

Spresnenie kódu svahovitosti BPEJ z digitálneho modelu terénu

Michal Andrejkovič

Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, SPU Nitra, Tulipánova 7,
949 76, Nitra, Slovensko

Kontakt.michal.andrejkovic@gmail.com

Abstrakt. Predkladaná bakalárska práca zameraná na spresnenie kódu svahovitosti bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek z digitálneho modelu terénu pojednáva o integrácii priestorových údajov s možnosťou ich aplikácie v poľnohospodárstve alebo v iných odvetviach hospodárstva, kde sklon je jedným z limitujúcich faktorov ovplyvňujúcich poľnohospodársku výrobu. Terén je dôležitý faktor ovplyvňujúci prírodné procesy, tak aj hospodárske aktivity človeka. Je preto dôležité vyjadriť morfometrické vlastnosti terénu pomocou jeho modelu v digitálnej forme. Digitálny model terénu poskytuje rôzne možnosti priestorových analýz. Jednou z nich je aj sklonitosť územia, kde bol porovnávaný sklon bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek so sklonom určeným z digitálneho modelu terénu katastrálneho územia Čaklov. V prípade, že sklon areálov BPEJ nezodpovedá priemernému sklonu z digitálneho modelu terénu navrhujeme zmenu kódu BPEJ tak, aby piate číslo v 7 – miestnom kóde BPEJ určujúce svahovitosť a expozíciu zodpovedalo priemernému sklonu terénu určeného z digitálneho modelu terénu príslušnej BPEJ.

Kľúčové slová: digitálny model terénu, bonitovano pôdno-ekologická jednotka, svahovitosť, interpolácia, zber údajov

Abstract. Specifying the code of credited land-ecological units slopeness from the digital terrain model. The presented bachelor's work, dedicated to specifying the code of credited land-ecological units slopeness from the digital terrain model, talks about integration of space data with a possibility of their application in agriculture or in other areas of industry, where the descent is one of the limiting factor influencing agriculture production. Terrain is an important factor influencing natural processes as well as person's activities. That is why it is important to express terrain morphometric characteristics through its model in a digital form. The digital model of terrain offers different possibilities of space analysis. One of them is an area descent where the descent of credited land-ecological units (CLEU) with descent given from the digital model terrain of the Čaklov cadastral area is compared. In case that the descent of CLEU areas does not respond to an average descent from the digital terrain model we suggest to change the CLEU code in a way that the fifth number in the 7 – place code of CLEU defining slopeness and exposition corresponds with an average descent given from the digital terrain model of the CLEU.

Keywords: digital terrain model, credited land-ecological unit, slopeness, interpolation, data collection

1 Úvod

Schopnosť vytvárať, obhospodarovať a využívať informácie je kľúčová technológia modernej spoločnosti. [1]

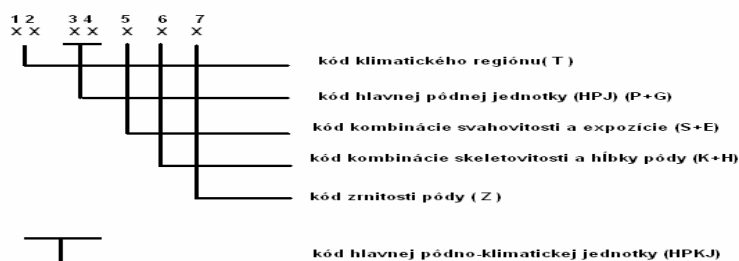
Informácie sú kľúčom k úspešnému životu. Informácie môžu byť rôzneho druhu. Od nepamäti boli kľúčovým faktorom pri poznávaní Zeme, chápaní objektov a fenoménov na nej. To všetko sa premietlo do vzniku vedných disciplín o objektoch na Zemi ako je geológia, pedológia, hydrológia atď. Taktiež vznikali disciplíny alebo inštitúcie, ktoré sa zaoberali znázorňovaním a uchovávaním týchto informácií.

