

ДИЛЯНА ИЛИЕВА¹, ИЛИЯ МАЛИНОВ²

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров“, София
E-mail: 1 - diliansa_gi@abv.bg; 2 - iliamalinov@yahoo.com

Оценка на факторите и потенциалния риск от плоскостна водна ерозия на почвата в Национален парк „Централен Балкан“

Mapping Soil Erosion Factors and Potential Erosion Risk of the National Park „Central Balkan“

D. Ilieva¹, I. Malinov²

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

Abstract

Soil erosion is widely distributed soil degradation process and recognized environmental problem. The report aims at presenting the main results from assessment and mapping the factors of sheet water erosion and the potential erosion risk on the territory of National Park “Central Balkan”. For this purpose, the Universal Soil Loss Equation (USLE) was used for soil erosion losses predicting. The influence of topography (LS-factor) and soil erodibility (K-factor) was assessed using Digital Elevation Model (DEM-50) and large-scale soil maps. Rainfall erosivity (R-factor) was calculated by rainfalls data with amounts exceeding 9.5 mm and I av. above 0.180 mm/min from 14 hydro-meteorological stations. The values of the erosion factors (R, K and LS) and the potential risk were presented for the whole territory, catchment areas and technical divisions of the National Park. Using the methods of GIS, maps were plotted presenting the area distribution among the classes of the soil erosion factors and the potential risk in the respective zones. The results can be used for making soil conservation decisions and sustainable land management in the park.

Key words: soil erosion, factors, assessment, water erosion risk

Почвата е основен невъзобновим природен ресурс, чието опазване е от съществено значение за устойчиво развитие на земеделието и свързаните с него отрасли. Природните условия в страната (климат, релеф и почви) в съчетание с начина на земеползване обуславят интензивно развитие на почвена ерозия, която се явява най-широко разпространеният и интензивно действащ деградационен почвен процес (Биолчев, 1977; Ончев, 1983; Русева, 2002, Русева и др., 2010а; 2010б; Stoev et al., 1997; Lazarov et al., 2001). През последните две десетилетия за оценка на плоскостна водната ерозия на почвата у нас бе адаптирано и приложено най-широко използва-

ното по света уравнение за прогнозиране на ерозионните почвени загуби, известно като *Универсално уравнение за почвените загуби (Universal Soil Loss Equation – USLE)* (Малинов, 1999; 2003; Малинов и др., 2009; Русева, 2002; 2009; Русева и др., 2010а; 2010б). Резултатите от прилагането му дават подробна картографска и таблична информация за вероятните средни годишни стойности на основните ерозионни фактори, потенциалния и действителния риск от плоскостна водна ерозия на почвата за територията на страната с надморска височина до 1200 m. Оценка на факторите и риска от водна ерозия на почвата за териториите в страната,

разположени над 1200 m (предимно планински територии) не е правена поради недостиг на информация за ерозионността на дъждовете над тази надморска височина (Русева и др., 2010а; 2010б).

В последните години у нас все по-широко приложение при осъществяване на туристическа и спортна дейност намират превозните средства с висока проходимост. С обособяването в страната на значителни по площ национални паркове и други защитени територии се създадоха предпоставки не само за оптималното им природосъобразно управление и развитие на туризма от една страна, но от друга – за антропогенна намеса във все по-достъпните за тези превозни средства и потенциално най-уязвими на водна ерозия високопланински терени.

Национален парк „Централен Балкан“ заема голяма част от площта на най-значимата планина в страната – Старопланинската верижна система, която обхваща 23% от националната територия. Тук природните условия – голяма средна надморска височина, ерозионна основа с дълбочина над 1800 m и значителни по количество и интензивност валежи, се явяват предпоставка за формиране на висок ерозионен потенциал. Оценката на ерозионните фактори и риска от ерозия в парка ще допълни и обогати националната база данни, необходима за прогнозиране на почвените загуби от плоскостна водна ерозия на почвата в страната. Това ще спомогне за по-подробно картографиране на факторите и ерозионния риск, оптимизиране на противоерозионните мерки, ефективно използване на средствата за опазването на почвите и устойчивото управление на ресурсите на парка.

