

## **Влияние на изложението на склона върху основните фактори на плоскостна водна ерозия**

**Диляна Илиева**

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиarov” – София*

**E-mail:** diliana\_gi@abv.bg

### **Резюме**

Наред с дължината, формата и наклона на склона, изложението е един от елементите на релефа, който оказва значимо влияние върху ерозионните процеси на почвата. То се явява важен показател за развитието на растителността в зависимост от температурата, степента на отразяване на слънчевото греене, евапотранспирацията, влажността на почвата и др. Изследванията показват, че южните склонове са подложени на по-интензивна ерозия в сравнение със северно изложените склонове. Целта на настоящата разработка е да се определи влиянието на изложението на склоновете върху стойностите на основните ерозионни фактори на територията на НП „Централен Балкан“. Получени са данни за разпределението на ерозионността на дъждовете (R), податливостта на почвата към ерозиране (K), топографската характеристика на релефа (LS) и растителното покритие (C). Резултатите показват, че със силна ерозионност на дъждовете (R фактор от 1300 MJ mm/ha h y) се характеризират 48% от територията на парка с южно изложение на склоновете и 13% със северно изложение. Подобна е тенденцията и при разпределението на стойностите на останалите фактори, където при южно изложените склонове те превишават до 3 пъти тези на северните.

**Ключови думи:** изложение, склон, фактори, ерозия

## **Influence of Slope Aspect on the Main Erosion Factors of Sheet Water Erosion**

**Dilyana Ilieva**

*Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection “N. Poushkarov” - Sofia*

### **Abstract**

Along the length, shape and slope, the aspect is one of the elements of the relief, which significantly influences soil erosion. It is an important indicator of vegetation development depending on the temperature, the degree of reflection of solar radiation, evapotranspiration and soil moisture. Studies show that southern slopes are subject to more intense erosion compared to northern slopes. The aim of this study is to determine the impact of the aspect of the slopes on the main erosion factors in the NP “Central Balkan”. Data is obtained about rainfall erosivity (R), soil erodibility (K), topographic factor (LS) and vegetation cover (C) in order to assess risk of sheet water erosion. The results show that rainfalls of high erosivity (R factor above 1300 MJ mm/ha h y) defined 48% of the slopes with southern aspect but only 13% of the slopes with northern aspect. A similar trend was found for the distribution of the values of other factors, where in south exposed slopes they exceed 3 times that of the north.

**Keywords:** aspect, slope, factors, erosion

Релефът, заедно с климатичните условия, е един от факторите, оказващи най-голямо влияние върху развитието на ерозионните процеси. Определяща роля за протичането на водна ерозия имат наклона и дължината на склона, но разликата в развитието на ерозията има и по отношение на изложението. Микроклиматът, който се формира по склоновете с различно изложение по отношение на световните посоки, също оказва влияние на почвената ерозия (Станев, 1979). На южните и западни склонове се наблюдават по-интензивни разрушителни процеси в сравнение със северните и източните. В тези райони се наблюдават големи колебания на температурата, влагата и наличието на растителност, които са пряко свързани с устойчивостта на почвата. Това може да доведе до сериозни последици за растежа на дърветата, а също и за разпределението на растителността, която изисква висока влажност на почвата (Wilkinson and Humphreys, 2006). Влиянието на наклона, засягащо интензивността на почвената ерозия, е документирано в литературата като е свързано с различна степен на слънчево греене по склоновете (Kennedy, 1976; Churchill, 1981; Zachar, 1982; Cuff, 1985; Dankwerts, 1987; Besler, 1987). Северните склонове са предпазени от пряката слънчева светлина и като цяло върху тях падат повече валежи, следователно задържат по-големи количества достъпна вода за развитие на дървесна горска растителност. Южните склонове подлежат на по-продължително огряване от слънцето, почвата се нагрява и изсушава, а растителността се определя предимно като тревна и храстова. Основното влияние, което оказва изложението се заключава в разпределението на растителната покривка и нейното противоерозионно действие върху склоновете.

Weaver (1991) изследва връзката между типа на почвите, геологията и изложението на склона в четири водосбора. Резултатите, получени от изследването показват, че те могат да се използват за отчитане на пространствени вариации в количеството ерозирана почва. Почви с високо съдържание на глина и по-структуриран повърхностен хоризонт са склонни да проявяват сравнително ниска степен на ерозия. Разпространените почви по северния склон имат по-високо съдържание на влага, растително разнообразие, по-ниска температура и рН и са по-устойчиви на разрушаване и изнасяне на почвени частици (Weaver & Breda, 1991; Beguma et al., 2010).

