ВОВЕД

Човештвото е толку сантиметри одалечено од
катастрофа, колку
сантиметри изнесува дебелината
на земјиштето над карпестата подлога

J. H. Stalings

Ерозија на земјиштето е универзален процес, во еден или друг облик (водна, еолска, механичка) присутен во сите подрачја на светот. Во услови на непореметена природна средина, интензитетот на ерозија е слаб, при што постои рамнотежа помеѓу однесувањето на земјиштето и брзината на неговото создавање. Меѓутоа, како резултат на антропогените промени на природната средина, ерозивните процеси се многу посилни, забрзани, поради што постепено се влошува структурата на земјиштето, а понекогаш доаѓа и до негово потполно однесување. Така деградираните површини не можат да се обработуваат или стопански да се искористуваат и обично се напуштаат.

Ерозијата на земјиштето како појава и процес, во различни видови, типови, форми и интензитет е присутна на целата копнена површина. Таа е последица од влијанието на природните и зооантропогените фактори, при што во зависност од специфичностите, доминацијата и интензитетот на тие фактори е во состојба да причини големи штети врз стопанскиот, економскиот, па дури и на културниот развој на едно општество (Трендафилов, 1996).

Ерозијата на земјиштето ги следи човековите активности од неговото постоење до денес. Тоа е глобален светски проблем кој зависно од географската положба, специфичностите на природните фактори и степенот на социо-економскиот развој нанесува штети во севкупниот развој на општествените системи. Ерозијата на земјиштето е феномен кој најнепосредно влијае врз одржливиот развој и унапредувањето на два најсуштествени извори за животот на планетата Земја, почвите и водите, а посредно на вегетацијата и воздухот. Дејството на ерозивните процеси директно влијае врз примарните гранки на општествените системи, а пред се: земјоделството, водостопанството, шумарството, енергетиката, сообраќајот, урбаното и просторно планирање и секако на животната средина (Трендафилов, 2003).

Според познатиот американски протагонист во борбата против ерозијата на земјиштето, проф. Хај Бенет (Hugh Bennett): "Ерозијата е еден од најкомплексните проблеми и воедно еден од најподмолните непријатели на човековото стопанство. Ерозивните процеси постепено го разоруваат и уништуваат земјиштето односно хранливите материи и го нарушуваат режимот на водите. Тие често го доведуваат населението на пространи области во беда, сиромаштија и миграција. Многу стопански гранки мораат истовремено да бидат инволвирани во борбата против ерозијата на земјишето и нејзините огромни последици".

Поимот "ерозија" бил познат од времето на стариот Рим. Во Плутарховите записи е запишано дека по крчењето на шумите и уништувањето на вегетацијата на Сицилија, земјиштето било зафатено со "ерозија", а селското население го изгубило "коренот на родната грутка и мигрирало во градовите". Со именката "erosion" и глаголот "erodere", Римјаните ги означувале процесите на распаѓање и откинување на површинските слоеви на земјиштето (Gavrilović, 1972).

Самиот термин "ерозија на земјиштето" сеуште не е прецизно дефиниран. Некои истражувачи го користат изразот "современа ерозија", потоа "ерозија на тлото", или „рецентна ерозија" при што зборот "рецентна" го користат како временска одредница. Во англиското говорно подрачје, се користи терминот "Soil erosion", а во француското "L'erosion du sols" или во буквален превод ерозија на почвата, со што се потенцира дека човековото влијание е најсилно изразено врз почвениот слој. Но овој израз е релативен, бидејќи во

одредени случаи, ерозивното дејство може да биде интензивно и врз гола карпеста основа, на пр. туфови, песоци, песочници и др.

Според „Кратка географска енциклопедија" издадена во Москва (1964 год.), ерозија на земјиштето претставува "разорување на карпите и земјиштето, потоа носење и таложење на отргнатите честички, а под дејство на "бомбардирање" на дождовните капки и ерозивно транспортната сила на текуштите води". На оваа дефиниција, треба да се приклучи и механичкото распаѓање на површината од карпестите маси, под влијание на температурните промени, мразот, растенијата и животните. Со тоа би била дефинирана водно-механичката компонента на ерозивното дејство. Но атмосферската вода не врши само механичко, туку и хемиско еродирање, односно растворање на карпестите маси и на земјиштето. Според сето претходно, произлегува дека ерозија на земјиштето претставува современ процес на водно-механичко и хемиско разорување на земјиштето, потоа транспорт и акумулација на еродираниот материјал (нанос) на места каде слабее силата на ерозивниот агенс. Затоа, проучувањето на ерозивните процеси опфаќа водно-механичката компонента, хемиското дејство на водата, растенијата, животните и секако човекот.

Под поимот "ерозија", во елементарна смисла, треба да се подразберат промените на површинскиот слој на Земјиниот релјеф кои настануваат како последица на дејството на дождот, снегот, мразот, температурните разлики, ветерот и протечните води или под влијание на антропогените фактори. Тие промени означуваат процеси поврзани со откинување, однесување, транспорт и таложење на земјишните честички и се согласни со поимот „разорување" и „уништување" на земјиштето (Gavrilović, 1972).

Според Трендафилов (2003), под поимот "ерозија на земјиште" се подразбира разрушување и промена на површинскиот слој на земјиштето настанати како последица на заемното дејство на многу природни фактори и услови, во содејство со влијанието на зооантропогениот фактор.