Целта на изследването е оценка и картографиране на основните ерозионни фактори и потенциалният риск от плоскостна водна ерозия на почвата в НП „Централен Балкан“, както и допълване на националната база данни с нова, необходима информация за опазване и устойчиво управление на почвените ресурси в планински територии на страната.

Материал и методи

Оценката на основните фактори и потенциалния риск се основава на адаптацията на модела за прогнозиране на вероятните сред-

ногодишни почвени загуби от плоскостна водна ерозия на почвата, разработен в САЩ и познат по света и у нас като Уравнение за прогнозиране на почвените загуби – Universal Soil Loss Equation – USLE (Wischmeier and Smith, 1965; 1978), което има вида:

$$A \text{ (действително)} = R K L S C P, \quad (1)$$

където: A (действително) са прогнозни действителни средногодишни почвени загуби (действителен риск), [t/ha y];

R – индексът за ерозионност на дъждовете [MJ mm /ha h y],

K – индекс за податливост на почвата към ерозиране [t ha h/MJ ha mm y],

LS – единен топографски индекс,

C – индекс за почвозащитно действие на растителността,

P – индекс за почвозащитно действие на приложените противоерозионни практики.

$$A \text{ (потенциално)} = R K L S, \quad (2)$$

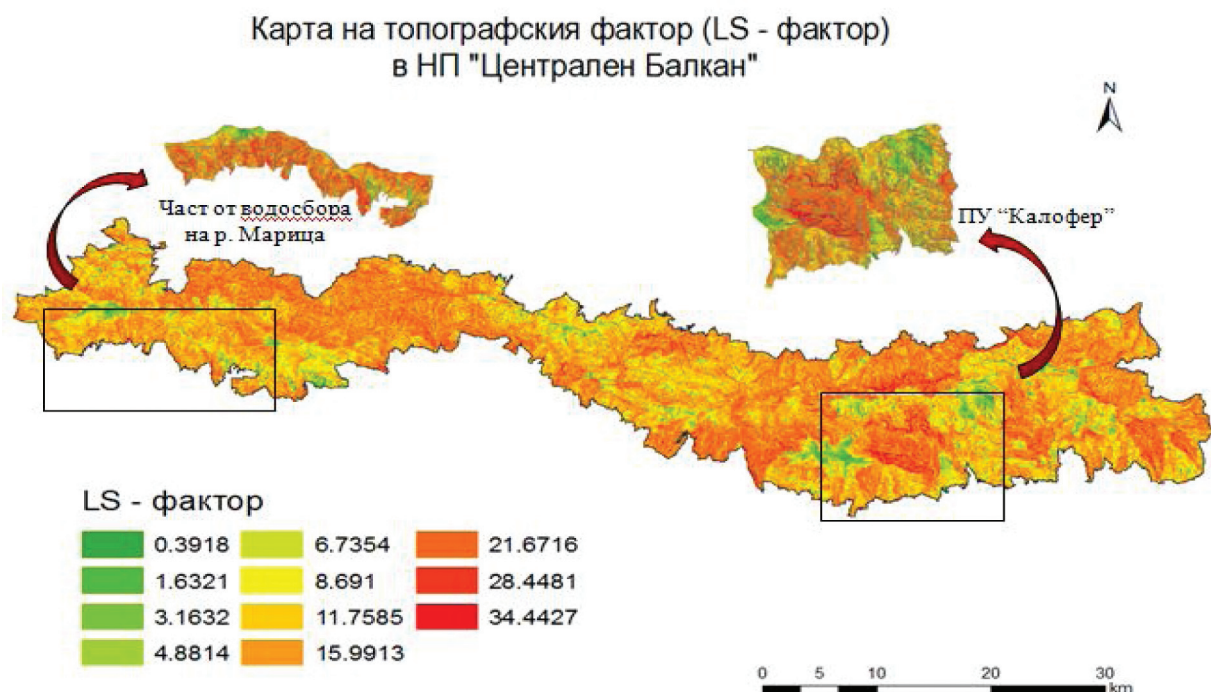
където: A (потенциално) са прогнозни потенциални средногодишни почвени загуби (потенциален риск) [t /ha y].