Súčasná doba nám poskytuje efektívne používanie výpočtovej techniky preto je prinajmenšom logické jej využitie. Geografické informačné systémy sú jedným z nástrojov pre analýzy poznatkov zozbieraných z prostredia, ktoré nás obklopuje. Pre naše potreby má najväčší vplyv prostredie, v ktorom sa to odohráva. Terén je spojovacím miestom medzi atmosférou a pedosférou resp. litosférou. Vznikol vzájomným pôsobením vnútorných a vonkajších síl, pričom výrazne ovplyvňuje prírodné procesy na záujmovom území, taktiež hospodárske a sociálne aktivity človeka. Preto je dôležité jeho vyjadrenie v digitálnej forme. Súčasná metóda zamerania povrchu terénu umožňuje jeho presné vyjadrenie a zobrazenie. Digitálny model terénu je základ pre tvorbu množstva čiastkových analýz. Jednou z nich je aj sklonitosť územia. Sklon je jedným z limitujúcich faktorov poľnohospodárskej výroby. Patrí medzi východiskové podklady pre modelovanie erózie pôdy, určovanie protierozných opatrení, na voľbu pestovania vhodných plodín pre poľnohospodárske parcely záujmového územia. Sklonitosť územia spolu s expozíciou je vyjadrená 5 – miestom sedemčleného kódu bonitovano pôdno-ekologických jednotiek. Informácie o kódoch bonitovano pôdno-ekologických jednotiek máme k dispozícii už niekoľko desiatok rokov, avšak postupom času tieto informácie strácajú na svojej hodnote a je nutná ich aktualizácia. Zmeny nezapričiňujú len zmeny pôdnych vlastností, ale aj pôsobenie iných činiteľov ako napr. exogénne procesy na Zemi ale taktiež činnosť človeka.

Ak by došlo k nesúladu informácií z digitálneho modelu terénu a bonitovano pôdno-ekologických jednotiek je potrebné z dôvodu jednoznačnosti a budúceho využitia ich upresniť.

2 Štruktúra kódu BPEJ

Vlastnosti BPEJ sa vyjadrujú 7-miestnym kódom. Na území Slovenska je vyčlenených 7 017 kódov BPEJ. Každá BPEJ je určená a jej pôdno-klimatické vlastnosti sú vyjadrené kombináciou kódov jednotlivých vlastností na stabilných pozíciách 7 – miestneho kódu:



Obr. č. 1. Štruktúra kódu BPEJ

Hlavná pôdno-klimatická jednotka (HPKJ) je špecificky homogénne územie ekologicky podobných pôdnych typov resp. subtypov, na špecifických skupinách pôdotvorných substrátov vyskytujúca sa v určitom klimatickom regióne.

Hlavné pôdno-klimatické jednotky sú rozhodujúce pri bonitácii pôd, pretože ich pôdno-ekologické vlastnosti najvýraznejšie ovplyvňujú produkčnú schopnosť a výšku nákladov. [2]

3. Digitálny model terénu

Slovo terén má korene vo vojenstve a spravidla sa tým rozumie zemský povrch vyjadrený na mape generalizovane topografickou plochou. Topografická plocha je definovaná spravidla formou výškových údajov uzlových bodov vhodne zvolenej siete, či mriežky. [3]

Termín digitálny model terénu vznikol v 60-tych rokoch v geodézii, kde prvá etapa automatizácie priniesla termín digitálny model, ktorým sa tento odlišoval od analógového v oblasti fotogrametrie. Prvotné využitie digitálneho modelu smerovalo k automatizovanej tvorbe vrstevníc. [4]

