

VLIV KVALITY PODKLADOVÉHO DIGITÁLNÍHO VÝŠKOVÉHO MODELU NA VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ PROSTOROVÝCH KONFLIKTŮ V ÚZEMÍ

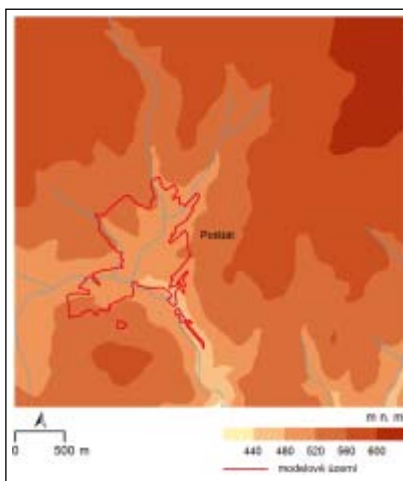
Jana Svobodová, Jaroslav Burian

Príspevek se věnuje problematice modelování prostorových konfliktů funkčního využití území v rámci územního plánování s charakteristikami odvozenými ze zemského povrchu. Konkrétně se jedná o modelování konfliktů funkčních ploch bydlení a sportu a rekreace se sklonem svahů a mírou oslunění svahů, které lze považovat z hlediska komfortu a kvality života obyvatel za velmi důležité. Hlavním cílem příspěvku je pak zhodnocení vlivu kvality podkladového digitálního výškového modelu (DEM) na výsledky modelování výše uvedených prostorových konfliktů. Lze předpokládat fakt, že nekvalitní DEM povede k nekvalitním výstupům analýz. Vstupními daty pro tvorbu podkladových DEM byly zejména vrstevnice z datového modelu DMÚ 25. Z výsledků zpracovaných analýz je patrné, že v případě použití kvalitního DEM lze vždy jednoznačně identifikovat místa s kritickou hodnotou sledovaných jevů. Při použití nekvalitního podkladového DEM však může dojít k problematickému vymezení potřebných opatření či plánování dalšího rozvoje obcí.

Úvod

Většina lidských aktivit, které se odehrávají v prostoru, tj. v určitém území, je do značné míry závislá na charakteru vlastního zemského povrchu. Zemský reliéf určuje vhodnost lokalizace těchto aktivit v daném místě, popř. limity využití území pro danou aktivitu [Hyvnar a kol. 2007, zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů]. Pokud nejsou tyto limity či omezení dodržovány, dochází ke konfliktům, které mohou mít různou závažnost [Dai et al. 2001, Voženilek 2002, Montz a Tobin 2008, Gallay 2010, Pechanec a kol. 2011]. Tento příspěvek se věnuje problematice modelování prostorových konfliktů funkčního využití území v rámci územního plánování s charakteristikami odvozenými ze zemského povrchu. Konkrétně se jedná o modelování konfliktů funkčních ploch bydlení a sportu a rekreace se sklonem svahů a mírou oslunění svahů. Pro odvození charakteristik zemského povrchu v prostředí geografických informačních systémů (GIS) je využíván digitální výškový model (DEM), který nahrazuje reálný zemský povrch [např. Krcho 1990, Tuček 1998, Li et al. 2005]. Pro odvození souvislého DEM ze vstupních dat (nejčastěji diskretních výškových bodů) lze využít různé interpolační metody [Longley et al. 2001, Fencik a Vajsábová 2006, Mitášová a Mitáš 1993], je-

jichž výsledkem však mohou být různě kvalitní výstupy [Desmet 1997, López 2000, Krcho 2001, Hofierka et al. 2007, Li a Heap 2008, Erdogan 2009, Svobodová a Tuček 2009]. Hlavním cílem příspěvku je tedy zhodnocení vlivu kvality podkladového DEM (z hlediska použité interpolační metody) na výsledky modelování prostorových konfliktů v rámci územního plánování. Modelové území pro zpracování ukázek je lokalizováno v Potštátské vrchovině spadající do mikroregionu Hranicko. Typ reliéfu vybraného širšího okolí (o rozloze 4×4 km) modelového území byl dle relativní výškové členitosti 170 m určen jako plochá vrchovina. Vlastní modelové území je vymezeno zástavbou města Potštátu (obr. 1).



Obr. 1: Výškové poměry širšího okolí modelového území

Role zemského povrchu při plánování v území

Tvar a charakter zemského povrchu lze popsat pomocí jeho základních charakteristik, tzv. morfometrických parametrů. Wilson a Gallant [2000] je rozděluje na dvě základní skupiny. První skupinu tvoří charakteristiky odvozené přímo z DEM (zemského povrchu), jakými jsou sklon, orientace či křivost reliéfu, druhou skupinu pak představují charakteristiky popisující přírodní procesy probíhající na zemském povrchu. Při hodnocení vhodnosti území pro jeho využití v rámci územního plánování však hrají nejdůležitější roli právě sklon a orientace svahu.

Sklon svahu je charakteristikou reliéfu, která do značné míry ovlivňuje většinu lidských aktivit v jakémkoliv území. Roviny a mírné svahy byly vždy vyhledávány a osídlovány dříve než svahy s vyššími sklony. Výjimku tvoří pouze aktivity spojené s nutností skloněného terénu, např. zimní sporty, nebo oblasti, kde není vhodnější (rovnější) lokalita. Z urbanistického hlediska vyšší sklon vždy znamená větší technickou náročnost výstavby i následné údržby budov a technické infrastruktury. Pro zakládání staveb jsou nejvýhodnější rovinaté nebo mírně se svažující parcely se sklonem do přibližně 10 %. Podrobnější limity uvádí Navrátilová a kol. [2006] či Růžička [2000]. Důsledky terénních úprav ve svažitějších

územích je nutno řešit již v základním urbanistickém konceptu, kde vedle hledisek stavební a provozní ekonomie, bilancování přesunu zeminy, konceptu obslužných komunikací a technické infrastruktury je nezbytné sledovat celkové krajinné působení [Navrátilová a kol. 2006]. Zejména ve zvláště chráněných lokalitách jde při úpravách uměle vyrovnávajících terénní nerovnosti ve svažitých lokalitách o klíčové zásahy do krajinného obrazu a může se jednat i o devastaci přítomných hodnot [Jablonská a kol., 2010].

