

Karol Šinka – Zlatica Muchová – Ľubomír Konc

TVORBA A ANALÝZY DIGITÁLNEHO MODELU RELIÉFU V PROSTREDÍ GIS

Názov: Tvorba a analýzy digitálneho modelu reliéfu v prostredí GIS

Autori: Ing. Karol Šinka, PhD. (6,94 AH)
Ústav krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

prof. Ing. Zlatica Muchová, PhD. (5,20 AH)
Ústav krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Ing. Ľubomír Konc, PhD. (5,20 AH)
Ústav krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Recenzenti: prof. RNDr. František Petrovič, PhD.
Katedra ekológie a environmentalistiky, Fakulta prírodných vied, Univerzita
Konštantína Filozofa v Nitre

prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Ústav vodného hospodárství krajiny, Fakulta stavební, Vysoké učení technické
v Brně

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE



FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO INŽINIERSTVA



Vysokoškolská učebnica bola vydaná s podporou grantovej agentúry KEGA 046SPU-4/2018 „Geografické informačné systémy v krajinnom inžinierstve”.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 30. 03. 2021 ako vysokoškolskú učebnicu pre študentov SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2323-0

OBSAH

Úvod	9
1 GIS ako nástroj v krajinnom inžinierstve	11
1.1 Definícia GIS	11
1.2 Jednotlivé úrovne chápania pojmu GIS	12
1.2.1 GIS ako softvér	13
1.2.2 GIS ako aplikácia	13
1.2.3 GIS ako informačná technológia	14
1.3 ArcGIS a ArcGIS Pro ako programové zabezpečenie	14
1.3.1 Architektúra systému ArcGIS	14
1.3.2 ArcGIS Desktop	15
1.4 GRASS GIS	18
1.5 Modely priestorových dát	20
1.5.1 Vektorový dátový model	20
1.5.2 Rastrový dátový model	22
1.5.2.1 Kódovanie rastra	25
1.5.2.2 Raster pyramídy a prevzorkovanie rastra	26
1.6 Súradnicové systémy v prostredí GIS	27
1.6.1 Súradnicové systémy S–JTSK a S–42	28
1.6.2 Európsky terestrický referenčný systém 1989 (ETRS89)	30
1.6.3 Súradnicový systém S–JTSK 03	32
1.6.4 Vzťah medzi S–JTSK a S–JTSK 03	34
1.6.5 Svetové súradnicové systémy používané v podmienkach SR	35
1.6.6 Transformácia súradnicového systému	36
2 Zdroje dát pre tvorbu DMR	41
2.1 Priame metódy	41
2.1.1 Nivelácia	41
2.1.2 Tachymetria	42
2.1.3 Globálne navigačné satelitné systémy (Global Navigation Satellite System)	43
2.1.4 Fotogrametria	43
2.1.5 Radarové snímanie	45
2.1.6 Laserové snímanie	45
2.2 Nepriame metódy	46
2.3 Infraštruktúra pre priestorové informácie (IPI)	47
2.4 Formát a rozmiestnenie (výškopisných) dát	48
2.5 Dáta pre tvorbu DMR v pozemkových úpravách	49

3	Priestorové interpolácie	53
3.1	Metódy interpolácie	55
3.1.1	Metóda inverzne váženej vzdialenosti (IDW)	55
3.1.2	Metóda minimálneho zakrivenia (Spline)	64
3.1.3	Metóda Kriging	85
3.1.3.1	Tvorba mapy predikčného povrchu pomocou Krigingu	86
3.1.4	Metóda Topo to Raster	95
3.2	Hodnotenie kvality interpolácie	112
4	Tvorba digitálneho modelu reliéfu	115
4.1	Dátová reprezentácia	116
4.1.1	Rastrový model	116
4.1.2	Polyedrický model (TIN)	117
4.2	DMR v podmienkach SR	124
4.2.1	Digitálny model reliéfu 1. generácie (DMR–1)	124
4.2.2	Digitálny model reliéfu 2. generácie (DMR–2)	125
4.2.3	Digitálny model reliéfu 100–SK (DMR100–SK)	127
4.2.4	Digitálny model reliéfu 50 (DMR 50)	127
4.2.5	Digitálny model reliéfu 20–SK (DMR20–SK)	129
4.2.6	Digitálny model reliéfu 3. generácie (DMR–3)	132
4.2.7	Digitálny model reliéfu 3.5 (DMR 3.5)	134
4.2.8	Digitálny model reliéfu 4. generácie (DMR–4)	137
4.2.9	Digitálny model reliéfu 5.0 (DMR 5.0)	137
4.3	Kontrola kvality mračna bodov a DMR	144
5	Analýzy digitálneho modelu reliéfu	147
5.1	Morfometrické charakteristiky reliéfu	147
5.1.1	Sklon reliéfu	147
5.1.2	Expozícia reliéfu	152
5.1.3	Oslnenie reliéfu	153
5.1.4	Analýza viditeľnosti	154
5.1.5	Krivosti a formy reliéfu	155
5.1.5.1	Metóda Evans a Zevenbergen & Thorne	156
5.1.5.2	Normálová krivosť	162
5.1.5.3	Horizontálna krivosť	164
5.1.5.4	Celkové (total) a všeobecné (general) zakrivenie	165
5.1.5.5	Formy reliéfu	166
5.1.6	Analytické tieňovanie reliéfu	169
5.2	Topografická poloha	172
5.2.1	Index topografickej polohy v prostredí GIS	173
5.2.1.1	Charakteristika TPI	173
5.2.1.2	Mierka a okolie	174

