

**Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Ústav systémového inženýrství a informatiky**

**Úlohy nad digitálním modelem reliéfu  
v prostředí IDRISI Andes**

**Jan Valenta**

**Bakalářská práce  
2012**

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Valenta**  
Osobní číslo: **E09858**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Informační a bezpečnostní systémy**  
Název tématu: **Úlohy nad digitálním modelem reliéfu v prostředí IDRISI Andes**  
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Geografické informační systémy.  
Software IDRISI.  
Digitální model reliéfu.  
Obsah souboru příkladů.  
Struktura souboru příkladů.  
Výsledná grafická úprava.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

ČAPEK, R. a kol. Geografická kartografie. Praha, 1992.

EASTMAN, J., R. IDRISI Andes: Tutorial [online]. Worcester, MA: IDRISI Production, 2006 [cit. 2011-06-24]. Dostupné z WWW: <http://www.sorocaba.unesp.br/professor/robertow/arquivos/Andes>.

KOMÁRKOVÁ, J., KOPÁČKOVÁ, H. Geografické informační systémy (pro kombinovanou formu studia). Pardubice, 2005. ISBN 80-7194-819-5.

PERKINS, P. Idrisi - A Geographic Information System. Craft: The Newsletter of the CTI Centre for History with Archaeology and Art History, no. 4 (1991): 20-22, 26-28.

PERKINS, P. Software Review: Idrisi (part 2). Craft: The Newsletter of the CTI Centre for History with Archaeology and Art History, no. 5 (1992): 26-28.

ROBINSON, A. H. Elements of Cartography. New York, 1995.

TUČEK, J. Geografické informační systémy. Teorie a praxe. Praha, 1998. ISBN 80-7226-091-X.

VOŽENÍLEK, V. Aplikovaná kartografie I - tematické mapy. Olomouc, 1999.

WISE, S. GIS basics. London, 2002. ISBN 0-415-24651-2.


Vedoucí bakalářské práce:

  
**Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D.**

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **3. října 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2012**

  
doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.

  
doc. Ing. Jiří Krupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 3. října 2011

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako Školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13. 8. 2012

Jan Valenta

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Mgr. Pavlu Sedlákov, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, cenné rady, poskytnuté materiály a hlavně obrovskou trpělivost, kterou mi poskytl při zpracování diplomové práce.

## **ANOTACE**

*Tato práce bude sloužit studentům jako cvičení pro pochopení problematiky využití digitálního modelu reliéfu v úlohách řešených v prostředí IDRISI Andes. Tištěná verze je doplněna o CD s jednotlivými cvičeními ve formátu pdf.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*Digitální model reliéfu, IDRISI Andes*

## **TITLE**

Tasks of the digital model of relief in the IDRISI Andes

## **ANNOTATION**

*This work will serve students as exercises for understanding of matters usage of digital relief model in exercises solved in IDRISI Andes software. Printed version is completed with CD with all of exercises in pdf format.*

## **KEYWORDS**

*Digitální model reliéfu, IDRISI Andes*

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>1 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY.....</b>	<b>12</b>
1.1 DEFINICE GIS .....	12
1.2 VYUŽITÍ GIS .....	12
1.2.1 Příklady využití GIS.....	12
1.3 STRUKTURÁLNÍ A FUNKČNÍ ČLENĚNÍ GIS .....	13
<b>2 SOFTWARE IDRISI.....</b>	<b>14</b>
2.1 TVŮRCI IDRISI.....	14
2.2 VZNIK NÁZVU IDRISI.....	14
2.3 VÝVOJ PROGRAMU.....	14
<b>3 DIGITÁLNÍ MODEL RELIÉFU .....</b>	<b>16</b>
3.1 DEFINICE .....	16
3.2 ČLENĚNÍ DIGITÁLNÍCH MODELŮ.....	16
3.3 ZÍSKÁVÁNÍ DAT .....	16
3.3.1 Zdroje získávání dat.....	17
3.4 DATOVÉ REPREZENTACE DMR.....	17
3.4.1 Vrstevnice .....	17
3.4.2 GRID .....	18
3.4.3 TIN.....	19
3.5 PROSTOROVÁ INTERPOLACE .....	20
3.5.1 Klasifikace interpolačních metod .....	20
3.6 VYUŽITÍ DMR .....	21
3.6.1 Hlavní oblasti aplikace DMR .....	21
3.7 ANALÝZY DMR.....	22
3.7.1 Objemové výpočty.....	22
3.7.2 Analýza viditelnosti.....	22
3.7.3 Sklon a orientace svahů.....	23
3.7.4 Analýzy drenážních sítí a povodí.....	23
3.7.5 Morfometrické analýzy .....	24
<b>4 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....</b>	<b>25</b>
4.1 SOUBORY CVIČENÍ PRO IDRISI.....	25
4.2 SOUBORY ÚLOH NAD DMR.....	25
<b>5 NÁVRH OBSAHU ŘEŠENÍ.....</b>	<b>27</b>
5.1 FORMA PSANÍ JEDNOTLIVÝCH CVIČENÍ .....	27
5.2 STRUKTURA JEDNOTLIVÝCH CVIČENÍ.....	27
<b>6 REALIZACE ÚLOH.....</b>	<b>29</b>
6.1 POUŽITÝ SOFTWARE.....	29
6.2 POUŽITÁ DATA.....	29
6.2.1 IDRISI Tutorial Data.....	29
6.2.2 Digitální model reliéfu ČR.....	29
6.3 OBSAH JEDNOTLIVÝCH CVIČENÍ.....	29
6.3.1 První cvičení - Analýza hledání nejlepší cesty.....	29
6.3.2 Druhé cvičení - Analýza viditelnosti - Umístění rozhledny.....	31
6.3.3 Třetí cvičení - Hydrologické modelování.....	32
6.3.4 Čtvrté cvičení - Výpočet objemu zadržované vody.....	33
6.3.5 Páté cvičení - Stanovení rizika záplav .....	34

<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>ZDROJE:</b> .....	<b>37</b>
	<b>PŘÍLOHA</b> .....	<b>39</b>
	PRVNÍ CVIČENÍ – ANALÝZA HLEDÁNÍ NEJLEVNĚJŠÍ CESTY .....	39
	<i>Úvod:</i> .....	39
	<i>Potřebný čas:</i> .....	39
	<i>Cíle cvičení:</i> .....	39
	<i>Data:</i> .....	40
	<i>Samotné cvičení:</i> .....	40
	<i>Kontrolní otázky:</i> .....	49
	<i>Závěr:</i> .....	49



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Základní složky výuky (zdroj: [18]).....	27
Tabulka 2 Využití modulu v prvním cvičení .....	30
Tabulka 3 Využití moduly v druhém cvičení .....	31
Tabulka 4 Využití moduly v třetím cvičení .....	32
Tabulka 5 Využití moduly ve čtvrtém cvičení.....	33
Tabulka 6 Využití moduly v pátém cvičení.....	35

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Analýza viditelnosti (zdroj: [19]).....	23
Obrázek 2 Zobrazení nejlevnější cesty .....	30
Obrázek 3 Zobrazení analýzy viditelnosti pomocí modulu Viewshed .....	31
Obrázek 4 Mapa povodí větších než zadaná velikost.....	33
Obrázek 5 Zobrazení výsledného objemu .....	34
Obrázek 6 Výsledná záplavová oblast.....	35
Obrázek 1 - Nastavení Overlay .....	41
Obrázek 2 - Zobrazení obou míst .....	41
Obrázek 3 - Nastavení SURFACE .....	42
Obrázek 4 - Zobrazení orientace svahů .....	42
Obrázek 5 - Nastavení Reclass .....	43
Obrázek 6 - Zobrazení Reclass .....	43
Obrázek 7 - Hodnoty nákladů Reclass .....	44
Obrázek 8 - Reclass náklady .....	44
Obrázek 9 - Náklady dle využití půdy .....	45
Obrázek 10 - Reclass celkové náklady .....	45
Obrázek 11 - Vrstva celkových nákladů.....	46
Obrázek 12 - Nastavení Cost .....	46
Obrázek 13 - Zobrazení kumulovaných nákladů.....	47
Obrázek 14 - Nastavení Pathway.....	47
Obrázek 15 - Zobrazení nejlepší cesty .....	48
Obrázek 16 - Nastavení Overlay cesty na DMR .....	48
Obrázek 17 - Zobrazení cesty na DMR .....	49

## **SEZNAM ZKRATEK**

GIS	Geografické informační systémy
DMR	Digitální model reliéfu
GRID	Rastrový model reprezentace
TIN	Nepřavidelná trojúhelníková síť

# ÚVOD

V současné době neustále vzrůstá využití geografických informačních systémů. Toto využití zasahuje do mnoha nejrůznějších oborů lidské činnosti. Tato práce se zaměřuje na využití digitálního modelu reliéfu. Jeho mnohostranné využití sáhá například od predikce optimálních tras přes výpočty vytěžené zeminy po stanovení záplavových území. Dnes již existuje mnoho nejrůznějších softwarů na zpracování geografických úloh. Všechny tyto softwary mohou také běžně operovat s digitálním modelem reliéfu, avšak tato práce bude zaměřena na využití digitálního modelu reliéfu v příkladech zpracovaných v programu IDRISI Andes.

