# VYUŽITIE GIS PRI NÁVRHU PROTIERÓZNYCH OPATRENÍ V POVODÍ

**Beáta Zsideková**

**Anotácia:** Práca sa zaoberá problematikou erózie pôdy, jej posudzovaním pomocou geografického informačného systému a univerzálnej rovnice straty pôdy. Na vybranom území povodia Oľšavica bolo posúdená ohrozenosť územia vodnou eróziou pôdy a navrhnuté protierózne opatrenia.
**Kľúčové slová:** erózia, univerzálna rovnica straty pôdy, geografický informačný systém

USING GIS TO PROPOSAL ANTI-EROSION MEASURES IN THE BASIN
**Annotation:** This work deals with the erosion of soil, its assessment using geographic information system and the universal soil loss equation. I considered the Oľšavica river basin, where I proposed erosion control measures.
**Key words:** erosion, Universal Soil Loss Equation, Geographical Information System

## 1. ÚVOD

V súčasnom období problém degradácie pôd vo svete nadobúda stále väčší rozmer. Táto problematika sa dotýka taktiež nášho štátu a v ňom ovplyvňuje poľnohospodársku výrobu, ale aj otázku zachovania trvalo – udržateľného rozvoja krajiny.
Jeden z hlavných spôsobov degradácie pôdy je erózia, ktorá je najvýznamnejšou formou fyzikálnej deštrukcie pôdy, pričom v našich podmienkach je najvážnejší problém vodná erózia pôdy.
Vodná erózia je prírodným procesom, čo znamená, že ju nemôžeme žiadnymi opatreniami či zásahmi úplne odstrániť. Súborom agrotechnických, organizačných a technických opatrení je však možné znížiť jej intenzitu na prípustnú úroveň.
Z tohto dôvodu sa venuje výskumu eróznych procesov čoraz väčšia pozornosť. Ide najmä o rozvoj progresívnych metód na určovanie intenzity eróznych procesov a podľa možnosti čo najefektívnejších návrhov na protieróznej ochrany.

Geografické informačné systémy sú typickým produktom súčasnej doby, ktorá vyžaduje využívanie poznatkov rôznych vedných disciplín v takmer všetkých oblastiach života, vedy a výskumu. GIS sa neobmedzujú iba na oblasť geografického výskumu a aplikácií, ale majú široké uplatnenie v územnom a krajinnom plánovaní, ekológií, ochrane prírody, botanike, environmentalistike, ale aj v špecifických oblastiach.

GIS je technológia na prieniku viacerých oblastí:

- Počítačom podporovaná kartografia
- Diaľkový prieskum Zeme
- Počítačom podporované projektovanie
- Systém správy bázy údajov

GIS sa tiež zaoberá spracovaním geografických údajov, ktoré opisujú objekty reálneho sveta z hľadiska ich:

- Polohy v rámci známeho súradnicového (referenčného) systému,
- Atribútov ( pH, farba),
- Vzájomných (topografických) priestorových vzťahov.

## 2. Empirické modely vodnej erózie

Vo svete najrozšírenejší a najpoužívanejší empirický model eróznych procesov je Univerzálna rovnica straty pôdy ( Universal Soil Loss Equation – USLE ) autorov Wischmeier, Smith (1978). Rovnica bola zostavená na základe veľkého množstva empirických meraní USA a jej modifikované formy pre iné klimatické, pôdne a vegetačné oblasti sa používajú na celom svete.
Pre naše podmienky použitie rovnice upravuje Metodika č. 5/1992 "Ochrana zemnědelské pudy" ( Janeček a kol.,2002), Malíška "Optimálna dĺžka svahu v závislosti na vodnej erózii (1992), a Alenu " Stanovenie straty pôdy erozívnym splachom pre navrhovanie protieróznych opatrení (1986).

### 2.1 Univerzálna rovnica straty pôdy

Je určená na : výpočet priemernej ročnej straty pôdy, posúdenie eróznej ohrozenosti územia z hľadiska prípustnej erózie, návrh kritickej dĺžky svahu, vhodného spôsobu obhospodárenia pozemku

$$\mathbf{G = R \,.\, K \,.\, L \,.\, S \,.\, C \,.\, P \quad [\, t.ha^{-1}.rok^{-1}\,]}$$

Kde:
**G** – priemerná ročná strata pôdy [$t.ha^{-1}.rok^{-1}$],
**R** – faktor eróznej činnosti dažďa [$MJ.ha^{-1}.cm\ h^{-1}$],
**K** – faktor náchylnosti pôdy na eróziu, udáva stratu pôdnych častíc zo štandardného pozemku na jednotku dažďového faktora R, závisí od pôdnej štruktúry, textúry, obsahu organickej hmoty a vsakovacej schopnosti celého územia,
**L** – faktor neprerušenej dĺžky svahu, udáva pomer strát pôdy z vyšetrovaného pozemku a straty pôdy zo štandardného pozemku s dĺžkou 22, 13 m,

$$\mathbf{L = (\ dĺžka\ /\ 22,\ 13\ )^{p}}$$

**S** – faktor sklonitosti svahu, vyjadruje pomer straty pôdy z vyšetrovaného pozemku a straty pôdy zo štandardného pozemku so sklonom 9 %,

$$\mathbf{S = 0{,}43*0{,}3*I + 0{,}043*I^{2} \,/\, 6{,}613}$$

**P** – faktor vplyvu protieróznych opatrení, udáva pomer straty pôdy zo skúmaného pozemku k strate pôdy zo skúmaného pozemku k strate pôdy zo štandardného pozemku, obrábanom v smere sklonu svahu,
**C** – faktor ochranného vplyvu vegetácie, vyjadruje vplyv osevného postupu a agrotechniky, udáva pomer straty pôdy z vyšetrovaného pozemku a straty pôdy zo štandardného pozemku.

## 3. Prípustná strata pôdy vodnou eróziou

Je definovaná ako maximálna hodnota straty pôdy, ktorá dovoľuje trvale a ekonomicky udržiavať úrodnosť pôdy. Dosadením príslušných hodnôt faktorov do univerzálnej rovnice straty pôdy možno určiť dlhodobú priemernú stratu pôdy. Ak vypočítaná strata pôdy prekračuje hodnoty prípustnej straty stanovenej ( v súčasnej dobe podľa prílohy č. 1, zákona č. 220/2004 Z. z.) podľa hĺbky pôdneho profilu, tak využívanie pozemku nezabezpečuje dostatočnú ochranu pôdy pred eróziou a v zmysle zákona č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy je potrebné začať s protieróznymi opatreniami.