3.1 Zber údajov

Zdroje z pozemných geodetických meraní. Ide o veľmi presné údaje, pri súčasnej technike merania, už priamo v digitálnej forme v podobe súradníc bodov X, Y, Z. Ich získanie terénnym meraním je však finančne i časovo náročné. Do tejto skupiny je možné zaradiť aj namerané údaje pomocou GPS, ktorý zjednodušuje a zlacňuje získavanie terénnych dát. Fotogrametrické zdroje údajov, založené na stereoskopickej interpretácii leteckých a družicových snímkov (SPOT), pričom dnešná technika umožňuje získavať tieto údaje v digitálnej forme a priamo ich použiť v GIS. Okrem snímkov je možné výškové údaje získavať aj z radarových družicových snímkov (systémy SIR-C, SAR). Radargrametria je založená tiež na stereoskopickom páre snímkov, ich vyhodnotenie je však diametrálne odlišné. Táto metóda sa považuje za veľmi perspektívnu, aj keď v súčasnosti je pomerne nepresná. Kartografické zdroje patria medzi najpoužívanejšie zdroje výškových údajov pre tvorbu DMT. Ak mapové dielo v digitálnej forme, je možné použiť výškopisné údaje po menšej úprave priamo, ako línie s rovnakou nadmorskou výškou – vrstevnice alebo previesť tieto línie do nepravidelného výškového bodového poľa. Ak príslušné mapové dielo nie je v digitálnej forme, potom je možné získať výškové údaje vektorizáciou vrstevníc. Pri tvorbe TIN sa uprednostňuje vektorizácia tzv. významných výškových bodov reliéfu, ktoré vyjadrujú morfológiu povrchu (sedlá, hrebene, údolnice, náhle zmeny sklonov), ďalej pomocných údajov pre tvorbu TIN – línie so známou výškou (breh jazera), línie s meniacou sa výškou (napr. toky, cesty) a línie bez výškových údajov (hranica územia, údolnice, chrbátice). [5]

3.2 Tvorba DTM

[6] uvádza 4 metódy priestorovej interpolácie: metóda vážených štvorcov inverznej vzdialenosti, trend, splajn, kriging. Metóda vážených štvorcov inverzných vzdialeností (IDW – Inverse Distance Weighting) sa používa na určenie nadmorských výšok buniek gridu s využitím váženého priemeru. Inerpolovaná hodnota nadmorskej výšky bunky z je vypočítaná z nadmorských výšok bodov ležiacich v určenej vzdialenosti od stredu bunky. Metóda IDW ako lokálne interpolačná metóda pracuje na princípe filtrovacieho okienka počítajúceho priemernú hodnotu výšky z bodu v okolí. Vyhľadávací polomer definuje body, ktoré budú zahrnuté do procesu interpolácie. V prípade spojitej vlastnosti v priestore možno body interpolovaného

povrchu vypočítať polynomickeou funkciou, tzv. trendom. Interpolácia trendom prispôsobuje povrch množine bodov pri použití viacnásobnej (polynomickej) regresie. Najvhodnejšie koeficienty pre daný polynóm n-tého rádu sa vyberajú metódou najmenších štvorcov. Povrch môže byť rovinou (lineárny regresný model – polynóm I. rádu) alebo plochou zložitého telesa (polynóm vyššieho rádu). Výsledný povrch neprechádza žiadnym zo vstupných bodov. Zvyšovaním stupňa polynómu možno vystihnúť zložitejšie tvary a redukovať náhodnú zložku. Je tu ale vyššia pravdepodobnosť výskytu chýb (a tým aj väčších odchýliek) na krajoch územia alebo v územiach mimo meraní. Metóda splajnov využíva matematicky definované krivky, ktoré po úsekoch interpolujú jednotlivé časti povrchu. Výsledný povrch má minimálnu krivosť. Pre interpoláciu povrchov sa používajú tzv. bikubické splajny – pravidelný (ktorý vytvára hladšie povrchy) a tesný (ktorý vytvára členitejší povrch, tesne sa primyká k vstupným bodom). Výhodou tejto metódy je, že sa môžu modifikovať časti terénu bez toho, aby sa musel prepočítavať povrch. Nevýhodou však je, že výsledný reliéf je nerealisticky hladký vďaka vyhladeniu bariér a skokov. Najlepšie výsledky dosahuje pri interpolácii veľmi hladkých povrchov názorných napr. klimatické javy. Často sa používa k vyhladzovaniu povrchov. Nástroj Topo to Raster – špecificky navrhnutý pre vytvorenie hydrologicky korektného digitálneho modelu terénu. Algoritmus je primárne prispôsobený práci s vrstevnicovými dátami a základná úvaha vychádza z predpokladu, že hlavným faktorom, ktorý modeluje tvar terénu sú hydrologické procesy. Podľa typu interpolácie sa jedná o diskretnú spline metódu s modifikáciou kritéria roughnesspenalty, ktorý dovoľuje modelovať náhle zmeny v reliéfe terénu. Prvým krokom je tvorba zjednodušenej odtokovej siete, identifikáciou lokálneho maxima krivosti v každej vrstevnici a taktiež výpočty maximálnych sklonov. Táto informácia je potom využitá v následnej interpolácii DMT a pri ďalšom spresnení pomocou identifikácie bezodtokových depresí, ktoré neboli doposiaľ odstránené. pre spresnenie interpolácie je možné použiť ďalšie dáta, ktoré sú pre dané územie k dispozícii. Predovšetkým ide o línie toku (smer línií musí byť v smere toku, a to iba jedna línia pre jeden tok), brehovú líniu jazier (keď je známa i nadmorská výška hladiny, je možné ju použiť do vstupu s vrstevnicami), výškové kóty a hranice záujmového územia (maska).