Cílem této práce je vytvoření souboru úloh, jež obsahuje několik vypracovaných cvičení. Tato jednotlivá cvičení, která mají všechna mít pevně danou strukturu, budou s využitím digitálního modelu reliéfu následně zpracována v prostředí IDRISI Andes. Celý soubor cvičení je na závěr převeden do formátu pdf.

# 1 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY

## 1.1 Definice GIS

Označení geografický informační systém (dále jen GIS) se nejčastěji využívá pro označení geograficky, resp. prostorově orientovaných počítačových technologií a také pro integrované systémy podporující nejrůznější aplikace. Dále tento pojem označuje nové vědní disciplíny, které se v dnešní době velmi rychle rozvíjejí a rozšiřují. [13]

Určit přesnou definici GIS je velmi obtížné. Existuje několik různých definicí a přístupů k této problematice. Pro příklad definice podle Neumanna: „*GIS organizovaná kolekce počítačového technického vybavení, programového vybavení, geografických dat a personálu určená k účinnému sběru, pamatování, údržbě, manipulaci, analýze a zobrazování všech forem geograficky vztažené informace*“ [16] a také definici podle ESRI: „*GIS je organizovaný soubor počítačového hardware, software a geografických údajů (naplněné báze dat) navržený pro efektivní získávání, ukládání, upravování, obhodpodařování, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací.*“ [1] Obě definice lze shrnout v to, že GIS není pouze software, ale i ostatní složky jako hardware, data, uživatel a způsob využití.

## 1.2 Využití GIS

Možnost provést pravé geografické analýzy vylučuje GIS od jiných počítačových systému. Právě tato schopnost je srdcem každého GIS systému a dělá ho jedinečným. Zvolení konkrétních analytických metod závisí na konkrétní povaze a cílech daného projektu. Je samozřejmostí, že je ovlivněno i zaměřením dané GIS aplikace. [13]

### 1.2.1 Příklady využití GIS

V dnešní době existuje mnoho oborů, jež využívají GIS. Podle [1] patří následující obory k nejdůležitějším.

- Obchod – Možnost nalezení nejvhodnější lokality pro nový obchod, restauraci (pomocí demografických dat jako jsou počet obyvatel, jejich věk, příjem, dosažené vzdělání), dále možnost síťové analýzy rozvozu zboží.
- Ochrana proti pohromám – zobrazení aktuální situace během pohromy, modely vývoje povodní, situování záchranných prostředků atd.

- Distribuční společnosti – databáze kabelů, plynovodů, optických kabelů také třeba analýzy inženýrských sítí, směrování sítí.
- Životní prostředí – analýza chování ekosystémů, různých živočišných druhů, modely znečištění ovzduší a jejich vlivu na životní prostředí.
- Státní správa, městské úřady – nejen evidence, ale také dopravní analýzy, volby, sčítání lidu, informační systémy
- Školy – efektivnější pomůcka při výuce geografie, morfologie a také zeměpisu.

### 1.3 Strukturální a funkční členění GIS

Geografické informační systémy lze dělit podle nejrůznějších kritérií. Podle Klimánka [1] se GIS skládá z následujících částí.

- Hardware – počítače, počítačové sítě, input a output zařízení (geodetické přístroje, GPS, digitizéry, plottery a scannery, atd.).
- Software – *„vlastní SW pro práci s geografickými daty (geodaty) je často postaven modulárně. Základem systému je jádro, které obsahuje standardní funkce pro práci s geodaty, a programové nadstavby (moduly) pro specializované práce (zpracování) fotogrammetrických snímků a snímků dálkového průzkumu Země, síťové, prostorové a statistické analýzy, 3D zobrazování, tvorba kartografických výstupů).“*
- Data – nejdůležitější součást GIS (někdy až 90% nákladů na provozování GIS tvoří právě prostředky na získávání a obnovu dat).
- Lidé – uživající daný GIS, lidé jako jsou programátoři, experti GIS (analytici), koncový uživatelé.
- Metody – využívání daného GIS, jeho připojení ke stávajícímu systému podniku (prakticky velmi obtížná část).

## **2 SOFTWARE IDRISI**

### **2.1 Tvůrci IDRISI**

Software IDRISI je asi nejznámější výtvar z dílen Clark Labs. Od roku 1987 je IDRISI používán profesionály v celé řadě průmyslových odvětví a to ve více než 180 zemích po celém světě. Environmentální manažeři stejně tak jako výzkumníci mohou vybírat z rozsáhlé škály geoprostorových nástrojů – téměř tři stovky modulů pro analýzu a zobrazení digitálních prostorových informací.

Se sídlem ve světoznámé Graduate School Of Geography při Clark University, je Clark Labs znám pro svůj průkopnický pokrok v oblastech jako je podpora rozhodování, rizikový management, změny a analýzy časových řad, dynamické modelování. Díky partnerství se společnostmi jako jsou Google.org, USDA, the United Nations a Conservation International, se Clark Labs mohou poskytovat softwarové řešení pro organizace, které to potřebují. [3]

### **2.2 Vznik názvu IDRISI**

Muslimský učenec Abu Abd Allah Muhammed al-Idrisi (1100-1116) se narodil ve městě na severoafrickém pobřeží, pravděpodobně v dnešním Maroku. Vystudoval v Córdobě a poté hojně cestoval po Evropě, severní Africe, středním východě, atd. Al-Idrisi byl během středověku kartografem a zeměpiscem velkého významu.

Z pověření normanského krále Sicílie měl Al-Idrisi vést přípravy na geografický průzkum světa. Al-Idrisi vedl po patnáct let společné snažení učenců a techniků v Palermu. Na základě přímých studií terénu, archivních záznamů vznikl soubor map a textů, které sloužily ještě po dalších 500 let.

Právě tomuto duchu spolupráce v geografii byl IDRISI software věnován. [3]

### **2.3 Vývoj programu**

Prvotní verze programu fungovaly na operačním systému DOS. S příchodem operačního systému Windows vznikla první 32-bitová verze nesla jednoduché označení IDRISI 32. V roce 2003 byla vydána 14 verze tohoto systému, jež nabídla vylepšené uživatelské prostředí a byla pojmenována IDRISI Kilimanjaro. V roce 2006 následovala 15 verze programu s názvem IDRISI Andes 15, obsahující nově také rozsáhlý nástroj pro časové a ekologické analýzy Land Change Modeler. Tato verze také obsahovala nové nástroje pro klasifikaci obrazu, mezi nimi také umělé neuronové sítě. V roce 2009 byla vydána IDRISI 16 Taiga,

novinka přinášející především Earth Trends Modeler a klasifikaci založenou na segmentovaném obraze (tzv. objektový přístup). V letošním roce byla vydána nejnovější verze programu IDRISI 17 Selva. [10]

## 3 DIGITÁLNÍ MODEL RELIÉFU

### 3.1 Definice

Digitální model reliéfu lze definovat několika způsoby, podle Leberla je definice DMR následující.

