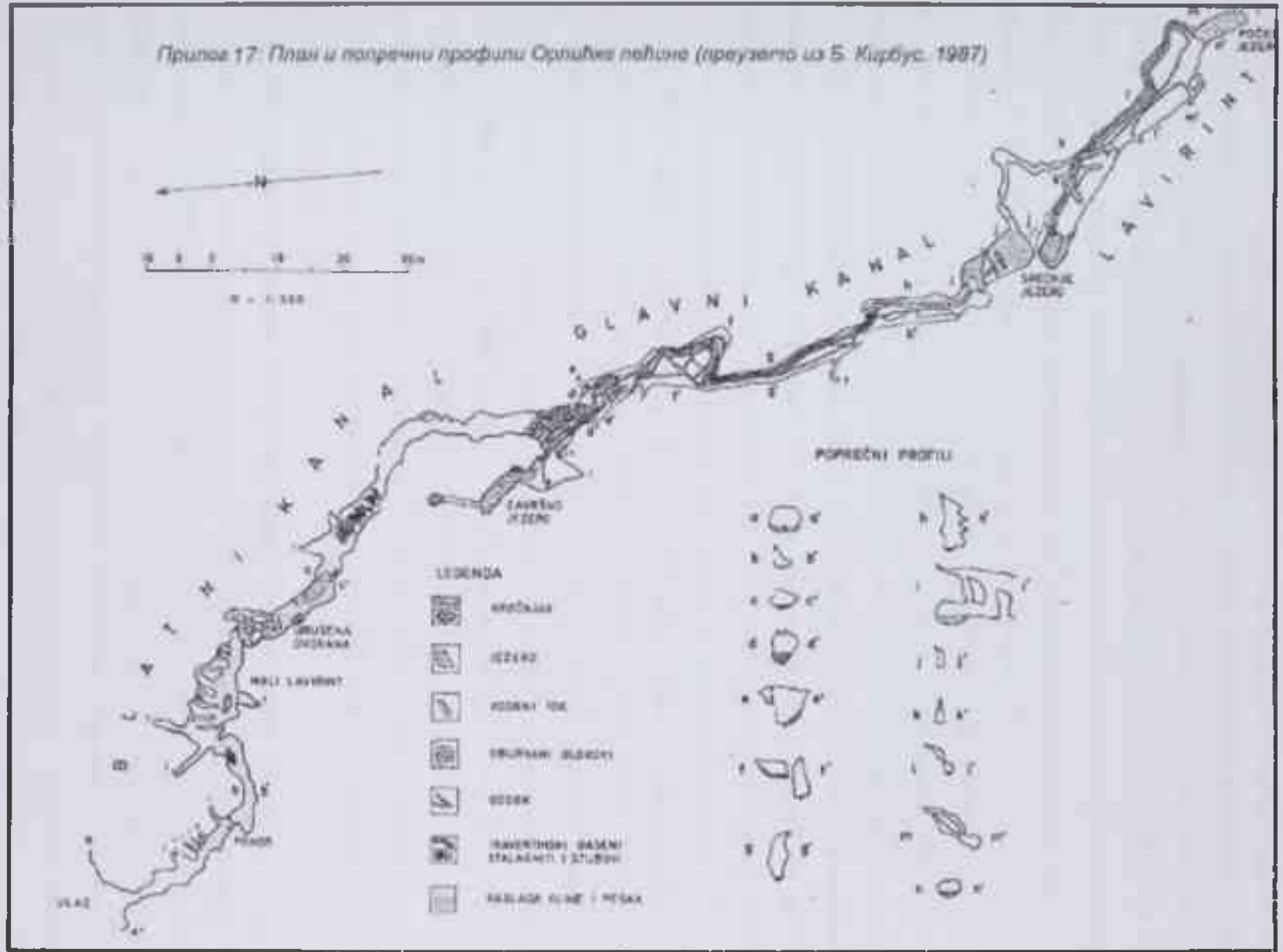
Морфологија пећине је добро развијена. Могуће је утврдити разноврсност спелеолошких садржаја: јасно диференциран улаз, блатни канал од разорене колоидне пећинске глине, главни канал са усеченом пећинском отоком и горњом основном каналском мрежом, уски канал и лавиринтски сплет мањих ужих и дужих канала.

Улаз Орлићке пећине има облик издужене елиптичне равни, чија је висина 3 m и ширина 4 m. Улаз у пећину би био много већи, али радом отоке дошло је до обурвавања великих блокова стенске масе, тако да је створена извесна стеновита баријера (види наредну слику).



Слика 37: Улаз у Орлићку пећину затрпан обурваним стенским материјалом
(Фото: Р. Радивојевић)

Прилог 17: План и попречни профили Орлибје пањине (преузето из Б. Кириус, 1987)



На улазни канал надовезује се, ка унутрашњости, у правцу југозапада, улазни канал који се спушта под стрмим углом од 16° до 20° . Идући у дубину долази до његовог сужења. На улазу у пећину, висина пећинског канала је 0,8 m, али се она са прогресивним повећањем горе наведених елемената морфометрије и сама повећава. У подини улазног канала таложи се велика количина обурваног материјала који је стратиграфски распоређен. У његовој основи налазе се ситни кречњачки блокови преко којих је преталожена пећинска глина и земља. На 3 m од улаза, овај канал се левкасто сужава а затим наставља у блатни канал, чија је укупна дужина 135 m.

У почетном делу се блатни канал пружа у правцу југоистока са падом под углом $5 - 20^\circ$. На 13 m од улаза, на таваници се уочавају жућкасто – црвенкасте драперије и мањи сталактити (боја потиче од присуства ферооксида и оксида алуминијума). На 14 m, 15,5 m, 17 m, 18,5 m и 22 m од улаза, идући низ блатни канал, одвајају се мањи каналићи (ширине 0,5 m и дужине 2 – 4 m). Њихов правац пружања је према североистоку и југозападу. На 22,5 m од улаза, у дну канала се јавља блатни понор (данас ван хидрографске функције). Непосредно иза њега је степеник висине 0,7 m. По поду блатног канала је влажна глина, а на таваници веома ретки сталактити налик на пећинске корале. Од блатног понора до малог лавиринта, који је на 45 m од улаза, на таваници је уочљива дијаклаза правца запад – исток. Попречни профили канала су облика троугла чија се основица са десне, односно јужне стране, подвлачи испод стране канала. Стране канала су без накита, хемијском и механичком ерозијом воде разједене у различите форме, сличне стријама и мрежастим шкрапама. На 40 m од улаза је формирано проширење висине 3 и ширине 3,5 m од којег се према северозападу и истоку одваја неколико каналића проходних на дужини до 6 m и позитивним нагибом од око 20° (Б. Кирбус, 1987).

Идући ка дубини пећине, између проширења унутар блатног канала и урушене пећинске дворане, налази се сплет мањих и већих пукотина, које подсећају на канале, и чине лавиринт међусобно повезаних дијастрома. Дијастроме прате правац пружања пећине, па тако правцем север – исток (са експозицијом слојева од 70° према истоку), граде разгранату мрежу канала дуж банковитих кречњачких блокова. У наслагама слојевитог кречњака, јасно се разликују поједини стратуми. Моћност једног кречњачког слоја је од 0,3 до 0,5 m. Обурвани кречњачки блокови као "камене завесе" (Б. Кирбус, 1987) преграђују блатни канал, чинећи својеврсну баријеру за пећинску отоку. Преко кречњачких блокова су наталожене пећинске глине мале моћности. Морфолошки гледано, отока пећине изграђује својеврсну подземну композитну долину

усецајући се кроз кречњачке баријере и пећинску глину. На блатни канал, по завршетку кречњачких баријера, одваја се у правцу југа – југозапада канал висине 0,5 m, а дужине 4 m, који се завршава пећинским кубетом са мањим, неразвијеним формама сталактита. Мрежа лавиринтских канала се завршава кречњачким одсеком, који је постао обурвавањем таванице највишег канала лавиринта, на месту где је кречњачки блок извршио велики притисак на таваницу, која је услед рада отоке изгубила ослонац. Услед урушавања кречњачког блока долази до проширења споредних канала и пећинских дворана, тако да се на одређеном месту где то дозвољава суподина пећине формира море кречњачких стена које подсеца отока. О димензијама ових облика тешко је говорити, пошто су на кречњачке блокове наталожене веће количине пећинске глине. У деловима спелеолошког објекта где све страна пећинског канала чине кречњачки блокови, формирају се извесна синклинална проширења која су испуњена водом. Порекло воде може бити тројако: акумулацијом прокапних вода, кондезацијом водене паре са таванице пећине и услед таложења пећинске глине долази до избијање воде из отоке због евстатичког притиска воде у односу на подлогу. Највећи синклиноријум се налази 10 m југоисточно од главне дворане блатног канала, ширине 1,5 m, дужине 7 m и максималне дубине воде до 0,7 m. Од њега се одвајају два канала: први, краћи – дужине 3,7 метара и други – дужи, око 5 метара. На месту где се одвајају ова два канала налази се проширење се пећинским кубетом висине од око 3 метара (Б. Кирбус наводи 3,5 m), са развијеним пећинским накитом и свим облицима растапања и саливања пећинских украса. Од подине овог кубета израстају сталагмити, али су они још у фази саливања. Травертинске каде се нису у довољној мери развиле због узаности пећинских канала. Највећа пећинска травертинска када је ширине 0,6 m и дужине 1,2 m. Она је у потпуности испуњена водом. Блатни канал се завршава одсеком кречњачког компактног блока висине 5 m, који се благо спушта у главни канал.