Sklon svahu společně s orientací svahu podmiňují míru oslunění reliéfu (resp. úhel dopadu slunečních paprsků), která má v rámci územního plánování vliv především na kvalitu životního prostředí obyvatel a lokalizaci aktivit definovaných dle tzv. zrakových činností. „Při denním osvětlení se musí (ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí v souladu s jejich funkcí) zachovávat podmínky zrakové pohody při zatažené obloze i při jasné nebo polojasné obloze a přímém slunečním světle“ [ČSN 730580-2]. Při navrhování zástavby jsou dle normy ČSN 730580 Denní osvětlení budov stanoveny mimo jiné i hodnoty maximálního úhlu stínění překážkami (např. okolními budovami) či terénem pro různé typy zástavby.

Vhodná orientace vůči světovým stranám v souvislosti s mírou oslunění reliéfu má však i velmi praktický dopad. V posledních letech se velmi rozvíjí výstavba tzv. pasivních nebo nízkoenergetických domů, kde je tento faktor velmi zásadní. Pro výstavbu takovýchto domů jsou nejvhodnější pozemky na jižních svazích, kde lze během zimy získat o 10 až 30 % více slunečního záření než například na rovině. Jižní svah s nepříznivým směrem převládajících studených větrů však o svou výhodu přichází. Také formálně stanovené uliční čáry, které někdy neumožňují dostatečné odstupy budov, snižují garanci dostatku nestíněného slunečního záření dopadajícího na fasády s obytnými místnostmi po dobu životnosti stavby. To může zvýšit měrnou potřebu tepla až o desítky procent [H. L. C., 2011].

Problematické umístění staveb obecného charakteru se dále věnuje např. Jablonská a kol. [2010], která ve své

publikaci rozebírá vhodnou orientaci budovy nejen s ohledem na světové strany, ale také s ohledem na orientaci vůči okolním budovám a přilehlým komunikacím.

Modelování prostorových konfliktů v území

Tvorba podkladových DEM a odvození morfometrických parametrů

Jak již bylo zmíněno výše, cílem příspěvku je zhodnocení vlivu kvality podkladového DEM z hlediska použité interpolační metody na výsledky modelování prostorových konfliktů. Na počátku modelování bylo tedy třeba získat dva různě kvalitní DEM, nad nimiž budou následně prováděny další analýzy a budou sledovány změny ve výsledcích. Při použití stejných vstupních dat pro vytváření DEM je jako tzv. kvalitní DEM označován ten, který při hodnocení dle neprostorových ukazatelů metrické přesnosti dosáhl nejlepšího hodnocení. Jako tzv. nekvalitní DEM je poté označován ten model, který dosáhl nejhoršího hodnocení. Podmínkou výběru kvalitního a nekvalitního DEM je tedy vytvoření sady více DEM, které vstupují do hodnocení přesnosti.

Hodnocení přesnosti DEM bylo věnováno již mnoho publikací [např. Desmet 1997, López 2000, Krcho 2001, Hofierka et al. 2007, Li a Heap 2008, Erdogan 2009, Jedlička 2009]. Volbou nejvhodnější interpolační metody a nastavení jejích parametrů pro jednotlivé typy reliéfu se pak ve své práci zabývala Svobodová [2008], Svobodová a kol. [2009] či Svobodová a Tuček [2009]. Z těchto prací vyplývá, že pro tvorbu digitálního výškového modelu (z vrstevnic z DMÚ 25) je pro typ reliéfu plochá vrchovina vhodné využít interpolační

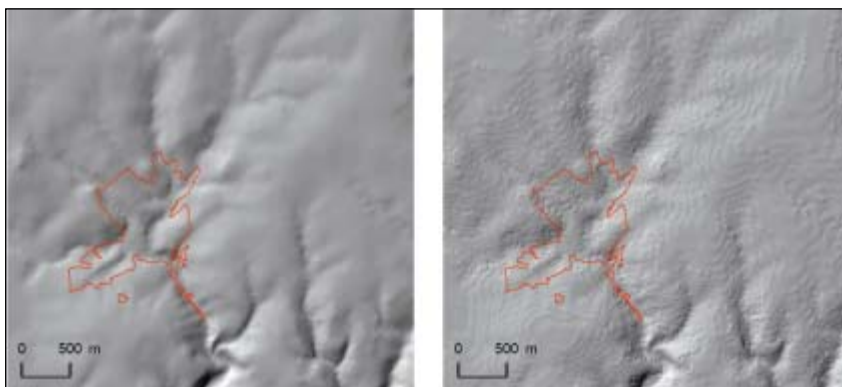
metodu kriging např. s použitím exponenciálního či sférického modelu teoretického semivariogramu, které zdůrazňují vliv hodnot nejbližších vstupních bodů na odhadované hodnoty, nebo metodu splajn s tenzí s nižší hodnotou parametru váhy (např. 0,1), která způsobuje vysoké napětí výsledného povrchu. Dle výše uvedených doporučení a následného hodnocení metrické přesnosti DEM byla pro tvorbu kvalitního DEM modelového území použita metoda kriging s využitím exponenciálního modelu teoretického semivariogramu a parametrem $n = 20$ bodů. Nekvalitní DEM daného území vznikl použitím metody IDW s hodnotou $power = 2$ a $n = 20$. Výběr nastavení opět vycházel z výsledků výše zmíněných prací. Pro tvorbu digitálních výškových modelů byly využity vrstevnice z datové sady DMÚ 25 s ekvidistancí 5 m. Velikost pixelu byla nastavena na 10 m. Jelikož se jedná o území s dostatečnou hustotou vstupních dat, byl pro ověření přesnosti obou modelů dostačující výpočet neprostorových ukazatelů (tab. 1). Celý postup zpracování probíhal v prostředí programu Esri ArcGIS 10.

