

УДК 551.053 (497.7)

КАРАКТЕРИСТИКИ НА РЕЦЕНТНАТА ЕРОЗИЈА ВО КУМАНОВСКАТА КОТЛИНА

Ивица Милевски

Ас. м-р, Институт за географија, ПМФ

Архимедова 5, Скопје

e-mail: ivica@iunona.pmf.ukim.edu.mk

ИЗВОД

Во трудот комплексно се третираат рецентно-ерозивните процеси во Кумановската Котлина. Првине анализирани факторите кои се причина за силните ерозивни процеси, а во едно се разгледани и специфичните форми на ерозија кои се јавуваат во просторот. На крај, со помош на претставената методологија се презентирани резултатите од анализите на квантитативниот интензитет на ерозија и акумулација.

Клучни зборови: рецентна ерозија, денудација, акумулација

ABSTRACT

In this article, with one complex approach are discussed soil erosion processes in Kumanovo Basin. First were analyzed factors which caused accelerated erosion, and then, the related soil erosion landforms are presented. Finally, there are provided our estimations of soil erosion and accumulation rate, using supported methodology.

Key words: recent erosion, denudation, accumulation

Вовед

Кумановската Котлина се протега во крајниот северен дел на Република Македонија (на површина од 1289,03 km²), а мал дел (68 km² или 5%) се наоѓа на територијата на Република Србија. Тоа значи дека во своите природните граници, Котлината зафаќа вкупна површина од 1357,03 km². По својата поставеност има изразито поволна географска положба бидејќи низ неа минуваат

два патни коридора (К10 и К8) со европско значење. Ваквата поволна положба, која е причината за силна човечка активност во минатото а особено денес, има големо значење за интензитетот на современите ерозивни процеси.

Фактори на рецентна ерозија

Рецентната ерозија во Кумановската Котлина е условена од повеќе фактори: геолошкиот и педолошкиот состав, релјефот, климата, вегетациските карактеристики, а во последно време доста значајно е влијанието на антропогениот фактор.

Геолошко-педолошки состав Поради влијанието што го имаат врз продукцијата на наносен материјал, геолошкиот и педолошкиот состав се меѓу најзначајните фактори на рецентна ерозија. Влијанието на геолошката градба врз ерозивните процеси може да биде директно (на места каде отсуствува почвената покривка) или индиректно (преку карактеристиките на почвата која е развиена врз геолошкиот супстрат). Анализите на соодветната документација¹ покажуваат дека во геолошката градба на Кумановската Котлина преовладуваат карпести маси со голема еродибилност, кои учествуваат со 982 km² (72 %). Од тоа, карпи со многу голема еродибилност учествуваат со близу 680 km² (50 %) од површината на Котлината, а се претставени со неогени и квартерни и кластични седименти (422 km² или 31 %) - застапени во средишниот најнизок дел т.е. до надморска височина од 650 m, потоа туфови и вулкански бречи (во и сточниот, палеовулкански дел на Котлината) и серпентинити (260 km² или 19,1 %). Освен нив, со значителна еродибилност се одликуваат и постарите карпести маси кои припаѓаат на прекамбриумот и палеозоикот како кристалести шкрилци, фидигични шкрилци, аргилошисти. Карпите со мала еродибилност учествуваат со 240 km² или само 18 %, а се претставени со варовничките и мермерните маси, чија површина е незначителна (55 km²), потоа компактните вулканогени карпи (андезити, гранити и базалти), кварцитите и др. Компактните карпи се отпорни на плувијална ерозија и плакнење, но не и на механичко распаѓање, па затоа се кршат и раздробуваат на парчиња и блокови образувајќи нестабилен сипарско-дробински материјал. Значителен дел од карпите со голема еродибилност се без почвена покривка или истата е доста плитка. Исто така, забележливо е дека со исклучок на југоисточните подрачја од пла-

¹ Инженерско-геолошка карта на СРМ, 1977; Стојановиќ, 1989; Јанјќ, 1985

нината Скопска Црна Гора, најеродибилните карпи се со ретка, главно тревна вегетација. Тоа, заедно со големите наклони на теренот овозможува просторот да располага со голем потенцијал на ерозија, што пак се одразува врз износот на рецентна ерозија.

Што се однесува до педолошкиот состав, во Кумановската Котлина се јавуваат десетина видови почви. Почвите кои се поотпорни на ерозивно дејство, а се карактеризираат со добра механичко-хемиска структура (алувијални почви, кафеави шумски почви, делумно смолници и циметни почви) се распространети во рамничарските простори и на густо пошумените подрачја од Скопска Црна Гора. Тие зафаќаат околу 860 km² или 63 %. На дел од нив, поради несоодветна намена, користење и обработка се јавува засилена ерозија, особено на молниците и на циметните почви. Останатите почвени типови се распространети главно на ридски терени и на планината Козјак, а се резултат на силна водно-механичка ерозија и акумулација (еродирани кафеави почви, регосоли, колувијални почви, литосоли и др.) и зафаќаат 37 % од површината на Котлината. Воедно и самите се изложени на ерозивно дејство, особено поради тоа што најчесто не се под природна вегетација тук се култивирани. Според извршените сопствени анализи, почвите со најотпорна структура, кои се распространети на мали наклони или се под густа природна вегетација, зафаќаат површина од околу 260 km² или само 18 % од површината, што е еден од главните фактори за интензивни рецентно-ерозивни процеси.