Prípustná strata pôdy z pozemku $G_p$, predstavuje dovolenú hodnotu, o ktorú sa môže ochudobniť pôdny profil pri vodnej erózii. Závisí preto najmä od hĺbky pôdneho profilu.

**Tab. 1 Limitné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej vodnej erózií ( Zákon č 220/2004 Z. z.)**

| Hĺbka pôdy | Limitná strata v $t.ha^{-1}.rok^{-1}$ |
|---|---|
| plytké pôdy (do 0,3 m) | 4 |
| stredne hlboké pôdy ( 0,3 - 0,6 m) | 10 |
| hlboké pôdy ( od 0,6 - 0,9 m) | 30 |
| veľmi hlboké pôdy ( nad 0,90 m ) | 40 |

Okrem zákona sa protieróznou ochranou poľnohospodárskej pôdy zaoberá aj STN 75 4501 Hydromeliorácie, kde sa na rozdiel od citovaného zákona uvádzajú "prísnejšie" prípustné ( tolerovateľné ) hodnoty intenzity vodnej erózie ako limitné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej erózii uvedené v zákone.

**Tab. 2 Prípustné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej erózii ( STN 75 4501)**

| Hĺbka pôdy ( cm ) | Prípustná strata v $t.ha^{-1}.rok^{-1}$ |
|---|---|
| < 30 - plytké | 1,0 |
| 30 - 60 - stredne hlboké | 4,0 |
| < 60 - hlboké | 10,0 |

### 3.1 Výpočet kritickej dĺžky svahu

Hodnota kritickej dĺžky svahu alebo prípustnej dĺžky svahu patrí k základným charakteristikám pri návrhu protieróznych opatrení. Kritická dĺžka svahu určuje hranicu medzi prípustnou, neškodlivou formou erózie a medzi škodlivou formou erózie. Je to vzdialenosť na svahu od rozvodnice alebo od začiatku tvorby povrchového odtoku, pri ktorej sa plošný povrchový odtok mení na sústredený a plošná erózia sa mení na ryhovú. V praxi táto hodnota predstavuje vzdialenosť na svahu, po dosiahnutí ktorej treba navrhnúť protierózne opatrenie.

Výpočet kritickej dĺžky svahu vychádza z univerzálnej rovnice straty pôdy.

$$\mathbf{L = G_p / R.K.S.C.P}$$

Potom môžeme vyjadriť kritickú dĺžku svahu nasledovne:

$$L_k = 22{,}13 \,.\, L^2$$

V súčasnej dobe je snaha univerzálnu rovnicu erózneho odnosu nahradiť kvalitatívne vyššími metódami. Je to dané hlavne súčasnou úrovňou znalostí v oboroch, ktoré sa zaoberajú vzťahmi spôsobujúcimi eróziu, rozvojom výpočtovej techniky, vrátane GIS, ale hlavne zmenou v prioritách protieróznej ochrany, keď je erózia posudzovaná nielen vo vzťahu k ochrane pôdy ale aj k ostatným ekologickým dopadom. Vzniklo množstvo simulačných modelov, ktoré riešia eróziu na základe fyzikálnych opisov jednotlivých procesov ako sú uvoľňovanie a premiestňovanie pôdnych častíc dažďom a povrchovým odtokom.

## 4. Posúdenie povodia toku Oľšavica z hľadiska jeho ohrozenosti vodnou eróziou

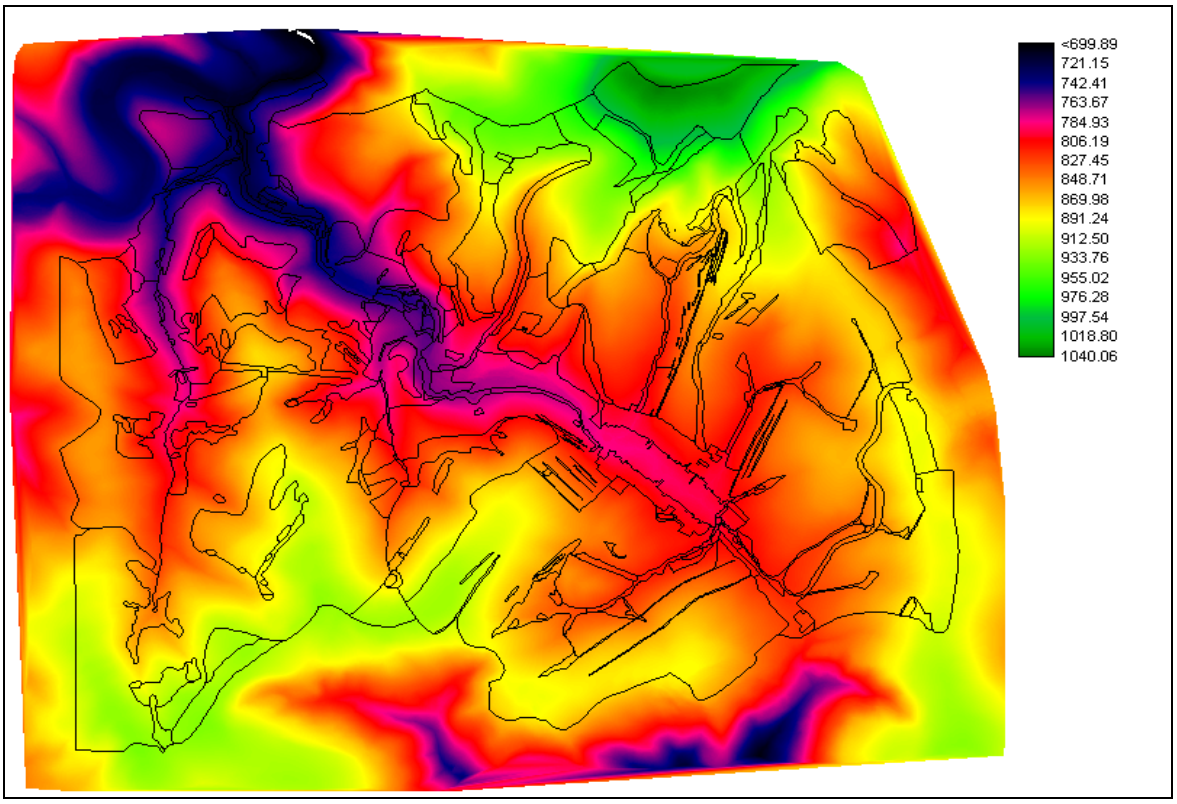
Cieľom práce bolo posúdiť zadané územie v povodí toku Oľšavica z hľadiska ohrozenosti územia vodnou eróziou pôdy a navrhnúť vhodné organizačné protierózne opatrenia na jej zníženie.
Pri riešení úlohy sa použil geoinformačný program, IDRISI 32, kde sa vychádzalo z digitálnych mapových podkladov a tiež aj z topografickej mapy územia v mierke 1 : 10 000.
Posudzovali sa najmä tie vlastnosti územia, ktoré sú pre priebeh vodnej erózie pôdy rozhodujúce – morfologické vlastnosti územia t.j. sklony a dĺžky svahov, ako aj spôsob využívania územia v povodí Oľšavica..
Na pozemkoch vyčlenených ako orná pôda bolo potrebné posúdiť ohrozenosť územia vodnou eróziou pôdy a pomocou univerzálnej rovnice straty pôdy odhadnúť priemernú ročnú stratu pôdy z pozemkov a následne navrhnúť protierózne opatrenia.