Správnost zhodnocení kvality vytvořených DEM potvrzuje i jejich prostorová vizualizace s použitím stínovaného reliéfu (obr. 2) či vizualizace odvozených morfometrických parametrů – sklonu a orientace svahů (obr. 3 a 4). Jak při použití stínovaného reliéfu, tak při vizualizaci sklonu či orientace svahů, jsou na výstupech z DEM vytvořeného pomocí interpolační metody IDW patrné tzv. umělé terasy, které způsobují nereálné skokové změny hodnot. U sklonu svahu dochází k jeho podhodnocení v rovinných částech teras, a naopak k nadhodnocení ve sklonitých částech. Při tvorbě DEM metodou IDW často vytvářejí interpolované hodnoty okolo

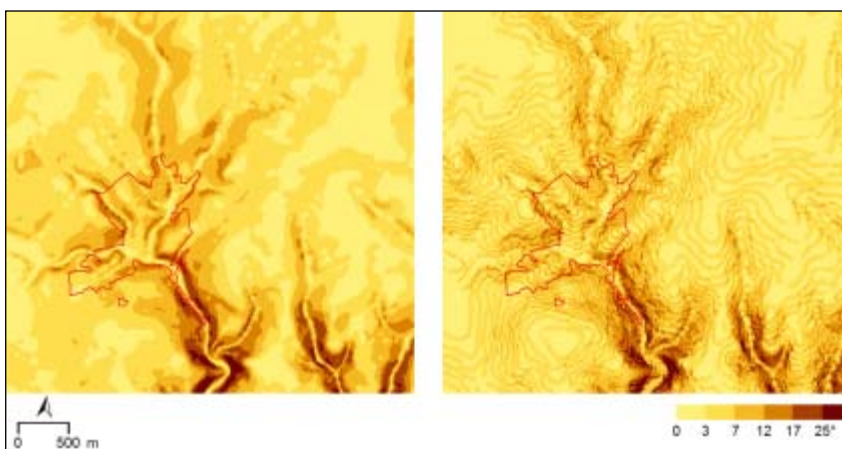
Označení DEM	Interpolační metoda (nastavení)	RMSE	AE	H
kvalitní	kriging (exponenciální model)	1,51	1251,39	0,44
nekvalitní	IDW (power = 2)	2,50	2343,50	0,45

Tab. 1: Hodnoty neprostorových ukazatelů přesnosti kvalitního a nekvalitního DEM

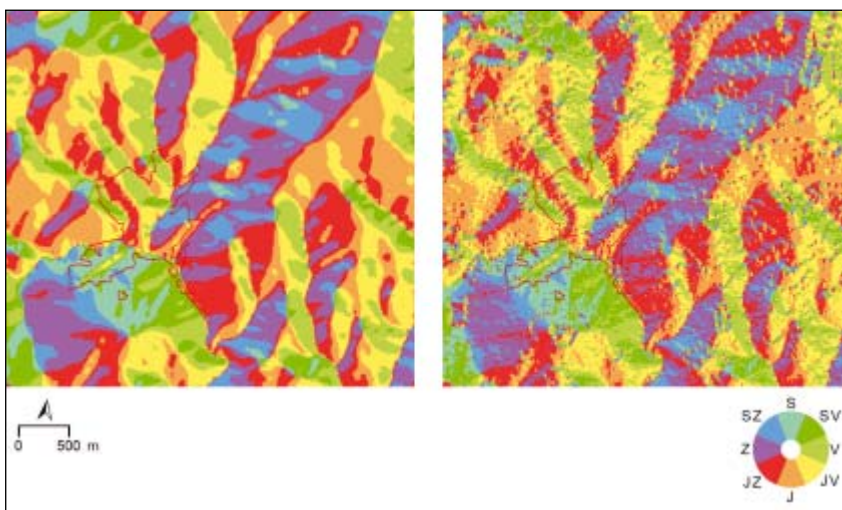
Pozn.: RMSE – root mean square error (střední kvadratická chyba), AE – absolute error (celková absolutní chyba), H – hammock index (index nadhodnocení hodnot vstupních dat)



Obr. 2: Stínovaný reliéf odvozený z kvalitního DEM vytvořeného metodou kriging (vlevo) a nekvalitního DEM vytvořeného metodou IDW (vpravo). Povrch kvalitního DEM je hladký, zatímco u nekvalitního DEM došlo na svazích ke vzniku drobných teras.



Obr. 3: Sklon svahu odvozený z kvalitního DEM (vlevo) kopíruje hladký průběh podkladového DEM a jednotlivé kategorie sklonu vytvářejí kompaktní oblasti. Průběh sklonu svahu nad nekvalitním DEM (vpravo) kopíruje vzniklé terasy. V rovinných částech teras jsou tedy hodnoty sklonu podhodnoceny, a naopak ve sklonitých částech teras nadhodnoceny.