Релјеф Многу важен фактор за развој на рецентно-ерозивни процеси е и релјефот. При тоа, најчесто се мисли на наклоните на релјефните површини, просечната должина на наклонот, потоа на хипсометријата и експозициите. Сите наведени елементи во Котлината се доста поволни. Така, терените со наклон 6-33° зафаќаат 820 km² или 60 % од вкупната површина на Котлината, додека рамнините, односно терените кои се со наклон помал од 3°, зафаќаат само 220 km² или 16 %. Бидејќи ерозивното дејство е најсилно токму на наклони околу 10°-20°, јасно е дека тоа значително влијае врз интензитетот на ерозивните процеси. Во хипсометриски поглед, Котлината лежи помеѓу 248 м н.в. (речно корито на Пчиња кај с. Студена Бара) и 1651 м н.в. (врвот Рамно на Скопска Црна Гора), додека просечната височина изнесува 587 м. Најголем дел од релјефот се протега во зоната од 300-1.000 м (90 %), а само во зоната од 300-500 м, лежи околу 50 % или 610 km². Тоа е всушност најгусто населен простор, каде во овие активности се најголеми, а ерозијата најсилна. Експозициите исто така индиректно влијаат врз интензитетот на ерозија. Ако се генера-

лизираат сите експозиции на северна и јужна, ќе се согледа дека првата зафаќа 559.04 kg² или 41.2 %, а втората 797.99 kg² или 58.8 % од површината на котлината. Бидејќи северните падини се повлажни, погусто обраснати, со подобра почвена структура и помал ачовчк а активност, јасно е дека наведениот распоред на експозициите позитивно влијае на рецента ерозија.

Клима Климата е уште еден активатор на силните ерозивни процеси. Тоа особено се однесува на врнежите, а потоа и на температурата, инсолацијата, ветерот, влажноста и др. Кумановската Котлина се одликува со мала средногодишна сума на врнежи, која според изохетицката карта се движи околу 600 mm. Врнежите не се распоредени рамномерно во текот на годината. Најврнежливи месеци се мај и ноември (Лазаревски, 1993). За ерозијата посебно е значаен месец ноември, кога почвата не е заштитена со густа вегетација од ударите на водените капки. Во овој месец се регистрирани и најсилните "ерозивни врнежи" особено во 1979 година (на ден 19.XI. 60-120 mm) кога е забележан и екстреман пренос на суспендиран нанос низ коритото на Пчиња кај профилот Катлано во (2.800 kg/sek.), потоа во ноември 1962 година и др. Но и во летните месеци се јавуваат врнежи со голем интензитет (пр. јули 1976 год.) Во Котлината, максималните поројни врнежи со траење до 90 минути имаат интензитет² од 45 mm. Освен врнежите, врз интензитетот на рецента ерозија, големо влијание имаат и сушните периоди кои се јавуваат на секои 3-4 години. По вакви долги сушни периоди, земјиштето (особено смолницата, циметните почви и регосолиите) е лесно подложно на плувјална и линиска водна ерозија. Влијанието на температурата е изразено преку големите температурни амплитуди во текот на денот или годината, поради што се јавува силно механичко распаѓање на карпите, а се влошува и структурата на почвата. На рецента ерозија влијаат и силните претежно северни ветрови кои можат да достигнат брзи на до 26 m/sek (Лазаревски, 1993). Тие ги забрзуваат водените капки од врнежите, ја сушат почвата и транспортираат ситни честички од површината на земјиштето.

Хидрографски особености Речната мрежа на Кумановската Котлина ја чинат 578 водотеци (подолги од 0,5 km), со вкупна должина од 1542 km и просечна густина од 1,13 km/km². Развиената речна мрежа овој зможува засилена продукција и транспорт на ерозивен нанос. Иако лежи во сливот на реката Пчиња,

² Пресметано преку интерполација на вредностите за интензитетот на ерозивните врнежи на омбрографските станици во Крива Паланка и Скопје (Шкоклевиќи & Тодоровски, 1993).

во котлината "условно" може да се издвојат: непосредниот слив на Пчиња, сливот на Кумановска Река и сливот на Крива Река. Сливот на Кумановска Река има најголема средна височина (683 m), а водотеките во овој слив имаат и најголеми просечни надолжни падови, бидејќи изворишните делови им се високо во планинските подрачја на Скопска Црна Гора. Од вкупниот број на водотеци, 95 % или 560 имаат пороен карактер. За нив се карактеристични големи флукуации и во текот и високи вредности за максималните 20-годишни и 100-годишни протеци кои според пресметките се до 100 пати поголеми од средногодишните (Милевски, 2001). Во котлината постојат две поголеми вештачки акумулации: Липково и Глажња во кои се задржува големо количество на нанос еродиран во изворишниот дел на Липковска Река. Интересна е појавата на две мали природни езера на самото било во најужниот дел од планината Козјак (кај с. Сув Ора), кои делумно се претворени во тресе тишта.

Распишан свей Вегетацијата во котлината е под силно антропогено влијание, така што шумската вегетација е значително редуцирана за сметка на житните и индустриските култури, потоа лозјата, ливадите, пасиштата и др. Поради малата густина на растителна маса и несоодветната обработка, ваквите површини се подложни на силни ерозивни процеси. Пасиштата покриваат околу 475 km² и главно претставуваат некогашни шумски подрачја или напуштени обработливи површини кои имаат многу намалена производна вредност. Затоа во појасот на пасиштата се јавува и најсилна ерозивност. Шумите се распространети на површина од 280 km², а квалитетот на обработнатите шуми е многу лош, бидејќи во структурата доминираат ниски и деградирани шуми кои имаат мал антиерозивен ефект. Распространетоста на шумите е исто така неповолна, затоа што најголем дел од нив е на Скопска Црна Гора. Во последно време, вака ограничените шумски површини прекумерно се експлоатираат, особено во близина на поголемите селски населби (Липково, Слупчане, Матејче). Тоа често доведува до појава на порои, потоа екцесиивни процеси на лизгање, урниси, длабинска ерозија (бразди, водоседи, долчиња, долови) од кои страдаат самите селски населби во подножјето.