### 4.1 Základné charakteristiky územia

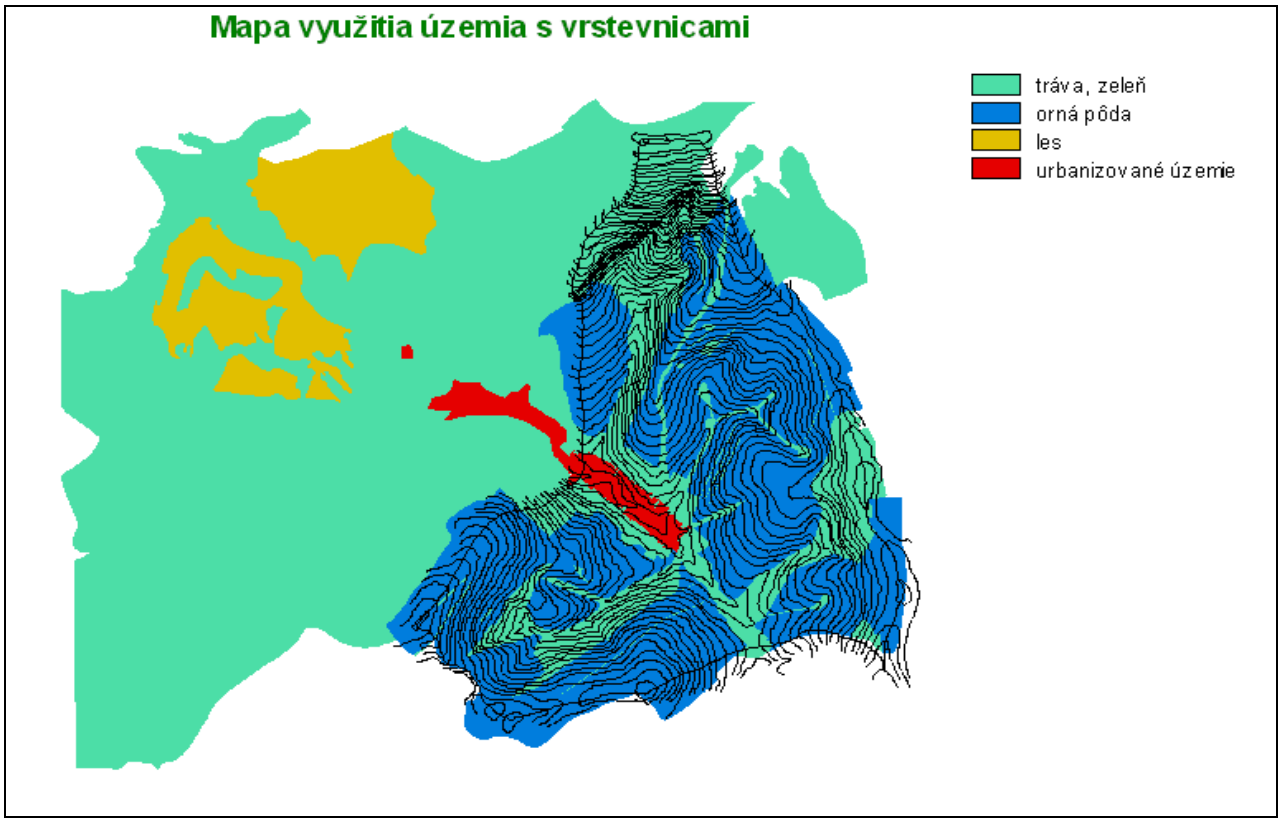
Povodie toku Oľšavica s plochou 11,1 $km^2$ sa nachádza v oblasti medzi Levočskými vrchmi a Braniskom, pričom tok Oľšavica tvorí pravostranný prítok hornej Torysy. Obec Olšavica sa nachádza v Prešovskom kraji, v Levočskom okrese. Nadmorská výška v strede obce je
800 m n. m. a v chotári 760 – 1056 m n. m. Južná časť chotára je odlesnená, v severnej sú pasienky a smrekové lesy s prímesou buka. V chotári sú minerálne pramene a podzemné dutiny, miestami zosuvy. Pôdy na záujmovom území vznikli na flyšových materských substrátoch, na svahovinách a v malej mierne aluviálnych náplavoch. Na prevažnej časti územia prevládajú stredne ťažké, piesočnato – hlinité pôdy. Povodie sa nachádza v nadmorskej výške s rozpätím od 717 do 1035 m n. m. a priemernou hodnotou 848 m n. m.
Značná časť povodia je pokrytá trávnatým alebo lesným porastom. Z hľadiska protieróznej ochrany sa považuje toto územie za stabilizované, preto som sa zamerala na posúdenie tej časti povodia, ktorá sa využíva ako orná pôda. Prevládajúce pestované plodiny tvoria ozimina a jačmeň, strukoviny a viacročné krmoviny.

### 4.2 Príprava vrstiev do GIS

Pri analýze vlastnosti povodia ovplyvňujúcich tvorbu odtoku sa vychádzalo z digitálnych mapových vrstiev, ktoré tvorili digitálny model reliéfu s veľkosťou 1 x 1 m, z mapy využitia územia, topografickej mapy a z mapy pôdnych profilov.