$$R \text{ ср.г.} = \left(\sum_{j=1}^n (EI_{30}) \right) / N \quad [\text{MJ.mm/ha h y}], \quad (3)$$

където: R ср.г. е средната годишна стойност на R фактор за дъждове с количество $q \geq 9,5 \text{ mm}$ и средна интензивност $I \text{ ср.} \geq 0,180 \text{ mm/min}$, EI_{30} – ерозионен индекс на отделния дъжд, N – брой години за изследвания период.

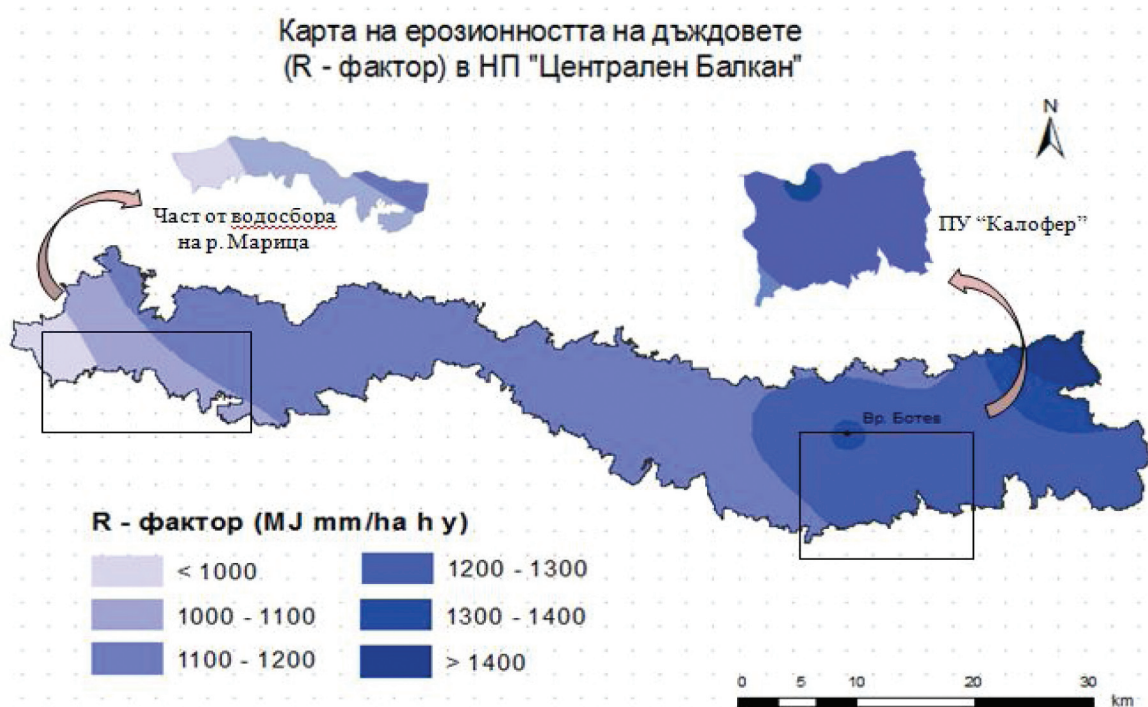
Стойността на R фактор е изчислена чрез адаптирания за условията на Република България степенен модел (Малинов, 1999а; 1999б; 2003; Rousseva, 2002), дефиниран от Richardson и др. (1983) и публикувана информация (Кючукова и др., 1986; Ончев, 1983). За целите на картографирането получените за съответните метеорологични станции средни годишни стойности са категоризирани в 3 класа от 8-степенната класификация (Русева и др., 2010а; 2010б).