Антропоген и влијанија По својата природа, рецензната ерозија, како резултат на човечката активност е забрзана, а активност на човекот во проучуваниот простор е навистина голема, особено од XV век до денес. Поради порастот на населението (во Котлината денес живеат околу 135.000 жители) и потребите од храна, огревно и градежно дрво, како и војните во минатото, шумите се значително уништени, природната рамнотежа е поре-

метена, а интензитетот на ерозија поголем десетина пати од природниот (геоморфолошки). За активноста на човекот говори должината на асфалтираните и маж адамските локални патишта и железнички линии која изнесува 608 km, не сметајќи ги селските патишта од најнизок ред. Од нив 155 km или 25 % минуваат низ "осетливи" подрачја, односно се всечени во еродибилен терен, така што според проценките, на силни ерозивни процеси директно е изложена крџпатна површина од околу 350 ha. Човекот изградил и бројни површински копови, канали и други објекти кои преку зголемен наклон водат кон екцезивна ерозија.

Форми на рецентна ерозија

Слично како проблемот на разграничување на рецентно ерозивните од останатите геоморфолошки процеси, не е сосема јасна границата ниту помеѓу соодветните релјефни форми. Во достапната геоморфолошка литература, како рецентно ерозивни, обично се обрботуваат форми на плувијална ерозија, форми на распаѓање на карпите, форми на плакнење, лизгалишта, форми на фитогена и зоогена ерозија и форми на антропогена ерозија (Пазаревиќ, 1975). Сите наведени генетски типови се утврдени во подрачјето на Котлината.

Со плувијална ерозија се создаваат ефемерни, брзо променливи микроформи, без некое геоморфолошко значење иако од нив потекнува значително количество на нано сен материјал (ако теренот не е рамничарски). Формите на фитогена ерозија се уште понетипични (избиени или одронети коренови системи под влијание на ветер или со одронување на речни брегови) и немаат директно влијание врз продукцијата на ерозивен материјал. Нешто поголемо значење има ерозијата која ја предизвикуваат животните (мравки, крголи, крупен добиток и сл.), но и овдестанува збор за атипични микроформи. Антропогените форми на ерозија се пак сите ископи, засеци, откопи, усеци и други интервенции во просторот, од кои можат да настанат подеструктивни форми на длабинска ерозија и лизгање на земјиштето. Според тоа, типични форми на рецентна ерозија во Кумановската Котлина се резултат на: распаѓање на карпите и денудација, површинско и линиско плакнење и лизгање на земјиштето.

Распаѓање на карпиите Интензивно механичко распаѓање на карпите е изразено во источниот дел на котлината, кој всушност претставува дел од Кратовско-Злетовската палеовулканска област. Овде се јавуваат бројни купи и некови, кои на врвот завршуваат со пробив од поцврсти, крути андезитски или трахитски карпи. Ваквите карпи се опорни на плувијална ерози-

ја, но подложни на механичко раздробување, поради што во релјефот се издвојуваат остенци, а во подножјето се создаваат сипари (на поголем наклон), распаднат елувијален материјал и др. Посебно се интересни остенците кај некот Тагичев Камен - с. Кокино (1013 m), потоа кај Висока (878 m), Веља Страна (811 m), потоа во долината на Крива Река: Видим (825 m), Забел (660 m), во долината на нејзината притока По вишица: Боровиќ (864 m) и др. Поради селективната ерозија и литолошки условната полиморфија, некои остенци и блокови имаат специфичен изглед, од што може да се добие погрешен заклучок дека се обликувани од страна на човекот.

За овој палеовулкански простор е карактеристична појавата на микро-денудациони форми, во вид на мали, плитки вдлабнатини во карпестата маса (сл. 1). Настанале со комбинирано дејство на физичко распаѓање на помеките делови на карпестата површина, корозија од ветерот, а во помала мерка и со хемиска ерозија на атмосферската вода. Најчести форми се лочки (чашки), стапалки и корита, изградени на хоризонтални или благо наведнати карпи, но кај Веља Страна (811 m) има и неклку појави на карпесто саќе во вертикални карпи. Инаку, малите денудациони форми се најдобро развиени северозападно од с. Страцин (помеѓу с. Страцин и с. Бајловце), потоа на базалтните плочи кај с. Старо Нагоричане и др.



сл. 1. Мали денудациони форми помеѓу Гоглин (1197 m) и Страцин (695 m): корита и чашки во андезитски блокови

Следно големо подрачје во Кумановската Котлина, каде се јавуваат форми на распаѓање и разорување на карпите е Бислимската Клисура на реката Пчиња. Овде, оголените и крути варовнички маси, под влијание на тектонските приписи, значителните дневни температурни амплигуди, вегетацијата и др., се доста и запукани и раскршени. Распаднатиот материјал, под дејство на гравитацијата се придвижува кон подножјето на стрмните долински страни, коридирајќи ја подлогата. Така од една страна се оформуваат точила, како ерозивни форми, а во нивното подножје се јавува акумулација на материјалот во вид на сипари, кои се спуштаат до самото речно корито. Најмногу точила и сипари има околу месноста Тиквијарница, односно во делот каде реката Пчиња изградила голем вклетен меандер. Во овој простор се забележани неколку мали карпестурни си (најголемиот е со околу 20 m^3 сурнат материјал).



сл. 2. А. прозорец во карпа и Б. остенок во Бислимска клисура, настани со селективна ерозија

Освен наведените форми, по страните на Бислимска Клисура се јавуваат помали остенци со интересни форми, резултат на селективната ерозија. Дел од нив се соистенчена база, така што наликуваат на висибабии. Интересна е појавата на природни прозорци настани со распаѓање на понеопторните партии од варовнички ртови (сл. 2).