*„Digitální model reliéfu (DMR) Leberl (1973) definoval jako množinu reprezentativních bodů, linií a ploch reliéfu, uloženou v paměti počítače. Současně uvádí, že jde o algoritmus nutný pro interpolaci nových bodů dané planimetrické polohy nebo pro odvození jiných informací (např. sklonu svahů, expozice svahů, aspektu viditelnosti, erozního potenciálu, atd.).“* Obecněji lze DMR chápat jako různé digitální reprezentace části zemského povrchu. DMR může reprezentovat nejenom reliéf (terén), ale i jiné povrchy, pro příklad nejružnější geologická rozhraní. *„Funkční význam DMR Arnoff (1989) spatřuje v digitálním vizuálním znázornění určitých hodnot v modelu a to jak výškových, tak i kvalitativních či kvantitativních.“* [7]

### 3.2 Členění digitálních modelů

Digitální modely lze rozdělit na jednotlivé modely dle množiny použitých prvků charakterizující reliéf během výpočtu modelu algoritmem. [7]

- Digitální výškový model (Digital Elevation Model – DEM) – Využívá pro modelování průběhu povrchu reliéfu výhradně nadmořské výšky bodů.
- Digitální model terénu (Digital Terrain Model – DTM) – Pro modelování průběhu povrchu reliéfu využívá body, jež nesou nejenom informace o nadmořské výšce, ale i další informace o průběhu reliéfu v daném bodě, linie popisující průběh reliéfu, linie popisující náhle změny průběhu reliéfu, linie popisující speciální liniové prvky povrchu reliéfu (tzv. strukturální linie) a plochy popisující zvláštní plošné prvky povrchu reliéfu.
- Digitální model krajiny (Digital Landscape Model – DLM) – Jedná se tzv. pokročilý model, jelikož umožňuje pracovat nejenom s vlastním průběhem povrchu reliéfu, ale i s jeho pokryvem.

### 3.3 Získávání dat

Výběr správných zdrojových dat a technika jejich získávání je pro kvalitu výsledného DMR nesmírně důležitá. Proto by data měla být optimálně získávána ze tří alternativních zdrojů. [7]



### 3.3.1 Zdroje získávání dat

Získat data pro využití GIS lze získat třemi různými způsoby. Tyto jednotlivé způsoby jsou popsány dále. [7]

- *Přímý povrchový průzkum – „Geodetickým měřením lze terénní data přímo zadávat do počítačových systémů prostřednictvím data snímačů. Získaná data jsou velmi přesná. Obecně jsou používána u menších projektů, kde je nezbytné vytvořit velice přesné modely velkého měřítká a k doplnění fotogrammetrických dat.“*
- *Digitalizace topografických map – „Prostřednictvím hypsografie nebo digitalizace vrstevnic z fyzických map získáváme nejčastěji DEM. Vrstevnice z analogových map jsou digitalizovány ruční digitalizací, poloautomatickou digitalizací pracující na bázi ručního sledování vrstevnic nebo automatickým rastrovým skenováním či vektorizací. Přesnost těchto dat je snížena chybami vznikajícími při mapování, vytváření map a při vlastní digitalizaci. Jejich použití je možné pouze pro zevrubnější studii větších oblastí.“*
- *Fotogrammetrické metody – „Fotogrammetrická data jsou dnes již získána na základě stereoskopické interpretace digitálních leteckých nebo družicových záznamů. Pro vytvoření DMR celých kontinentů se využívají radarové nebo laserové systémy montované na kosmické lodě nebo družice. Takto získaná data mají poněkud menší přesnost než geodeticky zaměřená data, ale pro většinu aplikací jsou stále dostatečně přesná. Tento způsob získávání dat lze využít při konstrukci DMR rozsáhlejších oblastí pro velké projekty (stavba přehrad, liniových staveb, atd.).“*

## 3.4 Datové reprezentace DMR

Pro jednodušší popis terénu se nejčastěji používá princip rozdělení celkové plochy na menší útvary, které se poté dají lépe geometricky popsat. Dle rozdílných charakteristik těchto útvarů se rozlišují rozdílné typy modelů. [6] Existují tři základní způsoby reprezentace DMR a to pomocí vrstevnic, rastrový model reprezentace (GRID) a také nepravidelná trojúhelníková síť (TIN). [23]

### 3.4.1 Vrstevnice

Pro reprezentaci DMR metodou vrstevnic bývají použity vrstevnice vygenerované z GRID nebo TIN, popřípadě vrstevnice získané digitalizací topografických map. Během reprezentace

pomocí barevné hypsometrie dochází k přidělení barevného odstínu jednotlivým pixelům náležícím do jednotlivých stupnic. Nejběžnější je využívání stupnice, která narůstá geometrickou sadou, neboť nejvíce odpovídá rozložení hodnot nadmořských výšek na zemském povrchu: 0 - (50) - 100 - 200 - 500 - 1000 - 2000 - 4000 m n. m. Běžně hypsometrické stupnice barevných tonů, odstínů odpovídá řadě: modrozelená - zelená - zelenožlutá - žlutá - žlutohnědá - oranžovohnědá - hnědá - hnědozelená, kdy se dodržuje využití odstínů zelené pouze do 200 m n. m. [22]

### 3.4.2 GRID

Na rozdíl od vektorové reprezentace se rastrová reprezentace zaměřuje na určenou lokalitu jako celek. Nejčastěji je používána pro reprezentaci spojitě se měnících jevů jako například digitální model reliéfu či rozložení teploty.

Rastrový model reprezentace neboli GRID je chápán ve dvou variantách ta první považuje každou buňku za plochu uzavřenou krajními body rastrové sítě, kde každý bod může mít jinou výšku a tím je výsledný model tvořen zborcenými čtyřúhelníky. [12]

Základním stavebním prvkem u rastrové struktury je buňka (cell). Jednotlivé buňky jsou organizovány do tzv. mozaiky. Jednotlivé buňky obsahují hodnoty (values) reprezentující zkoumanou lokalitu.

GRID využívá tří typů buněk [17]:

- Čtvercová buňka

Nejčastěji využívaná, jelikož je kompatibilní jak s datovými strukturami programovacích jazyků využívaných při tvorbě GIS softwaru, tak s mnoha zařízeními pro vstup a výstup dat (např. monitory, scannery, atd.). Také je kompatibilní s kartézským souřadnicovým systémem.

- Trojúhelníková buňka

Trojúhelníková mozaika, má tu unikátní vlastnost, že jednotlivé buňky nemají stejnou orientaci, což je výhoda při reprezentování digitálního modelu reliéfu (terénu), kde je každému vrcholu, který reprezentují souřadnice(x,y), přiřazena funkční hodnota z(výška  $z = f(x,y)$ ). Jednotlivé trojúhelníky pak implicitně obsahují údaje o svém sklonu a směru tohoto sklonu. Daní za tuto vlastnost mnohem větší složitost všech algoritmů pracujících s tímto modelem.

- Hexagonální buňka.

Hexagonální mozaika má tu výhodu, že středy všech sousedních buněk jsou ekvidistantní (stejně od sebe vzdálené), což je výhodné pro některé analytické funkce (např.: paprskové vyhledávání). Ve čtvercové mřížce je toto nemožné a tato vlastnost se musí kompenzovat (o způsobu kompenzace si povíme v dalším studijním článku) nebo se prostě zanedbává. Hexagonální tvar buňky se používá jen velmi zřídka.

Dále lze rastrovou reprezentaci rozlišit podle způsobu dělení prostoru:

- pravidelné (regular) - všechny buňky mají stejnou velikost a tvar
- nepravidelné (irregular) - velikost i tvar jednotlivých buněk se liší.