Национален парк „Централен Балкан“ е разположен в централната част на страната като в основната си част е зает от Главната Старопланинска верига, която се явява основна климатична преграда в България. Северното подножие на планината е изложено на въздействието на умереноконтинентален климат, а климатът в южните ѝ части е преходен. Климатичните промени в парка варират съществено в зависимост големите надморски височини, наклона на склона, изложението и значително различения релеф (Янков и коорд. екип, 2001). Разнообразието по отношение на климатични условия, почвообразуващи скали, почва и морфометрични характеристики на релефа е обособило и оформянето на отделни сравними ландшафтни единици на територията на Националния парк (Каратотева, Д., 2016; Karatoteva, D., 2016).

Целта на настоящата разработка е да се определи влиянието на изложението на склоновете върху стойностите на основните ерозионни фактори на територията на НП „Централен Балкан“.

## Материал и методи

За решаване на поставената цел е направена оценка на основните фактори и риска от водна ерозия на почвата по отношение на северното и южното изложение на склоновете в Националният парк „Централен Балкан“. Оценка се основават главно на Универсалното уравнение за определяне на почвените загуби (Илиева, 2016; Wischmeier & Smith, 1965, 1978).

Ерозионността на интензивните дъждове е определена като средна годишна стойност (Русева, 2002) от данни за метеорологичните станции (84 броя) в „Климатичен справочник – Интензивни дъждове в НР България“ (Кючукова и др., 1986) и Малинов (2003) от данни за ерозионния индекс на интензивните дъждове по Ончев (1983).

$$R = \sum_{i=1}^n (EI_{30} / N), \text{ (MJ mm/ha h y)}, \quad (1)$$

където:

R - средна годишна стойност на ерозионността на 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.

Податливостта на почвата към ерозиране, К фактор ( $t\ ha\ h/ha\ MJ\ mm$ ), е изчислена въз основа на рутинната информация от едромащабните почвени проучвания чрез номограмата на Wischmeier et al., (1971), адаптирана за условията в България (Rousseva, 1997, 2002):

$$K = 2,77 \times 10^{-6} M^{1,14} (12 - a) + 0,043 (b - 2) + 0,033 (4 - c), \quad (2)$$

където  $M = (Y_{0,1} - Y_{0,002}) \cdot (100 - Y_{0,002})$ ;  $Y_{0,1}$  - мех. фракция  $< 0,1\ mm$ , %;  $Y_{0,002}$  - мех. фракция  $< 0,002\ mm$ , %;  $a$  - съдържание на органично вещество, %;  $b$  – клас на агрегираност на почвата в повърхностния слой;  $c$  – клас на хидравлична проводимост на почвения профил.

Единният топографски фактор е изчислен чрез формулата на Moore et al., (1993), от модел на терена (DEM 50). Стойностите на LS отразяват влиянието на наклона на терена ( $\theta^\circ$ ) по групи наклони.

Коефициентите на почвозащитно действие на растителната покривка са определени от изследвания на наши и чужди автори (Ончев, 1983; Русева и др., 2010 а, б; Wischmeier, 1978) и приложени чрез адаптиране към данни за растителната покривка от плана за управление на НП „Централен Балкан” за насаждения с горска растителност – с различна пълнота и бонитет и територии, заети от тревна и храстова растителност (Илиева, Д., 2016).

С развитието на ГИС и компютърните технологии за събиране и обработка на информация могат да бъдат анализирани голям по обем резултати. Прилагането на ГИС осигурява удобна среда за проучване на влиянието върху факторите за проявление на водна ерозия в зависимост от изложението склоновете (Caiyan et al., 2006).

Основните ерозионни фактори са определени отделно за склоновете със северно и южно изложение. Общата площ на северните склонове заема 31.221 ha като обхващат водосборите на реките Вит, Осъм и Янтра. Южните склонове се простират на територия от 40.605 ha във водосборите на р. Тополница, р. Стряма и р. Тунджа (фиг. 1).

## Резултати и обсъждане

### *Ерозионност на дъждовете (R фактор)*

Резултатите за ерозионността на дъждовете на територията на Национален парк „Централен Балкан” представят информация за R фактор по данни от 14 метеорологични станции,

разположени в парка и в близост до него. Сравнението на разпределението на стойностите му за северните и южни склонове дава представа за влиянието на изложението върху ерозионността на дъждовете.