Друго позначајно подрачје каде се јавуваат форми на распаѓање и разорнување на карпите се југоисточните ограници на ниската планина Руен (Ланиште, 775 m), околу с. Никуљане. Овде палеозојските мермери под влијание на температурните промени интензивно се распаѓаат на блокови и парчиња, а се јавуваат бројни остенци со разновиден облик. На исток, специфични форми на распаѓање на карпите се констатирани во гнајсвите на северната долинска страна на реката Алгушгица (ридот Балаван), кај с. Алгуња. Поради интензивното плакнење на подлогата и распаѓање на карпестите маси, во релјефот заостанале неколку огромни блокови во вид на хаос од карпи. Блоковите се заоблени (елипсести), високи до 6-8 m, а кај некои од нив базата е истечена, така што наликуваат на "висибаби".

Во Кумановската Котлина се јавуваат и други локалности каде е изразено распаѓање на карпестите маси. Ги има по билото на Скопска Црна Гора, во изворишниот дел на Брештанска Река, околу врвовите Рамно (1651 m), Пржар (1626 m), Свински Камен (1626 m) и др. Поради големата надморска височина, освен температурното, значајна улога овде има и мразното разорнување. По големи површини се покриени со блокови и парчиња на распаднасти шкрилци, како и помали точила, сипари и остенци.

Форми на плакнење Иако постојат бројни геоморфолошки форми кои се резултат на плакнење, сепак нема егзактна генетска класификација на нивните типови. Во основа можат да се издвојат форми на површинска и длабинска (линиска) водна ерозија. Од првата група форми, за проучувањето простор се позначајни ерозивните плочници. Тоа се благо наведнати делови од теренот каде под влијание на плувјалната ерозија и површинското плакнење, механичката структура на почвата е значително нарушена (останале само покрупни песокиливо-чакалести агрегати) или пак почвата е целосно еродирана, а на површината е откриена карпестата основа. Пространи ерозивни плочници се развиени помеѓу Пчиња и Крива Река особено на долинските страни од Драгоманска Река, Петрошница, Живуша и Дрзава (сл. 3). Во сливот на Петрошница, низводно од с. Бајловце, растреитиот слој е речиси потполно однесен, а процесот продолжува врз основата од вулкански туф и вулкански бречи.

Формите на линиска водна ерозија се морфолошки поизразени и поразновидни. Во нив се издвоени браздички, бразди, долчиња и долови. Браздички се најмали форми на линиска ерозија кои се јавуваат во подрачја со ретка или без постојана вегетација. Претставуваат форми на премин помеѓу површинска и вистинска длабинска ерозија. Инаку можат да настанат со кон-

цен трирање на истекнувањето по интензивни врнежи, но може да бидат последица и на антропогената ерозија со наводнување. Морфолошки се непостојани и брзо се преиначуваат и уништуваат. Во Кумановската Котлина, браздичките се јавуваат обично на благонаведнати обработливи површини и имаат мрежест изглед. Ако се изградени на поголем наклон имаат линиско протегање и често преминуваат во поголеми и попостојани форми - бразди. Браздите обично се формираат во површинскиот распрестит ораничен дел, особено ако обработката се врши во правецот на наклонот. За време на интензивни врнежи служат како коридори по кои се транспортира еродираниот материјал. Затоа тие имаат големо влијание во снижување на почвениот слој. Од досегашните опсервации е забележано дека освен наведените бразди кои настануваат под директно влијание на човекот, се јавуваат и бразди на оголени терени изградени од песочници, туфови и друг еродирани материјал. Ваквите "природни" бразди, понекаде во Козјачијата се нарекуваат водосци (што одговара на терминот вододерени), имаат поголема длабочина, се протегаат во правецот на падот на топографската површина и се многу попостојани од "ораничните" бразди. Во Кумановската Котлина, бразди и водосци најчесто се јавуваат на падини со ретка или без вегетација и наклон од 10-30°. Особено добро се изразени во еден долг појас во најнискиот дел на Скопска Црна Гора, од с. Виштица на југ, па до с. Миратовац (во Србија) на север. Овде главна причина за нивна појава е човечкиот фактор кој извршил сеча на шумите со што на ударот на плаќањето се директно изнесени слобозаните плицени песочници, серпентинитите, делувијалните наноси и сл. Второ карактеристично подрачје на нивна појава е изворишниот дел на Бистрица и Петрошница.

Најдеструктивни, а воедно и најтипични појави на линиска (длабинска) ерозија во Котлината се долчињата и доловите. Ги има со различна големина (должина од неколку m до неколку стотици m). Надолжниот профил може да им биде праволиниски, скалест, конкавен, а напречниот профил во форма на буквите V (сл. 4), U или W (Милевски, 2001в). Најмногу се застапени во пониските наклони котлински делови, изградени од класични седименти, распаднати шкрилци, туфови и др. Во сливот на Бистрица, Петрошница и Повишница на места се толку густо распоредени, што преминуваат во бедлендс терени.

Во основа, главна причина за настанување на долчињата и доловите е концентрираното површинско истекување на атмосферската вода преку оголен или незащитен еродираниот терен. Забележани се доста случаи каде човекот директно, несвесно

влијател врз таквите процеси, особено со користење на селските патишта, со создавање на длабоки оранични бразди на наклонет терен, изградба на засеци во растресито земјиште и сл. Долчињата и доловите во Кумановската Котлина се меѓу најзначајните постојани извори на ерозивен нанос.



сл. 3, Ерозивен плочник преџчен во долови кај с Руѓинце



сл. 4, Млади долчиња со ембрионални земјени пирамиди во туфови, во сливот на реката Живуша

Во Кумановската Котлина не се констатираани по големи појави на земјани пирамиди. Мали (атипични) ембрионални земјени пирамиди се забележани во и сточниот (палевулкански) дел: долината на Петрошница, Крива Река, Пошпица, Драгоманска Река и др. Најчесто се во вид на столпчина, високи 1-2 m, на чиј врв се наоѓа мал карпест блок. Формирани се под влијание на плувијална ерозија и интензивно плакнење на вулканските туфови. На места каде туфовите се покриени со поцврста карпа, плакнењето не може да го еродира материјалот во базата, а како резултат на тоа, во релјефот заостануваат земјани пирамиди.