Според Законот за води на Република Македонија (Сл. Весник, бр. 4/98), под поимот "ерозија на земјиште" се подразбира "распаѓање на земјиштето и разнесување на честичките под влијание на водата, во обем што го деградира површинскиот слој на земјиштето".

Ерозијата како природен процес се јавила по создавањето на копното на Земјата, активно учествувајќи во образувањето и создавањето на релјефот и на почвата и тоа во текот на милиони години. Од друга страна, забрзаната ерозија, која е многу посилна од природната ерозија, како процес е присутна последните десетина илјади години, односно со развојот на човечката цивилизација. Всушност ерозија од посилни размери се појавува со почетоците на поледелството и сточарството во неолитот, а особен замав зема со изградувањето на древните цивилизации во Месопотамија, Индија, Египет, Кина и др. Денес се смета дека претераните ерозивни процеси и последиците од нив биле и главна причина за пропаста на тие цивилизации.

Бидејќи современата ерозија претставува комплексен и глобален проблем, денес многу дисциплини се вклучени во нејзиното проучување. Иако процесите на ерозија на земјиштето се сложени и при нивно проучување е потребен мултидисциплинарен приод, географската наука во тој поглед има особено место, бидејќи ги третира сите компоненти на природната и општествената средина. Процесите на ерозија на земјиштето се поврзани со топографската површина, па не случајно во сите досегашни проучувања, гледано во светски рамки, географите имаат многу значајно место.

Во учебникот се разгледуваат неколку компоненти на ерозија на земјиштето: факторите на ерозија, процесите и формите на ерозија, потоа методи за одредување на интензитетот на ерозија, основните карактеристики на поројните сливови, основните противерозивни мерки и регионалните аспекти на ерозијата. Факторите се физичко-географски елементи од кои зависи видот и интензитетот на ерозија. Тука спаѓаат: геолошкиот состав и почвите, релјефот, климата, хидрографијата, вегетацијата и животинскиот свет. Бидејќи човекот посредно или непосредно влијае на сите наведени елементи, тој е третиран како посебен и многу значаен фактор. Наведените фактори воедно ги детерминираат процесите и релјефните форми кои се изградуваат. На крај се разработува просторниот односно регионалниот интензитет на ерозија и акумулација во Светот, Европа и Република Македонија.

Последици од ерозивните процеси

Последиците од ерозијата на земјиштето зависат од интензитетот, видот и опфатот на ерозивните процеси. Во однос на природната средина, тие последици во помала или поголема мерка влијаат на речиси сите природни компоненти: промена на релјефот, климата, хидрографијата, почвите и врз живиот свет. Од стопански аспект, доколку станува збор за послаба ерозија, последиците се корисни, а доколку станува збор за посилна ерозија (што е најчест случај), последиците се штетни па дури и катастрофални.

Корисните стопански последици главно се: создавањето на почвата и подобрувањето на почвената структура,

Штетите од силните ерозивни процеси можат да бидат бројни и разновидни. Такви се: намалување и осиромашување на обработливото земјиште, затрупување на обработливи површини и најразлични објекти со наносен материјал, промена на водниот режим и др.

Ерозивните наноси што се создаваат како производ на дејството на ерозивните процеси, преку транспортот на површинските води, доспеваат во хидрографската мрежа претворајќи ги бистрите водотеци во матни текови исполнети со кал, песок и камња. Понатаму, овие поројни води пристигнуваат во руралните и урбаните средини каде што нанесуваат огромни штети во населбите, земјоделството, водостопанството, енергетиката, инфраструктурата и сл. Ерозивните процеси се елементарна причина за уништување на земјишниот фонд и големите нарушувања на режимот на водите, односно енормното опаѓање на расположливите резерви на квалитетна вода неопходна за различни намени во секојдневието на човекот и неговиот развој.

Со поновите археолошки истражувања е негирана тезата на некои поранешни историчари дека старите цивилизации исчезнале од лицето на Земјата поради напади на варварски племиња, долготрајни војни, заразни болести, пожари, суши и големи поплави. Старите цивилизации добро не ги согледале и процениле дејствата и силината на водната и еолската ерозија. Потврдено е дека интензивните ерозивни процеси, во средните и горните делови на сливните подрачја и поплавите проследени со големи количества ерозивен нанос, се примарна причина за затрупувањето и уништувањето на изворите на водата за пиење и наводнување, ситемите за водоснабдување, наводнување и одводнување, кои биле стопанска основа на старите цивилизации (Gavrilović, 1972).

Ерозијата и наносите како нејзин производ, се причина поради која многу стари градови се закопани под земја и за нивно истражување се неопходни археолошки ископувања. Врз основа на археолошките ископувања, откриено е дека во периодот кога Рим бил село од десеттина куќи, на брегoвите на Црвено Море, каде што денес егзистираат неколку сиромашни селски населби, имало повеќе градови со над 100.000 жители.

Познато е дека во легендите од Стариот Завет, водите на реката Јордан, главната река на "Ветената Земја", се опишани како "бистри и смарагдно зелени". Денес, реката Јордан е една од најпоројните реки на Блискиот Исток. Слична е состојбата и со водите на реките Тигар и Еуфрат, Ганг, Инд, Амур, Јангце, Хоангхо и други големи реки, во чии долини според историските истражувања, се појавиле и егзистирале првите цивилизации.

Во провинцијата Мадрас во Индија, откопани се остатоци на повеќе од 50.000 езера (резервоари за вода), водни акумулации кои се доказ за присуство на големи системи за наводнување.