Obr. 4: Hodnoty orientace svahu nad kvalitním DEM vytvářejí kompaktní oblasti (vlevo). Častější lokální změny orientace svahů na nekvalitním DEM (vpravo) jsou způsobeny koncentrickým uspořádáním hodnot nadmořské výšky okolo vstupních bodů při interpolaci pomocí metody IDW, které způsobuje větší planární zakřivení zemského povrchu.

vstupních bodů koncentrická uskupení, která v horizontálním směru způsobují větší zakřivení zemského povrchu, a tím pádem dochází i k častějším lokálním změnám orientace svahu.

Zpracování analýzy sklonu a oslunění svahů

Hodnoty gridů sklonu svahu odvozené z kvalitního a nekvalitního DEM byly pro potřeby zpracování analýzy konfliktu s vybranými funkčními plochami (bydlení a rekreace) reklasifikovány do tří kategorií. Mezní hodnoty sklonu vycházejí z limitních hodnot pro výstavbu, které uvádí např. Růžička [2000] či Navrátilová a kol. [2006].

Z výstupních vrstev byla následně za použití funkce zonal histogram zjištěna četnost pixelů vybrané funkční plochy spadající do jednotlivých kategorií sklonu (sklonu po reklasifikaci). Vynásobením četnosti pixelů plochou jednoho pixelu (100 m²) byla získána konkrétní rozloha. Podmínkou využití funkce zonal histogram bylo převedení vektorové vrstvy funkčních ploch na rastr. Minimální, maximální a průměrné hodnoty sklonu na území sledovaných funkčních ploch byly získány použitím funkce zonal statistic nad původními gridy sklonu svahů.

Odvození míry oslunění vycházelo z metodiky LANDEP [Ministerstvo životního prostředí SR 2004]. Podkladem pro výpočet oslunění byly hodnoty sklonu a orientace svahů reklasifikované do kategorií dle příslušné metodiky (viz tab. 2). Následnou kombinací (funkce combine) reklasifikovaných gridů vznikl grid míry oslunění svahů. Pomocí funkce zonal histogram byla poté zjištěna rozloha vybraných funkčních ploch náležejících do jednotlivých kategorií míry oslunění.

Orientace svahu	Sklon svahu [°]				
	< 3	3-7	7-12	12-17	> 17
S	3	3	3	4	5
SV	3	3	3	4	4
V	3	3	3	3	3
JV	3	2	2	2	2
J	3	2	2	1	1
JZ	3	2	2	2	2
Z	3	3	3	3	3
SZ	3	3	3	4	4

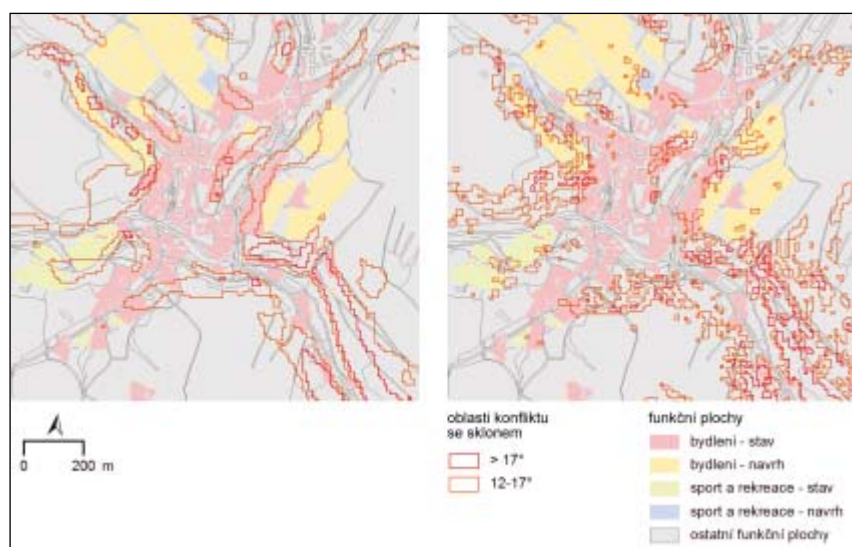
Tab. 2: Míra oslunění svahů dle hodnot sklonu a orientace svahů (upraveno dle Ministerstva životního prostředí SR 2004)

Sklon [°]	Bydlení – stav					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
0,0–12,0	14,69	79,02	16,15	86,87	1,46	7,85
12,1–17,0	3,34	17,97	1,97	10,60	1,37	7,37
> 17,0	0,56	3,01	0,47	2,53	0,09	0,48

Tab. 3: Rozloha území spadajících do jednotlivých kategorií sklonu pro stávající funkční plochy bydlení při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM

Sklon [°]	Sport a rekreace – stav					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
0,0–12,0	2,96	69,00	3,36	78,32	0,40	9,32
12,1–17,0	1,15	26,80	0,85	19,82	0,30	6,98
> 17,0	0,18	4,20	0,08	1,86	0,10	2,34

Tab. 4: Rozloha území spadajících do jednotlivých kategorií sklonu pro stávající funkční plochy sportu a rekreace při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM



Obr. 5: Konflikt vybraných funkčních ploch s hodnotami sklonu svahu odvozenými z kvalitního (vlevo) a nekvalitního DEM (vpravo) na příkladu města Potštátu

Výsledky modelování

Konflikt vybraných funkčních ploch se sklonem

Sklon svahu ovlivňuje technickou a finanční náročnost výstavby bytových i rekreačních objektů. Z hlediska územního plánování a omezování výstavby se sklon využívá např. i pro lokalizaci potenciálního ohrožení sesuvy či erozí.