Výhody rastrové reprezentace spočívají v jednoduché datové struktuře, jednoduchém vykonávání analytických operací (možnost využít mapovou algebru). Dále nabízejí možnost kombinace s jinými rastrovými údaji. Avšak nevýhoda rastrové reprezentace je naopak velký objem uložených údajů, malá kvalita výstupu při velké buňce rastru, přibližné modelování geometrie. [21]

### 3.4.3 TIN

Datová reprezentace TIN (Triangulated irregular network) je tvořena nepravidelnou trojúhelníkovou sítí, kde elementární plochou jsou trojúhelníky, které k sobě přiléhají a tvoří mnohostěn. Tento mnohostěn těsně přiléhá k terénu. Výškové hodnoty (body na terénní ploše) jsou přiřazeny vrcholům trojúhelníků, interpolace se provádí lineárně po trojúhelnících. Pro tento model je nejdůležitější typ triangulace. Nejčastěji se používá tzv. Delaunayho podmínka, vnitřek kruhu opsaného libovolnému z trojúhelníků sítě neobsahuje žádný další (čtvrtý) bod sítě. Tato podmínka zaručuje maximalizaci velikosti všech úhlů v trojúhelníku. [12]

Samotný proces vytvoření TIN se nazývá triangulace. Tento proces je poměrně náročný na výpočetní výkon. [2]

Výhody TIN oproti pravidelným rastrovým reprezentacím [2]:

- Menší objem uložených údajů během reprezentace nehomogenních povrchů.
- Větší přesnost a věrnost pro nehomogenní povrchy, struktura automaticky obsahuje informace obsahující sklon a směr daného sklonu.

- Kompatibilita s modernějšími grafickými kartami (nepodporující 3D zobrazení v reálném čase)

Nevýhody TIN oproti pravidelným rastrovým reprezentacím [2]:

- Větší složitost struktury a algoritmů se strukturou pracujících.

### 3.5 Prostorová interpolace

I při existenci poměrně značného množství geografických dat získávaných pouze z bodů, které jsou nepravidelně rozmístěny v prostoru a zároveň mapují spojité jevy (např. teplotu, nadmořské výšky demografii, zásaditost půdy, koncentrace škodlivin, atd.), je však teoreticky nemožné získat informace z celé lokality. Naštěstí existují statistické metody, jež pomáhají určit způsob získávání co nejvíce odpovídajících informací pro daný problém.[2]

#### 3.5.1 Klasifikace interpolačních metod

Interpolační metody lze klasifikovat pomocí následujících klasifikací [14]:

- Deterministické a stochastické metody
  - „*Deterministické metody provádějí interpolaci přímo z měřených hodnot vstupních bodů. Není zde využita teorie pravděpodobnosti, pokaždé bude vypočten stejný výsledný odhad.*“
  - Stochastické metody na rozdíl od deterministických zahrnují prvek náhodnosti. Následná prostorová predikce je vnímána jako jedna z více predikcí, které mohly být vytvořeny. „*Metoda je založena na statistickém modelu, který předpokládá prostorovou závislost mezi vstupními body.*“
- Globální a lokální metody
  - Globální metody zahrnují všechny měřené body do výpočtu odhadu. Jedna matematická funkce je využita k popisu zkoumaného jevu na celém zájmovém území. Změna jediného vstupního bodu ovlivní výsledný odhad v celé lokalitě.
  - Lokální metody využívají algoritmus výpočtu opakovaně na menší část z celkového počtu bodů. Změna vstupní hodnoty ovlivní na rozdíl od globálních metod pouze výsledek lokální oblasti.
- Exaktní a aproximující metody

- Exaktní metody přesně respektují původní naměřené hodnoty, na nichž je interpolace založena. Výsledný odhad prochází všemi body, které mají známou hodnotu.
- Jestliže nejsou výše uvedené podmínky splněny, jedná se o aproximující metody.

### 3.6 Využití DMR

V současné době je využití DMR velmi rozsáhlé a zasahuje do mnoha oborů lidské činnosti. S velkým rozvojem GIS softwaru jsou již nástroje pro tvorbu a analýzu DMR jejich běžnou součástí.

#### 3.6.1 Hlavní oblasti aplikace DMR

I když využití DMR zasahuje do mnoha oborů lze rozlišit několik hlavních oborů. [12]

- Geoinformační technologie

V oborech jako jsou geodézie, geografické informační systémy, dálkový průzkum země je primárním požadavkem přesnost DMT, jelikož jsou na něm založeny další operace s obrazovými daty.

- Stavební inženýrství

Stavební inženýrství je dalším typickým uživatelem DMT, ať už je to v oblasti plánování (např. směrová/výšková vedení tras, kalkulace přesunu hmot, těžební činnosti, šíření radiového signálu atd.) nebo v oblasti vizualizace výsledků této činnosti v krajině.

- Hospodaření s přírodními zdroji

DMR se využívá v mnoha oborech spadajících pod hospodaření s přírodními zdroji. Tyto obory jsou například zemědělství, lesnictví, meteorologie, logistika, aj. Všechny tyto obory kladou zejména důraz na analytické možnosti DMT (např. odhad potenciální půdní eroze, modelování klimatických veličin, strategie pro pěstování a těžbu, optimalizace tras, atd.) a také na vizualizaci.

- Přírodní vědy

Tato oblast primárně zahrnuje obory, jako jsou geologie, pedologie, geomorfologie, hydrologie, ekologie. Zabývá se zejména modelováním přírodních procesů a jejich interpretací (půdní charakteristiky, modelování

odtoku v souvislosti se záplavami, šíření znečištění, geomorfologické simulace a klasifikace apod.).

- **Vojenské účely**

Terén patří mezi nejdůležitější charakteristikou ve vojenství a je tedy v této oblasti kladen důraz jak na zřizování vstupních dat (jak v lokálním tak i globálním měřítku), tak na jeho analýzy, které mohou složit k logistické podpoře, fotorealistické vizualizaci bojiště, analýze dostupnosti a dohlednosti, optimalizaci tras, nejrůznějších leteckých simulátorů aj.

### **3.7 Analýzy DMR**

Na digitálním modelu reliéfu lze provádět řadu nejrůznějších analýz, díky kterým získáváme spoustu důležitých informací. Avšak pro získání těchto informací je třeba využít speciální postupy, které se odlišují od běžně využívaných postupů pro práci s geodaty. Tyto analytické úlohy lze rozdělit od několika skupin. [19]

#### **3.7.1 Objemové výpočty**

Objemové výpočty patří k nejběžnějším a zároveň také k nejstarším analytickým úlohám řešených nad digitálním modelem reliéfu. Využívají se například k výpočtu objemu zemních prací, přehradních jezer, vytěžených surovin, skládek a mnoha jiných.

Objem se vypočítává buď mezi dvěma DMR nebo mezi DMR a referenční rovinou. Tyto výpočty lze provádět jak s TIN, tak s GRID. Avšak výpočty s TIN jsou jednodušší.

Výstupy objemových výpočtů jsou například objemy navážek, odtěžených surovin, polygony hranic oblastí, ve kterých došlo ke snížení popřípadě navýšení reliéfu. [19]

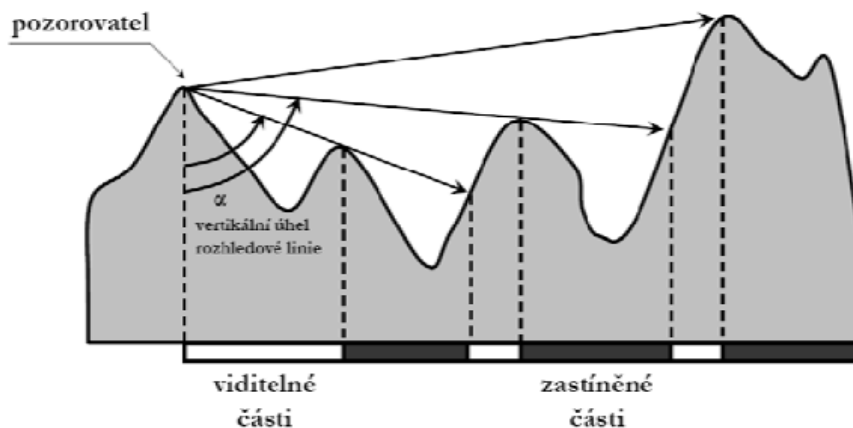
#### **3.7.2 Analýza viditelnosti**

Cílem těchto analýz je zjistit, které oblasti povrchu jsou viditelné z daného bodu. Základem analýzy je vyřešení viditelnosti na jediném profilu. Následné řešení viditelnosti v ploše je provedeno převedením řešení celého vějíře profilů.

Pro analýzu viditelnosti bývá výhodnější využití DMR typu TIN, ze kterého lze zjistit jednoznačný průběh digitálního reliéfu terénu.