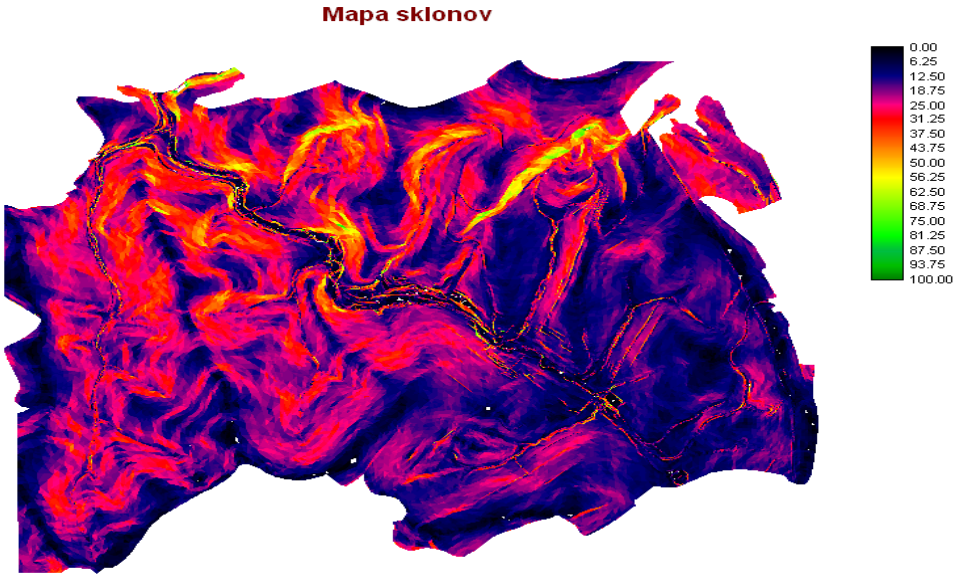

**Obr. 1 Digitálny model reliéfu**




**Obr. 2 Mapa využitia územia s vrstevnicami**

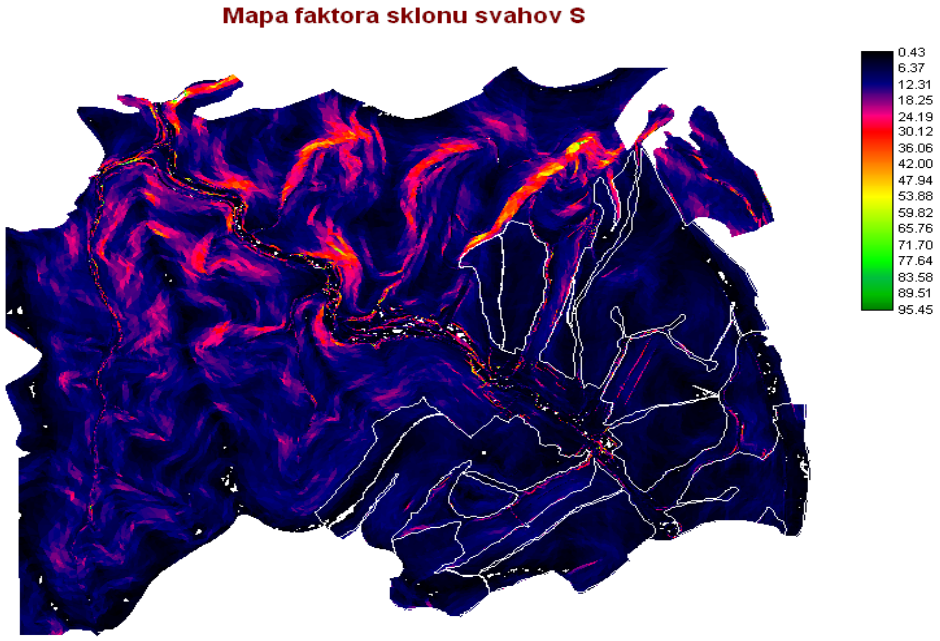
### 4.3 Metodika hodnotenia ohrozenosti územia vodnou eróziou

Z digitálneho modelu reliéfu som pomocou modulu Surface vytvorila mapu sklonov pre dané územie.