От анализа на данните се вижда, че върху територията на парка падат дъждове със средна до силна, силна и силна до много силна ерозионност (фиг. 2). Дъждовете върху 48% от площта на южните склонове се характеризират със силна ерозионност ( $R = 1300\ MJ\ mm/ha\ h\ y$ ). При северно изложените склонове стойностите на R фактор са 3,7 пъти по-ниски. Силни до много силно ерозионни дъждове (стойности на R над  $2000\ MJ\ mm/ha\ h\ y$ ) са характерни за 5% от територията със северни склонове на парка.

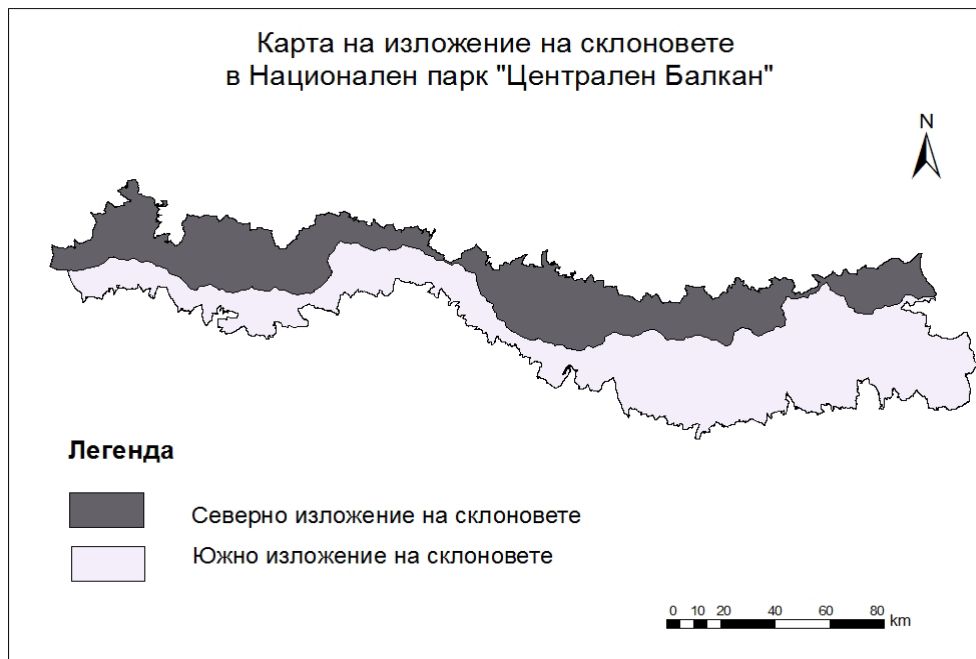
### *Податливост на почвата към ерозиране*

Определени са стойностите на податливост към ерозиране на 8 почвени типа почви, които се срещат в парка. Индексът на К фактор варира от  $0,020\ t\ ha\ h/ha\ MJ\ mm$  за хумусно-карбонатни почви до  $0,039\ t\ ha\ h/ha\ MJ\ mm$  за канелени горски почви. Почвите по северните склонове със слаба и средна податливост към ерозиране, заемат по-голяма част от територията им (59%) със стойности на К фактор до  $0,030\ t\ ha\ h/ha\ MJ\ mm$ . Близко 52% от територията на склоновете с южно изложение се характеризират със средна до силна податливост на почвите към ерозиране. Графиката на фигура 3 показва най-голям принос (49%) към площите, покрити от кафяви горски почви, където стойността на К фактор е  $0,032$ .

### *Топографски фактор*

Климатичните условия заедно с топографския фактор обуславят в най-голяма степен потенциала за развитие на водна ерозия. От цифров модел на терена за територията на Националния парк са определени 11 групи наклони в градуси. Изчислените стойности на LS фактор за всяка група наклон са в границите от 0,4 (за наклони  $0^\circ - 3^\circ$ ) до 34,4 (за наклони на склона над  $50^\circ$ ).

Най-голямо участие имат районите с наклон между  $24^\circ$  и  $40^\circ$ , със стойности на LS от 11,8 до 21,7 като за южните склонове то е 55%, а за северните - 64%. Южно разположените склонове с наклон до  $18^\circ$  имат превъзходство в площното разпределение на фактора, а северните се характеризират като по-стръмни.