Лизгалишта Во Кумановската Котлина се констатираани повеќе мали стратигени и морфогени лизгалишта, со лизгалишен отсек или без него, а лизгалишната маса е со мал волумен (најчесто до неколку стотици m³). За појава на лизгалишта во областа, значајни се повеќе причини: нарушување на режимот на површинското истекување; поткопување на речните брегови при поројни врнежи - по нагло зголемување на протокот и брзината на водотеките; нарушување на стабилноста на теренот со зголемување на наклоните и др. Покарактеристични лизгалишта се забележани на десната долинска страна на Пчиња од с. Пелинце до с. Шупли Камен, на левата долинска страна на Пчиња од с. Пелинце до с. Зубовце и од с. Пчиња до с. Винце, потоа во сливот на Повишница (приток на Крива Река) и во подножјето на Скопска Црна Гора меѓу с. Вишпица на југ и с. Слупчане на север. Најголеми стратигени или т.н. "тепих" лизгалишта се регистрирани кај с. Вишпица и кај с. Липково.

Во Котлината, на повеќе места се забележани морфогени лизгалишта (урнис) настанати со поткопување на долинските страни, особено кај поројните водотеци: Петрошница, Драгоманска Река, Слупчанска Река и др. Неколку морфогени лизгалишта се забележани и на засеците покрај патиштата.

Квантитативен интензитет на ерозија

Утврдувањето на квантитативниот интензитет на ерозија е најсложен дел во секоја студија за рецентна ерозија, посебно ако се има во предвид дека освен водно-механичката, голем износ можат да имаат хемиската (во карбонатни и некарбонатни терени), фитогената ерозија, а во одредена мерка и ерозија што ја предизвикува ветерот. Во трудот е анализирана само водно-механичката ерозија. За таа цел, во конкретниот простор се користени две групи методи: теренски и емпириски. Теренските истражувања се вршени во периодот 1998-2002 година. Со нив е опфатена

речиси целата Котлина, со цел регистрирање на видливите процеси на ерозија како и согледување на состојбата со факторите од кои зависи штатата. Во втората фаза се користени емпириски пресметки. Пресметките и анализите се работени по методот на Gavrilović (1968), кој минимално е модифициран за да се вклопи во современото софтверско моделирање како најнов тренд во светот (Милевски, 2001; Милевски, 2005). Заради поголема објективност на резултатите, во постапката се користени дигиталниот модел на релјефот на Кумановската Котлина (60 m ДМР), дигитална литолошка и педолошка карта изработени врз основа на достапните подлоги, сателитски снимки од серијата Ландсат 7 и др. Од изготвените леџери, со GRID метода се извлекувани нумерички податоци кои се доведуваат во меѓусебна корелација. Во пресметките, прво е утврден климатско-хипсометричкиот потенцијал на ерозија, а потоа и коефициентот на ерозија Z , за на крај, како нивен производ да произлезе вкупниот износ односно средногодишна продукција на ерозивен нанос.

Продукција на ерозивен нанос Од изведените пресметки произлегува дека вкупната средногодишна продукција на ерозивен нанос во Кумановската Котлина изнесува 899.923 m³ или околу 2 милиони тони, а специфичната 663,157 m³/km²/год, односно околу 1460 t/km²/год.

Во котлината, се јавуваат површини со различен средногодишен интензитет на водно-механичка ерозија. Малиот интензитет на ерозија (до 200 m³/k m²/год) е карактеристичен за крајните западни делови од Котлината, кои се покриени со густа шумска вегетација (бука и даб), како и алувијалните рамнини на поголемите реки: Пчиња, Кумановка и Крива Река. Од друга страна, големи површини од источниот дел на Котлината, се подложни на интензивни рецелтно-ерозивни процеси, така што специфичната годишна продукција на нанос, достигнува над 3.000 m³/km²/год, особено во сливот на Петрошница, Држава и Бистрица.

Во трудот, интензитетот на рецелтна ерозија е разработен и во однос на позначајните сливни подрачја во Кумановската Котлина, а податоците се прикажани во табела 1. Од табелата може да се види дека најголема специфична продукција на нанос има делот од сливот на Крива Река кој припаѓа на Кумановската Котлина т.е. просечно годишно 829.71 m³/km². Тоа е резултат на специфичниот геолошки состав-растресити и туфови, кои се откриени на површината, како и мала пошуменост на теренот, бидејќи поголеми шумски комплекси се среќаваат единствено во сливот на Повишница, посебно по северните падини и на палеовулканската структура Црни Врв (1115 m).

Табела 1. Продукција на ерозивен нанос (W_{ek}), коефициент на ерозија (Z), коефициент на граѓаност (K), пренос на нанос (W_{gcl}) и коефициент на ретенција (Ru) по сливовиво Кумановска ас Коглина