Едно од езерата кое се нарекувало Чембрамбанк, имало зафатнина од 60 милиони метри кубни (1/2 од акумулацијата Калиманци), а неговата старост според Енциклопедијата Британика е проценета на 7.000 години.

Низ историјата, човекот со своите секојдневни и најчесто неплански и негативни дејства, ги проширувал и интензивирал ерозивните процеси и на места (подрачја) каде што тие природно не би се појавиле. Од овде произлегува и констатацијата дека голем дел од ерозивните процеси имаат нагласен антропогенен карактер.

Прекумерната сеча, крчењето, палењето и сл. дејства, се главната причина за уништување на шумите, обесшумување и претворање во голини и ерозивни жаришта на

големи пространства. Прекумерното, непланското, неконтролираното и стихијното напасување на добитокот, се причина за уништување на многу пространства под пасишта и др. приземна растителност. Со уништувањето на вегетацијата земјиштето "станува плен" на немилосрдните дејства на ерозивните сили.

Со наведените процеси на уништување на вегетацијата, многу големи пространства во светот се претворени во полупустини и пустини.

Според бројни поновите истражувања, токму поради силните ерозивни процеси, пропаднале многу стари цивилизации (Месопотамија, цивилизациите во северна Африка и др.), од што треба да се извлече јасна поука. Всушност, проблемот на засилена ерозија на земјиштето, се јавил уште кога човекот започнал со поледелско и сточарско производство, односно кога почнал да ја менува природната вегетација. Од тогаш до денес, од една страна потребите за храна неспоредливо се зголемени, а од друга страна земјишните ресурси се доста намалени. Тоа уште повеќе го нагласува проблемот на ерозија и барање на мерки за зачувување (конзервација) на преостанатите земјишни ресурси.

Видови на ерозија

Ерозијата на земјиштето претставува сложен процес. Зависно од појдовните критериуми, постојат повеќе класификации во однос на: карактерот, интензитетот, причинителот,

Докучаев, 1878 година ја дели ерозијата на забавена, нормална или геолошка и на забрзана или антропогена. **Забавената ерозија** е процес кој одговара на средногодишен интензитет на ерозијата од 70 до 100 $m^3/km^2/god.$ или просечно годишно однесување на површински почвен-земјишен слој од 0,07 до 0,1 mm, во границите на целото сливно подрачје. Овие процеси се природни и се одвиваат надвор од желбите на човекот и неговите активности. Овие процеси се корисни и се во функција на создавање на плодни алувијални полиња во речните долини и нивните плавини. Според Докучаев, овие процеси вршат корисни функции и во ридско-планинските делови на сливните подрачја. Имено, преку процесите на нормална (природна) ерозија се обезбедува подмладување и збогатување на почвите со хранливи материи на начин што промиениот и бесхранливи елементи површнски слој, се заменува со слојот под него. Со досегашните истражувања е констатирано дека овие процеси се многу бавни. Според мерењата извршени во Пиедмонт (Piedmonnt-САД), докажано е дека за обнова, односно изградба на површинскиот слој на земјиште со дебелина (висина) од само 7 mm, низ природни процеси, потребно е време од полни 50 години. Земјиштето на кое се вршени истражувањата било под наклон од 10%. Практично се смета дека за создавање на 1 cm почвен слој на ридски падини, потребно е време од 100 години и тоа во ненарушени природни услови. За некои почвени типови (екстремни услови) потребен е период од над 1000 години. Тоа значи дека во ненарушени природни услови, секоја година природно се обновува слој на земјиште со дебелина од 0,1 mm, односно 100 m^3 на 1 km^2 (Гавриловиќ С., 1972).

Според тоа, ако се усвои тезата дека нормалната ерозија претставува корисен процес, тогаш нејзиниот интензитет може да изнесува до 0,1 mm, односно до 100 $m^3/km^2/god.$ (Гавриловиќ С. 20). Во наши услови тоа се подрачјата обраснати со шуми со добар склоп и обраст, со добра покровност. Наведените информации не ги третираат почвените типови што е од особено значење за еволуцијата на почвите. Имено, педогенезата кај почвените типови на варовничко-доломитска и слична на неа подлога, е многу подолготраен и особено сложен процес, така што за создавање на 2,5 cm почва се потребни дури до 10.000 години. (Филиповски, 1995).

Забрзаната или **антропогената** ерозија има средногодишен интензитет поголем од 100 $m^3/km^2/god$, а често и до 150 пати повеќе од интензитетот на природната ерозија. Интензитетите на забрзаната ерозија особено се високи кога ќе дојде до т.н. ексцесивна (претерана) ерозија. Овој вид на ерозија се јавува како последица од дејството на низа природни фактори и услови во содејство со негативното влијание на човекот, односно непланското, неправилното и нерационално користење на природните ресурси (шумите, почвите, водите, пасиштата и сл.). Во Република Македонија, овој вид на ерозивни процеси

заземаат приоритетно место. Имено, најинтензивните процеси на ерозија се застапени во принизинскиот и ридско-планинскиот регион во земјава, односно дабовиот регион. Пред "индустријализацијата" на нашата земја, односно пред шеесетите години, населението било концентрирано во ридско-планинскиот регион. Основната егзистенција населението ја обезбедувало преку користење на виталните природни ресурси (шумите, пасиштата и почвите), односно земјоделството, а пред сè сточарството и шумарството.