Pomocí analýzy viditelnosti lze řešit například úlohy, kde hledám oblasti, které jsou viditelné alespoň z jednoho bodu dané množiny bodů. Dále pak lze minimalizovat počet bodů

tak, aby byl viditelný každý bod povrchu nejméně z jednoho bodu nebo maximalizovat oblast viditelnou alespoň z jednoho bodu zadaného počtu bodů, zajistit viditelnost celého povrchu při minimalizaci nákladů, maximalizovat viditelnou oblast při zadaném rozpočtu a spoustu jiných.



**Obrázek 1 Analýza viditelnosti (zdroj: [19])**

Výstupem této analýzy je plošné vykreslení viditelných částí profilů ve vějíři nebo sada polygonů, které ohraničují viditelné oblasti. [19]

### 3.7.3 Sklon a orientace svahů

Tato metoda vychází z analýzy okolí, respektive analýzy buněk přilehlých k buňce, kterou vyhodnocujeme. Využívá se změna nadmořské výšky mezi přilehlou a hodnocenou buňkou. Výsledky této analýzy mohou být někdy využity jako vstup do analýzy drenážních sítí a povodí.

Nejsnazší vyhodnocení je opět pro strukturu TIN, jelikož trojúhelníková plocha je rovinná a lze tedy využít klasické postupy analytické geometrie. Z okolí hodnocené buňky se využívají buď čtyři okolní buňky, které přiléhají hranou, nebo osm okolních buněk přiléhajících hranou popřípadě vrcholem. [19]

### 3.7.4 Analýzy drenážních sítí a povodí

Analýzy drenážních sítí se zabývají otázkou, kam odteče dešťová voda. Tyto úlohy jsou řešitelné jak nad TIN, tak GRID. Avšak řešení je jednodušší nad rastrovou reprezentací, protože GRID obsahuje všechny potřebné informace k odvozování drenážních sítí. Princip je v zásadě jednoduchý hledají se buňky, jimiž proteče voda dopadající do zdrojové oblasti.

Algoritmus prohledává buňky a hledá tu ve směru největšího sklonu reliéfu. Hledání pokračuje do doby, než je nalezena buňka, za níž již není níže ležící buňka. Od výchozí buňky hledáme následující buňku, která má největší pokles výšky reliéfu. Tato buňka se hledá v okolí hodnocené buňky. Okolí je reprezentováno buď čtyřmi nebo osmi buňkami. [19]

### 3.7.5 Morfometrické analýzy

Společně se sklonitostí a expozicí se i zakřivení řadí mezi obecné geomorfometrické analýzy. Samotné zakřivení se skládá ze dvou částí. První je vertikální zakřivení (profile curvature) a druhá část je horizontální zakřivení (plan/tangential curvature). Ve výsledcích analýzy se rozlišují konvexní a konkávní tvary povrchu. [19]



## **4 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY**

### **4.1 Soubory cvičení pro IDRISI**

Multimediální učebnice systému IDRISI32 Release Two, která je dostupná na internetu slouží k seznámení se systémem IDRISI32 Release Two. Byla vytvořena Vítem Voženílkem a Pavlem Sedlákem na Univerzitě Palackého v Olomouci[15]. V roce 2005 byla rozšířena v rámci bakalářské práce Ondřejem Hobzou[15]. Učebnice je rozdělena do dvaceti lekcí, kdy každá lekce je zaměřená na rozdílné téma či problematiku. Na začátku každé lekce je problém teoreticky objasněn následován praktickou ukázkou. Ke konci lekce jsou uvedeny kontrolní otázky. Celá učebnice je vypracována dle zásad tvorby distančního textu. Tato Multimediální učebnice je velmi praktická pro studenty, kteří nemají žádné zkušenosti s programem IDRISI32 Release Two. [15]

IDRISI Andes Tutorial je anglicky psaný tutoriál, který sepsal v roce 2006 jeden z tvůrců softwaru IDRISI Ronaldem Eastmanem z Clark University. Tento tutoriál je základním uživatelským manuálem pro program IDRISI Andes 15. Na 284 stránkách je uvedeno množství příkladů rozdělených do sedmi kapitol. Jednotlivá cvičení obsahují teoretickou část následovanou podrobně popsáním řešením příkladu. [9]

Vytváření a analýza digitálních prostorových dat s podtitulem Návody ke cvičením GIS byly sepsány kolektivem autorů pod vedením M. Klimánka v roce 2005 na Mendelově Univerzitě v Brně. Celé skriptu jsou rozděleny do osmi tematických kapitol. Po úvodní kapitole, v níž je popsán proces vstupu dat v programu ArcGis, následuje podrobné seznámení s prostředím systému IDRISI. V následujících kapitolách jsou již jednotlivé cvičení. V úvodu každého cvičení jsou vypsána jednotlivá zadání, již je nutné dosáhnout v rámci cvičení. Následují potřebná data, s nimiž se bude ve cvičení pracovat. Poté je ve cvičení obsažen doporučený postup, který dopodrobna popisuje, jak by měl být příklad ideálně vyřešen. Konec cvičení obsahuje výsledky cvičení, kde lze vidět, jak by měl vypadat výstup ze cvičení. [24]

### **4.2 Soubory úloh nad DMR**

V současné době existuje poměrně vysoký počet úloh řešených nad DMR pro ilustraci uvádím pouze několik málo z nich.

Digitální modely reliéfu a povrchu v prostředí GIS a jejich analýzy je cvičení, které bylo vypracováno v rámci studijní opory na stavební fakultě Vysoké škole báňské v Ostravě.

Cvičení předchází teoretické seznámení s problémem. Následují cíle cvičení a jednotlivé úkoly, kterých má být dosaženo v rámci cvičení. Následuje velmi podrobná teoretická část, v níž je uživatel seznámen s teoretickými znalostmi digitálního modelu reliéfu. Po této teoretické části následuje samotná praktická část cvičení. Dle mého názoru je toto cvičení velmi kvalitně vytvořeno, ať už se jedná o rozsáhlou teoretickou část, která seznámí uživatele s DMR, nebo ať se jedná o praktickou část. [5]

Digitální model terénu – deváté cvičení. Toto je jedno z více cvičení zpracovaných v rámci diplomové práce Kateřiny Hubkové na Univerzitě Pardubice v roce 2011. Cvičení obsahuje deset řešených příkladů, které jsou teoreticky i prakticky popsány. Tyto příklady se zaměřují na analýzy prováděné nad DMR. Jednotlivá témata jsou prakticky demonstrována na příkladech. [8]

Aplikace DMT: Hydrologické modelování. V rámci již zmíněného materiálu (Vytváření a analýza digitálních prostorových dat) je jedna kapitola zaměřena na aplikaci DMT. Příklad, jehož podstatou je hydrologické modelování, je zpracován velmi srozumitelně a je prokládán vloženými výřezy pracovní plochy. [24]

## 5 NÁVRH OBSAHU ŘEŠENÍ

### 5.1 Forma psaní jednotlivých cvičení

Jelikož by výsledek této práce mohl být využit k výuce jak při prezenční, ale také při distanční formě studia měl by text jednotlivých cvičení být založen na jistých pravidlech psaní distančních textů. Tyto zásady, které se využívají právě při tvorbě textů pro distanční studium, jsou popsány dále.

Podstatou distančního vzdělávání je práce se studijním materiálem. Tento materiál by měl zahrnovat dvojici složek (logická struktura, atmosféra ve třídě), které bývají reprezentovány při denní formě studia. Následující tabulka nám ukazuje prvky, které by měli přispět k tomu, aby studijní materiál obsahoval jak logickou strukturu, tak alespoň z části nahradil atmosféru vznikající interakcí studujícího a vyučujícího. [18]

**Tabulka 1 Základní složky výuky (zdroj: [18])**

Logická struktura	Atmosféra
úvod, výkladová část, závěr	styl psaní
schémata a přehledy	typografická podoba textu
příklady	
prvky zajišťující aktivitu studenta (otázky, úkoly, testy, klíč)	

Při tvorbě distančních textů bychom měli brát v úvahu, že student distančního studia tyto texty čte sám bez komentáře kantora. Z tohoto důvodu musí být text zpracován tak, aby student byl schopen pochopit látku hned napoprvé a aby se snadno orientoval v doporučeném učebním postupu. [18]

### 5.2 Struktura jednotlivých cvičení

V úvodu každého cvičení je popsáno něco málo teorie vztahující se k řešenému příkladu a poté je také popsán řešený problém. Po přečtení tohoto krátkého úvodu by měl řešitel cvičení mít ucelenou představu, jaká bude podstata řešeného úkolu.

