



**SETOF**

**Soil Erosion and TOrrential Flood**  
*Prevention: Curriculum Development at the  
Universities of Western Balkan Countries*

# Vodno – erosion and torrent control system

Workshop on Bachelor and Master Curriculum Best Practices - North Macedonia  
28-29 October 2019, Skopje

Reference Number: 598403-EPP-1-2018-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP

"This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union





**SETOF** Soil Erosion and TOrrential Flood  
Prevention: Curriculum Development at the  
Universities of Western Balkan Countries



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ ВО СКОПЈЕ

Катедра за земјиште и вода

<http://www.sf.ukim.edu.mk>



# ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

Александар Трендафилов, Иван Блинков, Иван Минчев

РАБОТИЛНИЦА - SETOF, СКОПЈЕ, 28-29 ОКТОМВРИ 2019

Reference Number: 598403-EPP-1-2018-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP

"This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

### ПОСТАВЕНИ РАБОТНИ ЗАДАЧИ

Под надзор на раководителот на проектот и во тесна соработка со надлежните служби на градот Скопје, Изведувачот беше одговорен за следниве задачи:

- Преглед на постојната техничка документација на системот за заштита од ерозија и поплави на планината Водно;
- Преглед на релевантните урбанистички планови на Градот Скопје и на општините кои ја покриваат територијата на планината Водно и ги идентификуваат сите прашања што би можеле да влијаат врз функционирањето на системот;
- Да се изврши физички преглед на постојниот систем за заштита (мрежа на канали, прагови, прегради, каскади, зафати и друга инфраструктура) за да се идентификуваат проблемите кои влијаат на функционалноста на системот;
- Анализирање на функционалноста на мерките за контрола на ерозијата и торот по слив и да се идентификуваат сите можни проблеми кои влијаат на нејзината функционалност;
- Картирање/мапирање на сите жаришта за ерозија и поплава;
- Да се спроведат физички прегледи на областите на ерозија од Студијата за ерозија и да се идентификуваат приоритетните жаришта што треба да се решат;





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

- Да се пресметат/одредат максималниот протеци на главните канали во тековната ситуација;
- Да се направи проценка на ризикот од опасности од ерозија и поплави на урбанизираниот дел од планината Водно;
- Препорака на активности (специфични технички мерки и интервенција придружени со приближни трошоци) за подобрување на системот за заштита од поплави и ерозија на планината Водно;
- Презентирање на наодите и препораките на консултативниот состанок со заинтересираните страни и вклучување на коментарите и сугестиите во финалната верзија и
- Подготовка на Извештај за главните наоди и препораки.
- Цел на проектот/задачата:
- Главната цел на задачата беше да се прегледа статусот на постојниот систем за заштита од ерозија и поплави на планината Водно, да се идентификуваат најкритичните точки кои го спречуваат ефикасното функционирање на системот и да се препорачат приоритетни активности за решавање на проблемите.





## Методологија

Методолошки, работата се состоеше од 3 дела/фази.

### 1. Подготвителни работи

- Прибирана е достапната релевантна документација за потребите на овој проект. Проектите за уредување на пороите изработени од "Порој Проект" во 50-тите и 60-те не беа достапни. На прегледна карта се издвоени сите поројни водотеци на планината Водно, за делницата од Припорски порој до Нерешки порој-Бачвишта.

### 2. Теренска работа

- Извршена е проспекција на сливните подрачја на сите претходно издвоени-делинеирани поројни водотеци каде се дефинирани ерозивните жаришта и утврдена е функционалноста на хидротехничките објекти (канални, прегради, прагови, касакади и др.). Покрај ова, утврдени се и одредени опасните точки, особено во поројните корита. А врз основа на тоа и распоредот на улиците, одредени се насоките на движење на евентуални поплавни води. За овие сознанија постои и фото-документација.





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

### 3. Канцелариска анализа

- Собраните податоци се обработени, анализирани и сортирани. Извршени се пресметувања (моделирање) на интензитетот на ерозијата и наносите, како и пресметување на максималниот протек на вода за секој слив/потслив одделно. Добиените резултатит се компарирани со пропусната моќ на сегашните објекти.

### 4. План на мерки

- Планот е изработен за секое сливно подрачје како и за главните непосредни сливови одделно при што за мерките е дефиниран опфат (површина, број,..) како и провизорна цена на чинење.