Несообразеното користење на овие значајни природни ресурси со нивните капацитети и секако незнаењето, неинформираноста и многу други фактори, се причина за обесшуменоста на наведениот регион и силната изразеност на ерозивните процеси. Кога интензитетот на ерозија изнесува 1 mm просечна дебелина, на однесен почвен слој во рамките на целиот слив, тоа одговара на 1000 m^3/km^2/god. Тоа е околу 10 пати побрз процес од процесот низ кој може да се изврши природна обнова на земјиштето. Значи дека ако од некоја ораница во текот на 20 годишен период се однесува почвен слој со дебелина од 1mm, за природна обнова на однесениот почвен слој ќе бидат потре-бни 200 години, под претпоставка натамошните процеси на ерозија да запрат. Според тоа, интензитетот на ерозија од просечно 1 mm годишно однесен почвен (земјишен) слој, претставува интензитет на "*забрзана*" ерозија. Така, П.С. Напорожниј, наведува дека просечното годишно количество нанос во сливното подрачје Малаја Алма - Атинка (Казахстан) изнесува околу 20.000 m^3/km^2/god. Тоа значи, дека секоја година од целокупното сливно подрачје исчезнува слој на земјиште за чија обнова при ненарушени природни услови и процеси, се потребни 200 и повеќе години (Гавриловиќ С., 1972).

Авторите Н.К. Шикула, А.Г. Рожков и П.С. Трегубов, во 1973 година предложиле класификација на ерозијата според дебелината на просечно промениот (однесениот) површински земјишен слој Ue(mm/god.). Според оваа класификација, врз основа на интензитетот на промивање на земјиштето од падините, постојат 6 групи и тоа:

I група - нема ерозија
II група - слаб интензитет на ерозија (Ue<0,5 mm/god.)
III група - среден интензитет на ерозија (Ue=0,5-1,0 mm/god.)
IV група - силен интензитет на ерозија (Ue=1,0-2,0mm/god.)
V група - многу силен интен. на ерозија (Ue=2,0-5,0 mm/god.)
VI група - катастрофална ерозија (Ue > 5 mm/god.)

Гавриловиќ С. предложил класификација според просечната годишна продукција на еродиран материјал (Гавриловиќ С., 1972). Според оваа класификација постојат пет групи и тоа:

Вид на ерозивни процеси	Категорија на разорност	Тип на ерозија	Вредност на коефициентот на ерозија "*Z*"	Интензитет во m^3/km^2/god	Видови на ерозивни процеси
Екцесивна ерозија	I	длабинска мешовита површинска	1.31-1.50 1.21-1.30 1.01-1.20	4000-5000 3500-4000 3000-3500	јаруги, вододер., бедленд, лизгалишта,
Силна ерозија	II III	длабинска мешовита површинска	0.91-1.00 0.81-0.90 0.71-0.80	2500-3000 2000-2500 1500-2000	сипари, вододер., долчиња, лизгалишта
Средна ерозија	III	длабинска мешовита површинска	0.61-0.70 0.51-0.60 0.41-0.50	1200-1500 1000-1200 800-1000	бразди, сипари, мали лизгал., плочници
Слаба ерозија	IV	длабинска мешовита површинска	0.31-0.40 0.25-0.30 0.20-0.24	600-800 400-600 200-400	браздички, бразди, слаба површинска
Многу слаба ерозија	V	траги на ерозија	0.01-0.19	до 200	без видливи тр.

РАСПРОСТРАНЕТОСТ НА ЕРОЗИЈАТА

Еден од најкрупните проблеми со кои се соочува човештвото во денешнината е современата ерозија која по својата природа најчесто е забрзана и од антропогено потекло. Со процесот на забрзана ерозија е зафатено околу 40 % од обработливото земјиште во светот (околу 20 милиони км^2 или два пати повеќе од површината на Европа), а секоја година според проценките на ФАО се губи над 3 милијарди тони плоден почвен слој. Директните и индиректни штети се огромни и само во САД изнесуваат 44 милијарди долари годишно. Во тој поглед, состојбата во Република Македонија е алармантна. Според Картата на ерозија на Република Македонија, со посилни категории на ерозивност е зафатена површина од 9423 км^2, а годишната продукција на нанос на целата територија изнесува околу 20 милиони м^3. Поради наведеното, нашата држава во извештајот на "European environment agency" од 1995 год. е ставена во т.н. црвена зона на најзагрозени подрачја во Европа (покрај делови на Италија, Грција, Шпанија и Португалија).

Инаку, во регионален поглед, се проценува дека најинтензивни ерозивни процеси се јавуваат во субтропскиот појас, во подрачја на изразита сезоналност на врнежите, со долготрајни сушни периоди (Jansson, 1982; Morgan, 1995). Во Европа, со ерозија најмногу се загрозени јужните, медитерански подрачја: Шпанија, Португалија, Италија и Балканскиот Полуостров.

Распространетост на ерозијата во светот

Забрзаната, антропогена ерозија, како појава и процес е застапена со различен интензитет на сите копнени површини на планетата Земја. Примарна причина за нејзина појава е уништувањето на природната вегетација, а првенствено на шумите. Водната ерозија е најмногу распространета во јужните делови на Северна Америка (јужно од 40^o северна широчина) речиси цела Африка, со исклучок на пределите на екваторијалните шуми, Јужна Азија (јужно од 40^o северна широчина), во Австралија со исклучок на централните делови и јужните делови на Европа, (Костадинов, 1966).

Глобално, водната ерозија со најголем интензитет се јавува во области со средни количества на врнежи и области со поголеми количества на врнежи каде што природните шуми се уништени или силно деградирани. Во области со малку врнежи, дождот предизвикува слаба ерозија, додека во области со годишни количества на врнежи поголеми од 1.000 mm, природата создала густи шуми кои успешно го штитат земјиштето од процеси на ерозија (доколку шумите не се уништени).