Морфометрија главног канала показује све елементе типичне за развијене пећинске системе. Са укупном дужином од 205 m представља највећи канал. Целом дужином овог канала усечена је подземна река пећине. На местима где вода реке наилази на велике кречњаке баријере или већи нагиб обурваног блока са таванице, вода се ујезерује, стварајући тако сифонске акумулације. На целој дужини тока кроз главни канал, пећинска река изграђује три такве акумулације. Паралелно са правцем отицања водотока на већим висинама се пружа суви канал, који је највероватније некад и сам био водоток. Дијаклаза по којој су оба канала настала већином је проходна. Таваница

горњег канала је са бројним пукотинама и кубетима у којима су изграђени типски примери сталактита.

У морфолошком смислу главни канал се може поделити на горњи и доњи део. Доњи део започиње самим улазом у главни канал, а завршава се првом кречњачком преградом, која га одваја од првог језера. Горњи део чини сплет међусобно повезаних лавиринтских канала, а од доњег дела одвојен је сифонским сужењем првог језера. У оквиру доњег дела три су ревира која се морфолошки разликују: а) кречњачки континентални блок који се завршава одсеком, наспрам блатног канала; б) од стрмог кречњачког одсека над блатним каналом до обурване таванице великог канала (место где меандрира подземна река); ц) од меандра до друге кречњачке баријере.

Први ребир је широк у просеку 3,5 – 5m, а висок 5 – 7m. Обухвата доњи ток пећинског водотока. Налази се нешто ниже од блатног канала, где услед преласка воде преко кречњачких баријера има слаповит карактер. Слаповит карактер долази до изражаја кад преко кречњачких степеника укупне висине 2,5 m прелази вода пећинског водотока. Каскаде у току пећинске реке допринеле су стварању велике акумулације, изграђене претежно од шљунка и песка. Акумулација је толико изражена, да је издизањем наталоженог материјала створена својеврсна тераса. На месту где је некад било завршно језеро, сада је наталожен материјал из горњег тока пећинске реке. Некадашња отока завршног језера полазила је из североисточног дела, а која је сада уски суви каналић ширине 0,8 m, висине 1,0 m, који се након 8 m завршава понором. Ниво воде у завршном језеру и понору су идентични што указује да су они у непосредној вези.

Други ребир главног канала је проширење до 3 m, које се завршава великим проширењем од 5,5 метара (Б. Кирбус наводи чак 7 метара !!!). Таваницу канала пресеца пукотина, дијаклаза преко које су горњи и доњи ниво канала повезани. Кречњачки саливи сталактита и сталагмита допринели су стварању пећинских стубова - сталагњата. Један од лепших сталагњата налази се на месту, где се врши лучење кречњака са великог блока, при улазу у блатни канал. Услед кречњачке баријере која је настала обурвавањем таванице пећине, односно једног блока, подземна река врши обилажење и разједање кречњачке масе, стварајући притом својеврсне меандре. Кинетичка енергија подземне реке је таква да она спира тај кречњачки блок, стварајући у њему прслине. То није јединствена компактна кречњачка маса, већ се састоји од три блока, мада је у време проучавања Борута Кирбуса био јединствена целина. Смештен је 30 метара од почетка другог ревира.

Трећи ревивр доњег дела главног канала је ширине око 1,8 m, а висине 4 m. У горњем делу попречног профила канал је ширине 4 – 5,5 m (Б. Кирбус до 7 метара). Повећање ширине у горњем делу попречног профила канала у вези је са појавом већег броја уских канала који се одвајају према западу. Кинетичка енергија пећинске реке је условила формирање две веће акумулације на местима где су кречњачке баријере успеле да надјачају кинетичку енергију реке. Тако се формирају два „шиновска лонца“ (Б. Кирбус, 1987) дубине 0,7 m и ширине 0,5 m у које вода слаповито утиче. Доњи ревивр се завршава кречњачким прегибом са блоком димензија 2,5 X 1,5 m. Канал се овде рачва на два крака.

Средње језеро подсећа на велики сифон, који је смештен у неправилно елипсоидној равни, чији су пречници 3 и 4 m, а висина 2 m. Изнад средњег језера, паралелно са његовим пружањем, иде суви канал, широк свега 0,5 m, а дугачак 31, 5 m. Канал је највероватније настао из пукотине. То показују прелине у стенској маси. Борут Кирбус ради лакшег детерминисања и познавања морфометрије овог дела издваја три дела: велики лавиринт, дворана средњег језера и канал почетног језера.

Велики лавиринт започиње узводно од средњег језера. Његова морфометрија нам показује да је дужине око 50 метара, а ширине у просеку 7 – 8 m, мада при излазу из њега је 9,5 m. Борут Кирбус наводи чак и 10 m, што може да буде тачно ако се ширина рачуна од једног кречњачког одсека до највишег дела терасе подземне реке. Лавиринт представља сплет канала и пукотина који се гранају у више нивоа. Зоне разграничења међу лавиринтским нивоима чине обурвани кречњачки блокови. По висини се могу издвојити три зоне: највиша, зона средишњег лавиринта и зона подине лавиринта. Највиша зона се по висини и правцу пружања наставља на уски суви канал. Због велике висине, кречњачки саливи се тешко формирају, док се главна пукотина шири по таваници пећине. Зона средишњег лавиринта је настала сукцесивним проширивањем пећинских измршених канала, под дејством кондезованих вода са зидова канала. Услед отапања кречњака, вода дезорганизовано тече, и при самом крају изграђује проширење, које је веза између највише зоне и средишњег лавиринта. Зона подинског лавиринта започиње кречњачким банком у облику степеника висине 1,5 m, низ који пећинска река усеца своје корито. Последица усецања је слаповито кретање воде пећинске реке, која утиче у елипасту дворану формирајући акумулацију, односно језеро. Језеро је изграђено у својеврсном каналском проширењу. Стране канала су избраздане многобројним жлебовима и браздама насталих хемијским и механичким деловањем подземног водотока.

О начину храњења подземне реке, односно подземних језера више речи ће бити у одељку о хидрографској вези између Рупавца (део Соколских планина), Орлићке пећине (спелеолошки објекат на северним деловима Сокола) и Сиговца (јако крашко врело на северним падинама Соколске планине).

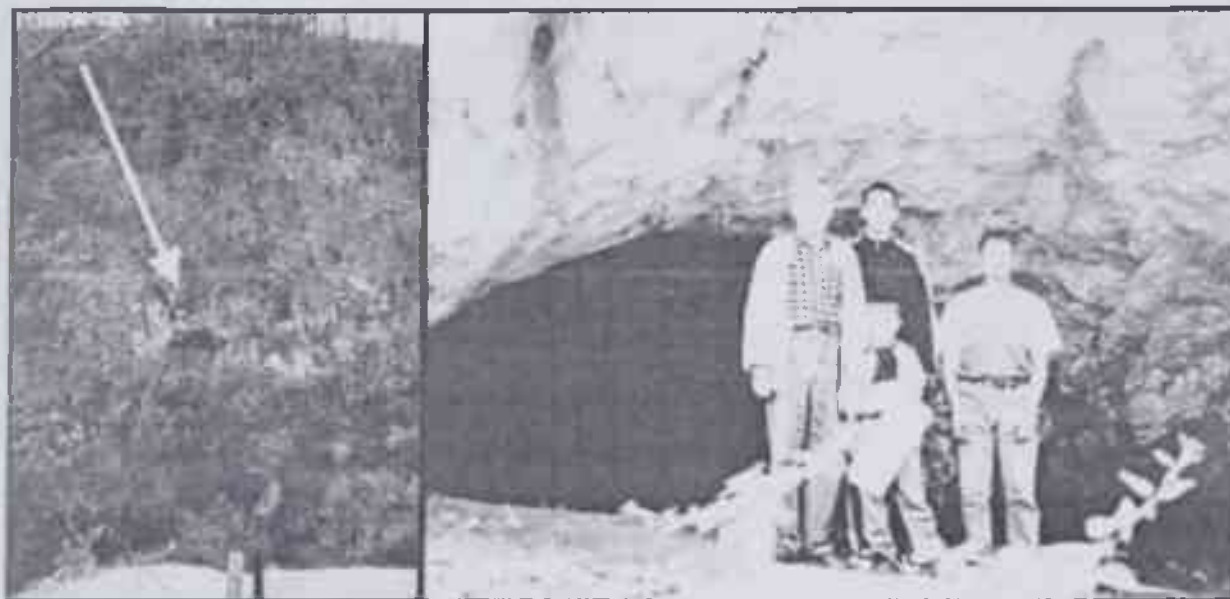
Генезу и еволуцију развоја овако разгранате пећине треба посматрати кроз два основна нивоа канала: горњи и доњи.

Рекапитулација раније анализираних делова пећине у горњи ниво сврстава: горњи канал у лавиринту, уски суви канал изнад средњег језера, виши крак главног канала, горњи канал изнад главног канала, блатни и улазни канал; доњи ниво чине канал почетног језера, доњи ниво лавиринта, два дела дворане средњег језера, главни канал, канал завршног језера и канал који се одваја на његовом северозападном крају. Веза између нивоа води многобројним пукотинама или је између њих уметнут средњи ниво (као у великом лавиринту), настао проширивањем дијаклазе по којој су нивои и настали.

Горњи ниво је изложен прокапним водама без претеране акумулације (мање локве на неким деловима канала). Процеђивање воде активира акумулативни крашки процес који се манифестује многобројним пећинским накитом (доминирају сталактити). Насупрот горњем, кроз доњи ниво пећине протиче река.

Горње чињенице указују на закључак да је спелеолошки објекат Орлићке пећине настао хемијско – механичким радом подземног воденог тока. Вода је, проширујући иницијалне пукотине правца северозапад – југоисток скаршћавала кречњаке Соколске планине притом стварајући пећинске канале у више нивоа (досад само два нивоа). Тај процес се одвијао у две еволутивне фазе: Прва је карактеристична по томе што подземна река ствара виши ниво пећинских канала и сифонски истиче на месту данашњег улаза у пећину. У другој фази подземни ток полази од почетног језера доњим нивоом лавиринта до средњег језера, затим отиче доњим каналом и даље целом дужином главног канала све до завршног језера од којег подземно отиче до извора Сиговац (20 m ниже од пећинског улаза). Горњи ниво у овој фази је без значајне хидролошке функције па се у њему одиграва крашки акумулативни процес, типичан за горње делове пећинских система (Б. Кирбус, 1987).