СЛИВ	$P \text{ km}^2$	W_{ek}	W_{gcl}	коф. Z	K	Ru	W_{nd}
НЕПОСРЕДЕН СЛИВ НА ПЧИЊА							
1. Бистрица	4817	38.433	798	0.46	II	0.60	22.887
2. Алгунглица	2100	18.710	891	0.54	III	0.41	7.757
3. Пузълка	853	7.371	864	0.53	III	0.37	2.703
4. Прагоманска	1471	13.970	950	0.55	III	0.42	5.814
5. Благнички Дол	1625	18.843	1.160	0.66	III	0.40	7.509
6. Серава	3061	19.238	629	0.42	III	0.44	8.519
7. Добраки Дол	927	9.274	1.000	0.60	III	0.34	3.153
8. Петрошница	9995	10.9829	1.099	0.60	III	0.48	52.214
9. Бра	3649	20.119	51	0.41	III	0.36	7.307
10. Бабин Дол	1934	10.781	57	0.42	III	0.30	3.274
11. Врањак	2431	17.229	709	0.48	III	0.37	6.440
12. Лука	7611	44.808	89	0.41	III	0.44	19.520
13. Клисура	3546	16.653	470	0.35	IV	0.49	8.125
14. Пчиња без нав	184.82	92.088	536	0.38	IV	-	-
вкупно/пр.а.	623025	413.598	710	0.46	III	-	-
СЛИВ НА КУМАНОВСКА РЕКА							
15. Брштанска Р	2924	16.414	561	0.34	IV	0.74	19.927
16. Дума новска Р	1966	10.049	51	0.33	IV	0.76	12.477
17. Огњанска Р	1772	7.983	448	0.28	IV	0.55	5.541
18. Маджарска Р	3600	13.179	366	0.27	IV	0.74	5.864
19. Слупчанска Р	5578	27.926	301	0.35	IV	0.59	7.776
20. Луга	2524	17.439	601	0.45	III	0.52	14.605
21. Кавдик	1091	7.048	646	0.46	III	0.38	6.709
22. Липовска без н	6359	38.449	447	0.33	IV	0.25	1.748
23. Липовска	303.08	15.5213	512	0.34	IV	0.57	87.844
24. Коњарска	148.78	78.199	305	0.36	IV	0.34	25.440
25. Кумановска	29.46	14.590	495	0.37	IV	-	-
вкупно/пр.а.	481.32	244.963	509	0.35	IV	0.49	119.181
СЛИВ НА КРИВА РЕКА							
26. Повиница	70.108	41.313	389	0.38	IV	0.58	24.151
27. Врлеј	32.646	36.512	1.118	0.61	III	0.44	15.985
28. Држава	34.827	25.661	737	0.46	III	0.48	12.199
29. Живља	28.873	20.594	713	0.45	III	0.46	9.487
30. Крива Р без н	84.231	88.491	1.051	0.60	III	-	-
31. вкупно/пр.а.	250.685	207.996	830	0.50	III	-	-
ВКУПНО:	1341.51	899.923	663.16	0.42	III	-	509.716

Со нешто помала специфична средно годишна продукција на ерозивен нанос се карактеризира непосредното сливно подрачје на Пчиња. Интензитетот на ерозија е намален со планското уредување и пошумување на делови од сливот на Бистрица, Серава, Врањак, Лука, Клисура и др. И покрај превземените акции, заостанаа оголени подрачја со речиси потполно однесен педолошки покривач, каде и мала количина на врнежи има голема ерозивна енергија. Такви простори, кои веќе наликуваат на бедленд терени се јавуваат на Козјачијата, односно сливовите на

поројот Гладнички Дол и на Петрошница. Најмала специфична продукција на нанос, гледано во целина има сливот на Кумановска Река $508.94 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$. Но и тука се јавуваат големи разлики. На пример, во сливот на Матејчка Река, оваа вредност е само $366.09 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$, бидејќи и покрај големите наклони, значи телен дел од сливот е под густа букова шума, а тлото е прекриено со органски отпадоци кои го намалуваат истекувањето. Карактеристично за овие сливови е тоа што во планинскиот реон доминира слаба ерозија, а во рамничарскиот слаба акумулација. Најинтензивна ерозија се јавува на контактот помеѓу планинските страни и рамничарскиот дел, односно на надморска височина помеѓу 500 и 700 m. Во овој појас се јавуваат дебели наслаги на неогени седименти кои се доста еродибилни, наклонот е голем, а тлото е покрито со сиромашна тревна вегетација. Од тие причини, најголема специфична средногодишна продукција на нанос има реката Луга или Вишtica Река чиј слив лежи точно во наведено т хипсометриски појас.

Пренос на нанос Од претходните показатели и произлегува дека под претпоставка целиот еродиран нанос да се "губи" секоја година топографската површина би се снижувала просечно за 0,66 mm. Но најголем дел всушност се задржува во рамките на сливните подрачја, а помал дел, преку реката Пчиња се изнесува од Котлината (како неповратно изгубен). Односот на наносот кој останува во сливот и оној што се изнесува, се добива преку коефициентот на ретенција, а според образецот на Gavrilović (1968).

Од табела бр. 1 произлегува дека, заедно со Кумановска Река и делот на Крива Река кој лежи во Котлината, во реката Пчиња просечно годишно се внесува по 349.899 m^3 наносен материјал, така што специфичниот пренос изнесува $257.84 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$. На овој материјал, треба да се додаде оној од горните текови на Пчиња и Крива Река, т.е. делови кои не припаѓаат на Котлината. Според картата на ерозија на Република Македонија, до профилот Пелинце, средногодишниот пренос изнесува 529.444 m^3 . Но по изградбата на вештачка акумулација кај Манасирот Прохор Пчински, тоа количество се задржува до браната, па не треба да се зема во пресметките, освен преносот на материјалот од реката Топоница од $24.700 \text{ m}^3/\text{год}$. (најголем дел од овој слив лежи на територијата од Република Србија).

Крива Река во Кумановската Котлина внесува 305.560 m^3 суспендиран и влечен нанос, но значителен дел од него, заедно со вносот од притоците во Котлината (93.598 m^3), поради малиот пад на речното корито, се исталожува. При вливот во Пчиња средногодишно се пренесува по 330.925 m^3 наносен материјал (според

картата на ерозија на Република Македонија, вредноста на Ru за целиот слив изнесува 0,41, а продукцијата на нанос возводно од Котлината, 599.139 m^3/t од., т.е. вкупно во сливот на Крива Река до вливот во Пчиња, с редногодишната продукција на нанос изнесува 807.135 m^3).