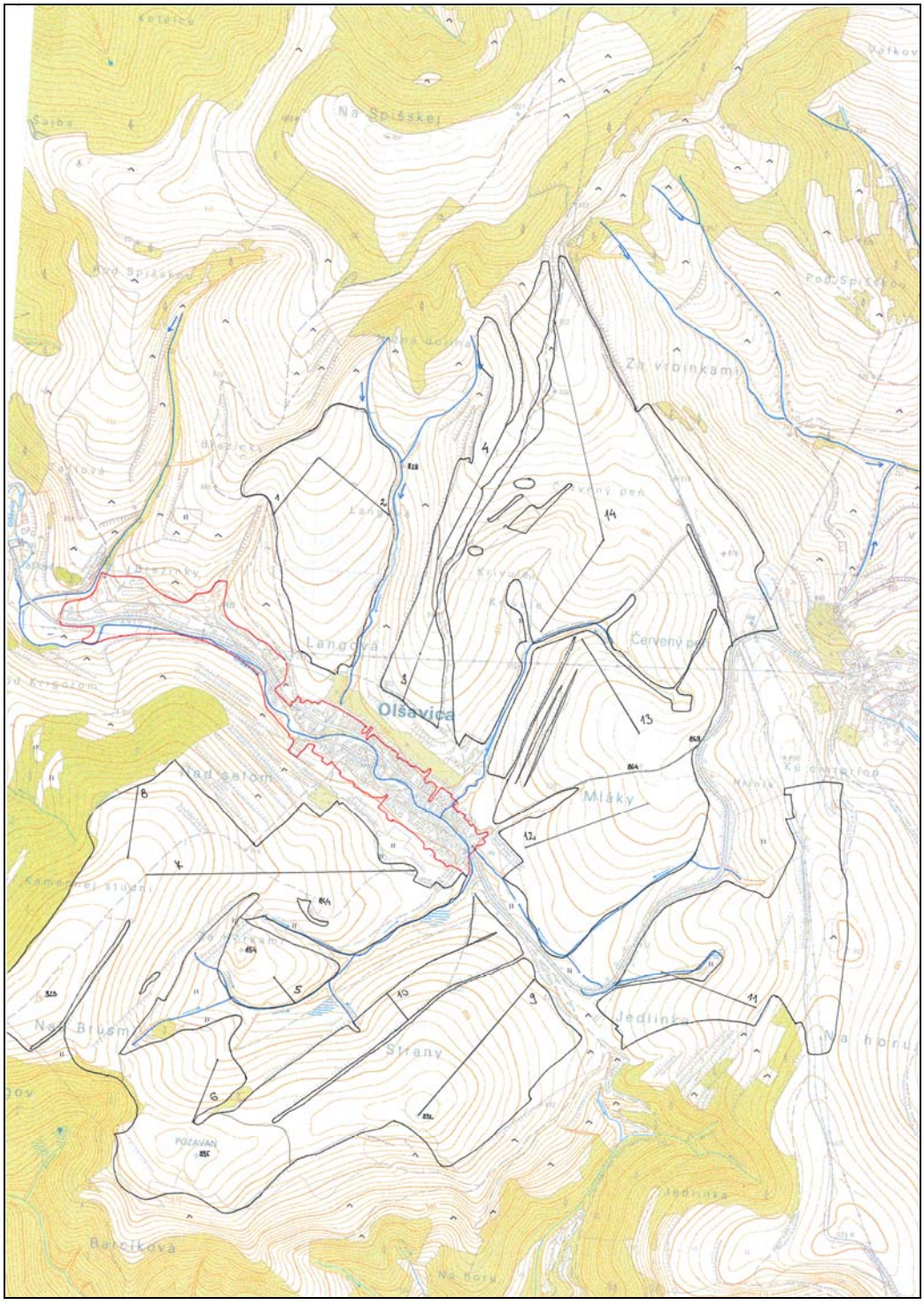

**Obr. 3 Mapa sklonov**

V mapovej algebre som vytvorila mapu faktora sklonu S, kde som vychádzala zo vzorca pre výpočet faktora sklonu svahov **S = 0,43*0,3*I + 0,043*I$^2$ / 6,613 ,** kde I je mapa sklonov.



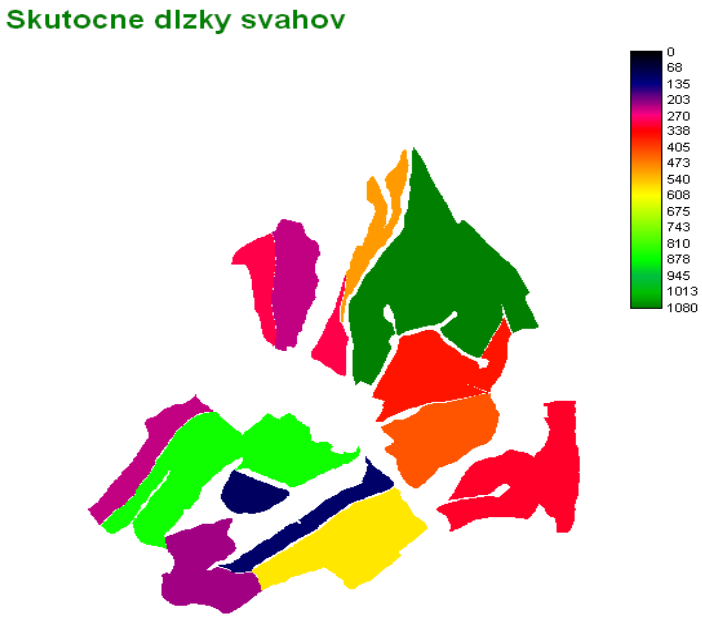

**Obr. 4 Mapa faktora sklonu svahov S**

Na topografickej mape územia v mierke 1 : 10 000 som vyčlenila územia kde je orná pôda, a zostrojila som 14 priečnych profilov.




**Obr. 5 Topografická mapa pôdnych profilov**

Skutočné dĺžky svahov som analyzovala pre reprezentatívne svahy, ktoré som vyčlenila z topografickej mapy ako polygóny a zdigitalizovala. V module Reclass som jednotlivým priečnym profilom priradila jednotlivé dĺžky z topografickej mapy.




**Obr. 6 Mapa skutočných dĺžok svahov**

Faktor dĺžky svahov L som vypočítala v mapovej algebre zo vzorca:

$$L = ( \text{dĺžka} / 22,13 )^{0,5}$$

kde "dĺžka" je mapa skutočných dĺžok svahov




**Obr. 7 Faktor dĺžky svahov L**

### 4.4 Výpočet straty pôdy G

Výpočet straty pôdy sa vypočíta v mapovej algebre pre jednotlivé druhy plodín. Faktor R som stanovila konštantný pre celé povodie hodnotou R = 20.
Faktor K som určila ako hodnotu pre piesočnato – hlinité pôdy K = 0,35.
Pre faktor P som stanovila hodnotu P = 0,9, ktorá vystihuje s protieróznym opatrením vo forme pásového pestovania plodín.

**Tab. 3 Jednotlivé faktory pre výpočet straty pôdy**

| Profil | I (%) | L | K | P | R | S faktor | L faktor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 14,25 | 300 | 0,35 | 0,9 | 20 | 2,247 | 3,681 |
| 2 | 12,25 | 240 | 0,35 | 0,9 | 20 | 1,672 | 3,293 |
| 3 | 13,27 | 300 | 0,35 | 0,9 | 20 | 2,013 | 3,681 |
| 4 | 12,84 | 500 | 0,35 | 0,9 | 20 | 1,915 | 4,753 |
| 5 | 16,33 | 105 | 0,35 | 0,9 | 20 | 2,714 | 2,178 |
| 6 | 13,65 | 220 | 0,35 | 0,9 | 20 | 2,071 | 3,152 |
| 7 | 14,06 | 860 | 0,35 | 0,9 | 20 | 2,147 | 6,233 |
| 8 | 12,42 | 240 | 0,35 | 0,9 | 20 | 1,815 | 3,293 |
| 9 | 12,61 | 580 | 0,35 | 0,9 | 20 | 1,826 | 5,119 |
| 10 | 16,33 | 110 | 0,35 | 0,9 | 20 | 2,663 | 2,229 |
| 11 | 11,54 | 320 | 0,35 | 0,9 | 20 | 1,615 | 3,802 |
| 12 | 10,9 | 430 | 0,35 | 0,9 | 20 | 1,425 | 4,408 |
| 13 | 13,93 | 360 | 0,35 | 0,9 | 20 | 2,2 | 4,033 |
| 14 | 13,4 | 1080 | 0,35 | 0,9 | 20 | 1,98 | 6,985 |