Еолската ерозија (ерозијата од ветерот) е распространета во пустинските и степските области, каде што се исполнети два услова:

- мало годишно количество (сума) на врнежи (<250-300 mm годишно) и
- постојат услови кои под дејство на ветерот, земјишните честички се пренесуваат на големи растојанија (пространи рамни и благо наклонети површини).

Еолската ерозија е распространета на големи рамни површини во области на Северна Америка, познати по песокливите (прашинестите) бури, потоа во Сахара и Калахари во Африка, Централна Азија, особено степскиот дел на поранешен СССР и Централна Австралија.

Краток историјат за борбата против ерозијата

Борбата против ерозијата и поројните поплави, започнала многу одамна, во минатите векови. Познатиот Хамурабиев законик укажува на опасностите од "поплавните налети од шумски потоци" и предвидува соодветни санкции за сопствениците, односно корисни-ците на земјишта кои не преземале соодветни мерки на заштита.

Покрај тоа, староста на некои од човечка рака истерасирани ридски падини и подрачја (терасирани падини), помеѓу градот Сидон и Тир во Либан, се ценат на повеќе

илјади години. Во записите на Плутарх (Plutarh) се споменува и зборот "ерозија" и укажува на потребата од запирање на натамошното крчење на шумските земјишта, особено во подрачјето на Катанија, бидејќи со таквите активности се создава армија на "бездомници", која подоцна непотребно ги оптоварува градовите (Гавриловиќ С., 1972).

Првите пишани податоци за почетоците, на стручно органи-зирање на работи за заштита на земјиштето од ерозија и поројни поплави, се сретнуваат во Франција, кон крајот на XVIII век. Во 1797 година инж. Фабре (Fabre), кој бил главен инженер во регионот на Вор (Vor), до Француската Академија на науки упатил допис под наслов: "*ESSAI SURLA THEORIE DES TORRENTS, ET DES RIVERES"*, обрнувајќи внимание на штетните последици од поројните текови. Истата година од печат излегува и неговата книга, со горе наведениот наслов. Фабре (Fabre) укажува на причините за појава на поројните текови и потврдува дека тие се последица на уништува-њето и крчењето на шумите. Истакнува дека уништувањето на шуми-те покрај нерационалното искористување на земјиштето и шумите, настанува и како последица од брстењето на козите. Во својата книга тој предлага работи и мерки за уредување на поројните текови и тоа: од градежно-техничките работи предвидува ниски објекти, а предви-дува и уредување на вододериниte и суводолиците со гранки и камен.

Како основач на противпоројната заштита се смета А. Сурел (A. Surell). Неговата книга под наслов: "ETUDE SUR LE TORRENTS DES HAUTES - ALPES", излегла од печат во 1842 година. После А. Сурел, во унапредувањето на противпоројната заштита како струка и дејност, особено допринеле: С. Грас (S. Gras), Коста де Бестелика (Costa de Bastelica) и Ф. Бретон (Ph. Breton). Во основачите на против-поројната заштита, системите за уредување на поројни текови и заштита на земјиштето од ерозија, морат да се вбројат француските научници, истражувачи и протагонисти во борбата против ерозијата и поројните текови: П. Демондзе (P. Demontzey) и Е. Тиери (E. Thiery). Демондзе изготвил значаен прирачник за противпоројна заштита, кој излегол од печат во 1878 година, а во 1880 година била печатена неговата книга под наслов: "TRAITE PRATIQUE DU REBOISEMENT ET DU GAZONNEMENT DES MONTAGNES". Тој располагал со големи организациски и стручни способности и многу придонел за развојот на противпоројната струка изведувајќи практични работи на загрозените терени. Е. Тиери во 1891 година ја објавил книгата под наслов: "RESTAURATION DES MONTAGNES, CORRECTION DES TORRENTS, REBOISEMENT", која во 1914 година го доживеала и второто издание. Оваа книга е многу значајна, бидејќи во неа Тиери (Thiery) дал теори-ски основи и создал систем за уредување на поројните текови.

А. Сурел (A. Surell) и П. Демондзе (P. Demondzey) во системот за борба против ерозијата вградиле дел кој се однесува на сливање (оттекување) на водите од падините и ретенциони работи против површинското оттекување, додека Тиери (Thiery) ја дал основата за спречување на флувијалната, односно речната ерозија. Неговата книга и денес се користи како базична литература во решавањето на најтешки проблеми од противпоројното уредување. Најзначајна е неговата теорија за движење на наносот во коритата на поројните текови и формирањето на наклони (падови).

Останатите земји во Европа исто така започнале организирано да се занимаваат со уредување на поројни текови и заштита на земјиштето од ерозија. Така, некои средноевропски земји (тогашна Чехословачка, Австрија) во 1984 година ја прославија 100-годи-шнината од организирана и активна борба против ерозијата. Уште тогаш, во втората половина на XIX век, се појавуваат дилеми околу прашањето која инженерска струка треба да биде носител на активностите за борба и заштита од ерозија. Така, А. Сурел (A. Surell), П. Моугин (P. Mougin), Сципион (Scipion), Грас (Gras), Салзер (Saltzer), Ванг (Vang), Крутер (Kreuter) и други, сметале да поголемиот дел од борбата со ерозијата и поројните текови, треба да остане во кругот на шумарската струка, а не некоја друга струка (хидроинженерска, градежна и др.). Победило сваќањето дека таму каде што се стопан-исува добро со шумите и пасиштата, при надоаѓање на природните водотеци, потоци и реки, нема големи проблеми, поради што во најго-лем број европски земји "противпоројното уредување и заштита на земјиштето од ерозија" стана интегрален дел на шумарското инже-нерство.