Ако се земат во предвид споменатите вредности, се добива вкупниот внос на наносен материјал во речното корито на Пчиња, во делот на Кумановската Котлина. Таа средногодишна вредност изнесува 611.925 m^3 . Бидејќи коритото на Пчиња низ Котлината има значителна должина (55 km), а просечниот пад е многу мал, на својот пат до излезот, реката акумулира голем дел од наносот, што зависи и од големината на протекот т.е. брзината на речната вода. Така, продукцијата на ерозивен нанос во реката Пчиња, спротивно на излезот од Котлината, според податоците од картата на ерозија (за подрачја надвор од Кумановската Котлина) и сопствените пресметки, изнесува 2.618.371 m^3 , а коефициентот на ретенција $Ru = 0.42$. Би требало преносот на нанос до наведениот профил да изнесува 1.099.716 $m^3/год.$, но од него треба да се одземе наносот што се таложи во акумулацијата кај Прохор Пчински, Глажња и Липково во вкупен износ од 590.000 $m^3/год.$ Значи, на излезот од Котлината (низводно од с. Студена Бара), според користениот модел, преносот на нанос изнесува 509.716 m^3/t од или околу 850.000 t годишно. Во оваа количество е вклучен суспендираниот и влечениот нанос (кој обично во вкупниот учествува со 10-20 %).

Акумулација на наносен материјал Во трудот, освен продукцијата на ерозивен нанос, се анализирани површините каде "доминира" рецентна акумулација. Со користење на соодветни критериуми, од топографските карти во покрупен размер, прецизно се издвоени подрачја со засилена акумулација, кои зафаќаат вкупно 15.52 km^2 или на 1.14 % од површината на котлината*. Најголем дел од таа површина лежи долж реката Пчиња, особено помеѓу с. Војник и с. Шупли Камен, како и низводно од с. Пчиња, бидејќи таа воедно претставува долен ерозивен базис за сите нејзини притоки. Овде за време на високи води, се исталожува големо количество на влечен и суспендиран нанос во вид на песок и чакал, а на повеќе места се врши и нивна експлоатација.

* Овие подрачја се ограничени со користење на неколку атрибути: водни акумулации и мали ретенции; површини на постојани водоеци со мали падови на речното корито; површини околу речните корита периодично плавени во текот на годината и сл.

Силна акумулација се јавува долж коритото на Крива Река, особено на потегот низводно од с. Бељаковце, на одредени делови долж Кумановка, но и на помалите речни текони кои имаат поробен карактер, особено реките Петрошница, Бистрица и Серава. Просторниот аспект на акумулацијата, треба да се има во предвид при планирањето на намената и користењето на земјиштето.

Освен просторниот распоред, важно прашање претставува и квантитативниот износ на акумулација. Во основа, тоа е разликата помеѓу годишната продукција на ерозивен нанос и преносот на нанос од сливното подрачје. Така третиран, вкупниот средногодишен интензитет на акумулација, во Кумановската Котлина изнесува $896.552 - 390.216 \text{ m}^3 = 506.336 \text{ m}^3$ (околу 800.000 тони), при што највисок износ се јавува во непосредниот слив на реката Пчиња - 266.156 m^3 или 52,6 % од вкупниот износ. Потоа следи сливното подрачје на Кумановска Река, со 125.782 m^3 или 24,8 %, а најмал апсолутен износ е во сливот на Крива Река, со 114.398 m^3 или 22,4 %. На оваа вредност, треба да се додаде акумулацијата на материјалот во двете езера - Глажња и Липково, во износ од $40.317 \text{ m}^3/\text{год}$. Веќе беше кажано дека најголем дел од овој акумулиран нанос, останува во рамките на сливните подрачја, во вид на *in situ* материјал, или поминува пократок односно подолг пат кон речниот тек. Исто така, дел привремено се акумулира во речното корито, на сектори со најмал пад, а за време на високи води и во инундационата рамнина (до колку морфолошки фигурира). Акумулацијата на наносот во речното корито се добива како разлика на пренос помеѓу два профила. Ако во Пчиња на нејзиниот тек низ Кумановската Котлина, се внесува годишно 611.925 m^3 материјал, а на излезот се пренесува 509.716 m^3 , тоа значи дека во коритото и долж него, годишно се таложи околу 102.000 m^3 нанос и тоа најголем дел низводно од вливот на Крива Река.

На сличен начин може да се добие акумулација на материјалот долж коритата на Крива Река и Кумановска Река. Така, Крива Река на влезот во Котлината средногодишно внесува 305.560 m^3 наносен материјал (при $Ru=0,51$), а заедно со низводните притоки (93.598 m^3) 399.088 m^3 , додека преносот при вливот во Пчиња изнесува 330.925 m^3 . Значи дека долж коритото се таложат околу 68.163 m^3 наносен материјал. Во и долж коритото на Кумановска Река, низводно од составот на Липковка и Коњарка (каде преносот на двете реки е $87.844 + 25.440 = 113.284 \text{ m}^3/\text{год}$), до вливот во Пчиња, според пресметките се таложат околу $5.897 \text{ m}^3/\text{год}$, но на должина од само 9,6 km.