**Фиг. 1.** Карта на изложение на склоновете в НП „Централен Балкан“  
**Fig. 1.** Slope aspect map of NP “Central Balkan”



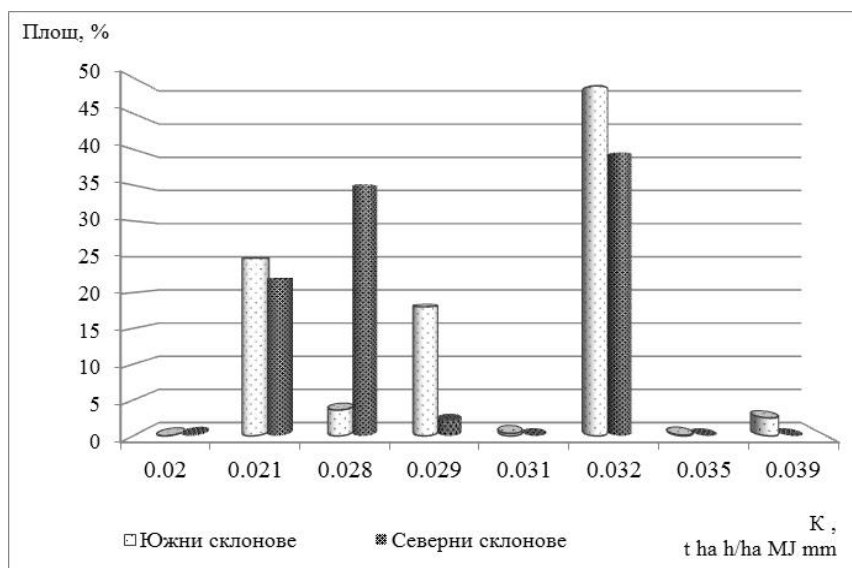
**Фиг. 2.** Влияние на изложението върху ерозионността на дъждовете, R фактор  
**Fig. 2.** Influence of slope aspect on rainfall erosivity, R factor

### ***Противоерозионна ефективност на растителната покривка***

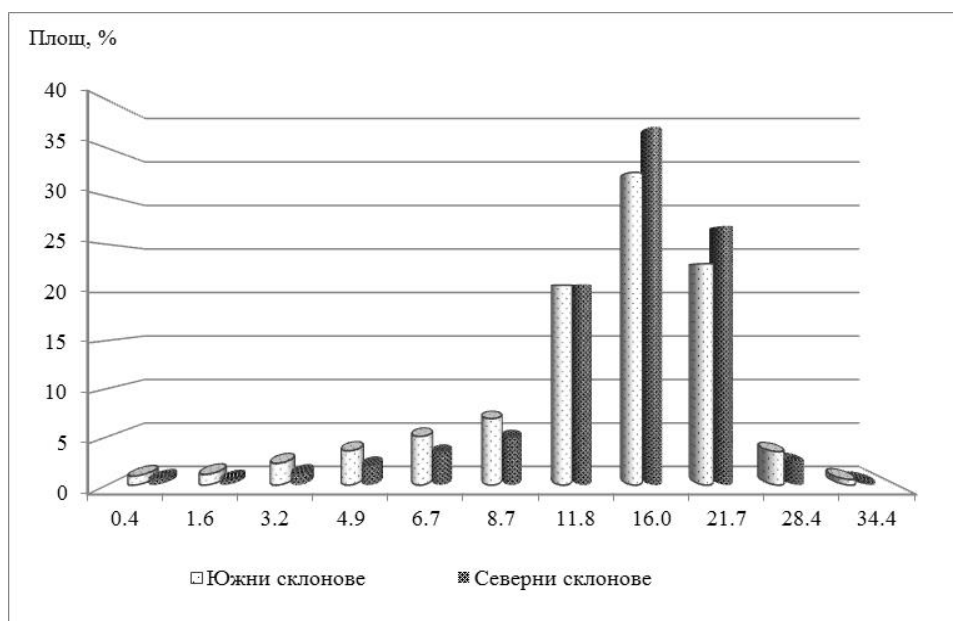
Данни за състоянието на растителността от Плана за управление на НП „Централен Балкан“ са адаптирани на ниво подотдел. Определена е противоерозионната ефективност на 12 основни групи растителна покривка за естествени пасища, пустеещи земи и гори: територии, заети от горска растителност – при различна пълнота и бонитет; (2) територии, заети от тревна и храстова

растителност: ливади, поляни – с паша, без паша и площи с други видове растителна покривка; (3) % нелесопригодна площ (Илиева, 2016).