Индексът за податливостта на почвата към ерозиране K е изчислен въз основа на рутинната информация от едромашабните почвени проучвания чрез номограмата на Wischmeier и др. (1971), адаптирана за условията в България (Rousseva, 1997; 2002). За нуждите на системата, податливостта на еро-



Фиг. 1. Карта на топографския фактор – LS-фактор

Fig. 1. Map of topographic factor – LS factor



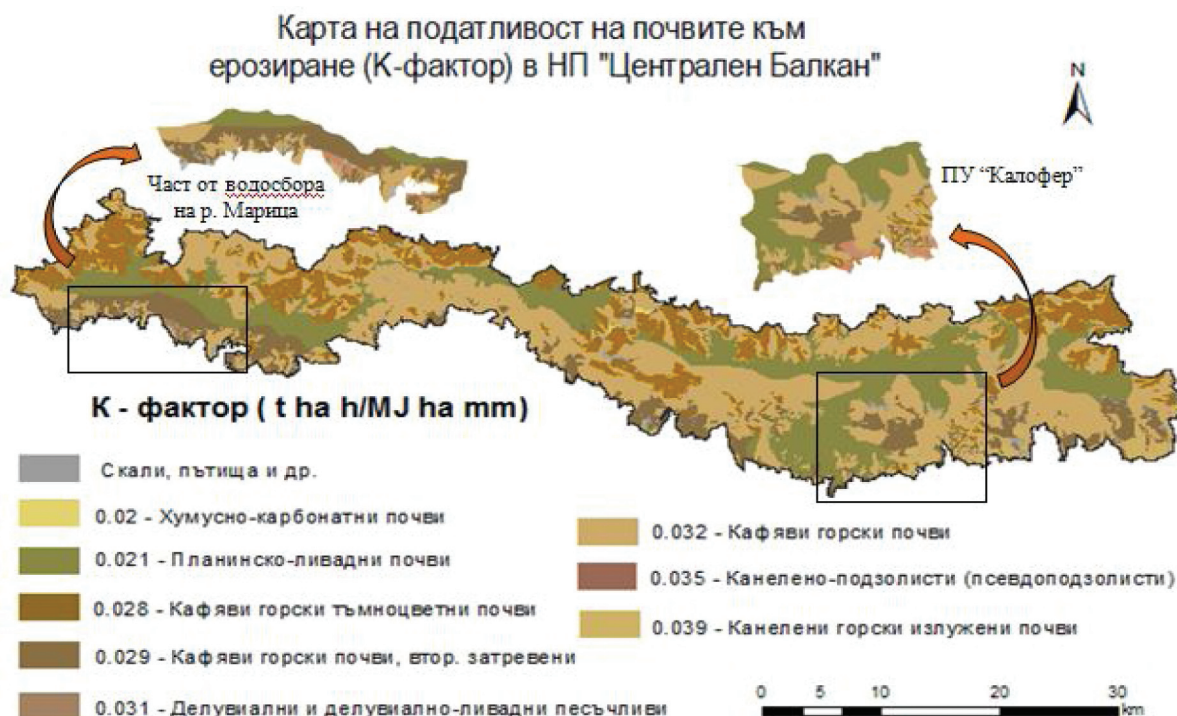
Фиг. 2. Карта на ерозионността на дъждовете – R фактор