Заклучок

Поради погодните природно-географски карактеристики и значителната активност на човекот, Кумановската Котлина е меѓу најерозивните подрачја во Република Македонија, со средногодишна специфична продукција на нанос од $663 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$ ($0.66 \text{ mm}/\text{год}$). Ерозивните процеси се особено интензивни во источните ридски подрачја (Козјачија и Средорек) и на западната страна на котлината, во подножјето на Скопска Црна Гора (од с. Лојане на север до с. Никуштак на југ, на надморска височина $400\text{-}800 \text{ m}$). Овие подрачја се одликуваат со високи категории на разорност (I, II, III), а зафаќаат површина од 680 km^2 или половина од површината на котлината. Заради алармантната состојба, со ерозивните процеси, овде под итно треба да се преземат соодветни биотехнички, агро-технички, хидротехнички, градежно-технички и други заштитни мерки. Пред сè треба да се оплеменат деградираниите пасишта и да се зголемат површините под ливади и шуми. На обработливото земјиште треба да се превземаат мерки за конзервација преку терасирање, затревување, подигање на вештачки ливади, антиерозивна обработка (терасирање, контурно орање, мулчарење), наводнување со вештачки дожд или преку системот капка по капка (за да се спречи иригационо ерозија и формирање на линиски бразди). Исто така, за да се зголеми количеството на расположливи површински води, неопходна е изградба на мали и микроаккумуляции. Во локалности каде се јавуваат експонивни ерозивни процеси-лизгање, одронување, длабинска ерозија и др., агротехничките и градежните зафати треба да се строго ограничени, за да се спречат непредвидливи хазарди.

Доколку се спроведе правилна заштита (антиерозивен менаџмент) на ваква загрозените подрачја, тоа не само што ќе овозможи враќање на природниот "зелен" пејсаж во котлината, туку и соодветно стопанско-демографско реактивирање, како услов за излез од општествено-стопанската застојаност во која се наоѓаат. Примерите од некои земји (Италија, Шпанија, Португалија, Грција), кои за релативно краток период (1960-1990) извршиле квалитативна трансформација на подрачјата загрозени со ерозија, ја потврдуваат претходната констатација (Morgan, 1995).

Литература

- Андоновски Т., Милевски И.** (2001): Геоморфолошки карактеристики на Кумановската Котлина. Географски разгледи кн. 36, Скопје
- Gavrilovč S.** (1972): Inženjering o bujicnim tokovima i eroziji, Casopis "Izgradnja"; Specijalno izdanje Beograd
- Горјевски М., Трендафилов А., Јелиќ Д., Ѓорѓиевски С., Поповски А.** (1993): Карта на ерозија на Република Македонија, книга I - текстуален дел, Завод за водостопанство, Скопје
- Јањќ М.** (1985): Inženjerska geologija sa osnovima geologije, Beograd
- Лазаревски А.** (1993): Климата во Македонија, Мисла-Скопје
- Милевски И.** (2001 а): Рецентната ерозија во Кумановската Котлина и нејзиниот третман во просторногo планирање. Машистерски труд, ракопис
- Милевски И.** (2001 б): Софтверско моделирање на интензитетот на рецентната ерозија, на примерот на Кумановската Котлина. Зборник од II Конгрес на Македонското Географско Друштво одржан во Охрид 2000 год. стр.49-57
- Милевски И.** (2001 в): Некои аспекти на генезата и морфологијата на ерозивните долчиња во сливот на Пчиња. Географски разгледи кн. 36, Скопје стр.197-207
- Morgan R. P. C.** (1995): Soil Erosion & Conservation, London
- Станковиќ С.** (1989): Клима на Козјачија и Средорек. Дел од проектот "Потенцијални можности за развој на Козјачија та и Средорек, работен од Институтот за географија при ПМФ - Скопје стр. 31 - 38
- Стојановиќ М.** (1989): Геолошки состав и тектоника на Козјачијата и Средорек. Дел од проектот "Потенцијални можности за развој на Козјачијата и Средорек, работен од Институтот за географија при ПМФ - Скопје стр. 11-22
- Филиповски Ѓ.** (1995, 1996, 1997, 1999): Почвите на Република Македонија - том I, II, III, IV. МАНУ, Скопје
- Шкоклевски Ж., Тодоровски Б.** (1993): Интезивни врнежи во Република Македонија, проект работен на Градежни факултет - Скопје

CHARACTERISTICS OF SOIL EROSION PROCESSES IN THE KUMANOVO BASIN

Ivica Milevski

Summary

Kumanovo basin is located in the northeast of the Republic of Macedonia, and one small part belongs to the FR Yugoslavia. In the natural borders, this basin has an area of 1357,03 km², and completely belongs to the basin of river Pcinja (with Kriva Reka). Because of natural-geographic conditions, this area is one of the

most erosive in all country. The main geographic factors that affect recent erosion are: geological and pedological structure of the area, slopes of the relief, structure of the rain and temperature, river network, biogeographical characteristics and anthropogenic effect. All of this factors are just appropriate for hard soil erosion, especially geological and pedological structure represented with erodible stones (gravel, sand, sandstone, volcanic tuffs, saddle clay ect.), and slopes of valley sides who are about 15-25°. But great role in hard erosion have the man too who changing the natural balance (deforestation, changing the slopes) accelerate erosion for factor 10.

Specific lithology of Kumanovo Basin, with high erosion rate is related to interesting landform structure. In the east part of the basin we have great erosion surfaces, and where are crystalline and volcanic rocks we can find denudation forms: pulpit rocks, needle rocks, mushroom rocks, and natural windows. In softness rocks are formed rills, gullies, landslides, badland and sand fans.

Main goal of one detailed work for soil erosion is to find numerical values about intensity of sediment production. We use one original way like combination of software modeling and traditional empiric by S. Gavrilovic. Comparison with final results and measured values in river profiles (river Pcinja) tell us that using model is very good and have possibilities of time changing. According to the used model i.e. equation, water-mechanic erosion in Kumanovo Basin reaches an area of 1341,51 km² (98,8%), and the deposits as a result of water-mechanic erosion, in Kumanovo Basin is evaluated at 899,923 m³, which represents 5,2% of total erosion deposits production in Republic of Macedonia (according to: Map of erosion in Republic of Macedonia). Approximately 40% of the erosion deposit has been inevitably lost (or layer of 0,26 mm of soil). Total annual average sediment yield which river Pcinja evacuated from Kumanovo Basin, according to the used software model is estimated at 509,716 m³/y, i.e. 190 m³/km²/y.