Резултатите по отношение на влиянието на изложението върху почвозащитната ефективност на растителността показват, че 89% от площта на южните склонове и 96% от северните склонове са заети от растителна покривка с много висок противоерозионен ефект (фиг. 4).



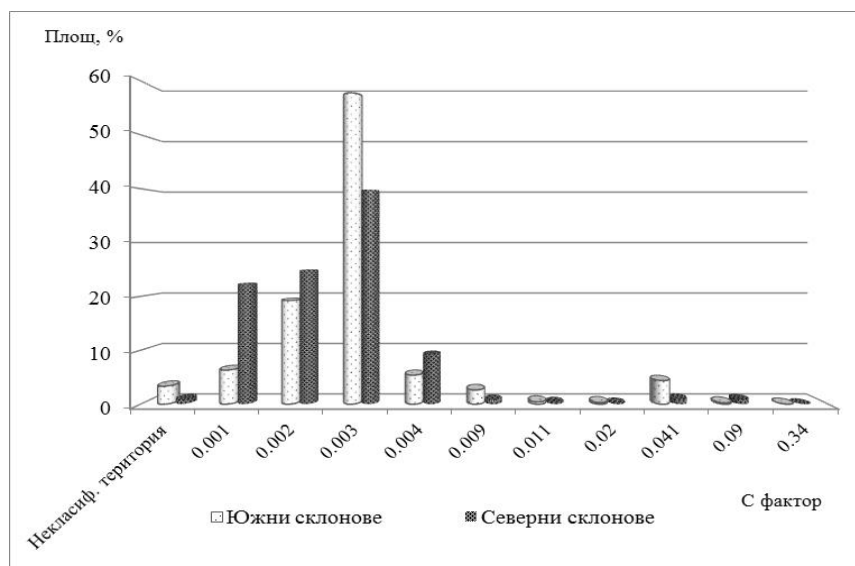
**Фиг. 3.** Влияние на изложението на склона върху податливостта на почвата към ерозиране, K фактор  
**Fig. 3.** Influence of slope aspect on soil erodibility, K factor



**Фиг. 4.** Влияние на изложението на склона върху LS  
**Fig. 4.** Influence of slope aspect on topographic factor, LS

Стойностите на С фактор варират от 0,001 до 0,004. С най-голямо почвозащитно действие на растителността, С фактор = 0,001, представляват 22% от територията по северните склонове. Значителна територия (58%) обаче заемат земите със стойности на С фактор от 0,003 и голяма противоерозионна защита на растителността върху склоновете с южно изложение.

С най-слаб противоерозионен ефект, стойност на С фактор 0,34 се характеризира растителната покривка по южното изложение на склоновете във водосбора на р. Тунджа, но площта, която заема е минимална - едва 3 ха. Растителната покривка притежава значима противоерозионна функция и се явява най-сигурна и ефективна защита при опазване на почвата от плоскостна ерозия на почвата.



**Фиг. 5.** Влияние на изложението на склона върху растителната покривка  
**Fig. 5.** Influence of slope aspect on cover and management factor, C factor

## Заклучение

Ролята на изложението при определяне на развитието на ерозионните процеси на територията на НП „Централен Балкан“ се оказва съществена по отношение влиянието му върху основните фактори на ерозия.

Северно изложените склонове на парка се характеризират с по-високи стойности на ерозионност на дъждовете и податливост на почвата към ерозиране. Те определят висок потенциал за формиране на значителни количества склонов ерозионен повърхностен воден отток. Независимо от това обаче, върху тях се развива растителност с много висока противоерозионна ефективност, която неутрализира високия потенциален ерозионен риск от плоскостна водна ерозия на почвата на 96% от територията им. По този начин се обезпечават ефективната защита на почвата от ерозия като спомага за устойчивото управление на парка.

## Литература

**Илиева, Д., 2016.** Оценка на факторите и риска от водна ерозия на почвата в Национален парк „Централен Балкан“. Дисертация.

**Каратотева, Д. 2016.** Дефиниране на ландшафтни единици в територията на НП „Централен Балкан“ заета с пасища и ливади. *Наука за гората*. Кн. 2. БАН, София (под печат).

**Кючукова, М., П. Иванов, М. Събева. 1986.** Климатичен справочник. Интензивни дъждове в НР България. БАН, София. 271 с.