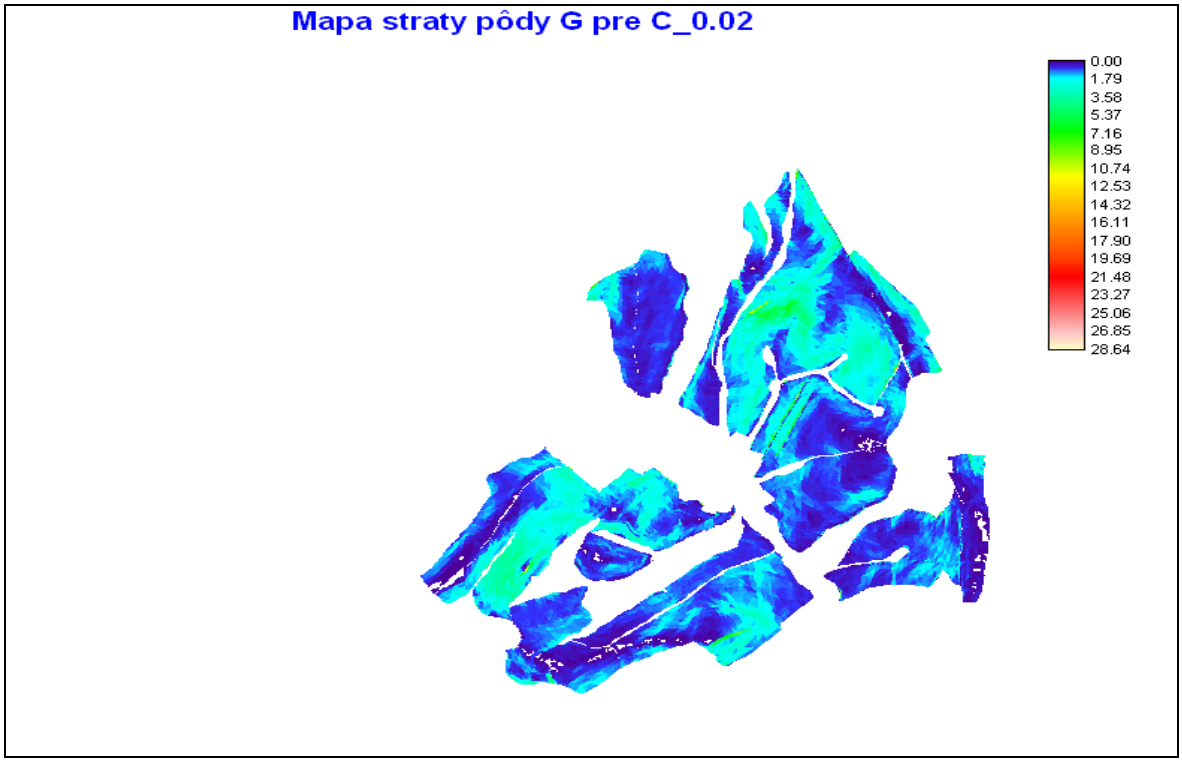
Faktor C som určila pre viaceré alternatívy pestovaných plodín .

C= 0,02 lucerna
C= 0,08 ovos, pšenica jarná
C= 0,11 pšenica ozimná
C= 0,12 pšenica ozimná
C= 0,13 jačmeň jarný
C= 0,15 jačmeň jarný
C= 0,17 repka ozimná
C= 0,22 repka ozimná
C= 0,30 bôb na zrno
C= 0,44 cukrová repa, kŕmna repa, zemiaky

**Tab. 4 Tabuľka pre stratu pôdy pre jednotlivé C**

| Profil | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.22 | 0.30 | 0.44 | 0.08 | 0.02 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | G [t.ha$^{-1}$.rok$^{-1}$] | | | | | | | | | |
| 1 | 6,37 | 6,95 | 7,53 | 8,68 | 9,84 | 12,74 | 17,37 | 25,48 | 4,63 | 1,15 |
| 2 | 4,24 | 4,62 | 5,01 | 5,78 | 6,55 | 8,48 | 11,56 | 16,96 | 3,08 | 0,77 |
| 3 | 5,7 | 6,22 | 6,74 | 7,78 | 8,82 | 11,41 | 15,57 | 22,83 | 4,15 | 1,03 |
| 4 | 7,01 | 7,64 | 8,28 | 9,55 | 10,83 | 14,02 | 19,11 | 28,04 | 5,09 | 1,27 |
| 5 | 4,55 | 4,96 | 5,37 | 6,2 | 7,03 | 9,1 | 12,41 | 18,2 | 3,31 | 0,82 |
| 6 | 5,02 | 5,48 | 5,94 | 6,85 | 7,77 | 10,05 | 13,71 | 20,11 | 3,65 | 0,91 |
| 7 | 10,3 | 11,24 | 12,18 | 14,05 | 15,92 | 20,61 | 28,11 | 41,22 | 7,49 | 1,87 |
| 8 | 4,6 | 5,02 | 5,44 | 6,27 | 7,11 | 9,2 | 12,55 | 18,41 | 3,34 | 0,83 |
| 9 | 7,19 | 7,85 | 8,5 | 9,81 | 11,12 | 14,39 | 19,63 | 28,79 | 5,23 | 1,3 |
| 10 | 4,57 | 4,98 | 5,4 | 6,23 | 7,06 | 9,14 | 12,46 | 18,28 | 3,32 | 0,83 |
| 11 | 4,72 | 5,15 | 5,58 | 6,44 | 7,3 | 9,45 | 12,89 | 18,91 | 3,43 | 0,85 |
| 12 | 4,83 | 5,27 | 5,71 | 6,59 | 7,47 | 9,67 | 13,19 | 19,35 | 3,51 | 0,87 |
| 13 | 6,83 | 7,45 | 8,07 | 9,31 | 10,56 | 13,66 | 18,63 | 27,33 | 4,96 | 1,24 |
| 14 | 10,65 | 11,62 | 12,59 | 14,52 | 16,46 | 21,307 | 29,05 | 42,61 | 7,74 | 1,93 |

Pre všetky navrhnuté hodnoty faktora C som vytvorila mapy straty pôdy.




**Obr. 8 Mapa straty pôdy**

Za prípustnú stratu pôdy, pri ktorej ešte nedochádza k poškodeniu pôdneho profilu (intenzita vzniku pôdy je v súlade s intenzitou straty pôdy) sa pre stredne hlboký pôdny profil s hĺbkou 0,30 až 0,60 m považuje hodnota 4 t.ha$^{-1}$.rok$^{-1}$.

Z hodnôt uvedených v tab. č. 4 vyplýva, že pre všetky uvedené plodiny s výnimkou lucerny a na väčšine svahoch prekračuje strata pôdy prípustné hodnoty.

Za predpokladu týchto pestovaných plodín je nevyhnutné zabezpečiť pre celé územie využívané ako orná pôda protieróznu ochranu.