Ковачевића пећина, следећи спелеолошки објект у басену слива Ликодре, се налази у селу Церова, недалеко од Крупња (9 km североисточно од њега). Пећина носи назив по засеоку Ковачевићи где је лоцирана. Улаз у пећину се налази на десној страни Ковачевића реке, на висини 29 m изнад речног корита.

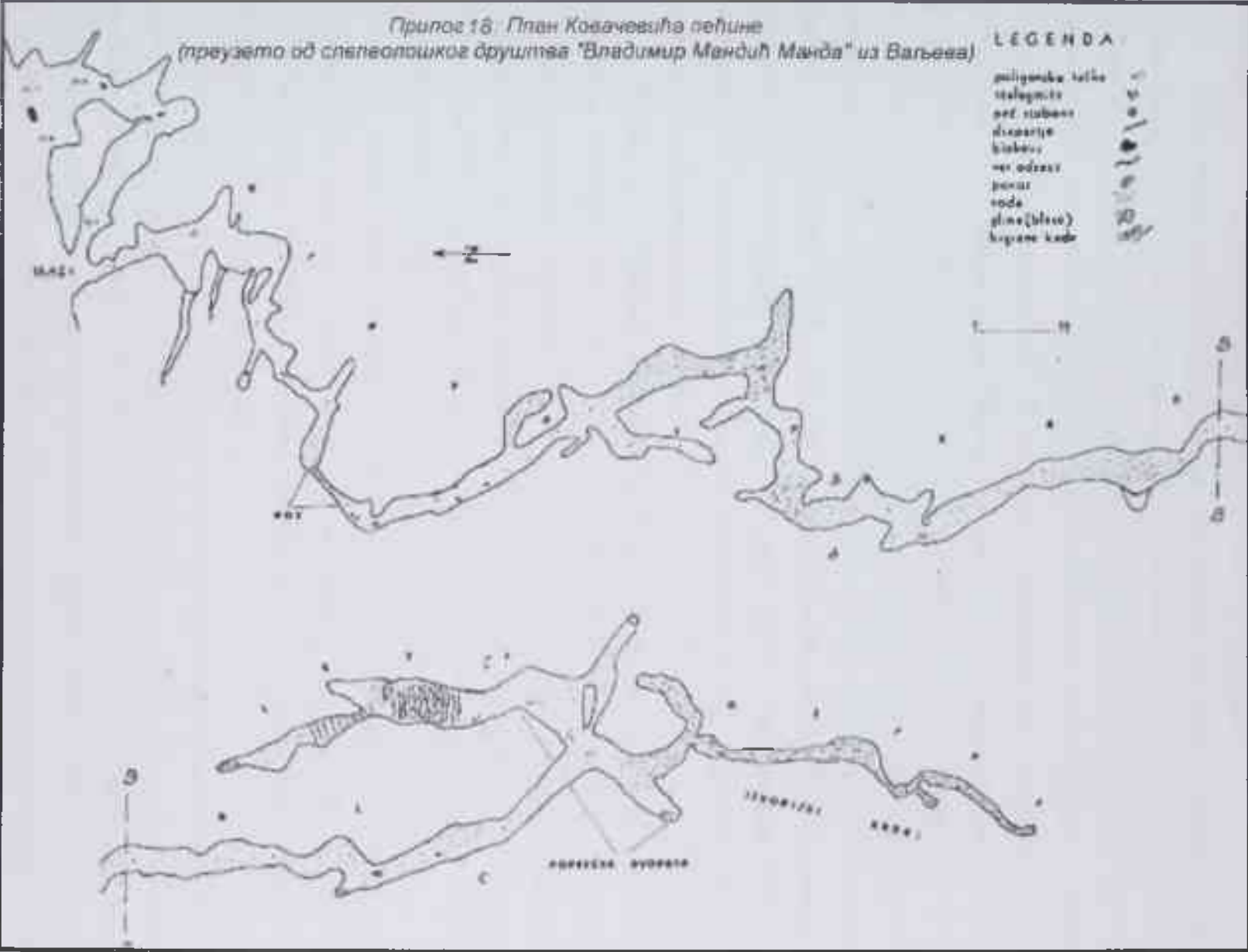


Слика 38: Улаз у Ковачевића пећину (Фото: Б. Ристановић)

Десна долињска страна Церовице (Ковачевића река), на којој се налази пећина, веома је стрма (30-45°). До пећине се долази путем Крупањ – Столице, одакле се скреће према селу Церова све до коте 568, а затим се сеоским путем дужине око 2 km долази до засеока Ковачевићи. Од куће Бошка Ковачевића до улаза у пећину (350 m) воде само стазе преко сеоских имања.

Пећина још увек није довољна испитана иако су истраживања вршена у више махова (1973, 1986, 2001, 2002). Укупна дужина истражених канала износи 985 m. Ковачевића пећина је једноставан канал са слабом развијеношћу, јер постоји мала разлика између стварне дужине пећине и линије која спаја почетак и крај пећине.

Прилог 18: План Ковачевића пећине
(преузето од спелеолошког друштва "Владимир Мендић Манда" из Ваљева)



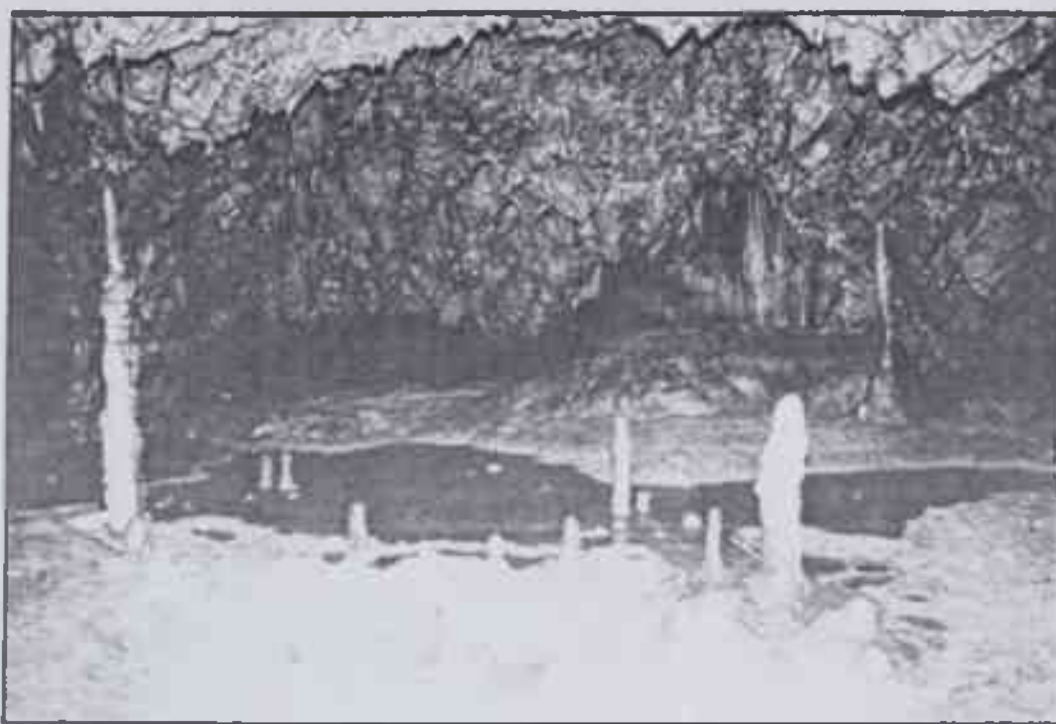
Пећински канал је изграђен као притока Ковачевића реке; укупан пад од саставка два подземна канала па до улаза износи свега пет метара.

Улаз у главни канал пећине је широк 1,7 m, висок 0,8 m. После 5 m улаз се шири у пространу дворану дугу 30 m, широку 12 m са висином и до 10 m. На дворану се у правцу исток – запад надовезује канал дуг 45 m који се постепено сужава у канал димензија 0,6 x 0,4 x 7 m. Након овог сужења пећински канал прелази у правац север – југ. Дужина овог канала је 340 m док јој висина варира, од 1,5 m до 15 m. Он се протеже све до састава два бочна изворишна крака. Они су управни на главни канал те их називамо попречна дворана. Она се пружа правцем исток – запад на дужини од 50 m и са просечном ширином од 10 m. На источни део ове пећинске одаје надовезује се канал смера југ – север који се на дужини од 20 m диже под углом од 8°, да би касније прешао у хоризонталу. На 3 m од главног улаза у пећину налази се улаз сличних димензија који води у правцу југоистока. Овај улаз је дугачак 25 m, просечно широк 8 m, а висок око 7 m. Затим се сужава на отвор димензија 3 x 1 m, те прелази у дворану дужине 20 m која иде ка североистоку.

Укупна дужина главног пећинског канала, до саставака, износи 453,5 m, а са попречном двораном око 500 m. На највећем делу дужине, димензије канала дозвољавају нормално кретање, мада постоји већи број елиптичних проширења (ширине преко 5 m), са висином таванице од 5 – 10 m и више. Сужења, која се морају претходно оспособити пробијањем за нормално кретање, налазе се на улазу (0 – 5 m) и на потезу од 103 до 110 m.