**Малинов, И. 2003.** Изчисляване на R фактор на дъждовете по Wischmeier чрез ерозионния индекс на Ончев. *Наука за гората*. София. год. XL. No 1., pp. 83 - 91

**Ончев, Н. 1983.** Прогнозиране на площната водна ерозия на почвата в НРБ и оптимизиране на противоерозионните мероприятия. *ССА*. София. 204

**Русева, С. 2002.** Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия. Хабилюционен труд за присъждане на научно звание „ст.н. с. I ст.“. ИП „Н. Пушкиров“. София. 198 с.

**Русева, С., Л. Лозанова, Д. Некова, В. Стефанова, Хр. Джоджов, Е. Цветкова, И. Малинов, В. Крумов, С. Чехларова-Симеонова. 2010 а.** Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I Северна България. Ред. С. Русева. ISBN: 978-954-749-086-4. *СайСем-Еко*, София. 304 с.

**Русева, С., Л. Лозанова, Д. Некова, В. Стефанова, Хр. Джоджов, Е. Цветкова, И. Малинов, В. Крумов, С. Чехларова-Симеонова. 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. ISBN: 978-954-749-086-4. *СайСем-Еко*, София. 319 с.

**Станев, И. 1979.** Почвена ерозия и борбата с нея.  
**Янков, П. и координационен екип на проект GEF. 2001.** Национален Парк „Централен Балкан“ – План за управление. ARD/BCEG проект Министерство на околната среда и водите, №48-00-8128, София.

**Besler, H. 1987.** Slope properties, slope processes and soil erosion risk in the tropical rainfall forest of Kalimantan Timur (Indonesian Borneo). *Earth Surface Processes and Landforms*, 12, pp. 195 - 204

**Caiyan WU, QIAO Jianping, WANG Meng. 2006.** Landslides and Slope Aspect in the Three Gorges Reservoir Area Based on GIS and Information Value Model. Vol. 11 No. 4, 773 - 779

**Churchill, R.R. 1981.** Aspect-related differences in badlands slope morphology. *Annals of the Association of American Geographers*, 71, 3, pp. 374-388

**Cuff, J.R.I.:** Quantifying erosion-causing parameters in a New Zealand watershed. In: El-Swaify, S. A. ; Moldenhauer, W. C. ; Lo, A. (eds.). 1985. *Soil Conversation. Soil Conversation Society of America, Iowa*, pp. 99-112

**Danckwerts, J.E.: Management of veld types, Sweet Grassveld. In: Danckwerts, J.E.; Teague, W.R. (eds.). 1987.** Veld Management in the Eastern Cape. Unpublished report, Pasture Research Section, Dohne Agricultural Research Station.

**Karatoteva, D. 2016.** Landscape investigation in the forest area of „Central Balkan” National park. *Bulgarian Journal of Agricultural Science. Bulg. J. Agric. Sci.*, 22 (1), pp. 26 - 29

**Kennedy, B.A.:** Valley-side slopes and climate. In: Derbyshire, E. (ed.), *Geomorphology and Climate*, p. 171-201. *John Wiley*, London 1976.

**Marshall T. W, Geoff S. H. 2006.** Influence of ridge height, row grade, and field slope on soil erosion in contour ridging systems under seepage conditions. *Geomorphology*, 76, pp. 347 – 362

**Moore, I.D., A.K.Turner, J.P. Wilson, S.K. Jenson, L.E. Band. 1993.** GIS and lan-surface-subsurface modeling. In: M.F.R. Goodchild. B.O. Parks and L.T. Steyaert (Eds.) *Environmental Modeling with GIS*, pp.196 - 230

**Rousseva, S., 1997.** Data transformation between soil texture schemes. *European Journal of Soil Science*, v. 48.

**Rousseva, 2002.** Validation of models for estimating soil erosion factors and rates. *Journal of Balkan Ecology*, 5 (1), pp. 87 - 93

**Weaver, Alex van Breda. 1991.** The Distribution of Soil Erosion as a Function of Slope Aspect and Parent Material in Ciskei, Southern Africa. *GeoJournal*, 23,1, pp. 29 - 34

**Wilkinson, M.T., G.S. Humphreys. 2006.** Slope aspect, slope length and slope inclination controls of shallow soils vegetated by sclerophyllous heath—links to long-term landscape evolution. *Geomorphology*, 76, pp. 347 – 362

**Wischmeier, W.H., D.D. Smith. 1965.** Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. *U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook* 282.

**Wischmeier, W. H., Johnson, C. B., Cross, B. V. 1971.** A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26, 189 - 193

**Wischmeier, W.H., D.D. Smith. 1978.** Predicting Soil Erosion Losses:A Guide to Conservation Planning. *USDA Agricultural Handbook No. 537.* p. 58.