Fig. 2. Map of rainfall erosivity factor – R factor

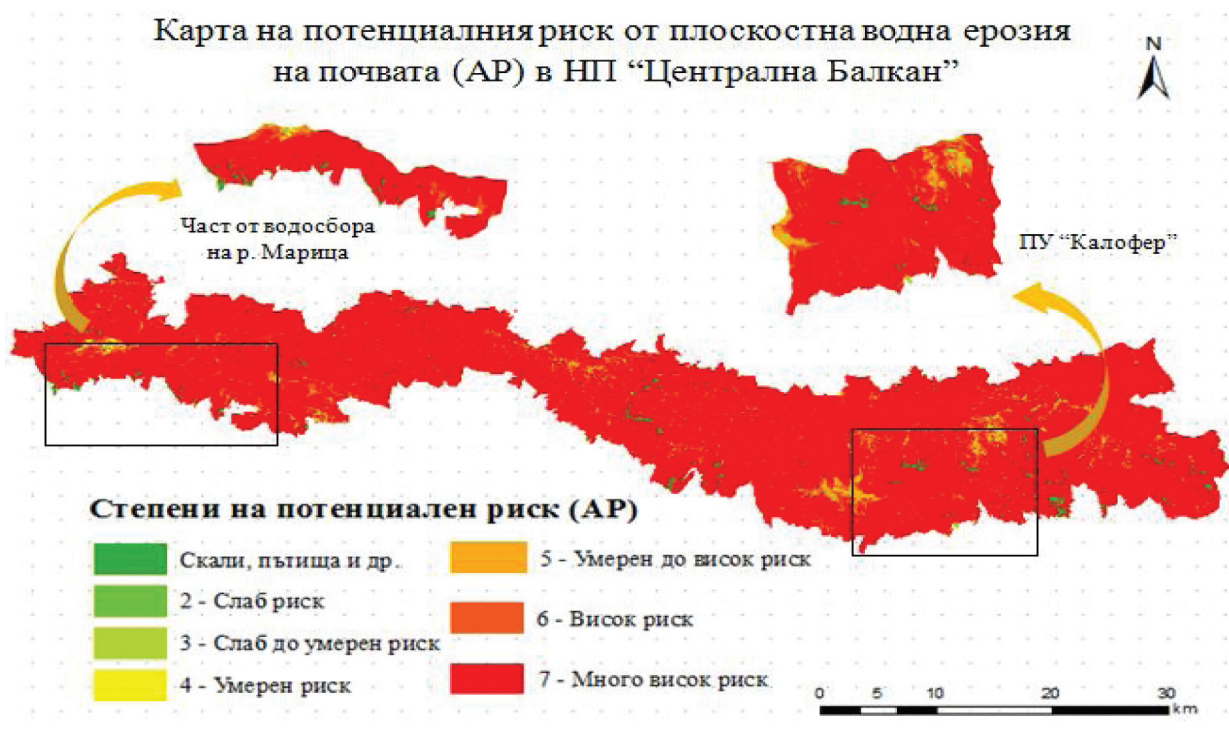
зиране на всяка една почвено-картографска единица от едромасштабните почвени проучвания е в М 1: 10 000 и М 1: 25 000. Изчислените стойности на индекса за податливост на ерозиране на почвите са категоризирани в 3

класа от 6-степенната класификация (Русева и др., 2010а; 2010б).

Топографският индекс LS се явява единен фактор, определящ съвместното влияние на наклона (S, %) и дължината (L, m)



Фиг. 3. Карта на податливост на почвите към ерозиране – K фактор
 Fig. 3. Map of soil erodibility factor – K factor



Фиг. 4. Карта на потенциалният риск от плоскостна водна ерозия на почвата
 Fig. 4. Map of the potential sheet water erosion risk

на склона върху почвените загуби от ерозия. Той е изчислен чрез формулата на Moore (Moore et al., 1993) от модел на терена (DEM

50), където LS отразява влиянието на наклона на терена (θ°) по групи наклони – през 3° от 0° до 24° , и през 10° от 3° до 6° , за специ-

Таблица 1. Степени на потенциален риск от плоскостна водна ерозия на почвата по технически участъци в НП „Централен Балкан“

Table 1. Degrees of potential sheet water erosion risk by technical divisions in the NP “Central Balkan”