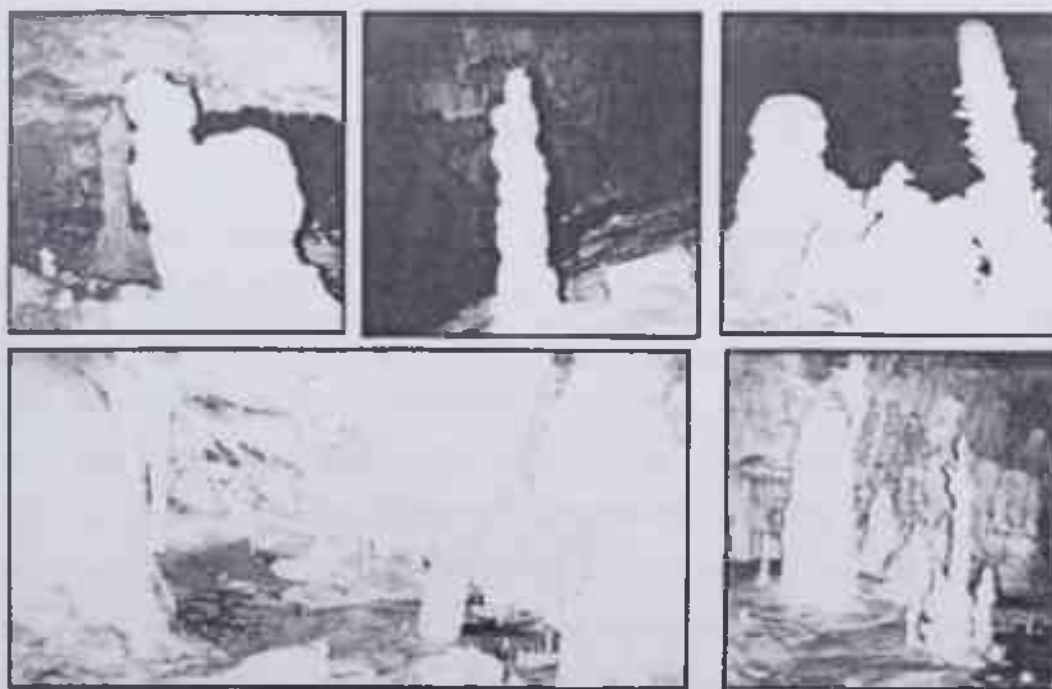
Дно пећине је покривено слојем глине, различите дебљине. Глина као непропустљива подлога спречава понирање и упијање воде капавице и слабих повремених извора, због чега су поједини делови пећине веома влажни, раскаљани, са барицама у глини или бигреним кадама.

Ковачевића пећина је речног типа чије су воде вероватно прешле у неки нижи хоризонт. Фаза суве пећине датира од момента када је Ковачевића река просекла кречњачку серију и доспела у неотпорне шкриљце, чиме су отворени нови, нижи путеви за кретање подземне воде. О старости ових процеса речито говоре сталагмити, изванредног облика и димензија чија основа најчешће лежи преко глине акумулиране дуж читавог пећинског дна. С друге стране то показује да је глиновити материјал старији од пећинског накита, конкретно сталагмита.



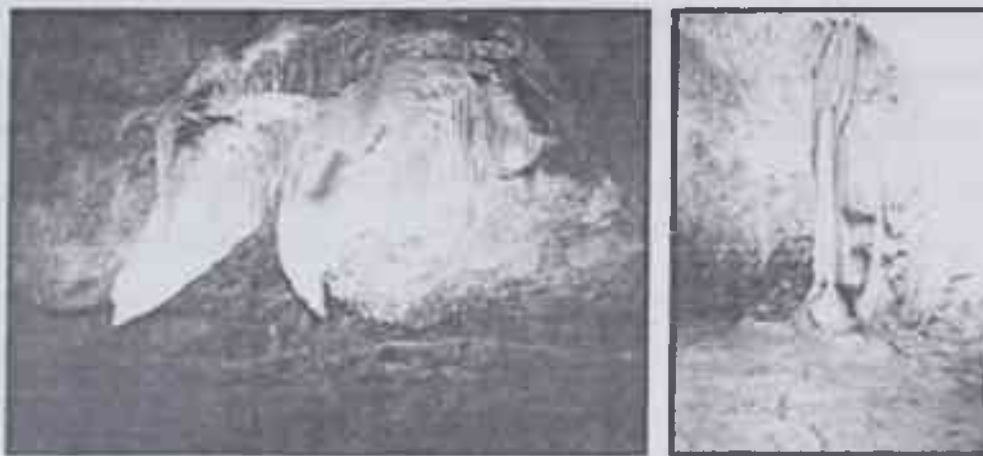
Слика 39: Глиновити канал (фото: Б. Ристановић)

Ковачевића пећина располаже скупинама изванредних сталагмита од белог, прозирног калцита, какви се ретко срећу и у најразвијенијим и много старијим пећинским системима. Најлепше сталагмитске групе налазе се после сужења на 110 – ом метру и левом краку Попречне дворане.



Слика 40: Пећински накит Ковачевића пећине (Фото: Б. Ристановић)

Истовремено, сталактити су веома ретки, сем многобројних цевчица на таваници, пречника око 1cm и дужине до 20cm, из којих капље вода прокапница. Брзо истицање ове воде је засигурно спречило формирање дужих и масивнијих сталактита, али је зато погодновало образовању многобројних сталагмита, салива и драперија.



Слика 41: Саливи и драперије Ковачевића пећине

(Фото: Б. Ристановић)

Формирање пећине се везује за време другог, стагнатног нивоа Ковачевића потока који је, између осталог, био условљен серијом отпорних кречњака. По пресецању кречњачке серије била је убрзана еволуција долине Ковачевића реке и спуштање подземних вода, док је заустављен даљи процес изградње пећинског канала радом речне и хемијске ерозије.

6.3.3. КРАШКА ХИДРОГРАФИЈА

Карбонатне стене у крашким теренима Јагодње и Соколске планине карактерише површинска, пукотинска и кавернозна водопропустљивост. Она се увећава корозивним радом, а умањује акумулирањем нерастворљивих остатака кречњака и седимената са топографске површине. На пропусну моћ подземних шупљина има изузетно велики утицај чињеница да је кречњак често лапоровит или песковит, са великим процентом нерастворљивих честица, као и појава педолошког покривача дебљине 0,5 – 1 m на највећој површини краса. Зато се, упркос великој испуцалости кречњака, атмосферски талози местимично дуже задржавају на површини. Услед тога се на централном билу Јагодње и Соколске планине региструје преко 10 – так повремених крашких извора и локви. Ти хидрографски објекти су повременог

карактера, активни у дужем или краћем раздобљу, непосредно након излучивања падавина. Извори најчешће избијају по ободима већих вртача или кратких скаршћених долина и увала. Након краћег површинског тока, њихове воде се ујезеравају на дну најближих вртача или у вртачама на завршецима долина, при том стварајући повремене акумулације. Локве убрзо пресушују услед процеђивања воде кроз педолошки слој на дну вртача и понирања у кречњачку унутрашњост, као и процесом испаравања.

Насупрот сиромаштву у површинским водама, као и сваки други крашки терен, тако и крас Јагодње и Сокола је богат подземним водама. Крашки терени представљају сабирну област која храни бројне изворе на северним и јужним падинама Подрињских планина. Концентрисањем вода у унутрашњости стеновите масе створени су и подземни водени токови од којих је река у Орлићкој пећини била приступачна непосредном теренском истраживању. Подземне воде избијају на топографску површину на неколико јачих извора о којима је било речи у одељку о хидролошким карактеристикама.

О интензитету и брзини одвијања и напредовања крашке ерозије изводе се закључци тек по познавању физичко – хемијских својства подземних вода које су главни агенс геоморфолошких процеса крашке корозије. Физичко – хемијске анализе су извршене на узорцима узетим са извора. Истраживања овога типа на крашком подручју Рађевине је извршио Ч. Милић 1981. године, при чему је мерио и анализирао следеће величине:

Табела 31: Хемијске особине вода крашких извора у Рађевини

Извор	h	T	Q	PH	H	tH	SO ₄	CO ₃
Ивовик	683	9,5	0,1	7,35	216,5	227,5	11,0	98,10
Сиговац	585	8,5	1,0	7,55	165,0	205,0	11,50	99,80
Студенац	350	11,0	2,7	7,30	213,5	230,0	7,80	97,30
Змајевац	280	11,0	0,15	7,35	310,0	310,0	8,25	99,72
Језеро код Томња	820	12,0	-	7,56	180,0	200,0	9,00	69,40
Ћумуране	710	8,5	1,35	7,50	188,5	227,5	18,25	78,85

где је: h – надморска висина у m

T – температура у °C

Q – протицај у l/sec

H – калцијева тврдоћа у mg/l

tH – тотална тврдоћа у mg/l

SO₄ – сулфати у mg/l

CO₃ – карбонати у стени у %

На основу извора из табеле 31 и још 6 извора на јужним странама Јагодње и Соколске планине, Ч. Милић је извео следеће закључке: "ако посматрамо температуре извора и врела, оне се поглавито снижавају са повећањем надморске висине; једини изузетак је слаб извор на Језеру код Томња који је пласиран на присоју и протицај му је безначајан, што је од утицаја на загревање његове воде. У том правцу показују пораст и калцијева и тотална тврдоћа воде, нарочито у осоју и тамо где су мање количине протицајне воде. Исто тако, на једном хидрографском објекту вредности ових параметара су у обрнутом односу са повећавањем протицаја и температуре извора и врела, што је већ познато за прилике у областима умереног климатског појаса" (1981, стр. 25). Ови закључци се не могу прихватити у потпуности. Један од разлога, не и основни, јесте мали број и нерепрезентативност коришћених узорака. Од дванаест крашких врела и извора чије су воде анализиране, седам се налази на подручју Јагодње и Сокола (северне и јужне падине), док се осталих пет извора налази у широј околини овог подручја, на удаљености 2 – 16 km и већином на изразито мањој висини. Од крашких подручја Јагодње и Соколске планине их одвајају негативни рељефни облици – дубоке речне долине, који указују на немогућност постојања међусобних подземних хидролошких веза. Тако се врело Студенац налази северно од Крупња, у атару села Церова (350 m а.в.) на око 5 km од обода Соколске планине, од које је одвојено дубоком долином Богоштице и Ликодре (230 – 280 m а.в.). Извор Змајевац је на 280 m а.в. и на око 10 km североисточно од Соколске планине. На ових пет извора се јављају воде које не протичу кроз кречњачку унутрашњост Јагодње и Сокола, те се не користе при извођењу закључка о физичко – хемијским својствима подземних вода овог подручја.