Во Франција, во 1882 година донесен е Закон за реставрација на ридските земјишта (RESTAURATION DE TERRRAINS EN MONT-AGNES - RTM), со кој покрај останатото е

предвидено и формирање на постојана служба за обнова на ридските земјишта. Таа служба била доверена на шумарските инженери и со успех работи и денес. На сличен начин, вакви служби биле организирани во повеќе земји на тогашна Европа, со исклучок на Швајцарија, каде што таа служба била доверена на шумарските и градежните инженери.

Како прв стручњак за уредување на пороите во Русија, се споменува С. Л. Рајнер (S.L.Rauner) кој од 1892 до 1910 година рабо-тел на уредување на опасните поројни текови ("селевих потока") во подрачјето на Туркестан.

Како прв протагонист во борбата против ерозијата и поројните текови на територијата на некогашна Југославија се смета инж. Стеван Петровиќ, кој од 1904 година активно работи на формирање на противпоројни служби. После него доаѓаат: М. Ѓурековиќ, В. Чмелик, А. Јовановиќ, Љ. Малетиќ, С. Росиќ и др.

После Втората светска војна, во рамките на поранешна Југо-славија, противпоројните и противерозивните служби се организирани по републики. Формирани се реонски секции за заштита на земјиште-то од ерозија и уредување на поројните текови, кои се развивале и функционирале во рамките на републичките секретаријати за земјо-делство и шумарство. Кон крајот на 1967 година, овие организации, согласно со закон, преминуваат во областа на водостопанството. Тие се трансформираат во водостопански претпријатија.

Особен придонес во развојот на оваа дејност, во периодот после Втората светска војна, на подрачјето на поранешна Југославија дадоа: С. Гавриловиќ, Љ. Јефтиќ, С. Костадинов и др.

Историјат за борбата со ерозијата во Република Македонија

Распространетоста и интензитетот на ерозивните процеси се во непосредна корелација со шумовитоста на подрачјето или регионот, односно заштитеноста на земиштето од негативното влијание на атмосферските елементи и фактори и другите чинители (фактори) на ерозијата на земјиштето. Според тоа, најобесшумените подрачја (региони) во земјава, истовремено се и најерозивни. Шумите, почвите и климата (врнежниот и температурниот режим) се во тесна меѓусебна спрега и нагласено меѓусебно влијание. Во подрачјата со добри шуми, климата е поблагопријатна, годишните количества врнежи се поголеми и временски подобро распределени, учеството на поројните во вкупните врнежи е помало, температурните амплитуди се послабо изразени, почвите се со подобри физички и хемиски особини и се образуваат и развиваат во подобри педогенетски услови и сл., што сè вкупно, позитивно влијае врз спротивставувањето на земјиштето на процесите на ерозијата.

Низ историјата, шумите во Република Македонија биле масовно експлоатирани и уништувани. На овие простори се воделе многу војни. На и низ нашата територија престојувале и поминале многу освојувачи. Големата застапеност на нископродуктивни, дегра-дирани и еродирани површини во земјава, се последица на масовното обесшумување во минатото на големи комплекси под шумска вегета-ција и нивна трансформација во обработливи површини, ливади паси-шта, голини и сл.

Историски записи за распространетоста на вегетацијата и нејзиниот флористички состав на територијата на Р. Македонија има малку и тие се главно скудни, но за поцелосни и порелевантни сознанија, многу значајни. Во своите записи, познатиот турски патописец и службеник на турската управа од XVII век, Е. Челебија, наведува дека во Република Македонија во тоа време имало големи и добри шумски комплекси, дури и во рамничарските подрачја. Според записите на Ед Браун од 1669 до 1670 година, од Скопје за Солун пловеле сплавови и сплавови-кораби.

Тоа зборува дека во тоа време р. Вардар и нејзините поголеми притоки (во долните текови), имале пловен воден режим, а процесите на ерозија биле блиску до границата на нормална геолошка денудација. Тоа значи дека во овој период реките биле полноводни, годи-шните количества врнежи биле поголеми и поправилно распоредени што е и услов за поволен развој на вегетацијата. Според записите, пак, на германскиот балканолог Хан Ј. Г. од 1868 година, односно 200 години подоцна, сплавови-кораби пловеле само низводно од Велес,

а причина за тоа било присуството на наносен материјал во коритото на р. Вардар. Сплавовите како транспортно средство се користени особено за време на Кримската војна (1853-1856). Според записите на К'нчев И., во овој период само од Велес годишно се пуштани по неколку илјади сплавови. Претпоставка е дека во овој и изминатиот период, до пристаништето во Солун се транспортирани големи количества на дрвна маса. Овие записи наведуваат на масовното уништување на шумите и обесшумувањето на Средно и Долно Повардарие, подрачја во кои денес царува ерозијата. Централниот регион на нашата земја е со најмало средно годишно количество врнежи, многу неправилен распоред на врнежите, големо учество на пороjните врнежи и сл., што во основа, покрај другото, се должи на масовната обесшуменост (Трендафилов А., 1966).