### Подрачје на истражување

- Географскиот опсег на оваа задача се северните падини на планината Водно. Најкритичниот дел од Водно е североисточниот дел на планината, односно делницата од Припорски до Нерешки порој (нас. Припор – нас. Нерези), каде што биле спроведени и изведени масовни притиверозивни и противпоројни мерки, работи и објекти, во периодот на 50те и 60те години на минатиот век.
- Како резултат на прекумерното сечење на шумите, несоодветни земјоделски активности и прекумерно напасување на добиток во минатото, Водно се трансформирало во голина. Ерозијата била силна до многу силна и пороите ја поплавувале Скопската Котлина.
- Последното големо поројно надоаѓање се случило во 1951 година, кога имало 1 човечка жртва, многу повредени и значителни материјални штети. На делот во близина на подножјето на планината Водно, како резултат на интензивните процеси на ерозија и транспортната моќ на поројната вода од Горноводњански порој, во градот имало околу 20 000 т3 ерозивен нанос/талог.





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО



**Сл.1. Поглед на Истражуваното подрачје**



**Сл.2 и 3. Водно пред 90, односно 70 години**





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

- Како последица на состојбата со ерозивните појави и процеси во државата, во 1952 год е донесен „Закон за заштита од ерозија“. Подоцна, врз основа на овој закон, Водно е прогласено за ерозивно подрачје.
- Превземени се комплексни мерки и активности за минимизирање на опасноста од ерозијата и пороите:
- административни мерки (раселување на две села Средно и Горно Водно, забрана за вршење на земјоделска дејност, забрана за напасување на добиток).
- био-мелиоративни работи (пошумување, изработка на тесни тераси-кордони, селекција на пионерски видови прилагодливи на екстремни услови на месторастење и
- хидротехнички објекти (изградба на напречни објекти, прегради и прагови за намалување на наклонот на коритата, брзините на течење на поројните води и задржување на нанос, намалување на флувијалната ерозија, изградба на регулации: канал-кинети и кинети за примање и транспорт на поројните води, изработка на собирни и евакуациони канали кои ги примаат и спроведуваат поројните-поплавните води до крајниот реципиент - реката Вардар.







## Системот за уредувањето на пороите со хидротехнички објекти е како следи:

- Нерешки порој (Бачвишта) е уреден и спроведен до реципиентот р. Вардар.
- Изграден е т.н. Западен систем кој ги зафаќа водите од Султан Поток, Трнодол и Каменов дол кои преку собирен канал кој започнува од Козле и преку Тафталице се влева во Вардар (кај Имес).
- По спојот на пороите „Болница Козле” и Курило, коритото е регулирано прво со отворен змејан а потоа бетонски канал кој кај ресторан „Два елена” е покриен со плочи и според изјави на мештани оди кон централниот проен систем.
- Централниот сиситем ги зафаќа поројните води од пороите Муртинец (Долноводњански порој), Гроноводњански проој (западен карк) а потоа со заеднички канал се спојуваат со каналот на Горноводњански порој (источен крак - „МARTИНО БРДО), а оттука течат вдолж ул. Водњанска покрај Клиники центар се до влев во реципиентот Вардар.
- Источниот систем на порои, преку собирен бетонски канал ги зафаќа водите од едно мало безимено долче, поројот Кисела Вода - Мартино брдо и Љути дол, но никогаш не е довршен и завршува во дворно место на физичко лице.
- Припорски порој во тој период не е уредуван.
- Во последните две децении системот не се одржува соодветно. Во урбаните средини, дел од каналите се покриени со бетонски плочи, а некаде се изведени цевководи со помала-„несоодветна“ димензија.





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

- Со оглед на неповолните, а на некои локации и екстремно неповолни услови на месторастење, при пошумувањето се користени разни техники пред се пошумување во бразди, кордони, а на одрредени локации е користен и експлозив. При пошумувањето се користени „пионерски видови“ со широка еколошка валенца кои би можеле да се прилагодат на неповолните услови на месторастење. Користени се повеќе од 100 алохтони видови за ова подрачја па и за државата, а голем дел и воопшто алохтони за „Балканот“ и Европа, кои можеле да успеат при тешки услови на месторастење и имале примарна улога во стабилизацијата на почвата и педогенезата.