Súčasťou výsledkov sú aj ďalšie podporné dáta (doposiaľ neodstránené depresie, súbor s parametrami a pod.). Celkove sa jedná o ojedinelý algoritmus, ktorý dokáže veľmi skvalitniť výsledný DMT, ale iba vtedy keď sú dobre chápané a definované všetky parametre. [7]

Kriging patrí medzi geoštatistické metódy, vychádza z predpokladu, že susedné body sú priestorovo autokorelované. Interpolovaný povrch je tvorený tromi zložkami: driftom (všeobecný trend povrchu, ktorý závisí od zmeny súradníc), regionalizovanou premenou (kolísanie, ktorého podstatu nemožno vyjadriť matematickou funkciou, ale ktoré sa vyjadruje určitou priestorovou koreláciou) a náhodnými šumami (odchýlkami, ktoré nie sú priestorovo korelované a nemôžu sa spočítavať). Tieto zložky sú definované pomocou variogramu, ktoré poskytujú kvantifikáciu korelácie ľubovoľnými dvoma premennými. Túto kvantifikáciu kriging využíva k zberu a aplikácii najvhodnejších interpolačných procedúr. Kriging je exaktná metóda interpolácie a pokiaľ nie je podiel šumu veľký, poskytuje veľmi presné výsledky. Výpočtovo je však značne náročný. [6]

Ako podklad pre spracovanie analýz nám slúžili digitálny model terénu spolu s vrstvou bonitovano pôdno-ekologických jednotiek, ktoré boli importované do prostredia Idrisi. Pri tvorbe sklonitosti územia sme použili globálne funkcie, ktoré pre výpočet používajú všetky bunky vstupného gridu. Sklon v ° sme realizovali príkazom Slope vstupný grid bol digitálny model terénu. Pre porovnanie sklonitosti BPEJ a sklonitosti odvodené z digitálneho modelu terénu sme využili zonálne funkcie. Pracujú s dvoma gridmi. Jeden určuje zóny, v ktorých bude vykonaná príslušná štatistická funkcia a druhý, ktorý obsahuje číselné hodnoty, ktoré budú spracované touto funkciou. Realizovali sme to príkazom Extract, vstupným gridom bol sklon územia druhým gridom boli areály BPEJ. Výstupom funkcie je tabuľka s príslušnou charakteristikou.

4.1 Podklady pre tvorbu DTM

Podkladom pre tvorbu digitálneho modelu terénu bolo terestrické meranie polohopisu a výškopisu v katastrálnom území Čaklov, ktoré vykonávala firma Geodet, v rámci projektu pozemkových úprav. Meraním bolo získaných takmer 21 000 bodov so súradnicami X, Y, Z, v 3. triede presnosti, ktoré boli dávkovo prevedené do formátu txt. Tie sa dopĺňali o body získané z menej presných metód (vektorizovanie vrstevníc), najmä tam kde nebolo možné získať bodové údaje priamym meraním.