Степен на потенциален риск на ерозия	Технически участък							Общо
	Калофер	Карлово	Клисура	Тетевен	Троян	Тъжа	Стоките	
	%							
Некласифицирани територии (скали, пътища и др.)	1,3	1,3	1,6	1,0	1,3	2,7	0,3	1,3
I. $A_n > 0 \geq 5 \text{ t/ha y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
II. $A_n > 5 \geq 10 \text{ t/ha y}$	0,0	0,2	0,3	0,2	0,3	0,0	0,0	0,2
III. $A_n > 10 \geq 20 \text{ t/ha y}$	1,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6
IV. $A_n > 20 \geq 40 \text{ t/ha y}$	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
V. $A_n > 40 \geq 100 \text{ t/ha y}$	4,4	2,4	1,5	1,1	1,1	0,9	1,3	1,7
VI. $A_n > 100 \geq 200 \text{ t/ha y}$	7,1	5,5	5,9	3,4	4,4	3,2	3,0	4,6
VII. $A_n > 200 \text{ t/ha y}$	85,6	90,1	89,9	93,8	92,7	92,7	94,7	91,5
Общо	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 2. Степени на потенциален риск от плоскостна водна ерозия на почвата по водосбори в НП „Централен Балкан“

Table 2. Degrees of potential sheet water erosion risk by catchments in the NP “Central Balkan”

Степен на потенциален риск от ерозия	Водосборна област						Общо
	Горна Марица	Осъм	Средна Марица	Тунджа	Вит	Янтра	
	%						
Некласифицирани територии (скали, пътища и др.)	3,5	1,3	1,0	2,1	1,0	0,4	1,3
I. $A_n > 0 \geq 5 \text{ t/ha y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
II. $A_n > 5 \geq 10 \text{ t/ha y}$	0,3	0,3	0,2	0,0	0,3	0,0	0,2
III. $A_n > 10 \geq 20 \text{ t/ha y}$	0,2	0,3	0,6	1,2	0,3	0,3	0,6
IV. $A_n > 20 \geq 40 \text{ t/ha y}$	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
V. $A_n > 40 \geq 100 \text{ t/ha y}$	1,8	1,0	2,3	2,4	1,1	1,0	1,7
VI. $A_n > 100 \geq 200 \text{ t/ha y}$	6,4	4,4	5,4	5,5	3,6	1,8	4,6
VII. $A_n > 200 \text{ t/ha y}$	87,4	92,7	90,5	88,9	93,4	96,5	91,5
Общо	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

фична площ ($A_s = 50 \text{ m}^2/\text{m}$), от която се формира оттокът, причиняващ почвените загуби от ерозия:

$$LS = 1.4(A_s/22.13)^{0.4}(\sin(\theta)/0.0896)^{1.3} \quad (4)$$

Формулата на Moore (1993) е предпочетена пред тази на Wischmeier & Smith (1978), тъй като се въвежда модел на терена, а във формулата се използва специфичната площ $50 \text{ m}^2/\text{m}$ (константна стойност на параметъра A_s), от която се формира оттокът.

Потенциалният риск от площна водна ерозия е изчислен по формула (2), като средногодишна стойност на количеството ерозира на почва ($t/ha.y$) при отсъствие на растителна покривка и противоерозионни мерки, т. е. стойностите на индексите за тези фактори са равни на единица ($C = 1$ и $P = 1$). За нуждите на картографирането той е класифициран според възприетата 7-степенна класификация (Русева и др., 2010а; 2010б).

Резултати и обсъждане

Получените резултати представляват цветни, анотирани карти, таблици и графики, отразяващи разпределението на стойностите на основните ерозионни фактори – LS , R и K и потенциалния риск от плоскостна водна ерозия на почвата, както на цялата територия на Национален парк „Централен Балкан“, така и по отделни технически участъци и основни водосборни области.

На фигури 1, 2 и 3 са представени карти, съдържащи стойности за основните фактори на плоскостна водна ерозия за цялата територия на парка и отделно за техническите участъци и основните водосбори.