**Таб.1. Листа на интродуцирани видови на дрвја и грмушки на планината Водно**

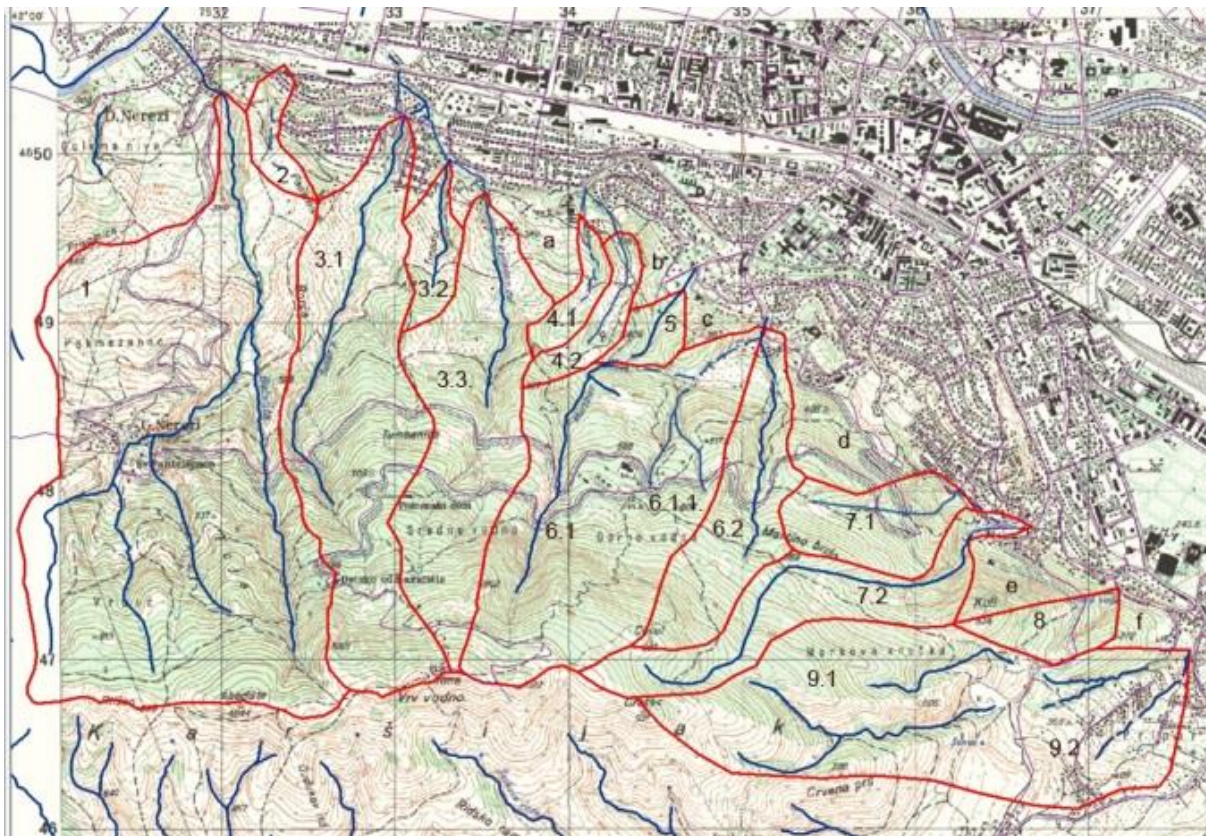
<i>Pinus nigra</i>	<i>Cheilanthes persica</i>	<i>Sesleria juncifolia</i>	<i>Edraianthus kitaibellii</i>
<i>Pinus silvestris</i>	<i>Ephedra major</i>	<i>Lilium martagon</i>	<i>Ashillea holosericea</i>
<i>Pinus brutia</i>	<i>Lilium candidum</i>	<i>Fritillaria tenella</i>	<i>Ashillea aizoon</i>
<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Fritillaria graeca</i>	<i>Convallaria majalis</i>	<i>Hieracium pannosum</i>
<i>Cedrus deodara</i>	<i>Ruscus aculeatus</i>	<i>Iris pumilla</i>	<i>Phyllitis scolopendrium</i>
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Sternbergia colchiciflora</i>	<i>Iris sintenisii</i>	<i>Juniperus Foetidissima</i>
<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Iris reichenbachii</i>	<i>Orchis tridentata</i>	<i>Achillea frasio</i>
<i>Cupressus arizonica</i>	<i>Orchis purpureus</i>	<i>Corylus colurna</i>	<i>Physalis alkekegni</i>
<i>Taxus baccata</i>	<i>Himantoglossum hircinum</i>	<i>Celtis austriaca</i>	<i>Globularia bellidifolia</i>
<i>Magnolia soulangeana</i>	<i>Aristolochia macedonica</i>	<i>Silene saxifraga</i>	<i>Orobancha purpurea</i>
<i>Mahonia aquifolium</i>	<i>Alyssum scardicum</i>	<i>Cerastium lanigerum</i>	<i>Valetiana dioscoridis</i>
<i>Morus alba</i>	<i>Mathyolla tristis</i>	<i>Dephinium fissum</i>	<i>Campanula thessala</i>
<i>Morus nigra</i>	<i>Sempervivum heufelii</i>	<i>Alissum corymbosum</i>	<i>Inula adchersoniana</i>