5.2.1.3	Klasifikácia podľa topografickej polohy	177
5.2.2	Určovanie geomorfologických tvarov reliéfu	180
5.2.2.1	Popis metodiky	180
5.2.3	Index nerovnosti	186
5.2.4	Chyby v DMR prejavujúce sa v morfometrických analýzach	191
Literatúra		193

ÚVOD

Vysokoškolská učebnica predstavuje prierez vybranými témami uplatnenia geografických informačných systémov v oblasti krajinárstva, resp. krajinného inžinierstva. Cieľom autorov je poskytnúť ucelený pohľad na digitálne modely reliéfu, ktorých tvorba a analýza je neodmysliteľnou súčasťou integrovaného manažmentu krajiny (nielen) z pohľadu hodnotenia nepriaznivých prejavov zrážkovo–odtokových procesov (v podobe povodní, záplav, erózných procesov a pod.), ovplyvňujúcich mnohé odvetvia národného hospodárstva, ako aj sídla, resp. obyvateľstvo.

Vo vysokoškolskej učebnici uvádzame metódy a postupy, ktoré sú vo významnej miere využívané v projekčnej praxi, ale zároveň poukazujeme aj na nové prístupy (vrátane ich uplatnenia v krajinnom inžinierstve), ktoré sú v riešenej téme publikované. Vo vysokoškolskej učebnici popisujeme jednak používanie softvérového produktu ArcGIS / ArcGIS Pro od spoločnosti ESRI, ktorý je významným programovým zabezpečeným geografických informačných systémov (GIS) nielen pri výučbe predmetov odboru Krajinné inžinierstvo, ale aj v oblasti štátnej a verejnej správy, či vedecko–výskumných inštitúcií. Zároveň poukazujeme na výhody využitia voľne dostupného softvéru GRASS GIS pri riešení konkrétnych úloh (Spline, geomorfologické tvary).

Práca pozostáva z piatich hlavných kapitol, ktoré sú členené v logickom slede jednotlivých činností. Prvá kapitola je venovaná definícii a ilustrácii pojmu geografických informačných systémov, vrátane jeho rôznych úrovní chápania. Podrobne sa zaoberáme metodológiou GIS, vrátane popisu modelov priestorových dát. Významnej miere sa venujeme súradnicovým systémom, jednak „bežne“ zaužívaným (S–JTSK, S–42, WGS–84), ako aj „novým“ (S–JTSK 03, ETRS 89).

Zdroje dát na tvorbu digitálneho modelu reliéfu (DMR), vrátane charakteristiky, formátu a rozmiestnenia výškopisných dát (ako dôležitého kritéria pri voľbe vhodnej interpolačnej metódy) sú uvádzané v druhej kapitole.

Tretia kapitola poskytuje prehľad najrozšírenejších interpolačných metód (IDW, Spline, Kriging, Topo to Raster) používaných pri tvorbe digitálneho modelu reliéfu. Okrem ich vzájomného porovnania a hodnotenia sa osobitne venujeme metóde Spline, z dôvodu jej výrazne odlišnej implementácie do prostredia ArcGIS a GRASS GIS, prejavujúcej sa predovšetkým v oblastiach s prudko sa meniacim gradientom.

V štvrtej kapitole sa popisujú dátové reprezentácie DMR, pričom najväčšia pozornosť sa venuje digitálnym modelom reliéfu, ktoré boli vytvorené v podmienkach SR (ČSR), počnúc DMR 1. generácie s rozlíšením 1 km až po DMR 5.0 s rozlíšením 1 m.

Piata kapitola sa zaoberá problematikou morfometrických analýz DMR. Popisujú sa rôzne metódy výpočtu najpoužívanějších morfometrických ukazovateľov, a to sklonu, expozície a krivostí reliéfu. Druhá časť kapitoly sa venuje k stanoveniu topografickej polohy (TPI) a k určaniu geomorfologických tvarov (geomorphon). I keď obe metódy smerujú k rovnakému cieľu, ale odlišným metodickým prístupom. V závere kapitoly uvádzame index nerovnosti terénu, s potenciálom jeho využitia aj v mikrotopografii, t. j. pri stanovení drsnosti povrchu pôd.

Autori ďakujú grantovej agentúre KEGA za poskytnutie finančnej podpory na projekt: KEGA č. 064SPU–4/2018 „Geografické informačné systémy v krajinnom inžinierstve“. Metódy a postupy tohto projektu boli využité a zapracované do vysokoškolskej učebnice.

Ďakujeme všetkým recenzentom, spolupracovníkom, kolegom za cenné rady a pripomienky, a rodine za trpezlivosť a pochopenie. Veríme, že publikácia bude prínosom nielen pre študentov v odbore Krajinné inžinierstvo, ale osloví aj širšiu odbornú verejnosť.

Autori

Karol Šinka – Zlatica Muchová – Ľubomír Konc

TVORBA A ANALÝZY DIGITÁLNEHO MODELU RELIÉFU V PROSTREDÍ GIS

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: prvé

Náklad: 60 ks

Obálka: Ing. Ľubomír Konc, PhD., „ÚGKK SR“

Grafická úprava: Ing. Ľubomír Konc, PhD.

Tlač: Vydavateľstvo SPU v Nitre

AH – VH: 17,34 – 17,65

ISBN 978-80-552-2323-0