Среднопретеглената стойност на топографския фактор (LS) за цялата територия е 15,34, което е предпоставка за създаване на висок ерозионен потенциал на водния поток и оказва съществено влияние върху проявлението на водноерозионните процеси в парка. Районите с наклон над 15° заемат почти 94% от общата площ, като преобладават тези с наклон от 24° до 40° и стойности на LS от 11,76 до 21,67. Същото разпределение на фактора се наблюдава

и по паркови участъци и водосбори, като с най-високи нива на фактора се открояват териториите на парков участък „Тетевен“ и водосборите на река Вит и р. Горна Марица.

Среднопретеглената стойност на ерозионността на дъждовете на територията на парка е $1247 MJ mm/ha h y$, което я характеризира като територия със силна ерозионност. Почти 95% от територията на парка се характеризира със силни до много силни ерозионни дъждове (между 1000 и 2000 $MJ mm/ha h y$). С най-висока стойност на R фактор се характеризира територията на водосбора на река Янтра. При парковите участъци с най-висока стойност на R е този на ПУ „Стоките“ – 1937 $MJ mm/ha h y$ за ХМС Валевици.

В парка се срещат 8 почвени типа, които се характеризират със слаба, средна и средна до силна податливост към ерозиране ($0,02 \leq K \leq 0,04 t ha h/ha MJ mm$), като среднопретеглената стойност е 0,035. Основни почвени различия са Кафяви горски почви и Планинско-ливадни почви, които заемат 68% от площта на парка и с податливост към ерозиране съответно 0,032 и 0,021 $t ha h/ha MJ mm$.

В резултат от действието трите основни фактора повече от 90% от площта на парка е с много висок потенциален риск и количество на ерозирана почва над 200 $t/ha y$. Данните в табл. 1 и 2 представят степента на риска и процентното му площно разпределение в парка. Най-застрашени от плоскостна водна ерозия, с много висок потенциален риск – над 95% от площта са технически участък „Стоките“ и водосборът на река Янтра.

Заклучение

За първи път в страната е направена оценка на основните фактори и риска от плоскостна водна ерозия на почвата на една обособена обширна планинска територия – тази на НП „Централен Балкан“. Резултатите показват, че територията му се характеризира с:

- Високи стойности на LS фактор, които определят и висок потенциал за формиране на значителни количества склонов ерозионен повърхностен воден отток през периода април-октомври.

- Върху 95% от територията на парка падат дъждове със силна и много силна степен на ерозионност.

- Почвите в парка се характеризират предимно със средна податливост към ерозиране – среднопретеглената стойност на K фактор е 0,028.

- С много висок потенциален риск – над 95% от площта на парка се характеризират териториите на ПУ „Стоките“ и водосборът на река Янтра.

Високите стойности на ерозионните фактори определят парка като територия (> 85,6%) с много висок потенциален риск от плоскостна водна ерозия на почвата.

За обезпечаване на ефективна защита на почвата от ерозия е необходимо да се определи и действителният риск, което ще даде реална възможност за оптимизиране на противоерозионните мерки и ще спомогне за устойчивото управление на парка.