Pre vektorizovanie sme použili ZM SR mierky 1:10 000 v 4. triede presnosti z Úradu geodézie a kartografie, ktoré bolo nutné previesť do digitálnej formy skenovaním. Skenovaním sme získali rastrový obrázok v požadovanej kvalite, ktorý sme importovali do prostredia Arcview. Digitálny model terénu sa vytváral v rastrí s rozlíšením bunky 3x3 m použitím interpolačnej metódy Topo to raster, ktorá je bližšie popísaná v kapitole 3.2. Riešené územie bolo vymedzené rastovou maskou, ktorá prechádzala hranicou katastrálneho územia. Vystupný raster bol orezaný podľa tohto podkladu.

4.2 Mapy BPEJ

Areály bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek sme získali vektorizáciou podkladov zo stránky Výskumného ústavu pôdoznalectva a ochrany pôdy, ktoré boli natransformované a prevedené do prostredia Arcview. Nakoľko Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy od roku 2006 neposkytuje údaje o BPEJ v digitálnej forme na základe žiadosti.

4.3 Vektorizácia

Pre prácu s mapovými podkladmi v prostredí Arcview je potrebné vektorizovanie. Vektorizácia znamená tvorbu priestorových objektov s určenou topológiou. V našom prípade sme vektorizovali mapu BPEJ a ako polygónové témy sme zakreslovali areály BPEJ (obvod územia, ktorý neskôr slúžil na tvorbu digitálneho modelu terénu tzv. maska). Ako čiary sme zakreslili líniové prvky (vodné toky). Vektorizáciou vznikajú vrstvy ktoré môžeme zapínať a vypínať. Každá nová téma predstavuje jednu vrstvu, prekryvaním jednotlivých vrstiev vznikajú výsledné obrázky. Zakresleným priestorovým údajom pomocou tabuľkového editora zapíšeme vlastnosti. Vytvoríme tak databázu prvkov popísaných nielen priestorovo ale aj s prislúchajúcimi vlastnosťami.

4.4 Využitie mapovej algebry

Ako podklad pre spracovanie analýz nám slúžili digitálny model terénu spolu s vrstvou bonitovano pôdno-ekologických jednotiek, ktoré boli importované do prostredia Idrisi. Pri

tvorbe sklonitosti územia sme použili globálne funkcie, ktoré pre výpočet používajú všetky bunky vstupného gridu. Sklon v ° sme realizovali príkazom Slope vstupný grid bol digitálny model terénu. Pre porovnanie sklonitosti BPEJ a sklonitosti odvodenej z digitálneho modelu terénu sme využili zonálne funkcie. Pracujú s dvoma gridmi. Jeden určuje zóny, v ktorých bude vykonaná príslušná štatistická funkcia a druhý, ktorý obsahuje číselné hodnoty, ktoré budú spracované touto funkciou. Realizovali sme to príkazom Extract, vstupným gridom bol sklon územia druhým gridom boli areály BPEJ. Výstupom funkcie je tabuľka s príslušnou charakteristikou.

5. Výsledky

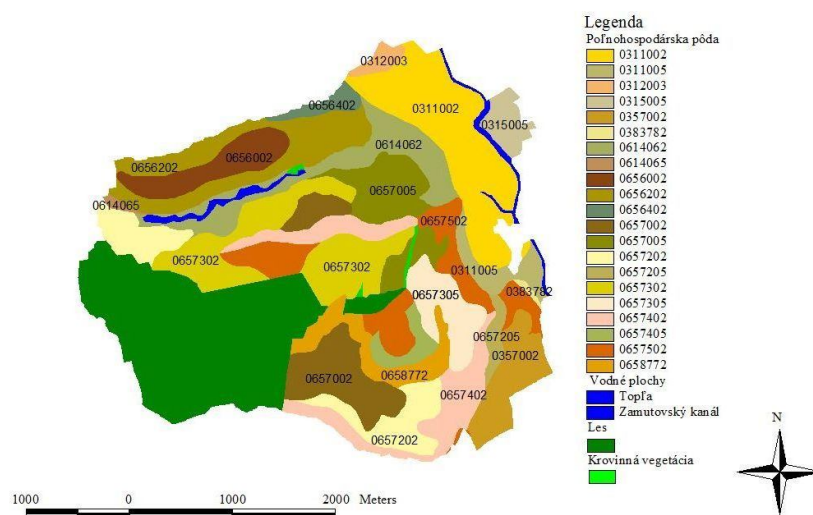
Na analýzu spoľahlivosti sklonu terénu udávaného kódom BPEJ, sme realizovali porovnanie so sklonom z digitálneho modelu terénu v rámci 21 areálov BPEJ. V areáloch, kde nastal nesúlad medzi sklonom určeným z digitálneho modelu terénu a sklonom určeným z BPEJ sme navrhli spravenie kódu svahovitosti aby sklon zodpovedal sklonu odvodenému z digitálneho modelu terénu.