Dle metodiky LANDEP uvádí Růžička [2000] limitní hodnoty sklonu pro následující lidské aktivity: komplexní bytová výstavba do 12°, individuální bytová výstavba do 17°, průmysl do 7°, zahrady do 3°, orná půda do 7°, sady do 17°, výroba krmiv od 7° do 17°, louky a pastviny od 12° do 25°. Navrátilová a kol. [2006] dále uvádí limitní sklon pro těžkou stavební montáž a převládající řádkovou zástavbu 5°. Bodovou formu zástavby lze dle výzkumu Navrátilové a kol. [2006] realizovat až do sklonu 12°, avšak již s předpokládanými potížemi při vedení obslužných komunikací a inženýrských sítí. Do 15° sklonu osluněné strany je pak terén možné využít pro určité druhy individuální zástavby.

V rámci analýzy je sledován konflikt hodnot sklonu (odvozených z kvalitního a nekvalitního DEM) s funkčními plochami bydlení a rekreace na území souvislé zástavby města Potštátu (obr. 5). Jako zkoumaná limitní hodnota byla zvolena hodnota 12° pro řádkovou a bodovou výstavbu a hodnota 17° pro individuální bytovou výstavbu.

Pro běžnou řádkovou či bodovou bytovou výstavbu je možné využít terén se sklonem do 12° [Navrátilová a kol. 2006]. Při použití kvalitního DEM byl tento limit sklonu svahu u stávajících funkčních ploch pro bydlení překročen z 21 % a u stávajících funkčních ploch určených pro sport a rekreaci z více než 30 % (tab. 3 a 4). Rozsah konfliktů se sklonem je však při použití nekvalitního DEM řádově o 8–9 % menší. Limit sklonu svahu 12° byl v tomto případě překročen pouze u cca 13 % stávajících ploch pro bydlení (tab. 3) a cca 22 % stávajících funkčních ploch pro sport a rekreaci (tab. 4). Důvodem nižších hodnot sklonu svahu při použití nekvalitního DEM je přítomnost drobných umělých teras, jejichž horní části jsou téměř rovinné (obr. 2 a 3).

Sklon [°]	Bydlení – návrh					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
0,0–12,0	13,58	92,06	13,66	92,61	0,08	0,55
12,1–17,0	1,15	7,80	1,08	7,32	0,07	0,48
> 17,0	0,02	0,14	0,01	0,07	0,01	0,07

Tab. 5: Rozloha území spadajících do jednotlivých kategorií sklonu pro navrhované funkční plochy bydlení při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM

Sklon [°]	Sport a rekreace – návrh					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
0,0–12,0	0,52	81,25	0,55	85,94	0,03	4,69
12,1–17,0	0,11	17,19	0,09	14,06	0,02	3,13
> 17,0	0,01	1,56	0,00	0,00	0,01	1,56

Tab. 6: Rozloha území spadajících do jednotlivých kategorií sklonu pro navrhované funkční plochy sportu a rekreace při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM

Typ funkční plochy	Rozloha [ha]	Min. sklon [°]		Max. sklon [°]		Prům. sklon [°]	
		K	N	K	N	K	N
bydlení – stav	18,59	0,02	0,09	26,30	25,36	8,25	7,51
bydlení – návrh	14,75	0,30	0,10	17,77	19,41	7,56	7,44
sport a rekreace – stav	4,29	0,88	0,84	27,79	21,62	9,98	9,13
sport a rekreace – návrh	0,64	3,85	0,79	17,38	14,84	9,94	8,05

Tab. 7: Základní charakteristiky sklonu svahu pro území sledovaných funkčních ploch odvozené nad kvalitním (K) a nekvalitním DEM (N) v rámci zastavěného území města Potštátu

Individuální bytovou výstavbu lze dle metodiky LANDEP [Růžička 2000] realizovat až do sklonu 17°. Zde je však třeba počítat s již zvýšenými technickými i finančními náklady. Podíl stávajících funkčních ploch bydlení a rekreace, které překračují limitní hodnotu 17°, je při použití kvalitního DEM opět vyšší než při použití nekvalitního DEM, v případě funkčních ploch bydlení pouze o 0,5 %, avšak v případě funkčních ploch pro sport a rekreaci až o 2,3 % (tab. 3 a 4). Zde je tedy nutné ověřit typ rekreačního využití a rozhodnout, zda se v praxi jedná o konflikt, či záměr.

V tabulkách 5 a 6 si lze všimnout, že ani navrhované funkční plochy pro bydlení, sport a rekreaci nejsou bez konfliktu se sklonem. Limitní hodnotu 12° překračuje cca 8 % z navrhovaných funkčních ploch pro bydlení a cca 19 % funkčních ploch pro sport a rekreaci při použití kvalitního DEM (tab. 5). Podíl ploch překračujících tuto limitní hodnotu při použití nekvalitního DEM je opět nižší (7,4 % pro bydlení a 14 % pro rekreaci), což je způsobeno výskytem četných umělých teras podél vrstevnic. Podíl analyzovaných navrhovaných funkčních ploch, které by překračovaly limitní hodnotu 17°, je zcela zanedbatelný.

Při celkovém srovnání hodnot sklonu svahu odvozeného z kvalitního a nekvalitního DEM si lze v tabulce 7 všimnout, že hodnoty minimálního, maximálního či průměrného sklonu (v rámci jednotlivých typů funkčních ploch) jsou při použití kvalitního DEM v drtivé většině případů vyšší než při použití nekvalitního DEM. Tento stav je způsoben tím, že nekvalitní DEM (vytvořený metodou IDW) obsahuje množství drobných teras, které povrch vyrovnávají. Díky tomuto zkruslení pak v procesu územního plánování nemusejí být správně vyhledána všechna místa s konfliktními hodnotami sklonu svahu.