V další části cvičení je vypsán čas, který představuje přibližnou dobu potřebnou ke splnění celého cvičení. Potřebný čas bude záviset jednak na složitosti a obsáhlosti cvičení

a také na dalších faktorech, které také ovlivňují celkovou dobu cvičení (např. doba potřebná na zjištění cílů cvičení, načtení dat, aj.).

V další části struktury jsou vypsány jednotlivé cíle cvičení. Tyto cíle představují jednotlivé mezikroky, potřebné k vypracování celého cvičení. Dále v této části jsou vypsány jednotlivé moduly, s nimiž se ve cvičení budeme nejvíce pracovat.

Každé cvičení také obsahuje část, v níž jsou popsána jednotlivá data, se kterými bude uživatel pracovat. Data k jednotlivým cvičením jsou následně uložena v D:\Temp\Cv\*, kde \* představuje číslo daného cvičení.

Samotné cvičení obsahuje doporučený postup řešení. Pro dokreslení postupu obsahuje cvičení také výřezy z pracovního okna a to buď výřezy zobrazující jednotlivá nastavení modulu, nebo zobrazující výsledky vzešlé z toho nastavení.

Před závěrem bude umístěno několik kontrolních otázek, které prověří, že uživatel pochopil problematiku daného cvičení.

Závěr obsahuje stručný souhrn celého cvičení a výsledků. A také zde bude student poučen o běžné údržbě pracovního prostoru (tj. smazání dočasných souborů).

## 6 REALIZACE ÚLOH

V průběhu této kapitoly se seznámíme s daty využitými v samotných cvičeních. Po tomto úvodním seznámení budou následovat ukázky jednotlivých cvičení, v nichž budou popsány cíle jednotlivých cvičení.

### 6.1 Použitý software

- IDRISI Andes 15 – program využitý k tvorbě cvičení
- MS Office Word 2007 – využíván k tvorbě jednotlivých cvičení
- Malování (Windows 7) – využíváno pro ořezání jednotlivých Print Screenů
- PDF Creator – program sloužící k převodu textového materiálu do formátu pdf

### 6.2 Použitá data

#### 6.2.1 IDRISI Tutorial Data

IDRISI Tutorial Data slouží jako základní data využívaná ve cvičeních, které jsou součástí výukového tutoriálu, jenž je dodáván společně s programem IDRISI Andes.

#### 6.2.2 Digitální model reliéfu ČR

Tento digitální model reliéfu České republiky a okolí je v souřadnicovém systému WGS-84 a jeho prostorové rozlišení je 3 úhlové vteřiny, tedy pro oblast střední Evropy přibližně 90×60 metrů. Tento model vznikl mozaikováním a následnou úpravou dat pořízených při misi raketoplánu Endeavour, při níž byl pořízen model reliéfu celého světa. [4]

### 6.3 Obsah jednotlivých cvičení

#### 6.3.1 První cvičení - Analýza hledání nejlepší cesty

Hledání optimální cesty mezi výchozím a cílovým bodem patří mezi jedny z nejnámějších aplikací GIS. Jednotlivé požadavky na naplánovanou cestu se můžou v jednotlivých případech lišit, avšak lze všeobecně říci, že hledáme cestu takovou, která by nás stala minimum sil, a tedy náklady na její překonání by byli co nejmenší. [20]

V tomto cvičení se zabývá hledáním neoptimálnější a zároveň nejlevnější cesty. Ve studované oblasti byla nalezena podzemní ložiska ropy. Ovšem k jejímu zpracování je potřeba ji dostat k ropné rafinérii, která se nalézá východním směrem od ropného vrtu. Naším úkolem

tedy bude nalézt nejlevnější trasu pro výstavbu ropovodního potrubí. Cesta trasy je jednak určena využitím pozemků, přes které povede a také orientací svahů. Využití pozemků je důležité, jelikož se od toho odvozuje výkupní cena půdy a příznivá orientace svahů nám umožňuje zapojení menšího počtu čerpadel a tím snížit prozíní náklady.

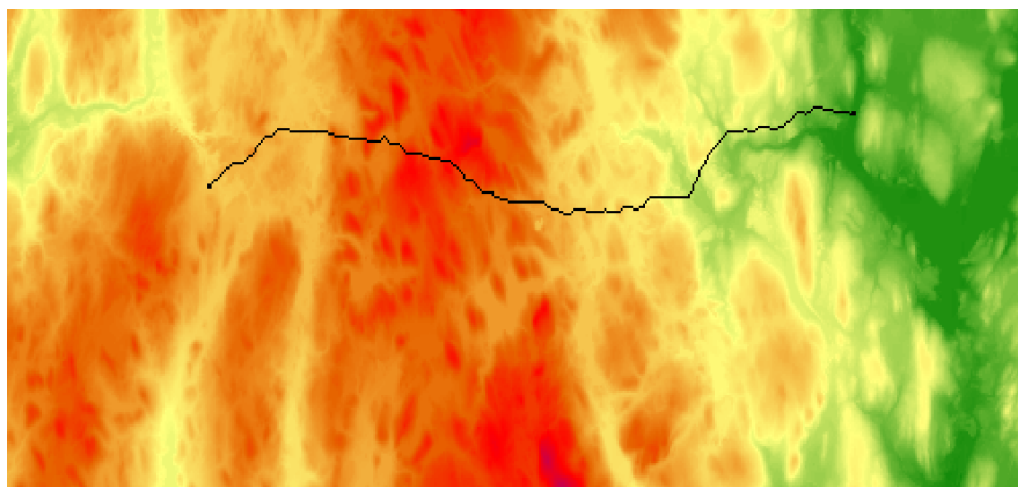
**Tabulka 2** Využité moduly v prvním cvičení

Využité moduly	
IDRISI File Explorer	Surface
Overlay	Reclass
Pathway	Cost

**DATA:**

V tomto cvičení jsou využity data z IDRISI Tutorial. Přesněji se jedná o rastrová data ElevationCMA a LandCover99CMA. Tyto data byla oříznuta a přejmenována na následující vrstvy. Dále jsou zde dvě vrstvy označující polohu jak ropného vrtu, tak rafinerie.

- DMR.rst
- LandCover.rst
- Rafinerie.srt
- Vrt.srt



**Obrázek 2** Zobrazení nejlevnější cesty

### 6.3.2 Druhé cvičení - Analýza viditelnosti - Umístění rozhledny

Analýzy viditelnosti dávají v zásadě odpovědi na otázky, jako jsou: Které oblasti je možné a nemožné vidět z daného bodu? Jak často je vidět dané místo z linie? Kolik musím minimálně postavit rozhleden a kde, aby bylo viditelné celé zájmové území? [2]

Ve zkoumané lokalitě by občanské sdružení rádo postavilo 20 metrovou rozhlednu. Sdružení již vybralo dvě lokality, na jejichž odkoupení by mělo finanční prostředky. Úkolem toho cvičení je vybrat z těchto dvou lokalit tu, které bude mít výhled na všech tři nejvýznamnější památky v okolí.

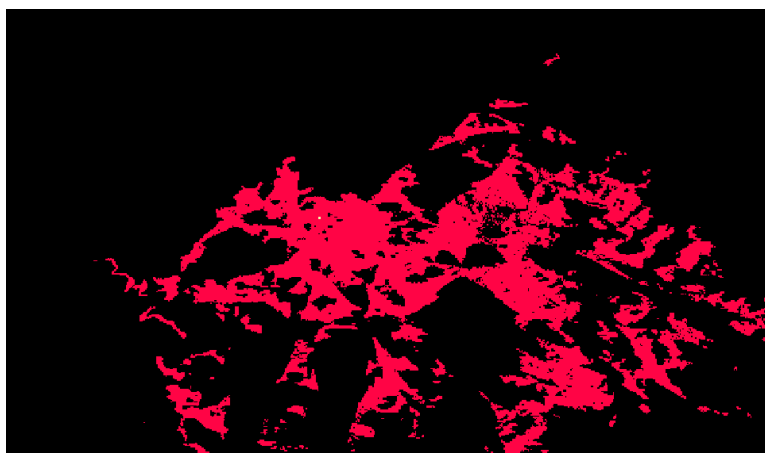
Tabulka 3 Využité moduly v druhém cvičení

Využité moduly	
IDRISI File Explorer	Overlay
Viewshed	Reclass
Initial	Update
Window	Display Launcher

#### DATA:

Při tomto cvičení využijeme digitální model reliéfu České republiky z ArcData ČR.