Други разлог неприхватљивости цитираног мишљења односи се на анализу односа између надморске висине и температуре извора. Милићева претпоставка да се са повећањем апсолутне висине снижавају температуре извора и врела, је у супротности са мерењима које је извршио (табела 31). На основу изнетих података, најниже температуре имају извори и врела на 585 m и 710 m, док се са порастом и смањењем апсолутне висине од наведених, температуре повећавају.

Изворске воде овог подручја су без оцењивог укуса и мириса. Вишекратним истраживањима у различитим годишњим добима запажа се да су воде крашких извора претежно безбојне и бистре. Повремена замућења се јављају након интензивних излучивања падавина.

На температуру воде крашких извора на Подрињским планинама битан утицај, поред промене надморске висине, има и дебљина кречњака, удаљеност сабирне

површине од извора и са тиме у вези дужина и време отицања подземних вода кроз унутрашњост кречњака, као и услови избијања ових вода на површину (сифонски, гравитациони, кроз каптажу).

Познато је да хемијски састав вода на изворима зависи, пре свега, од стена кроз које та вода пролази и у којима се формира издан. Пошто већину сабирних површина у залеђу испитиваних извора представљају карбонатне стене, одговарајуће разлике у хемијском саставу изворских вода резултат су локалних промена хемијског састава кречњака и интензитета његовог растварања.

На бази података о хемизму крашких вода дошло се до следећих закључака: у погледу карбонатних стена крашких терена Јагодње и Соколских планина, као и осталих кречњачких простора Рађевине, констатује се веома широка скала почев од чистих (Змајевац), затим лапоровитих (Језеро код Томња, Ђумуране), преко разних доломитичних кречњака, па све до правих доломита (јужне падине Сокола).

Са становишта чистоће карбонатних стена, требало би очекивати да у овој области имамо појаву веома развијеног краса, односно холокарста. То, међутим, није случај из више разлога. Прво, кречњачке и доломитске зоне често су уметнуте између силикатних стена и њихова дебљина над вододржљивом подлогом јако варира. Друго, педолошки покривач је релативно добро очуван тако да представља добар тампон знатнијем инфилтрирању воде у крашко подземље. И најзад, треће, дезорганизација речне мреже и издизање крашких оаза је врло младо што се закључује на основу чињенице да је шљунковити материјал у Орлићкој пећини добро очуван у погледу заобљености.

6.3.3.1. Утицај загага на крашку издан

У складу са распрострањењем карбонатних стена, на највећем делу истраживаног подручја развијена је крашка издан као посебан тип разбијене издани. Воде се јављају на површини у различитим нивоима, најчешће на контактима кречњака са некарбонатном подином. Местимично, подземно хране нормалну или пукотинску издан, а на површину избијају у теренима изван краса. Понирање атмосферских вода у кречњачку унутрашњост врши се системима пукотина и канала различитих димензија, односно различите пропусне моћи.

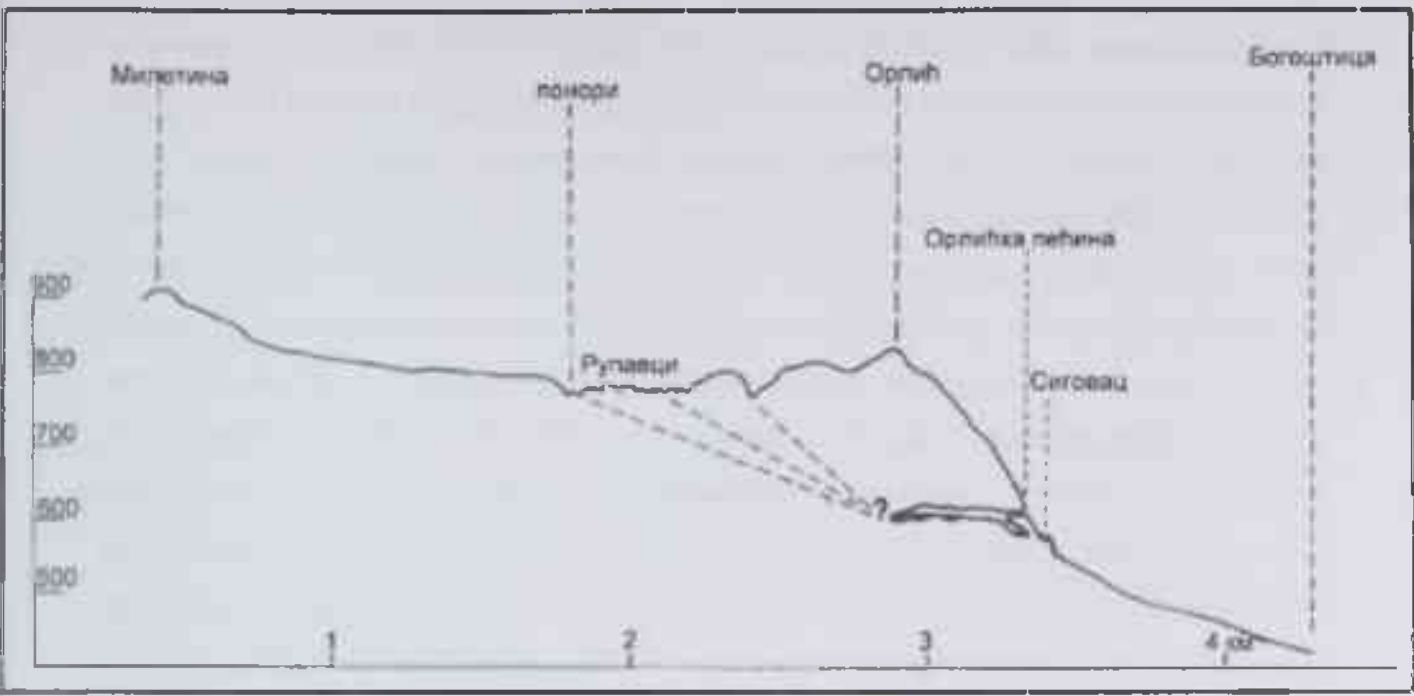
На Подрињским планинама срећемо стене разноликих хидролошких својстава у којима се формирају различити типови издани. Неминован је међусобни утицај

издвојених издани које се јављају у појединим стенским формацијама. Подземно усмеравање вода одређено је својствима кречњака и њиховим односом према другим, пре свега непропустљивим стенама. При томе, положај кречњачке подине утиче на усмеравање вода у кречњачкој унутрашњости према северу и југу, а контакт кречњака и некарбонатних стена условљава избијање вода на површину. Услед мале ширине подручја краса, на овим теренима нема услова за стварање великих подземних хидролошких система. Стога су извори веома бројни, али мале издашности.

Велики број јачих извора избија на контакту кречњака и непропустљивих некарбонатних стена које, у хидролошком погледу, имају функцију површинског загата. Контактна зона се налази на 550 – 750 m а.в. У северном подножју Јагодње и Соколске планине кречњаке загађују пешчари, глинци, аргилошисти и шкриљци. Најизразитији пример утицаја површинског загата на усмеравање вода, у условима изразитих тектонских линија, представља подземна хидролошка веза Рупавци – Орлићка пећина – Сиговац. На испитиваном подручју је ово једини пример да се подземне воде могу непосредно пратити у делу свога тока кроз кречњачку унутрашњост (бојење Б. Кирбуса, 1987).

У флувиокрашкој ували Ледени до (Рупавци) се налазе понори повремениг речног тока који настаје од већег броја извора на западним падинама Милетине. Карбонатне стене Корита, Ломова и Милетине су са јужне стране загађене трахитоидним стенама до висине од 750 m. Плитка долина понорнице Леденог дола је дужине око 1 km. Водоток понире у већем броју издуха распоређених линеарно уз западни обод Рупавца. Најудаљенији понор је активан само при максималном водостају потока. Мање од 1 km северозападно од последњег понора се налази улаз у Орлићку пећину, а непосредно испод њега, на 35 m мањој висини, је извор Сиговац. Канали Орлићке пећине су генерално оријентисани према југоистоку, односно у правцу понора. Целом дужином главног канала пећине протиче стални подземни водоток просечно већег протицаја од оног који понире у Рупавцима. Извор Сиговац издаје воду која је приближно исте издашности, као и протицај пећинског тока.

Мишљење о хидролошкој вези поменутих објеката се заснива на следећим чињеницама: пре свега, запажа се да су истог правца пружања и на истој линији долина понорнице, преиздубљени делови увале Рупавци, низ понора, низови вртача јужно од Орлића, изворишни крак потока Сиговац, канали Орлићке пећине и источни одсек брда Кулина.



Прилог 19: Хидролошка веза Милетина – Рупавци – Сиговац

То, несумњиво, указује на постојање тектонске линије – раседа по којем су сви облици, горе наведени, настали и по којем су оријентисане воде у унутрашњости кречњака. Подземни ток је оријентисан према северсеверозападу, где је поток Сиговац усекао своју долиницу у непропустљивим стенама северног подножја Соколске планине и снизио линију површинског контакта са карбонатима на 550 m а.в.