Tabuľka 1. Vyhodnotenie výsledkov

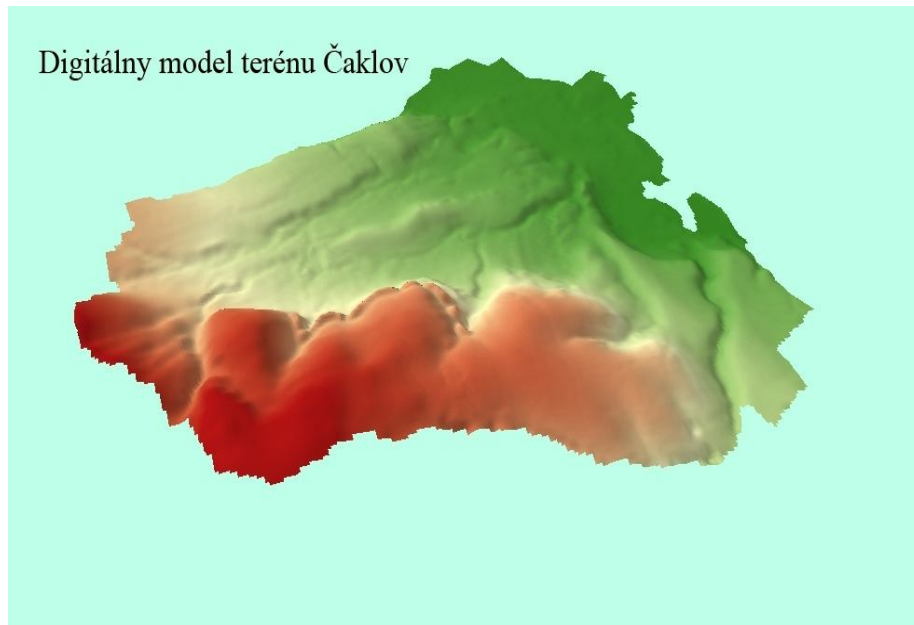
Kód BPEJ	Sklon z BPEJ	Sklon z DTM v ° priemer	Sklon z DTM v ° min	Sklon z DTM v ° max	Výmera v ha	Návrh na opravu kódu
0311002	0-1°, 1-3°	0,650211	0	16,40	126,7146	
0311005	0-1°, 1-3°	1,473201	0	13,70	22,3155	
0312003	0-1°, 1-3°	0,646629	0	11,04	9,1917	
0315005	0-1°, 1-3°	0,567003	0	12,53	19,3644	
0357002	0-1°, 1-3°	1,457295	0	10,66	46,1979	
0383782	12-17°	4,148891	0	12,33	1,7595	0383362
0614062	0-1°, 1-3°	2,166165	0,00102	17,34	71,1126	
0614065	0-1°, 1-3°	3,235295	0,002281	7,20	2,4462	0614165
0656002	0-1°, 1-3°	1,518196	0,021869	12,13	42,7554	
0656202	3-7°	2,191494	0	15,68	84,7971	0656002
0656402	7-12°	5,545918	0,00204	31,24	12,1050	0656202
0657002	0-1°, 1-3°	2,692403	0,002281	16,25	71,4195	
0657005	0-1°, 1-3°	1,695189	0,00102	20,40	60,8814	

0657202	3-7°	3,316581	0,001442	17,36	66,0780	
0657205	3-7°	5,825396	0,001442	20,99	10,2861	
0657302	3-7°	2,997261	0,00102	33,22	106,2432	
0657305	3-7°	2,964342	0,00204	9,22	40,8888	0657005
0657402	7-12°	3,909693	0	22,84	77,6673	0657202
0657405	7-12°	4,749833	0,545024	19,43	14,7555	0657205
0657502	7-12°	4,576146	0	23,52	75,7062	0657302
0658772	12-17°	5,671395	0,00204	29,56	38,2194	0658312