Konflikt vybraných funkčních ploch s mírou oslunění

Dostatečná míra oslunění je jedním ze zdravotních požadavků na obytnou zónu, které jsou nutné k vytvoření podmínek zdravého prostředí pro bydlení [viz např. ČSN 730580-2 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov či zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů]. Česká státní norma 730580-2 se zaměřuje především na stanovení úrovně denního osvětlení vnitřních prostor. Mimo to však definuje také maximální povolený úhel zastínění překážkou či terénem (viz tab. 8) různých typů zástavby. V modelovém území lze posuzovat charakter zástavby (na základě typologie v tabulce 8) převážně jako „běžné prostory s trvalým pobytem lidí“ či „prostory s trvalým pobytem lidí v souvislé řadové zástavbě v centrech měst“, u nichž je maximální povolený úhel stínění stanoven na hodnotu 30°, resp. 36°. Z tohoto hlediska je vhodné, aby stávající a zejména navrhované funkční plochy pro bydlení či sport a rekreaci byly lokalizovány v místech s vyšší hodnotou úhlu dopadu slunečních paprsků, tedy minimálně v kategorii míry oslunění – slabé oslunění (tab. 9), lépe pak v kategorii střední oslunění, aby i při zastínění novou překážkou (či terénní úpravou) stále docházelo k dopadu přímých slunečních paprsků v daném místě. Malé tepelné zisky z oslunění lze však v současné době kompenzovat tepelně technickým řešením.

Typ posuzovaného prostoru, charakter lokality	Max. povolený úhel stínění překážkami či terénem [°]
Prostory s vysokými nároky na denní osvětlení (denní místnosti zařízení pro předškolní výchovu, učebny škol aj.)	24
Běžné prostory s trvalým pobytem lidí	30
Prostory s trvalým pobytem lidí v souvislé řadové zástavbě v centrech měst	36
Prostory s trvalým pobytem lidí v mimořádně stísněných podmínkách historických center měst	45

Tab. 8: Maximální povolené úhly stínění překážkami či terénem pro různé typy zástavby (upraveno dle ČSN 730580-2 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov)

Kategorie míry oslunění	Úhel dopadu slunečních paprsků [°]
nejlepší oslunění	> 60
dobré oslunění	50–60
střední oslunění	40–50
slabé oslunění	30–40
nejslabší oslunění	< 30

Tab. 9: Úhel dopadu slunečních paprsků dle kategorií míry oslunění [Růžička 2000]

Míra oslunění	Bydlení – stav					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
1 – nejlepší	0,09	0,48	0,09	0,48	0,00	0,00
2 – dobré	7,60	40,88	6,29	33,84	1,31	7,05
3 – střední	9,55	51,37	11,43	61,48	1,88	10,11
4 – slabé	1,35	7,26	0,75	4,03	0,60	3,23
5 – nejslabší	0,00	0,00	0,03	0,16	0,03	0,16

Tab. 10: Rozloha území spadající do jednotlivých kategorií míry oslunění pro stávající funkční plochy bydlení při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM

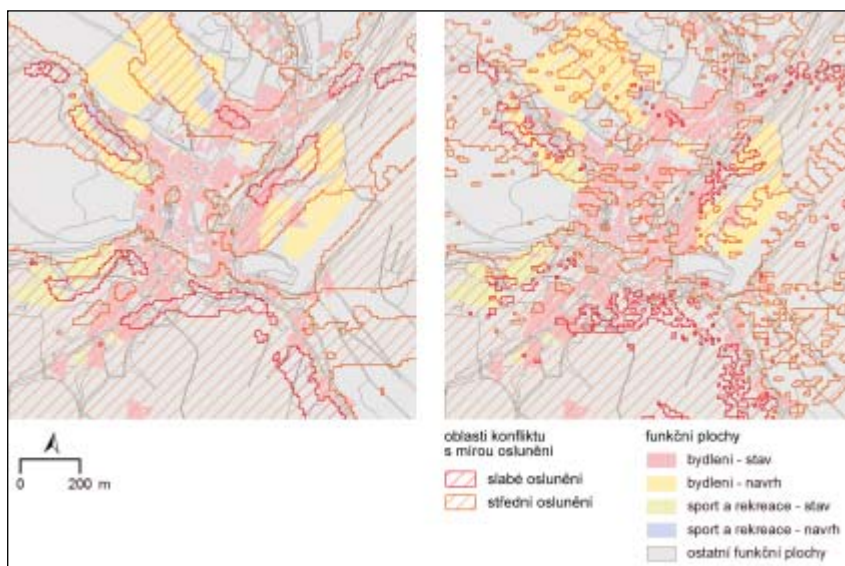
Míra oslunění	Sport a rekreace – stav					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
1 – nejlepší	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 – dobré	0,44	10,26	0,34	7,93	0,10	2,33
3 – střední	3,10	72,26	3,57	83,22	0,47	10,96
4 – slabé	0,75	17,48	0,38	8,86	0,37	8,62
5 – nejslabší	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 11: Rozloha území spadající do jednotlivých kategorií míry oslunění pro stávající funkční plochy sportu a rekreace při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM

V rámci souvislé zástavby města Potštátu nedošlo při použití kvalitního ani při použití nekvalitního podkladového DEM ke konfliktu mezi nejslabší mírou oslunění a stávajícími či navrhovanými funkčními plochami určenými pro bydlení či sport a rekreaci. Podíl sledovaných funkčních ploch v rámci této kategorie oslunění je nulový nebo zcela zanedbatelný (tab. 10 až 11).