Pre hodnotu $G_p$ ( prípustná strata pôdy pre stredne hlboké pôdy) som určila 4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$.

$$\mathbf{L = G_p / R.S.K.C.P}$$

**Tab. 5 Hodnoty L pre jednotlivé hodnoty C**

| Profil | 0.02 | 0.08 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.22 | 0.30 | 0.44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | | | | | | | | | |
| 1 | 12.72 | 3.18 | 2.31 | 2.12 | 1.96 | 1.70 | 1.50 | 1.16 | 0.85 | 0.58 |
| 2 | 17.09 | 4.27 | 3.11 | 2.85 | 2.63 | 2.28 | 2.01 | 1.55 | 1.14 | 0.78 |
| 3 | 14.19 | 3.55 | 2.58 | 2.37 | 2.18 | 1.89 | 1.67 | 1.29 | 0.95 | 0.65 |
| 4 | 14.92 | 3.73 | 2.71 | 2.49 | 2.30 | 1.99 | 1.76 | 1.36 | 0.99 | 0.68 |
| 5 | 10.53 | 2.63 | 1.91 | 1.75 | 1.62 | 1.40 | 1.24 | 0.96 | 0.70 | 0.48 |
| 6 | 13.80 | 3.45 | 2.51 | 2.30 | 2.12 | 1.84 | 1.62 | 1.25 | 0.92 | 0.63 |
| 7 | 13.31 | 3.33 | 2.42 | 2.22 | 2.05 | 1.77 | 1.57 | 1.21 | 0.89 | 0.60 |
| 8 | 15.74 | 3.94 | 2.86 | 2.62 | 2.42 | 2.10 | 1.85 | 1.43 | 1.05 | 0.72 |
| 9 | 15.65 | 3.91 | 2.84 | 2.61 | 2.41 | 2.09 | 1.84 | 1.42 | 1.04 | 0.71 |
| 10 | 10.73 | 2.68 | 1.95 | 1.79 | 1.65 | 1.43 | 1.26 | 0.98 | 0.72 | 0.49 |
| 11 | 17.69 | 4.42 | 3.22 | 2.95 | 2.72 | 2.36 | 2.08 | 1.61 | 1.18 | 0.80 |
| 12 | 20.05 | 5.01 | 3.65 | 3.34 | 3.08 | 2.67 | 2.36 | 1.82 | 1.34 | 0.91 |
| 13 | 12.99 | 3.25 | 2.36 | 2.16 | 2.00 | 1.73 | 1.53 | 1.18 | 0.87 | 0.59 |
| 14 | 14.43 | 3.61 | 2.62 | 2.41 | 2.22 | 1.92 | 1.70 | 1.31 | 0.96 | 0.66 |

Kritická dĺžka svahu sa určí z rovnice : $\mathbf{L_k = 22,13 . L^2}$ Kritické dĺžky svahov pre jednotlivé plodiny sú uvedené v tab. č. 6.

**Tab. 6 Kritické dĺžky svahov $L_k$ pre jednotlivé C**

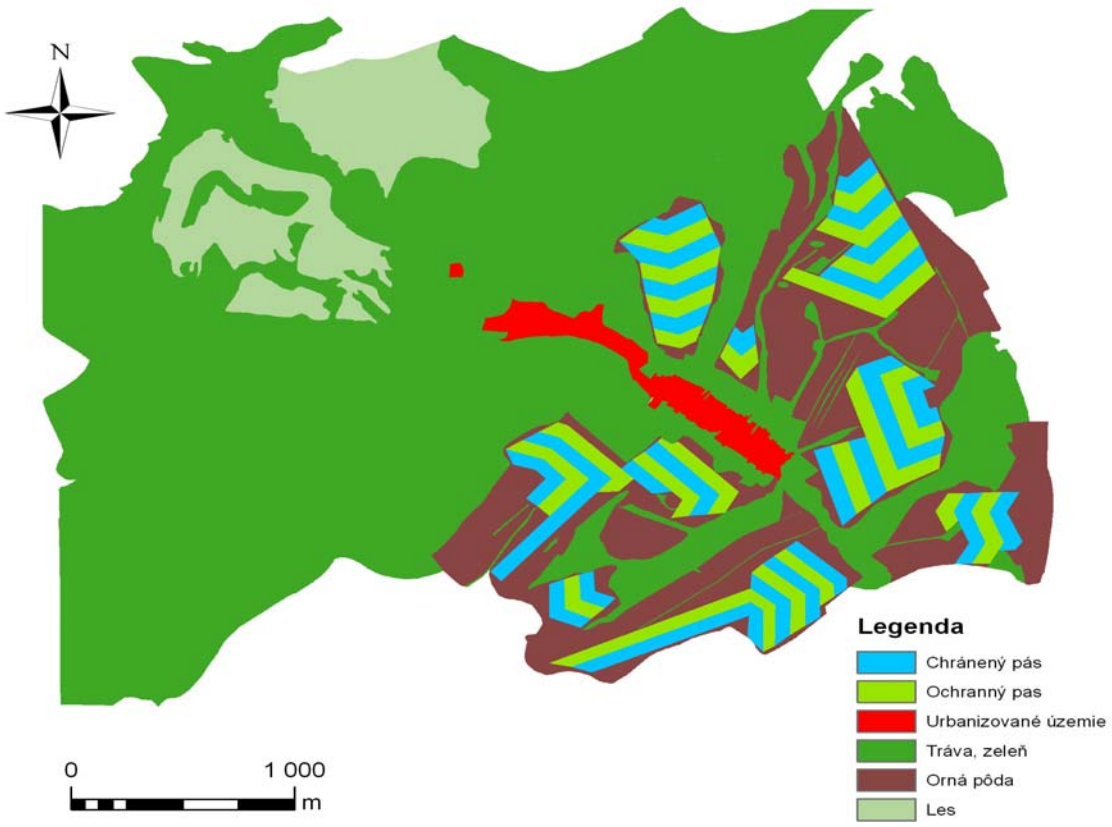
| Profil | 0.02 | 0.08 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.22 | 0.30 | 0.44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_k$ | | | | | | | | | |
| 1 | 3578 | 224 | 118 | 99 | 85 | 64 | 50 | 30 | 16 | 7 |
| 2 | 6462 | 404 | 214 | 180 | 153 | 115 | 89 | 53 | 29 | 13 |
| 3 | 4458 | 279 | 147 | 124 | 106 | 79 | 62 | 37 | 20 | 9 |
| 4 | 4926 | 308 | 163 | 137 | 117 | 88 | 68 | 41 | 22 | 10 |
| 5 | 2453 | 153 | 81 | 68 | 58 | 44 | 34 | 20 | 11 | 5 |
| 6 | 4212 | 263 | 139 | 117 | 100 | 75 | 58 | 35 | 19 | 9 |
| 7 | 3919 | 245 | 130 | 109 | 93 | 70 | 54 | 32 | 17 | 8 |
| 8 | 5484 | 343 | 181 | 152 | 130 | 97 | 76 | 45 | 24 | 11 |
| 9 | 5418 | 339 | 179 | 151 | 128 | 96 | 75 | 45 | 24 | 11 |
| 10 | 2547 | 159 | 84 | 71 | 60 | 45 | 35 | 21 | 11 | 5 |
| 11 | 6926 | 433 | 229 | 192 | 164 | 123 | 96 | 57 | 31 | 14 |
| 12 | 8896 | 556 | 294 | 247 | 211 | 158 | 123 | 74 | 40 | 18 |
| 13 | 3733 | 233 | 123 | 104 | 88 | 66 | 52 | 31 | 17 | 8 |
| 14 | 4608 | 288 | 152 | 128 | 109 | 82 | 64 | 38 | 20 | 10 |