<i>Ficus carica</i>	<i>Saxifraga grisebachii</i>	<i>Eryssimum comatum</i>	<i>Achillea serbica</i>
<i>Juglans nigra</i>	<i>Spiraea crenata</i>	<i>Saxifraga aizoon</i>	<i>Paulownia tomentosa</i>
<i>Cercis siliquastrum</i>	<i>Geum rivale</i>	<i>Saxifraga scardica</i>	<i>Catalpa bignoides</i>
<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Podocytisus caramanicus</i>	<i>Malus florentina</i>	<i>Adoxa moschatallina</i>
<i>Laburnum anagyroides</i>	<i>Genista nysaana</i>	<i>Potentilla taurica</i>	<i>Knautia macedonica</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Coronilla cretica</i>	<i>Geum argenteum</i>	
<i>Ailanthus glandulosa</i>	<i>Acer marzicum</i>	<i>Cytisanthus trifoliolatus</i>	<i>Calamintha grandiflora</i>
<i>Acer negundo</i>	<i>Daphne oleoides</i>	<i>Kitaibelia vitifolia</i>	<i>Stachys scardica</i>
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Epilobium dodonaii</i>	<i>Eryngium wiegandii</i>	<i>Lonicera tatarica</i>
<i>Euon japonica</i>	<i>Trinia kitaibellii</i>	<i>Trinia glauca</i>	<i>Ramondia nathaliae</i>
<i>Fraxinus americana</i>	<i>Laspertium garganicum</i>	<i>Athamanta haynaldi</i>	<i>Micromeria cristata</i>
<i>Forsitia suspensa</i>	<i>Vinca herbacea</i>	<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	
<i>Simphoricarpus orbiculatus</i>	<i>Symphytum ottomanum</i>	<i>Cynochum acutum</i>	
<i>Simphoricarpus racemosus</i>	<i>Sideritis scardica</i>	<i>Asperula taurina</i>	