Првите поорганизирани чекори, во бората со ерозијата на територијата на Република Македонија, датират од почетокот на изминатиот век, нешто и претходно (регулациони работи) и тоа главно, во градски средини и во многу мал обем. Во 1925 година " Друштвото на инженери и техничари" на тогашната Вардарска Бановина на Кралството Југославија, донело т. н. "Драчевска резолуција" со која се укажува на проблемите што ги имало Скопје со поплавните и пороjните води на реката Вардар и Водњанските порои и потребата од итно преземање на активности за борба со овие зла.

Почетокот на биотехничката борба против ерозијата на земјиштето, во сливните подрачја на пороjните водотеци е втемелен во 1951 година, кога е донесен Законот за пошумување на голини. Во наредната 1952 година е донесен Законот за заштита на стрмните земјишта од промивање и однесување. Во 1957 година е донесен Законот за заштита на стрмните земјишта од ерозија и уредување на пороите, промивање и одронување (Блинков, 2001). Во овој период се формираат и првите научно-истражувачки и стручни институции и организации од областа на заштитата на земјиштето од ерозија и уредувањето на пороjните водотеци: Завод за водостопанство на СРМ (1952 год.) и Пороjпрокт и двете со седиште во Скопје. Овие институции, а особено Пороjпроект, тесно се специјализираа за проектирање, проучување, истражување и уредување на пороjни текови и ерзивни сливни подрачја. Пороjпроект долго време беше само проектантско претпријатие, а подоцна прерасна во проектантско-изведувачко претпријатие и како такво згаснува во 1980 година.

Заводот за водостопанство на Република Македонија долги години егзистирал како самостојна научно-истражувачка институција, според принципот на самофинансирање. Денес го нема статусот на научно-исражувачка институција. Покрај другите дејности од областа на водостопанство (наводнување, одводнување, водоснабдување, заштита од поплави, заштита на водите од загадување, пречистување на води и др.), се занимавал со проектирање и истражување во областа на противерозивното и противпороjното уредување.

Со формирањето на водостопанските претпријатија, се формираат и секциите за заштита на земјиштето од ерозија и уредување на пороjни водотеци, кои претставуваат основни клетки во организираната борба против едно од најголемите зла на човештвото **"ерозијата".** Со тоа се заокружува институционалната, административната и стручната рамка во борбата против ерозијата. За жал, денес овие секции речиси не постојат. Причините за ваквата состојба се од објективна и субјективна природа, а пред с од институционална, административна, организациска и финансиска природа.

Организирано и програмско изучување на предметните содржини од областа на ерозија на земјиштето и уредувањето на пороjните водотеци, започнува со основањето на Земјоделско-шумарскиот факултет (1947 год.). Денес, во високото образование на Република Македонија, со оваа проблематика, се занимаваат мал број на научни и стручни кадри и тоа главно на Шумарскиот, Земјоделскиот и Градежниот факултет во Скопје. Од 2008 година, оваа проблематика се изучува и на Институтот за географија при Природно-математичкиот факултет, во рамките на предметот Ерозија на земјиштето.

ДОСЕГАШНИ ИСТРАЖУВАЊА НА ЕРОЗИЈА НА ЗЕМЈИШТЕТО

Истражувања на рецентната ерозија во светот

Со проблемот на ерозија, човештвото се соочува уште од времето на првите цивилизации. Така, со поновите археолошки проучувања се увидува дека за пропаѓање на познатите стари цивилизации главна причина не се војните туку големиот интензитет на водна и еолска ерозија предизвикан со несоодветно користење на земјиштето. Затоа некогашните плодни рамнини кои ги опкружувале древните градови Ур, Нипур, Вавилон, Луксор и др. денес се претворени во пустиња, а самите градови се затрпани под нанос дебел неколку десетици метри (*Косиодовски, 1986*). Но од овој период нема сознанија за третманот на ерозивните процеси или пак можната заштита од нив, освен бројните зафати за регулација на реките, изградба на канали за наводнување, со што воедно се остварувала заштита од поројни водотеци (Долина на Нил, долина на Хоангхо, долина на Тигар и Еуфрат).

Прво порационално толкување на ерозијата и нејзините последици се среќава во античкиот период. Така, Херодот (484-425 год. п.н.е.) укажува на штетноста од "матните води на Скифија". Римскиот писател Овидие (43 год. п.н.е.-17 год. н.е.) во своите Метаморфози запишал: "Некогашните низини, течните води ги претворија во долини, а планините со разорување стануваат рамнини". Од римскиот период потекнуваат и првите градежно технички мерки за заштита од поројните ерозивни текови со изградба на напречни прегради во речното корито. Според расположивите сознанија, може да се заклучи дека во античкиот период толкувањето на ерозивните процеси, главно било површно, без некоја научна основа.

По овој период не се среќаваат посеопфатни податоци за забрзаната ерозија се до 16-ти век. Германскиот научник Х. Агрикола (1494-1555) пишува дека потоците во почетокот го спираат мекото земјиште, потоа ги зафаќаат поцврстите карпи и на крај носат големи парчиња карпи.

Рускиот научник М. В. Ломоносов (1711-1765), прв во Русија ги проучува водната и еолската ерозија и ги издвојува ерозивните сили: силен ветар, врнежи, реки, луѓе, пожари. Според него "често паѓаат силни дождови ... го омекнуваат и разоруваат и однесуваат земјиштето, оставајќи потежок материјал". "Поројните врнежи го опустошуваат плодното земјиште.