Jak již bylo zmíněno výše, bytová výstavba by měla být lokalizována minimálně v kategorii slabého oslunění, lépe však v kategorii středního oslunění. Dodržování pouze minimálních zdravotních požadavků na obytnou zónu není nejvhodnější, a proto by v rámci procesu územního plánování měla být i lokalizace bytové a rekreační výstavby ve slabě osluněných oblastech považována za konfliktní. Vliv použití kvalitního či nekvalitního podkladového DEM na výsledné hodnoty – rozlohu konfliktních ploch – je v rámci této kategorie již mnohem výraznější. Při použití kvalitního DEM pro odvození míry oslunění reliéfu bylo v rámci slabě osluněných oblastí detekováno 7,3 % ploch stávajícího bydlení (tab. 10) a dokonce až 17,5 % ploch určených v současnosti pro sport a rekreaci (tab. 11). Podíl stávajících ploch pro bydlení či sport a rekreaci, které se nacházejí v konfliktu se slabým osluněním reliéfu, je však při použití nekvalitního DEM v obou případech poloviční (tj. 4 % a 8,9 % – viz tabulka 10 a 11). Důvodem je zřejmě terasovitá struktura nekvalitního DEM vytvořené metodou IDW, která umožňuje dopad slunečních paprsků i na severozápadních, severních či severovýchodních svazích pod větším úhlem (obr. 6).

V rámci navrhovaných funkčních ploch pro bydlení, sport a rekreaci také dochází ke konfliktu s oblastmi slabého oslunění. I zde je podíl konfliktních funkčních ploch při použití kvalitního DEM vyšší než při použití nekvalitního DEM (tab. 12 a 13). Rozloha navrhovaných funkčních ploch je však velmi malá, takže hodnocení rozdílů při použití kvalitního a nekvalitního DEM zde téměř ztrácí na významu.



Obr. 6: Konflikt vybraných funkčních ploch s hodnotami míry oslunění svahů odvozenými z kvalitního (vlevo) a nekvalitního DEM (vpravo) na příkladu města Poštátu

Míra oslunění	Bydlení – návrh					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
1 – nejlepší	0,02	0,14	0,14	0,95	0,12	0,81
2 – dobré	5,94	40,27	5,86	39,73	0,08	0,54
3 – střední	7,82	53,02	8,22	55,73	0,40	2,71
4 – slabé	0,97	6,58	0,53	3,59	0,44	2,98
5 – nejslabší	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 12: Rozloha území spadající do jednotlivých kategorií míry oslunění pro navrhované funkční plochy bydlení při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM

Míra oslunění	Sport a rekreace – návrh					
	K		N		rozdíl	
	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%
1 – nejlepší	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 – dobré	0,01	1,56	0,09	14,06	0,08	12,50
3 – střední	0,58	90,63	0,54	84,38	0,04	6,25
4 – slabé	0,05	7,81	0,01	1,56	0,04	6,25
5 – nejslabší	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 13: Rozloha území spadající do jednotlivých kategorií míry oslunění pro navrhované funkční plochy sportu a rekreace při použití kvalitního (K) a nekvalitního (N) podkladového DEM

Závěr

Z výsledků zpracovaných analýz je patrné, že v případě použití kvalitního DEM lze vždy jednoznačně identifikovat místa s kritickou hodnotou sledovaných jevů (konflikty funkčních ploch

bydlení či rekreace s hodnotami sklonu nad 17°, konflikty se slabou mírou oslunění), neboť vytvářejí kompaktní oblasti. Při použití nekvalitního DEM však dochází k „roztržičení“ a tyto kritické (sledované) hodnoty vytvářejí sice menší oblasti (řádově v rozsahu pouze

několika pixlů), avšak častěji se vyskytující a také nalézající se ve větším prostorovém rozsahu (rozptýlu). Při použití nekvalitního podkladového DEM pak může dojít k problematickému vymezení potřebných opatření či plánování dalšího rozvoje obcí, neboť nelze jednoznačně určit „konfliktní“ část území obce a díky rozptýlenosti konfliktních míst se může stát konfliktní celé území obce, což stěžuje další plánování.

Poděkování

Článek byl podpořen projektem CZ.1.07/2.3.00/20.0170 a projektem CZ.1.07/2.2.00/15.0276, které jsou spolufinancovány Evropským sociálním fondem (Operační program vzdělávání pro konkurenceschopnost) a státním rozpočtem České republiky.

Použité zdroje:

ČSN 73 0580-2 (730580). *Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov*. Český normalizační institut, 2007, 4 s.

DAI, F. C. – LEE, C. F. – ZHANG, X. H. GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering geology*, 2001, 61, 257–271.

DESMET, P. J. J. Effects of interpolation errors on the analysis of DEMs. *Earth surface processes and landforms*, vol. 22, John Wiley & Sons Ltd., 1997, pp. 569–580.

ERDOGAN, S. A comparison of interpolation methods for producing digital elevation models at the field scale. *Earth surface processes and landforms*, 34, John Wiley & Sons Ltd., 2009, pp. 366–376.

FENCÍK, R. – VAJSÁBLOVÁ, M. Parameters of interpolation methods of creation of digital model of landscape. *Proceeding of the 9th AGILE Conference on Geographic Information Science*. Visegrád, Hungary, 2006, s. 374–381.

GALLAY, I. Využitie modelovania povrchového odtoku pri hodnotení zraniteľnosti krajiny vo vzťahu k vybraným prírodným hrozbám. *Geografický časopis*. Vol. 62, no. 2, 2010, p. 109–125.

H. L. C. *Zásady návrhu a umisťování pasivních domů*. [online]. 2011. poslední revize 2010 [cit. 2011-4-23]. Dostupné z: <<http://www.hlc.cz/drevostavby-info/zasady-navrhu-a-umistovani-pasivnich-domu.html>>.