Разлике у протицају понорског тока и пећинске реке указују да се пећински ток храни водама са ширег подручја Рупаваца, а не само водама понорнице. Минимална разлика у количини воде која се јавља у пећинској реци и која избија на извору Сиговац указује да пећински ток избија на овом врелу, али и на већем броју мањих извора на висинама 500 – 650 m, непосредно у кориту потока Сиговац.

Понирање воде у унутрашњост кречњачке масе ограничено је дубином на којој се јављају непропустљиве стене. Одступање нагиба подкречњачких површина од топографске и подземно усмеравање крашких вода имају за последицу несагласност хидролошких и топографских граница – развођа између сливова (Б. Кирбус, 1987).

У одељку о хидролошким карактеристикама Рађевине већ је речено да централно било Јагодње и Соколске планине представља морфолошко развође између слива Јадра са једне (северне) и слива Дрине са друге (јужне) стране. Гребени и косе који се спуштају са планина представљају локална развођа подсливова притока Јадра и

Дрине. Појава одступања топографског од хидролошког развођа на овом терену изражена је у подручју флувиокрашке увале Рупавци и то пре свега услед неизразите топографске границе између сливова. Увала је изграђена на самом темену централног била, па се топографска граница може логично повући и њеним јужним и северним ободом. Осим наведеног одступања подземног хидролошког од топографског развођа за ово подручје је карактеристично да се обе граничне линије налазе непосредно изнад северног обода централног била Јагодње и Соколске планине, односно да највећи део ових Подрињских планина одводњавају притоке Дрине. Развијенија речна мрежа и већи број извора на јужним и југозападним падинама Јагодње и Сокола указују да се у унутрашњости кречњачке масе воде усмеравају већином према сливовима непосредних десних Дрининих притока. То је последица специфичног положаја подземних баријера од непропустљивих стена. Подкречњачка површина је већим делом нагнута према југу, а мањим делом према северу, односно оса њене антиклинале је ближа северним падинама.

Хидролошко топографско развође води највишим деловима Јагодње од Мачковог камена преко Нешиног брда до јужног подножја Града (Табла), а затим преко брда Честа избија на увалу код Овчарника. Затим повија ка југоистоку до коте 853 раздвајајући две увале на локалитету Пољане на супротне сливове. Линија развођа се даље пружа према југоистоку и истоку, до Равне горе и Кулине где повија према југу до превоја Сеновача, а затим се пружа теменом, југоисточно од Рупаваца, до врха Милетина. Даље води према северу, заобилазећи изворишни део Лажанске реке и преко Врбића колиба избија на Петков вис. Са северне стране обилази скаршћене терене изворишног дела Соколске реке и у правцу истока стиже до Рожња. Развође даље повија од Рожња преко Ајдароваче и Пресада до Јелшиног брда, Трштена и коте 816, одакле се пружа у правцу југоистока све до Прослопа.

Локална развођа између мањих сливова у североисточном подножју воде теменима гребена и коса које се спуштају са планина. Мала дебљина карбонатних стена је онемогућила интензивнији крашки процес, те се морфолошко и хидролошко развође већином поклапају.

7. ЗАКЉУЧАК

У Србији се, као и у другим деловима света, развој урбаних, привредних и инфраструктурних система одвијао углавном у речним долинама, због предности које таквом развоју пружају водени токови.

Са повећањем насеља и вредности добара у приобалним подручјима, постепено су се повећавале штете од поплава, и других неповољних утицаја водених токова (бујице, ерозија тла). Због тога је приобално становништво почело да предузима, најпреситне кораке у решавању проблема који је добијао све значају, а затим и сложеније радове и мере за заштиту насеља и инфраструктуре, од ерозивних процеса и стабилизацију речних корита. Наиме, опстајање и развијање насеља поред река је могуће уз појачане напоре, да се различитим радовима и мерама смањи ризик од поплава, негативног рада флувијалне ерозије и других неповољних утицаја, а са истовременим повећањем користи од водених токова. У области Рађевине, а поготово сам град Крупањ заступљено је ширење насеља на рачун тектонски предиспонираних, ерозивних проширења. Тако је, Крупањ, централно насеље Рађевине, искористио пет ерозивних проширења како би развијао своје градско језгро. У Крупњу долази до стицања пет различитих, тектонских речних долина, који граде посебан систем, великог ерозивног проширења Ликодре. Ликодра је најизразитији хидрографски објекат Рађевине. Њена хидрографска вредност у овом довољно неразвијеном кречњачком терену има изузетну улогу. Она директно утиче на општу циркулацију површинске и подземне хидрографије, а индиректно на крашки процес у целини, померајући свој спектар деловања како на површинске облике, који су млади и у фази изграђивања, тако и на већ изграђене подземне облике у кршу. Флувијални басен Ликодре, које је искористио Крупањ за своје ширење има лепезаст облик, што је последица стицања токова који га изграђују. Уређење водених токова, је сасвим разумљиво и прихваћено, практично у свим цивилизованим заједницама, па и у нашој земљи. С тим у вези, уређење водотока временом постаје све комплексније и сложеније, јер су се, са једне стране, постављали све оштрији критеријуми за заштиту од поплава све већег броја људи и материјалних добара на угроженим подручјима, док су се, са друге стране, постављали све разноврснији услови и критеријуми за коришћење, али и за заштиту вода и водених токова.

Поплаве, флувијална ерозија и друге штетне последице које проузрокује вода, односно водени токови, манифестује се у највећој мери при великим водама, односно екстремним хидролошко – хидрауличким појавама, које су у суштини стохастичког карактера. Тако, на пример, поплаве се јављају у сливу Богоштице. Богоштица представља релативно мирну речну долину, али ка њој се стиче већи број бујичних токова, тако да на неправилан начин модификују долинске стране, али и режим протицаја Богоштице. Богоштица при свом уливању у Ликодру уноси велику количину суспедованог материјала, који потиче из ових бујичавих токова. Стога се системи и мере за смањење тих штетних последица димензионишу (одређују) на тзв. меродавне хидролошко – хидрауличке утицаје усвојене (одређене) вероватноће појаве. Према томе, јасно је да се у таквим условима не може рачунати на потпуну заштиту од било којег штетног дејства водених токова (нормалног или бујичног карактера), јер се од усвојеног, меродавног хидролошко – хидрауличког утицаја може појавити још већи (свакако са мањом вероватноћом појаве) и изазвати штете. Из тога следи да се штете од поплавених таласа и других неповољних утицаја водених токова не могу тотално елиминисати, већ се тежи разумном смањењу тих штета. Регулација и прокопавање корита реке Чађавице је из тог разлога адаптирано, како би се смањило бујичарски карактер, који је река имала пре регулације.

Ерозијом земљишта је угрожено више привредних грана и области: водопривреда, пољопривреда, шумарство, саобраћај и комунална инфраструктура. У свакој од ових области предузимају се поједине мере заштите од ерозије, нарочито у случају већег степена угрожености конкретног локалитета. Такав парцијални приступ заштити од ерозије у неким случајевима је неминован и оправдан, поготово када је неопходно ургентно решавање проблема. Међутим, сасвим је извесно да би много ефикаснији и рационалнији био интегрални приступ антиерозивном уређењу целе територије Србије. При разматрању антиерозивних радова у будућем периоду треба имати у виду искуства из прошлости. У том контексту постије и неки позитивни ефекти социјалних и демографских процеса на стање ерозије. Наиме, миграција сеоског становништва из пасивних крајева (која су најчешће и ерозивна подручја) имала је врло значајан ефекат на смањење интензитета ерозионих процеса. Смањење аграрног притиска и сточног фонда допринело је спонтаном смиривању ерозионих процеса и ревитализацији вегетационог покривача. Уколико би се ови демографски и друштвено – економски трендови наставили у будућности (мишљење аутора је да засигурно хоће), то би утицало и на смањење обима антиерозивних радова.

У оквиру просторног плана Србије предвиђена је и промена намене појединих делова територија. Са аспекта ерозије земљишта од посебног је значаја планирано претварање нископродуктивних и деградираних пољопривредних површина у шумске комплексе. Пошумљавањем ових површина остварио би се значајан антиерозиони ефекат. Због тога је неопходно усклађивање будућих заштитних радова са нацртима просторних планова.

У склопу антиерозионог уређења основни интерес водопривреде се састоји у заштити водопривредних објеката од наноса (флувијална акумулација). Због тога се, при разматрању антиерозионих мера за потребе водопривреде, мора водити рачуна, са једне стране, о степену угрожености појединих објеката, а са друге стране о степену осетљивости објеката на засипање наносом. Степен угрожености објеката од наноса зависи од количине наноса који пристиже до објеката, односно од величине сливног подручја и стања ерозионих процеса на том подручју. Степен осетљивост појединих објеката на засипање наносом зависи од тога колико нанос угрожава основну функцију објеката, као и од чињенице да ли су наносне наслага привременог (као у регулисаним речним коритима), или сталног карактера (акумулација – брана у Марића клисури код села Красава).

С обзиром на напред наведено, објекти за заштиту од поплава, заједно са мрежом уређених водених токова, представљају на највећем делу угроженог простора инфраструктурне системе првог реда од чијих функција у великој мери зависи нормално одвијање многих привредних и других активности. Но, треба истаћи да се не ради само о заштитној функцији система, већ и о обезбеђењу услова за развој нових делатности, као и за повећање вредности и употребљивости водних и других ресурса у речним долинама.