Најголем дел од пошумувањата се вршени со црн бор па така денес се среќаваат и многу чисти насади од овој вид. Другите видови се застапени во помали групи низ пошумуваното подрачје.





## КАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ПОДРАЧЈЕТО И ПОРОИТЕ



Во рамките на истражуваното подрачје на планината Водно, издвоени се вкупно 9 сливни подрачја (14 потслива).

Сл.4. Издвоени/делинеирани поројни водотеци и непосредни сливови





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

Таб. 2. Топографски елементи и параметри на сливните подрачја

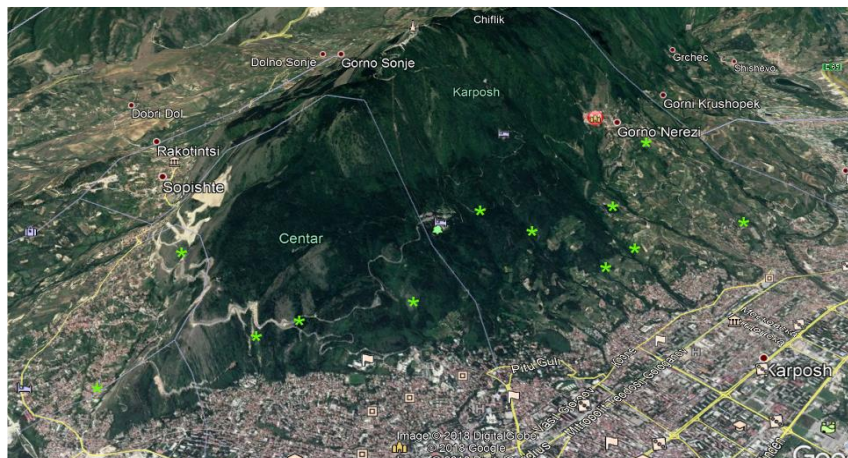
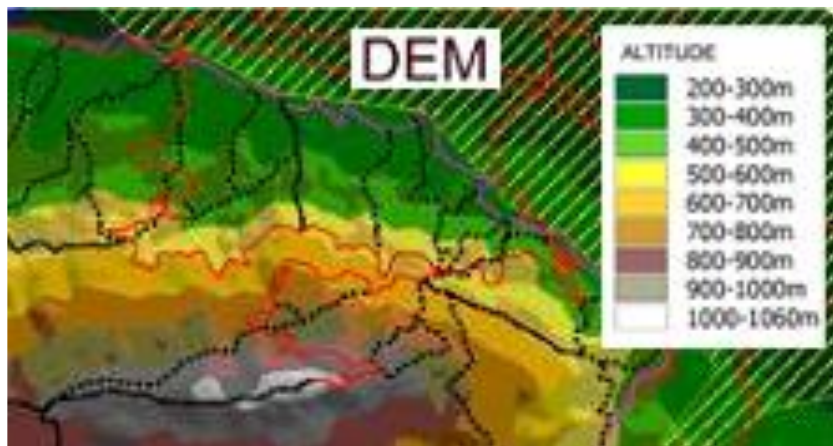
РБ	Слив	A	S	L	Nsr	Nvl	D	Jsr	St
		km <sup>2</sup>	km	km	m	m	m	%	%
1	БАЧВИШТА	4.503	10.422	3.930	651.33	286.68	364.65	35.91	15.70
2	ПАДАРНИЦА	0.149	2.049	0.860	327.36	258.94	68.42	31.03	17.80
3	ЗАПАДЕН СИСТЕМ	<b>3.474</b>	<b>8.500</b>	<b>3.790</b>	<b>580.87</b>	<b>268.76</b>	<b>312.11</b>	27.58	19.70
3,1	Султан Поток	1.915	8.039	3.790	600.73	268.76	331.97	33.31	19.70
3,2	ТРнодол	0.212	2.385	1.200	367.59	269.40	98.20	31.47	20.00
3,3	Каменов Дол	1.348	6.565	3.200	586.13	280.35	305.78	18.83	24.10
4	СИСТЕМ КОЗЛЕ	<b>0.352</b>	<b>2.810</b>	<b>1.350</b>	<b>382.44</b>	<b>294.58</b>	<b>87.86</b>	24.82	14.50
4,1	Болница	0.146	2.160	1.300	374.80	294.58	80.23	25.55	14.50
4,2	Курило	0.205	2.586	1.345	387.89	311.36	76.53	24.31	11.10
5	МУРТИНЕЦ ВИЛА	0.140	1.673	0.655	364.73	309.44	55.29	29.16	25.90
6	ЦЕНТРАЛЕН СИСТЕМ	<b>2.827</b>	<b>7.800</b>	<b>3.250</b>	<b>629.66</b>	<b>294.58</b>	<b>335.08</b>	32.94	25.90
6,1	Муртинец+Г.Водњански	2.089	6.439	3.250	648.12	312.67	335.44	33.15	25.90
6,2	Горноводњански-Мартино	0.739	4.826	1.780	577.48	313.77	263.71	32.37	25.10
7	ИСТОЧЕН СИСТЕМ	<b>1.280</b>	<b>6.800</b>	<b>2.600</b>	<b>568.81</b>	<b>294.58</b>	<b>274.23</b>	31.47	22.70
7,1	Мартино Брдо-Кис.вода	0.464	2.958	1.300	461.26	303.35	157.92	34.90	25.60
7,2	Љути Дол	0.816	6.494	2.600	630.02	274.40	355.62	29.51	22.70
8	КИСЕЛА ВОДА -јаруга	0.237	2.308	0.500	405.38	268.39	136.99	32.99	26.00
9	ПРИПОРСКИ ДОЛ	2.402	7.493	2.945	546.04	271.84	274.20	28.98	16.20





## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

- Истражуваното подрачје се простира на надморска висина помеѓу 260 и 1060 мнв.