HOFIERKA, J. – CEBECAUER, T. – ŠÚRI, M. Optimisation of Interpolation Parameters Using a Cross-validation. *Digital Terrain Modelling, Development and Applications in a Policy Support Environment*, Series: Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Springer, 2007, pp. 67–82. ISBN: 978-3-540-36730-7.

HYVNAR, V. a kol. *Limity využití území* [online]. 2007, poslední revize 31.12.2010 [cit. 2011-06-13]. Dostupné z: <<http://www.uur.cz/default.asp?ID=2591>>.

- JABLONSKÁ, L. a kol. *Urbanistická rukověť*. Praha, 2010.
- JEDLIČKA, K. Accuracy of surface models acquired from different sources – important information for geomorphological research. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2009, 9, 1, 17–28.
- KRCHO, J. *Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu*. Bratislava: Slovenská akadémia vied, 1990, 427 s.
- KRCHO, J. *Modelling of Georelief and its Geometrical Structure Using DTM – Positional and Numerical Accuracy*. Bratislava: Vydavateľstvo Q111, 2001, 336 s. ISBN 80-85401-92-4.
- LI, Z. – ZHU, Q. – GOLD, Ch. *Digital terrain modeling: principles and methodology*. CRC Press, 2005, 318 s. ISBN 0-415-32462-9.
- LI, J. – HEAP, A. D. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. *Geoscience Australia*, 23, Canberra, 2008, 137 pp. ISBN 978-1-921498-28-2.
- LONGLEY, P. A. – GOODCHILD, M. F. – MAGUIRE, D. J. – RHIND, D. W. *Geographic information systems and science*. Chichester: John Wiley & Sons, 2001. 0-471-89275-0.
- LÓPEZ, C. Improving the Elevation Accuracy of Digital Elevation Models: A Comparison of Some Error Detection Procedures. *Transactions in GIS*, 2000, 4, 1, pp. 43–64.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SR. *Metodický postup spracovania krajinnoekologického plánu v rámci prieskumov a rozborov územného plánu obce* [on-line]. 2004. [cit. 2006-02-26].
- MITÁŠOVÁ, H. – MITÁŠ, L. Interpolation by regularized spline with tension – I. Theory and implementation. *Mathematical geology*, 1993, roč. 25, s. 641–655.
- MONTZ, B. E. – TOBIN, G. From false sense of security to residual risk: communicating the need for new floodplain development models. *Geografický časopis*, 2008, vol. 60, no. 1, p. 3–14.
- NAVRÁTILOVÁ, A. a kol. *Principy a pravidla územního plánování. Závěrečná zpráva projektu WA-031-05-Z04* [online]. 2006. Poslední revize 9. 6. 2008 [cit. 2010-10-23]. Dostupné z: <<http://www.mmr-vyzkum.cz/INFOBANKA/zaverecna-zprava-projektu-60501.aspx>>.
- PECHANEC, V. – BURIAN, J. – KILIANOVÁ, H. – NĚMCOVÁ, Z. Geospatial analysis of the spatial conflicts of flood hazard. *Moravian Geographical Reports*, INSTITUTE OF GEONICS ASCR, 2011, s. 11–19. ISSN 1210-8812.
- RŮŽIČKA, M. *Krajinnoekologické plánovanie – LANDEP I. Systémový prístup v krajinnej ekológii*. Bratislava, 2000.
- SVOBODOVÁ, J. Hodnocení přesnosti digitálních modelů reliéfu. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2008, roč. 8, č. 1, s. 76–81. ISSN 1337-6799.
- SVOBODOVÁ, J. – TUČEK, P. Creation of DEM by kriging method and evaluation of the results. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 2009, roč. 9, č. 1, s. 53-60. ISSN 1337-6799.
- SVOBODOVÁ, J. – TUČEK, P. – ONDRÁČKOVÁ, J. Evaluace digitálních modelů reliéfu metodami statistické analýzy. *Geodetický a kartografický obzor*, 2009, roč. 55/97, č. 9, s. 227–231. ISSN 0016-7096.
- TUČEK, J. *Geografické informační systémy, principy a praxe*. Computer Press, Praha, 1998.
- VOŽENÍLEK, V. Radon risk assessment in GIS. NATO Science series IV: *Earth and environmental science*, 2002, vol. 10, pp. 97–107.
- WILSON, J. P. – GALLANT, J. C., eds. *Terrain Analysis: Principles and Applications*. John Wiley & Sons, 2000. ISBN 0-471-32188-5.
- Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu.
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

RNDr. Jana Svobodová, Ph.D.

RNDr. Jaroslav Burian, Ph.D.

Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta
Univerzita Palackého v Olomouci

ENGLISH ABSTRACT

The influence of the quality of the base digital elevation model on the results of spatial conflict modelling, by Jana Svobodová & Jaroslav Burian

This article deals with the problems of modelling spatial conflicts in the functional use of territory as part of physical planning, using characteristics derived from the Earth's surface. Specifically, the topic is conflict modelling of functional areas for housing, sports and recreation with the inclination of slopes and the degree of sunshine on slopes, which can be considered very important from the viewpoint of comfort and the quality of life of inhabitants. The main objective of this article is to assess the impact of the quality of the base digital elevation model (DEM) on the results of modelling. It is probable that poor DEM will result in poor outcome of the analyses. As input data for the creation of DEM, in particular the contour lines from the DMÚ 25 data model were used. The results of the analyses show that if excellent DEM is used, locations with critical values under observation can be identified unambiguously. In the case of low quality base DEM, the delimitation of the necessary measures and the planning of prospective development of settlements can become problematic.