Флувијална ерозија представља компоненту комплексних речних процеса који се одигравају под утицајем природних и антропогених фактора. Отуда је логично да се заштита од флувијалне ерозије третира у оквиру уређења водотока. Контрола овог типа ерозионих процеса има двоструки ефекат: спречавањем бочне ерозије корита постиже се заштита обала и приобаља, док се са друге стране зауставља улаз материјала из рушевних обала у речно корито и тиме онемогућава формирање наносних наслага које смањују пропусну моћ корита. Заштита од ерозије обала је врло значајна, како у случају пољопривредне намене приобаља (спречавање губитка земљишта), тако и у случају када се у приобаљу налазе индустријски или стамбени објекти и саобраћајна инфраструктура (примери Ликодре, Богоштице, Брштице, Белоцркванске реке). У

оквиру антропогених фактора флувијалне ерозије посебно се указује на проблем неконтролисане експлоатације материјала из речног корита. "Багеровање" већег обима на неповољним локацијама нарушава морфолошку равнотежу водотока и доводи до великих деформација корита и обала, односно појачава (убрзава) природну тенденцију флувијалне ерозије. Са аспекта експлоатације материјала, овај процес није неповољан јер омогућује перманентно обнављање наносних залиха. Међутим, са аспекта стабилизације речног корита и заштите обала и приобаља, интеракција багеровања и флувијалне ерозије је врло неповољна. Огуда је неопходно да се експлоатација материјала из речног корита врши само на оним потезима где неће изазвати процес флувијалне ерозије, и на начин на који речни токови задржавају стабилно стање. Са обзиром на повезаност проблема флувијалне ерозије и експлоатације материјала из речног корита неопходан је адекватан приступ овој проблематици. Такав приступ се подразумева код примене концепта "sediment management - a" , који обухвата генезу, транспорт и коришћење наноса.

У циљу заштите од ерозивних процеса, регулисани су следећи речни токови: Богоштица (до дужине од 185 m извршен је само ископ корита, од 185 m до 335 m, регулисано је једногубо речно корито а после 335 – ог метра, изведена је потпуна регулација корита), Чађавица (насипи и две каскаде висине 0,5 m), Ликодра (насип висине око 2 метра, удаљен од корита просечно 25 метара).

Туристички потенцијали Рађевског краја, гледани кроз њихово вредновање, у овом тренутку нису велики. Последица су лоше саобраћајне повезаности и неадекватне валоризације простора услед слабе информисаности могућих туриста са овом регијом. Пратећи савремене токове развоја, туризам постаје једна од важнијих привредних делатности, и важан ослонац у ревитализацији наших, недовољно изучених регија. Велики значај у новије време имају сеоски и здравствени туризам, али и све занимљивији спелеолошки туризам. У том правцу, пажњу туриста би засигурно могла привући Ковачевића пећина. Она је најизразитији спелеолошки објект на територији Рађевске регије, који је релативно добро проучен, али нажалост, слабо валоризован. У том правцу би требало учинити значајне кораке на отклањању основних недостатака овог интересантног природног облика (уређење стаза и обезбеђење инфраструктурне приступачности).

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Анђелковић М., (1978): Тектоника Динарида Србије, Универзитет у Београду, Београд;
2. Анђелковић М., (1976): Основни тектонски план Динарида Србије, Геологија Србије IV, Тектоника, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошког факултета, Београд;
3. Анђелковић М., (1978): Стратиграфија Југославије, Универзитет у Београду, Београд;
4. Бојанић Д., (1986): Крупањ и Рађевина у XVI и XVII веку, Скупштина Општине Крупањ, Београд;
5. Ванчетовић Ж., (1966): Ерозија земљишта и бујице у Србији, Земљишта природе, бр. 32, Београд;
6. Васић М., (1903): Шуме у округу Подрињском, Београд;
7. Васовић М., (1957): Упуства за испитивање ерозије земљишта, Савез географских друштава ФНР Југославије, Београд;
8. Гамс И., Зеремски М., Марковић М., Лисенко С., Богнар А., (1985): Упутство за израду детаљне геоморфолошке карте СФРЈ, Радна група Научног већа међурепубличко – покрајинског пројекта за геоморфолошко картирање, Београд;
9. Гамс И., (1974): Крас, згодовински наравословни ин географски орис, Љубљана;
10. Група аутора, (1986): Рађевина у прошлости, Скупштина Општине Крупањ, Београд;
11. Група аутора, (1970): Водопривредна основа реке Јадар, свеска IV, Водопривредна организација "Лозница", Лозница;
12. Група аутора, (1983): Тумач за карту ерозије Подрињско-колубарског региона, Институт за шумарство и дрвну индустрију, Одељење за ерозију и мелиорацију, Београд;
13. Група аутора, (1987): Орлићка, Терзина и Ковачевића пећина, Друштво истраживача "Владимир Мандић – Манда" – Спелеолошка група, Ваљево;
14. Група аутора, (1996): Водопривредна основа Републике Србије, Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд;
15. Димитријевић М. Д., (1996), Геологија Југославије, Београд;
16. Дукић Д., (1977): Воде СР Србије, Српско географско друштво, Посебно издање, књ. 44, Београд;
17. Дукић, Д., (1972): Зависност средњегодишњих вредности коефицијената отицања од просечне надморске висине речних сливова у Југославији, Зборник радова Географског завода ПМФ, св. XIX, Београд;
18. Ђоковић И., (1985): Примена структурне анализе на решавање грађе палеозојских творевина Дринско – ивањичке области, Геолошки анали Балканског полуострва, књига 49, Геолошки завод Универзитета у Београду, Београд;
19. Ђуричковић А. и сарадници, (1979): Извештај о детаљном геолошком картирању 1 : 25000, на подручју Церове, за 1977. и 1978., Геозавод, Београд;
20. Еремија М., (1977): Рађевски, Белоцрквански басен, Геологија Србије II – 3, Стратиграфија – кенозоик, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд;

21. Жујовић Ј., (1889): Основи за геологију Краљевине Србије са скицом геолошке карте, Геолошки анали Балканског полуострва, Књига 1, Геолошки завод Универзитета у Београду, Београд;
22. Жујовић Ј., (1893): Геологија Србије, Део први: Топографска геологија, Посебна издања Српске краљевске академије, Београд;
23. Зеремски М., (1973): Морфоструктурна подела рељефа Југославије сагласна новој геотектонској подели, Гласник српског географског друштва, св. LIII, бр.2, Београд;
24. Зеремски М., (1979): Геоморфолошка карта западне Србије, 1 : 200000, Београд;
25. Зеремски М., (1981): Непосредан утицај прстенастих морфоструктура на облик и оријентацију долинских система, билтен бр. 3, РГФ, Београд;
26. Зеремски М., (1983): Трагови неотектонских процеса у рељефу западне Србије, САНУ, Географски институт "Јован Цвијић", књ. 33, Београд;
27. Ивич М. Б., (1822): Описание Сервије, Бухереи, Виенне;
28. Јевремовић Ж., (1953): Планине западне Србије, Београд;
29. Јовановић Д., (1992): Седиментолошке карактеристике и реконструкција депозиционих средина палеозојских творевина у западном делу Јадарске области, докторска дисертација, РГФ, Београд;
30. Јовановић Р., (1995): Континентални доњотријаски црвени слојеви западне Србије, докторска дисертација, РГФ, Београд;
31. Карацић С. В., (1864): Српски ријечник. Беч;
32. Карић В., (1887): Србија – опис земље, народа и држава, Краљевска – српска државна штампарија, Београд;
33. Кирбус Б., (1987): Крашки рељеф Јагодње и Соколске планине, магистарска теза, Београд;
34. Крвавац Д., (1982): Орлићка пећина, дипломски рад, Одсек за географију ПМФ, Универзитет у Београду, Београд;
35. Кубат И., (1977): Тумач за лист Љубовија L 34 – 135, Основна геолошка карта 1 : 100000, Завод за геолошка, хидролошка, геофизичка и геотехничка истраживања, Геозавод, Београд;
36. Кубат И., (1977): Тумач за ОГК СФРЈ, Лист Љубовија, L 34 – 135, Савезни геолошки завод, Београд;
37. Лазаревић Р., (1973): Ковачевића пећина, Београд;
38. Лазаревић Р., Кирбус Б., (1997): Рељеф и геолошка подлога, Научна монографија: Општина Лозница, Српско географско друштво, Географски факултет, Географски институт "Јован Цвијић", Београд – Лозница;
39. Лазаревић Р., (2000): Клизишта, Друштво бујичара Југославије, Београд;
40. Лазић А., (1952): Режим Дрине, Српско географско друштво, Посебна издања, књ. 30, Београд;
41. Лазовић З., (1998): Рађевина и Крупањ, Ерозија – стручно информативни билтен, Београд;
42. Марковић Ј. Ђ., (1967): Рељеф Мачве, шабачке Поцерине и Посавине, Географски институт ПМФ, Посебно издање, књ. 1, Београд;
43. Марковић М., (1983): Основи примењене геоморфологије, Геоинститут, Посебна издања, књ. 8, Београд;
44. Маркови, С., Петровић М., (1975): Геолошки састав и тектоника Јадранског басена, Геолошки анали Балканског полуострва, Књига 39, Геолошки завод Универзитета у Београду, Београд;
45. Метеоролошки годишњаци, Савезни хидрометеоролошки завод, 1965–1984, Београд;