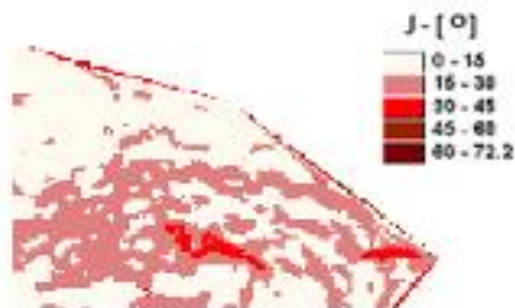


Средната висинска разлика е релативно висока со што се овозможува брз оттек на водите како и зголемен потенцијал на ерозија како и транспорт на еродираниот материјал низводно.

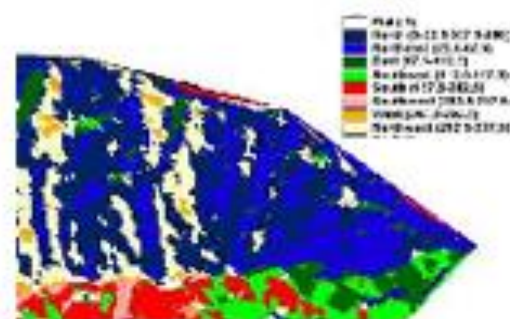
Наклоните во пониските делови на подрачјето се во главно помеѓу 5-15°, додека во повисоките делови на сливните подрачаја се движат помеѓу 15-30°, а само на помали локации има и поголеми наклони а некаде и премногу стрмни (> 60°), првенствено, по непосредните падини на доловите. Експозицијата е генерално северна, но присутни се и падини со северозападна и североисточна изложеност.

Слика 5 и 6. Надморска височина (ДЕМ) и изглед на планинанта (во 3D облик)  
Сл. 7 и 8: Наклон на теренот и изложеност

Наклон на терен



Експозиција на терен





## Климатски карактеристики

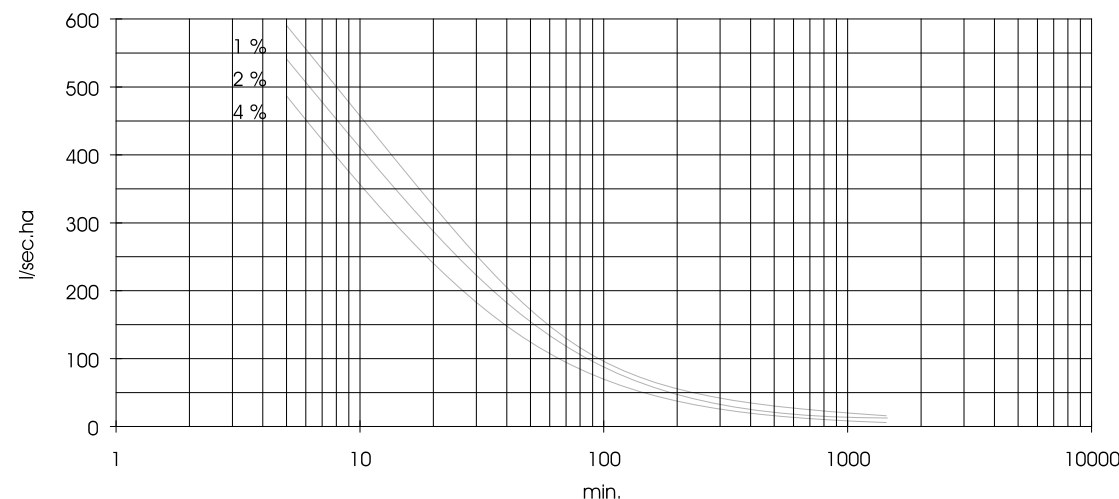
- Врз основа на податоците од метеоролошката станица “Зајчев Рид”, просечните годишни температурите се движат од 9оС (во највисокиот дел) до 12,3оС (во најниските подрачја од подрачјето). Врнежите се движат од 500 mm (најниските делови) до 700 mm (највисоките делови). Релативната влажност на воздухот се движи од 65 – 80%. Апсолутен максимум е 43 степени, додека апсолутно минимална температура на воздухот е -19,8 степени. Повисоките делови на подрачјето климазонално се под влијание на топло континенталната клима, а пониските на континентално-субмедитеранско клима. Летата се суви, долги и топли а пак зимите се умерено ладни со периоди на екстремни суви мразеви. Според вредностите на климатските елементи и параметри климата доминантно е семиаридна а во повисоките делови и субхумидна.
- Климатските елементи и параметри влијаат на развојот на вегетацијата која е клучен фактор за режимот на отекување и режимот на ерозивните појави ни процеси. Распоредот и интензитетот на врнежите се пресудни за појавата на поплавните бранови како и интензитетот на ерозивните појави и процеси.