Значи се до крајот на 19 - тиот век, во сознанијата за рецентната ерозија владее дескрипцијата, односно појавите и последиците само се опишувани, а попатно поради несоодветните сознанија речиси не е посветувано никакво внимание врз правилната заштита од ерозија. Од крајот на 19-ти век, парарелно со развојот на научните принципи во геоморфолошката наука, започнуваат и истражувањата на рецентната ерозија и нејзините манифестации. Интересно е што освен геоморфолози, во ваквите проучувања се вклучуваат и шумари, агрономи, градежни инженери и други струки кои се "засегнати" со проблемот на ерозија. И покрај мултидисциплинарноста, сепак преовладува мислењето дека матична дисциплина треба да остане геоморфологија, бидејќи таа со своите методи на истражување нуди комплексна анализа на проблемот.

Посебно значаен и плоден период во истражување на рецентната ерозија е времето помеѓу двете светски војни. Како главен иницијатор на проучувања се јавува американскиот инженер Х. Х. Бенет (1881-1960) кој се смета за "татко" на комплексната борба против ерозија. Врз база на неговите проучувања во 20-тите години во САД се поставуваат првите експериментални парцели и ерозивни плочници, или како самиот ги нарекува "ерозивни експериментални фарми"(*Bennet, 1932*). Во почетокот нивниот број е мал - 11, но потоа во секој природно-географски регион се поставуваат по неколку десетици парцели. Тој ја има оформено и првата научно заснована концепција за комплексна борба против ерозијата преку терасирање, воведување на плодоред, затревување и сл. Своите принципи широко ги применил во големиот Американски проект од 30-тите години, Њу Дил. Во 30-тите години, методите за проучување и мерење на интензитетот на ерозивните процеси со експериментални парцели се усовршуваат од страна на Х. Ј. Нил и Г. М. Бровинг (*H. J. Nill* -

1927; G. M. Browning - 1930), додека методот на ерозивни плочници подетално го разработува Ј. Китреџ (*J Kittredge, 1930-1940*). Во овој период се јавуваат и првите емпириски образоци (*В. Б. Пољаков, 1937; H. J. Nill - 1937*), со кои квантитативното одредување на интензитетот на ерозија станува многу попрецизно. До Втората Светска Војна првенци во проучувањето на ерозивните процеси се САД и Советскиот Сојуз, каде се издвоени голем број на експериментални парцели и сливови.

По војната, увидувајќи го прогресивното напредување на ерозија и големите штети што настануваат од неа, речиси во сите држави се организираат служби за проучување и борба против ерозија. Во тие рамки значителни напори се правени и во поранешна Југославија, на чија територија се поставени голем број на истражувачки станици кои комплексно го третираат проблемот на ерозија. Во 50-тите и 60-тите години, особена дејност пројавува Институтот за водостопанство - Јарослав Черни од Белград. Значајно е да се напомене дека во овој период, службите за проучување на ерозијата во поранешна Југославија, покажаа големи резултати, а неколку ерозиолози предложија емпириски образоци кои се прилагодени и прифатени и во други држави во Европа (и пошироко).

Во последните децении, рецентната ерозија во светот се проучува многу комплексно, а резултатите често се имплементираат во планските документи и задачи. Така, се изработуваат посебни класификации на земјиштето, од една страна според интензитетот на ерозивните процеси, а од друга според можностите и ограничувањата кои произлегуваат при нивното користење за одредени цели. Ваквите класификации, се меѓу главните планерски основи во развиените земји, без кои правилната намена на земјиштето не е можна. Во современите планерски документи, значително внимание се посветува на заштита од забрзаните ерозивни процеси. Наместо поранешна парцијална или делумна заштита, се појави концептот на "интегрални мелиорации" т.е. оптимална организација и уредување на просторот во корелација со интензитетот на ерозија.

Досегашни истражувања на рецентната ерозија во Република Македонија

За Република Македонија во периодот од завршетокот на војната до осамостојувањето, беше карактеристичен големиот елан во проучување на ерозивните процеси. Главен носител на активностите за целиот период е Заводот за водостопанство, а покрај него видни резултати имаат остварено научните работници од повеќе институции. Според извештаите и констатациите кои се сретнуваат во литературата, произлегува дека и постигнатите резултати, се значајни дури и во рамките на поранешна Југославија (поставувани се ерозивни парцели, разработувана е ерозивноста на подрачјата, предлагани се мерки и активности за заштита од ерозија и сл.). Но мора да се напомене дека по осамостојувањето, комплексните научни, а особено практични активности, на овој план се намалени (и покрај неколкуте крупни проекти кои се почнати кон крајот на 80-тите години како Картата на ерозија на Република Македонија, поставувањето на ерозивни парцели на неколку локалности и др.), што во идниот период мора да се промени.

Огромен скок во проучувањето на интензитетот на ерозија е направен со Картата на ерозија на Република Македонија, изработена од страната на Заводот за водостопанство и објавена во 1993 година. Во текот на изработка на картата, користена е сета расположива документација која се однесува на наведениот проблем, а пресметките се базирани на моделот од С. Гавриловиќ. При тоа, дадени се вредности за средногодишната продукција на нанос и пронос на нанос по сливните подрачја, како и површини со соодветен коефициент на ерозија и акумулација. Картата по својот опфат е многу детална бидејќи се третирани речиси сите водотеци кои се внесени на ТК 1: 50.000. Значи најголем акцент е ставен врз квантитативниот аспект на рецентната ерозија. Треба да се напомене дека картата на ерозија се однесува само на водно-механичката компонента, но не и на хемиската ерозија.