46. Милић Ч. С., (1954): Прилог познавању морфолошке разноликости вртача у загађеном карсту, Географски институт САНУ, Зборник радова, књ. 7, Београд;
47. Милић Ч. С., (1981): Крашке оазе Јагодње и Соколских планина, САНУ, Географски институт "Јован Цвијић", Зборник радова, књ. 33, Београд;
48. Милићевић Ђ. М., (1869): Књажевина Србија, Краљевска државна штампарија, Београд;
49. Милићевић Ђ. М., (1876): Кнежевина Србија, Краљевска државна штампарија, Београд;
50. Миљковић Н., (1996): Основи педологије, Универзитет у Новом Саду, ПМФ, Нови Сад;
51. Милојевић Б. Ж., (1913): Рађевина и Јадар, САН, Насеља, књ. IX, Београд;
52. Милојевић Б. Ж., (1951): Главне долине у Југославији, Посебно издање, Књига CLXXXVI, Одељење Природно – математичких наука, Књига 5, САН, Београд;
53. Мишић В., (1956): Букове фитоценозе Борање, Архив биолошких наука, свеска VIII, бр. 3 – 4, Београд;
54. Мојсиловић С. и сарадници, (1980): Тумач за ОГК СФРЈ, Лист Зворник L 34 – 123, Савезни геолошки завод, Београд;
55. Николић – Стојанчевић В., (1975): Рађевина и Јадар у необјављеним рукописима Цвијићевих сарадника, Српски етнографски зборник, књига LXXXVIII, Одељење друштвених наука: насеља и порекло становништва, књига 41., Етнографски институт САНУ, Београд;
56. Перић В., (1998): Река Ликодра и ушће Белоцркванске реке у Ликодру, Ерозија – стручно информативни билтен, Београд;
57. Петковић К., Анђелковић М., Николић П., (1976): Историјски развој гледишта о тектонској грађи Србије, Геологија Србије IV, Тектоника, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд;
58. Петковић К., Сикошек Б., (1976): Унутрашњи Динариди, Тектонске карактеристике, Геологија Србије IV, Тектоника, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд;
59. Петковић К., (1975): Јадарска област, Геологија Србија II-1, Стратиграфија, Прекамбрија и палеозоик, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд;
60. Петковић К., (1975): Рађевина, Геологија Србија II-2, Стратиграфија, Мезозоик, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултет Универзитет у Београду, Београд;
61. Петковић К., (1978): Употребљивост карбонатних стена као грађевинског материјала, Геологија Србија VIII-2, Инжењерска геологија, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд;
62. Петровић В. М., (1997): Биостратиграфија средњег миоцена Јадранског басена, западна Србија, Геолошки анали Балканског полуострва, Књига 61., Свеска 2, Геолошки завод, Универзитет у Београду, Београд;
63. Петровић Д., (1967): Геоморфологија, Београд;
64. Пешић Л., (1982): Стратиграфске и тектонске карактеристике у сливу реке Јадра – западна Србија, Геолошки анали Балканског полуострва, Књига 46., Београд;
65. Сикошек Б., (1976): Неотектоника, Геологија Србије IV, Тектоника, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултета, Универзитет у Београду, Београд;

66. Сикошек Б., (1976): Унутрашњи Динариди, Тектонске јединице, Геологија Србије IV, Тектоника, Завод за регионалну геологију и палеонтологију, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд;
67. Симић В., (1932): Прилог геологији западне Србије, Весник геолошког института Краљевине Југославије за годину 1931, књ. 1, св. 2, Београд;
68. Симић В., (1931): Прилог тектоници западне Србије, Подрињске планине, Весник геолошког института Краљевине Југославије, бр. III, св. 2, Београд;
69. Срећковић П., (1884): Како је Јадар и Рађевина придружен Србији, Гласник Српског ученог друштва, књига 57., Београд;
70. Статистика шума и шумске привреде за 1938. годину, Министарство шума и рудника, Одељење за врховни шумски надзор, Београд, 1940;
71. Стевановић П., (1951): Трагови Панонског мора у нашој земљи, Научна књига, Београд;
72. Стевановић П., (1992): Геологија квартара, Научна књига, Београд;
73. Стевановић П., (1992): Кратка геолошка историја некадашњег Панонског мора, Земља и људи, популарно – научни зборник, Свеска 42., СГД, Београд;
74. Танасијевић Ђ., Павићевић Н., (1953): Педолошки покривач Мачве, Поцерине и Јадра, Земљишта и биљке, год. II, бр. 2, Београд;
75. Тодоровић З., (1991): Генерални урбанистички план СО Крупањ, Јавно предузеће за планирање, пројектовање и аутоматску обраду података "Инфоплан" – Аранђеловац, Крупањ;
76. Ћирић Б., (1996): Геологија Србије, Београд;
77. Ћирковић Љ., (1975): Хидролошке карактеристике Јадра, Зборник радова Географског института "Јован Цвијић", књ. 26, Београд;
78. Урошевић С., (1903): Борања – студија контактано – метаморфних појава гранита, Глас Српске краљевске академије, књига LXV, бр. 25, Београд;
79. Филиповић И., (1974): Геолошке карактеристике и потенцијалност геолошких ресурса регије Колубаре, Мачве и Подриња, Геолошки завод "Гемини", Посебно издање, Београд;
80. Филиповић И., (1974): Палеозонк северозападне Србије, Расправе ин порочила, књ. 17, Љубљана;
81. Филиповић И. и сарадници, (1973): Тумач за ОГК СФРЈ, Лист Владимирци L 34 – 124, Савезни геолошки завод, Београд;
82. Филиповић И. и сарадници, (1983-94): Пројекат ЦЗ – палеозонк северозападне Србије, Извештај о извршеним радовима у 1983., 1984., 1985., 1986., 1987., 1988., 1989., 1990., 1991., 1992., 1993., 1994. години, Фонд стручних докумената Геолошког завода, Београд;
83. Филиповић И. и сарадници, (1995): Карбон северозападне Србије, Расправе геолошког завода "Гемини", књ. XXV, Београд;
84. Филиповић И., Пешић Л., Јовановић Д., (1993): Инжењерско – геолошке карактеристике олистострома северозападне Србије, Геолошки анали Балканског полуострва, књига 57., свеска 2, Београд;
85. Филиповић И., Сикошек Б., (1990): Нови подаци о тектоници рудоносног подручја Зајача – Крупањ, Геолошки анали Балканског полуострва, књига LIII, свеска 1, Београд;
86. Цвијић Ј., (1924): Геоморфологија, књига 1., Државна штампарија Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, Београд;
87. Цвијић Ј., (1926): Геоморфологија II, Београд;
88. Шабић Д., (2002-2003): Рађевина – регионално – географска проучавања, докторска дисертација у рукопису, Географски факултет, Београд.

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА**

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

ТД

Тип записа:

Научна монографија

ТЗ

Врста рада:

Докторска дисертација

ВР

Аутор:

мр Ристановић Бранко

АУ

Ментор:

др Миљковић Љупче

МН

Наслов рада:

Геоморфолошке прилике Рађевског краја

НР

Језик публикације:

Српски

ЈП

Језик извода:

Српски

ЈИ

Земља публикавања:

Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина

УГП

Година:

2004.

ГО

Издавач:

Ауторски репринт

ИЗ

Место и адреса:

Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 3

МА

Физички опис рада:

(број поглавља/страна/лит. цитата/табела/слика/графика/прилога)

8

181

88

31

41

5

19

ФО

Научна област:

Географија

НО

Научна дисциплина:

Физичка географија

НД

Предметна одредница/кључне речи:

Рађевина, геоморфологија, ерозивни и акумулативни облици

ПО

УДК:

Чува се:

ЧУ

Важна напомена:

ВН

Извод:

Рађевина, једна од регија западне Србије, је веома интересантна са геоморфолошког аспекта. Анализирајући геолошку прошлост и тектонску структуру, климатске, хидролошке, педолошке и биоеографске карактеристике Рађевине, примећујемо следеће геоморфолошке процесе: разарање и распадање стена, ерозија тла, флувијална и крашка ерозија. Њихов интензитет варира у зависности од различитих геоморфолошких фактора и манифестује се бројним облицима: браздама, јаругама, речним долинама, шкрапама, вртачама, увалама и пећинама.

ИЗ

Датум прихватања теме од стране НН Већа:

ДП

Датум одбране:

ДО

Чланови комисије:

(Научни степен/име и презиме/звање/факултет)

КО

Председник:

др Давидовић Раде, ред. проф. ПМФ-а, Нови Сад

Члан:

др Павловић Мила, ред. проф. Географског факултета, Београд

Члан:

др Миљковић Љупче, ред. проф. ПМФ-а, Нови Сад

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF NATURAL SCIENCE AND MATHEMATICS**

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph type
Type of record: TR	Printed text papers
Contents Code: CC	Dissertation thesis
Author: AU	Branko Ristanović
Mentor: MN	Ljupče Miljković, PhD
Title: TI	Geomorphologic characteristics of Rađevina
Language of text: LT	Serbian/Cyrillic
Language of abstract: LA	English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	AP Vojvodina
Publication year: PY	2004
Publisher: PU	Personal reprint
Publication place: PP	21 000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3
Physical description: PD	chapters 8/ pages 181/ literature 88 / tables 31 / pictures 41 / graphs 5 /additional list 19
Scientific field: SF	Geography
Scientific discipline: SD	Physical Geography

Subject key words:

SKW

Radevina, geomorphology, erosion and
acumulation forms

UC

551.4(497.11)(043.3)

Holding data:

HD

Library of Department of Gheography, Tourism
and Hotel management, Faculty of Science,
University of Novi Sad

Note:

BH

Abstract:

AB

Radevina, as one of the regions of western Serbia, is highly interesting considering the geomorphological aspect. By analysing the geologic past and structure, the tectonic, climatic, hydrological, pedological and biogeographical characteristics of the area of Radevina, the following processes were detected: the destruction and putridity of rocks, the erosion of soil as well as fluvial and carbonate erosion. Their intensity varies depending on the geomorphological factors and is manifested in numerous forms: ridges, gullies, river valleys, scrapas, vrtacas, slews and caves.

Accepted by the Scietific Board on:

ASB

14.01.2002.

Defended:

DE

Thesys Defend Board:

DB

President:

PhD Rade Darvidović, full time professor,
Faculty of natural sciences and mathematics, Novi Sad

Member:

PhD Mila Pavlović, full time professor,
Geographical Faculty, Belgrade

Member:

PhD Ljupče Miljković, full time professor,
Faculty of natural sciences and mathematics, Novi Sad