Литература

- Биолчев, А., Б. Китин, Ст. Керенски, Н. Ончев, П. Пимпирев, И. Станев, Г. Георгиев, С. Димитров, Ц. Цветков, Д. Касов, М. Цветков.** 1977. Методика за изработване на Национална дългосрочна програма за борба с ерозията в Народна Република България. Министерство на горите и горската промишленост.
- Кючукова, М., П. Иванов, М. Събева.** 1986. Климатичен справочник. Интензивни дъждове в НР България. БАН, София, 271 с.
- Малинов, И.** 1999а. Изследване на водната ерозия на почвата върху склон с изградени крайбрегови тревни и горски пояси. Дисертация. ИП „Н. Пушкиров“, София. 138 с.
- Малинов, И.** 1999б. Изчисляване на ерозионния индекс на отделни дъждове. *Лесовъдска мисъл*, 1, (18), 80-87
- Малинов, И.** 2003. Изчисляване на R-фактор на дъждовете по Wischmeier чрез ерозионния индекс на Ончев. *Наука за гората*, XL, № 1, 83-91
- Малинов, И., С. Русева, А. Лазаров, В. Стефанова, Хр. Джоджов, В. Крумов, Е. Цветкова, Л. Лозанова, П. Димитров, В. Въртева, В. Димитров, И. Маринов.** 2009. Картографиране на факторите и риска от ерозия на почвата в България. Научна сесия „Почвена картография“. *Почвознание агрохимия и екология*, XLIII, № 2, 30-41
- Ончев, Н.** 1983. Прогнозиране на водната площ на ерозия в България и оптимизиране на противоерозионните мероприятия. *Земиздат*, С., 204 с.
- Русева, С.** 2002. Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия. Хабилизационен труд. ИП „Н. Пушкиров“, София, 198 с.
- Русева, С., А. Лазаров, В. Стефанова, И. Малинов, Хр. Джоджов, Е. Цветкова, В. Крумов, Л. Лозанова, П. Димитров, В. Въртева.** 2009. ГИС технологии за картографиране на податливостта към ерозиране и риска от ерозия на почвите. Научна сесия „Почвена картография“ 2009. *Почвознание агрохимия и екология*, XLIII, № 2, 21-29
- Русева, С., Лозанова, Л., Некова, Д., Стефанова, В., Джоджов, Хр., Цветкова, Е., Малинов, И., Крумов, В., Чехларова-Симеонова, С.** 2010 а. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I. Северна България. (Ред. С. Русева). *СайСет-Еко*, София, 310 с.; ISBN 978-954-749-086-4
- Русева, С., Лозанова, Л., Некова, Д., Стефанова, В., Джоджов, Хр., Цветкова, Е., Малинов, И., Крумов, В., Чехларова-Симеонова, С.** 2010 б. Риск от ерозия на почвата в Р България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част II. Южна България. (Ред. С. Русева). *СайСет-Еко*, София, 310 с.; ISBN 978-954-749-086-4
- Lazarov, A., S. Rousseva, V. Stefanova, E. Tsvetkova, I. Malinov.** 2001. Geographic database for soil erosion susceptibility estimates in the agricultural land – A case study in Bulgaria. International symposium ESSC, DBG, ZALF, May, 11-13, Munchenberg, Germany. ZALF – BERICHT Nr. 47, 11-16
- Moore, I. D., A. Turner, J. Wilson, S. Jenson, L. Band.** 1993. GIS and land-surface-subsurface modeling. In: M. F. R. Goodchild, B. O. Parks and L. T. Steyaert (Eds.). *Environment Modeling with GIS*: 196-230
- Richardson, C. W., G. R. Foster, D. A. Wright.** 1983. Estimation of Erosion Index from Daily Rainfall Amount. *Trans. ASAE*, 26 (1), 153-156, 160. New Orleans, Louisiana.
- Rousseva, S.** 1997. Data transformation between soil texture shemes. *European Journal of Soil Science*, 48: 749-758
- Rousseva, S.** 2002. Validation of models for estimating soil erosion factors and rates. *Journal of Balkan Ecology*, 5 (1) 87-93
- Stoev, D., I. Malinov, V. Dimitrov, S. Rashkov, V. Stefanova, I. Nikolov.** 1997. PHARE-MERA PROJECT-BULGARIA "Land Degradation Mapping". Service contract 95-0021; PHARE:ZZ 9211/0502. Joint Research Centre. ISPRA. 52 p.
- Wischmeier, W. and Smith, D.** 1965. Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky mountains – guide for selection of practices for soil and water conservation. *Agriculture Handbook* No 282.
- Wischmeier, W. and Smith, D.** 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. *Agriculture Handbook* No 537.
- Wischmeier, W., C. B. Johnson, B. V. Cross.** 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26: 189-193