- DMR3\_wgs84\_cr.tfw



Obrázek 3 Zobrazení analýzy viditelnosti pomocí modulu Viewshed

### 6.3.3 Třetí cvičení - Hydrologické modelování

Mezi základní výpočty povrchových analýz patří ty, které se soustředí na říční toky. Právě tyto výpočty budou obsahem toho cvičení. Mezi výpočty, které budeme zkoumat v tomto cvičení, patří určení povodí, vykreslení povodí dle velikosti, zobrazení hustoty povrchového odtoku, směry odtoků povrchových vod a také si předvedeme zobrazení morfologických charakteristik. [24]

Cílem toho cvičení je provést několik nejrůznějších hydrologických analýz.

**Tabulka 4** Využité moduly v třetím cvičení

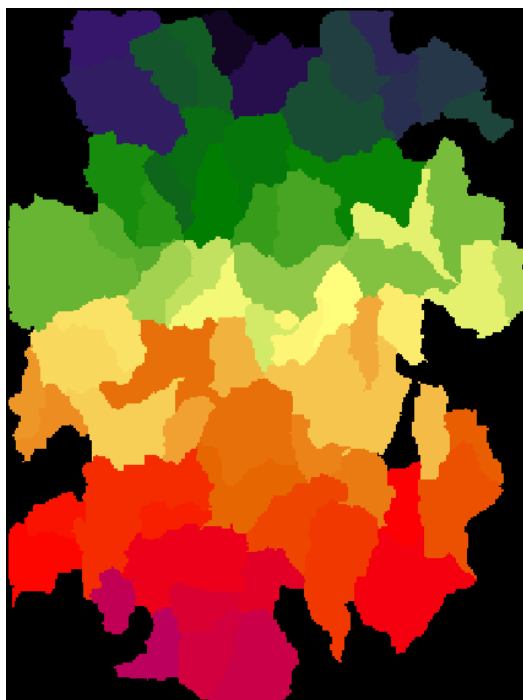
Využité moduly	
IDRISI File Explorer	Digitize
Watershed	Runoff
Flow	Toposhade
Reclass	Group

#### **DATA:**

V tomto cvičení jsou využity data z IDRISI Tutorial. Přesněji se jedná o rastrovou vrstvu ElevationCMA. Tato vrstva byla oříznuta a přejmenována. Součástí dat je také prázdná vrstva s bodem označující ústí povodí.

- DMR.rst
- Usti.rst





Obrázek 4 Mapa povodí větších než zadaná velikost

#### 6.3.4 Čtvrté cvičení - Výpočet objemu zadržované vody

V dnešním cvičení je názorně ukázána jedna ze základních analýz prováděná nad digitálním modelem reliéfu a to objemová analýza. Zadavatel chce vytvořit přehradu pro snížení rizika záplav při jarním tání ledu. Pro tento účel bude potřebovat zjistit, zda nádrž bude mít dostatečný objem pro zadržení vody. Proto bude vaším úkolem zjistit právě objem nádrže.

Tabulka 5 Využité moduly ve čtvrtém cvičení

Využité moduly	
IDRISI File Explorer	Reclass
Group	Overlay
Area	Convert
Extract	Image Calculator

## DATA:

Při tomto cvičení využijeme digitální model reliéfu z IDRISI Tutorial Data. Přesněji se jedná o vrstvu ElevationCT.rst, která byla následně přejmenována. Dále máme vrstvu hranice přehrady.

- DMR.rst
- Prehrada.rst



Obrázek 5 Zobrazení výsledného objemu

### 6.3.5 Páté cvičení - Stanovení rizika záplav

Nebezpečí záplav hrozí takřka kdykoli. Záplavy se mohou v určité míře projevit na jakémkoli toku. Je všeobecně známo, že záplavy mohou způsobit jak materiální škody, tak i škody na životech. Proto jistě není žádné překvapení, že člověk této problematice věnuje značnou pozornost. V dřívějších dobách bylo sledování tohoto jevu značně problematické, avšak s příchodem nových technologií máme k dispozici nástroje pro alespoň částečné řešení této problematiky. S nástupem počítačů a GIS softwaru máme možnost do jisté míry rozsah záplav předvídat.

Včasné a přesné předpovědi mohou mít velký přínos pro záchranu majetku a lidských životů. Naneštěstí současné metody nejsou natolik přesné, aby vždy předpovídali správnou

situaci. Největší překážkou pro správné předpovědi je znáný počet proměnných a nepřesnost vstupních dat. [15]

Cílem toho cvičení bude stanovit oblasti, které mohou být postiženy záplavami.

**Tabulka 6** Využité moduly v pátém cvičení

Využité moduly	
IDRISI File Explorer	Window
Runoff	Reclass
Buffer	Cost
Surface	Overlay

**DATA:**

V průběhu toho cvičení využijeme nám známou vrstvu ElevationCMA.rst, která je součástí IDRISI Tutorial Data.

- DMR.rst



**Obrázek 6** Výsledná záplavová oblast

## 7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořit soubor několika úloh a zpracovat je, s využitím digitálního modelu reliéfu, v prostředí IDRISI Andes.

Software IDRISI patří v dnešní době ke špičce v oboru geografických informačních systémů. Verze Andes, ve které byla zpracována tato práce, nepatří již mezi nejnovější verze softwaru, ale je to stále velmi kvalitní program vhodný pro řešení nejrůznějších úkolů.

Digitální model reliéfu, který představuje digitální zobrazení povrchu, nachází v současnosti širokou škálu uplatnění. Mnoho oborů lidské činnosti zjišťuje výhody, které poskytuje právě využití DMR. V tomto souboru úloh jsme si ukázali několik příkladů, ve kterých může být DMR využit.

Tento soubor cvičení je určen pro studenty, kteří již mají alespoň základní znalosti softwaru IDRISI Andes. Zároveň může tato práce být využita například pro lepší pochopení a procvičení využití digitálního modelu reliéfu v prostředí IDRISI Andes, který se využívá v předmětu Geografické informační systémy II.

Ve finální verzi této práce bylo vytvořeno pět cvičení, každé přibližně na 45 minut pracovního času. Každé jednotlivé cvičení má rozdílné zadání i konečné cíle. Avšak každé cvičení využívá ke splnění zadaných cílů digitální model reliéfu. Dále pak mají všechna cvičení shodnou strukturu, aby jejich koncový uživatel byl v počátku cvičení seznámen s teoretickou problematikou příkladu a jednotlivými cíli cvičení a až posléze začal s prací na samotném cvičení.

Samotná cvičení byla také doplněna o množství výřezů obrazovky, na nichž jsou zobrazeny jednotlivé kroky, které byly prováděny v programu IDRISI Andes. Tyto výřezy byly do cvičení umístěny pro snadnější porozumění postupu plnění jednotlivých cvičení.

Hlavní cíle této práce, které byly uvedeny v úvodu této práce, byly splněny. Důkazem toho je tato práce samotná a také příložené CD obsahující jednotlivá cvičení.