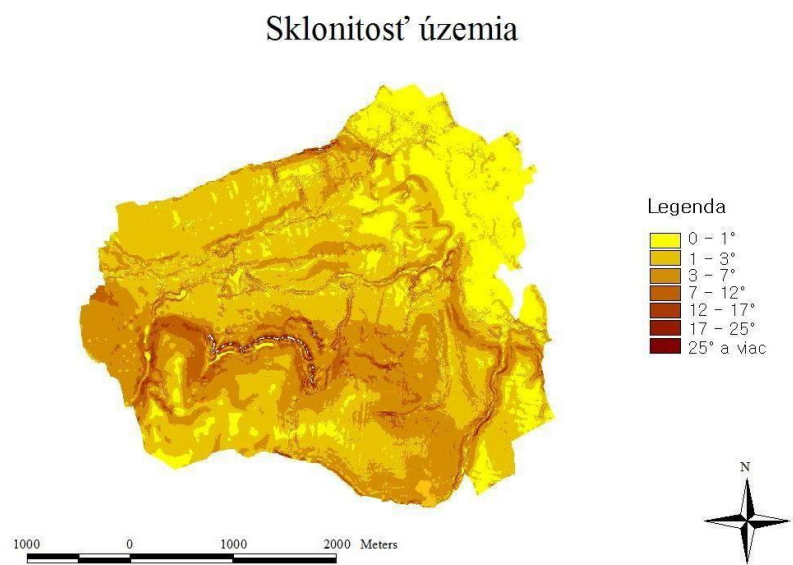
Areály BPEJ



Obr. č. 2. Areály BPEJ



Obr. č. 3. Digitálny model terénu



Obr. č. 4. Sklon územia

5. Referencie

- [1] Tuček, J. 1998. *Geografické informační systémy*. Praha: Polygra, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.
- [2] Čurlík, J. – Šurina, B. 1998. *Průručka terénného prieskumu a mapovania pôd*. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, 1998. 134 s. ISBN 80-85361-37-X.
- [3] Šíma, J. 2002. Musíme používat pracovní slang při prezentacích a v publikacích o geografických informačních systémech?. In. *Sborník z konference GIS Ostrava, 2002*. ISSN 1213-239X.
- [4] Tuček, J. 1992. *Využitie digitálneho modelu terénu a geografického informačného systému v lesníctve*. Zvolen: Edičné stredisko TU Zvolen, 1992. 81 s. ISBN 80-228-0160-7.
- [5] Šimonides, I. 2004. *Základy geografických informačných systémov*. 2. vyd. Nitra: SPU, 2004. 114s. ISBN 80-8069-426-5.
- [6] http://mapserver.mendelu.cz/skripta/ArcGIS/ArcGIS_cviceni_5.pdf
- [7] Voželínek, V. 2001. Integrace GPS/GIS v geomorfologickém výzkumu. Univerzita Palackého[online]. 2001, [cit.2008-4-29]. Dostupné na internete: <http://actamont.tuke.sk/pdf/2005/n2/17ofukany.pdf>

6. Anotácia

Dnešná doba nám poskytuje využitie moderných technických výtvarných. Do popredia by som vyzdvihol využitie geografických informačných systémov, ktoré svojimi vlastnosťami umožňujú nespočetné množstvo analýz a syntéz, ktoré uľahčujú rozhodnutia vo viacerých sférach hospodárstva. Jednou z nich je aj poľnohospodárstvo, v ktorom umožňujú hľadať odpovede na aktuálne problémy. Našou problematikou bolo spresnenie kódu svahovitosti BPEJ z digitálneho modelu terénu v záujmovom území Čaklov. Jeho správne vyjadrenie je podstatou na správne využitie a ochranu pôdy v danom regióne. Je preto dôležité zaradiť možnosť využitia digitálneho modelu terénu v danom území. Integráciou ďalších mapových a tematických údajov je možné dosiahnuť komplexný návod na správne ekonomicko-ekologicko-hospodárske využitie tohto územia.