## ПРЕГЛЕД НА СИСТЕМОТ ЗА ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА И ПОРОИ НА ВОДНО

**Таб. 3. Интензивни врнежи со различна веројатност на појава и времетраење**

pojava	element	5`	10`	20`	40`	60`	90`	150`	300`	720`	1440`	24 h
0,1%	mm	23.04	39.16	53.21	65.04	69.53	71.61	75.19	84.07	109.76	125.19	104.29
	mm/min	4.61	3.92	2.66	1.63	1.16	0.80	0.50	0.28	0.15	0.09	0.07
	l/sec.ha	767.90	652.63	443.39	270.99	193.13	132.61	83.54	46.71	25.41	14.49	12.07
1 %	mm	17.25	28.94	39.49	48.27	51.71	53.49	56.70	63.40	81.63	93.30	82.90
	mm/min	3.45	2.89	1.97	1.21	0.86	0.59	0.38	0.21	0.11	0.06	0.06
	l/sec.ha	574.90	482.38	329.05	201.11	143.63	99.05	63.00	35.22	18.90	10.80	9.59
2 %	mm	15.50	25.85	35.33	43.19	46.31	48.01	51.10	57.14	73.12	83.65	74.56
	mm/min	3.10	2.59	1.77	1.08	0.77	0.53	0.34	0.19	0.10	0.06	0.05
	l/sec.ha	516.50	430.87	294.45	179.96	128.64	88.90	56.78	31.75	16.93	9.68	8.63
4 %	mm	13.73	22.74	31.15	38.08	40.88	42.48	45.47	50.84	64.54	73.93	66.15
	mm/min	2.75	2.27	1.56	0.95	0.68	0.47	0.30	0.17	0.09	0.05	0.05
	l/sec.ha	457.63	378.95	259.59	158.66	113.55	78.67	50.52	28.24	14.94	8.56	7.66
10 %	mm	11.35	18.54	25.51	31.19	33.56	35.03	37.87	42.34	52.98	60.83	54.82
	mm/min	2.27	1.85	1.28	0.78	0.56	0.39	0.25	0.14	0.07	0.04	0.04
	l/sec.ha	378.33	308.98	212.60	129.94	93.21	64.88	42.08	23.52	12.26	7.04	6.34
20 %	mm	9.47	15.22	21.05	25.73	27.76	29.14	31.86	35.62	43.83	50.46	45.85
	mm/min	1.89	1.52	1.05	0.64	0.46	0.32	0.21	0.12	0.06	0.04	0.03
	l/sec.ha	315.53	253.62	175.41	107.21	77.11	53.96	35.40	19.79	10.14	5.84	5.31
50%	mm	6.62	10.20	14.31	17.49	19.01	20.24	22.27	25.47	30.00	34.79	32.31



Овие резултати се засновани врз мерењата во периодот 1961 – 1988 год., а оттогаш до денес имало и неколку појави со многу поинтензивни врнежи а последен таков пример е 2016 кога на станива Зајчев Рид без регистрирани 96 mm за 3 часа, според што реално е вредностите на меродавниот интензитет на дожд да бидат нешто поголеми. Времетраењето на ефективниот дожд пресметано според топографските параметри на издвоените сливни подрачја, се движи од 17 – 200’.