### 4.5 Návrh protieróznych opatrení

Ako protieróznu ochranu som vybrala pásové pestovanie plodín, kde sa striedajú chránené a ochranné pásy. Tieto pásy sa navrhujú rovnobežne s vrstevnicami a tak, aby neprekročili kritickú dĺžku svahu $L_k$. Najvýhodnejšie je zvoliť rovnakú šírku pásov, ochranné ako aj chránené. Pre ochranné pásy som zvolila lucernu a ako chránené pásy jačmeň jarný

**Tab. 7 Návrhy jednotlivých pásov pre profily**

| Profil | Šírka pásov | Plodiny |
|---|---|---|
| 1 | 80 | jačmeň jarný |
| 2 | 80 | jačmeň jarný |
| 3 | 80 | jačmeň jarný |
| 4 | - | zatrávnenie |
| 5 | - | zatrávnenie |
| 6 | 75 | jačmeň jarný |
| 7 | 70 | jačmeň jarný |
| 8 | 70 | jačmeň jarný |
| 9 | 75 | jačmeň jarný |
| 10 | - | zatrávnenie |
| 11 | 80 | jačmeň jarný |
| 12 | 80 | jačmeň jarný |
| 13 | 80 | jačmeň jarný |
| 14 | 80 | jačmeň jarný |




**Obr. 9 Mapa využitia územia s navrhnutými pásmi**

## 5. Záver

Vo svojej práci som riešila ohrozenosť územia Olšavica vodnou eróziou. Pri návrhu som použila program Idrisi 32, kde som vychádzala z digitálneho modelu reliéfu a z mapy využívania územia. Tiež som použila topografickú mapu územia v mierke 1 : 10 000.
Urobila som analýzu geomorfologických charakteristík územia s dôrazom na posúdenie sklonov a dĺžok územia a analýzu spôsobu využívania územia.
Pre určenie intenzity erózie pôdy som použila univerzálnu je empirickú rovnicu straty pôdy podľa Wischmeiera a Smitha, kde jednotlivé faktory sú odhadom, empiricky odvodené z dlhodobých priemerných výsledkov. Môžeme ju použiť pre erózne uzavreté celky, kde nie je predpoklad prítokov cudzej vody. Nemodeluje transport častíc.
Pri posudzovaní som zvolila rôzne alternatívy pre pestovanie rôznych plodín, a pri ktorých je aká strata pôdy. Z výpočtov vyplynulo, že pre všetky uvedené plodiny okrem lucerny sú na všetkých svahoch prekročené hodnoty prípustnej straty pôdy. Pri tomto predpoklade som navrhla prípustnú stratu pôdy pre stredne hlboký pôdny profil hodnotu 4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$, a podľa toho som zvolila protieróznu ochranu vo forme pásového pestovania plodín, čo je striedanie chránených a ochranných pásov, ktoré sú rovnobežné s vrstevnicami. Pre chránené pásy som zvolila jačmeň jarný, a pre ochranné pásy lucernu. Pre menšie územia, údolnice a strže som zvolia zatrávnenie. Vo svojom návrhu som vybrala jednu z alternatív pre jednu špecifickú plodinu, ale tieto návrhy môžeme kombinovať podľa vybraných plodín tak, aby neboli prekročené kritické dĺžky svahov, a aby nedochádzalo k erózii. Pre toto územie je možný aj návrh protieróznych priekop alebo stupňovitého terasovania, ale pre pestovanie poľnohospodárskych plodín z hľadiska organizácie a využitia územia je najvýhodnejšie pásové pestovanie plodín.

**POUŽITÁ LITERATÚRA:**

**Heinige, V., Bacúrik, I.**: Ochrana a organizácia povodia, STU, Bratislava, 1988
**Ćistý, M. :** Vodohospodárske stavby, Stavby vodného hospodárstva krajiny, STU, Bratislava, 2005, ISBN 80 – 227 – 2209 - X
**Hlasný, T.:** Geografické informačné systémy – priestorové analýzy, Agentúra ZEPHYROS & Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Banská Bystrica, 2007, ISBN 978-80-8093-029-5
**Ilavská, B., Jambor ,P., Lazúr, R.**: Metodická príručka : Identifikácia ohrozenia kvality pôdy vodnou eróziou a veternou eróziou a návrhy opatrení, Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, 2005, ISBN 80 – 88128 – 22 – X
**Alena, J.,** 1986: Stanovenie straty pôdy eróznym splachom pre navrhovanie protieróznych opatrení, metodická príručka, Štátna melioračná správa, Bratislava,
**Janeček, M.,** 1992: Ochrana zemědělské půdy před erozí, Metodiky pro zavádení výsledků výzkumu do zemědelské praxe 5, MH ČSFR – MZ ČR – MP SR, Praha
**Malíšek, A.,** 1992: Optimálna dĺžka svahu v závislosti na vodnej erózii, Vedecké práce VÚPÚ 17, VÚPÚ Bratislava

**POĎAKOVANIE**

*Príspevok bol vypracovaný na základe diplomovej práce, ktorá vznikla na Katedre vodného hospodárstva krajiny SvF STU v Bratislave, s pomocou doc. Ing. Kamili Hlavčovej, PhD., ktorej patrí vďaka.*

**ABSTRACT**

The aim of the work was to propose landscape - engineering measures in the basin, and show the effects of water erosion and to the proposals in the areas of protection. I have dealt with the assessment of vulnerability erosion areas in the village Oľšavica and proposals for conservation measures.

I have used a Geographical Information System of IDRISI 32 as a tool and the Universal soil loss equation by Wischmeier and Smith as a method.
I did an analysis of geomorphological characteristics of the territory and calculated intensity of soil loss for individual fields, which are used as arable land.

For this calculation, I consider the various alternatives of crops that would be appropriate to prevent water erosion of soil.

From the calculations and the assessment is shown that on all slopes, with the exception of lucerne, annual loss of soil exceeded a limited value. Therefore, there is a need to propose conservation measures.

These measures I have proposed in the form of strip cropping, which is based on the rotation of protected and protective strips. The strips are arranged parallel to the contour lines.

**Ing. Beáta Zsideková**
Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná Fakulta STU Bratislava
Radlinského 11, 813 68, Bratislava
beata.zsidekova@stuba.sk