## 8 ZDROJE:

- [1] BŘEHOVSKÝ, Martin. *Úvod do geografických informačních systémů* [online]. Plzeň: E-skripta, 2010. 116 s. Přednáškové texty. Západočeská univerzita v Plzni. Dostupné z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>>.
- [2] BŘEHOVSKÝ, Martin. *Úvod do Geografických Informačních Systémů: Přednáškové texty. Gis.zcu.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-05-28]. Dostupné z: [gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta](http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta)
- [3] *Clarklabs.org* [online]. 2011 [cit. 2011-11-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.clarklabs.org/about/index.cfm>>.
- [4] Digitální model reliéfu ČR. ESRI. *Arcdata.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-06-11]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/geograficka-data/digitalni-model-reliefu-cr>
- [5] Digitální modely reliéfu a povrchu v prostředí GIS a jejich analýzy. *Gis.vsb.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: [http://gis.vsb.cz/vojtek/index.php?page=gitfast\\_c/cviceni02](http://gis.vsb.cz/vojtek/index.php?page=gitfast_c/cviceni02)
- [6] Digitální modely terénu. *Gis.fzp.ujep.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: <[http://gis.fzp.ujep.cz/files/DTM\\_kap1\\_v0.pdf](http://gis.fzp.ujep.cz/files/DTM_kap1_v0.pdf)>
- [7] *Geologie.vsb.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-11-28]. Dostupné z WWW: <[http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Cviceni/Zadani\\_4/Zadani\\_4.htm](http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Cviceni/Zadani_4/Zadani_4.htm)>.
- [8] HUBKOVÁ, Kateřina. *SOUBOR PŘÍKLADŮ PRO ARCGIS DESKTOP*. Pardubice, 2011. Dostupné z: [http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/41821/3/HubkovaK\\_SouborPrikladuArcGIS\\_PS\\_2011.pdf](http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/41821/3/HubkovaK_SouborPrikladuArcGIS_PS_2011.pdf). Diplomová práce. Univerzita Pardubice.
- [9] Idrisi Andes Tutorial. EASTMAN, Ronald. *Geog.ubc.ca* [online]. 2006 [cit. 2012-06-08]. Dostupné z: [http://www.geog.ubc.ca/courses/geob373/labs/Andes\\_Tutorial.pdf](http://www.geog.ubc.ca/courses/geob373/labs/Andes_Tutorial.pdf)
- [10] Idrisi Resource Center. *Mapserver.mendelu.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: <http://mapserver.mendelu.cz/node/94>
- [11] JEDLIČKA, Karel. *Úvod do GIS: Zpracování dat II. Gis.zcu.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-05-28]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/Prezentace/09-InterpolaceTvorbaDMRTopologickeCistenDatGeneralizace.pdf>

- [12] KLIMÁNEK, Martin. Digitální modely terénu. *ugt.mendelu.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: < <http://ugt.mendelu.cz/dmt> >
- [13] KOMÁRKOVÁ, Jitka; KOPÁČKOVÁ, Hana. *Geografické informační systémy*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. 55 s.
- [14] KŘIVKOVÁ, Linda. *Interpolace bodových dat v GIS*. Praha, 2009. Dostupné z: [gama.fsv.cvut.cz/~cepek/proj/bp/2009/linda-krikavova-bp-2009.pdf](http://gama.fsv.cvut.cz/~cepek/proj/bp/2009/linda-krikavova-bp-2009.pdf). Bakalářská práce. ČVUT Praha.
- [15] Multimediální učebnice systému Idrisi32 Release Two. *Gislib.upol.cz* [online]. 2005 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: <http://gislib.upol.cz/app/idrisi/index.htm>
- [16] NEUMANN, Jan. *Geografická informace*. Praha: Ministerstvo hospodářství ČR, 1996. 220 s.
- [17] Princip rastrové reprezentace. *Http://gis.zcu.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu02s05cz/default.htm>>
- [18] Pro autory. VŠETULOVÁ, Monika. *Cdiv.upol.cz* [online]. 2004 [cit. 2012-06-09]. Dostupné z: [www.cdiv.upol.cz/www/autori\\_prirucka.htm](http://www.cdiv.upol.cz/www/autori_prirucka.htm)
- [19] RAPANT, Petr. Digitální modely reliéfu X: Analýzy DMR. *Gis.vsb.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: [http://gis.vsb.cz/rapant/vyukove\\_materialy/LS/DMR/Prezentace/DMR\\_2009\\_X.pdf](http://gis.vsb.cz/rapant/vyukove_materialy/LS/DMR/Prezentace/DMR_2009_X.pdf)
- [20] ŘEHÁK, Tomáš. *Analytické možnosti GIS nad rastrovými daty*. Plzeň, 2008. Diplomová práce. Západočeská univerzita.
- [21] TUČEK, Ján. *Geografické informační systémy. Principy a praxe*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 1998, 424 s. ISBN 80-722-6091-X.
- [22] VOŽENÍLEK, Vít. *Aplikovaná kartografie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1999, 168 s. ISBN 80-706-7971-9.
- [23] VOŽENÍLEK, Vít. *Integrace GPS/GIS v geomorfologickém výzkumu*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001, 185 s. ISBN 80-244-0383-8.
- [24] Vytváření a analýza digitálních prostorových dat: Návody ke cvičením GIS. *Krajinari.ic.cz* [online]. 2005 [cit. 2012-06-09]. Dostupné z: [www.krajinari.ic.cz/gis/skripta\\_idrisi-2005-11-25.pdf](http://www.krajinari.ic.cz/gis/skripta_idrisi-2005-11-25.pdf)

## PŘÍLOHA

V příloze uvádím první cvičení ze souboru, pro lepší pochopení struktury jednotlivých cvičení.

### První cvičení – Analýza hledání nejlevnější cesty

#### Úvod:

Hledání optimální cesty mezi výchozím a cílovým bodem patří mezi jedny z nejnámějších aplikací GIS. Jednotlivé požadavky na naplánovanou cestu se můžou v jednotlivých případech lišit, avšak lze všeobecně říci, že hledáme cestu takovou, která by nás stala minimum sil, a tedy náklady na její překonání by byli co nejmenší. [20]

V tomto cvičení se budeme zabývat hledáním neoptimálnější a zároveň nejlevnější cesty. Ve studované oblasti byla nalezena podzemní ložiska ropy. Ovšem k jejímu zpracování je potřeba ji dostat k ropné rafinérii, která se nalézá východním směrem od ropného vrtu. Naším úkolem tedy bude nalézt nejlevnější trasu pro výstavbu ropovodního potrubí. Cesta trasy je jednak určena využitím pozemků, přes které povede a také orientací svahů. Využití pozemků je důležité, jelikož se od toho odvozuje výkupní cena půdy a příznivá orientace svahů nám umožňuje zapojení menšího počtu čerpadel a tím snížit proznní náklady.

#### Potřebný čas:

Na vypracování toho cvičení je zapotřebí **45 min.**

#### Cíle cvičení:

- Vytvořit mapu orientace svahů v oblasti
- Vytvořit mapy jednotlivých nákladů
- Vytvořit mapu celkových nákladů
- Určit nejlevnější cestu

Využité moduly	
IDRISI File Explorer	Surface
Overlay	Reclass
Pathway	Cost

### Data:

V tomto cvičení jsou využity data z IDRISI Tutorial. Přesněji se jedná o rastrová data ElevationCMA a LandCover99CMA. Tyto data byla oříznuta a přejmenována na následující vrstvy. Dále jsou zde dvě vrstvy označující polohu jak ropného vrtu, tak rafinérie.

- DMR.rst
- LandCover.rst
- Rafinerie.srt
- Vrt.srt

### Samotné cvičení:

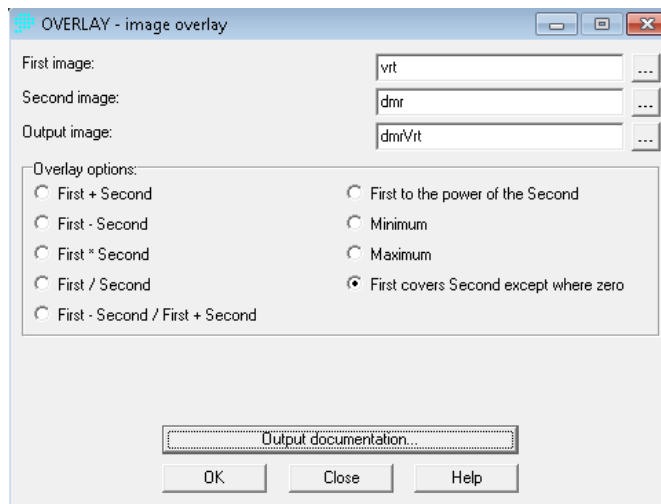
Než se pustíme do samotné práce je třeba s využitím modulu IDRISI Explorer založit nový projekt, který nazveme například CV1. Jako pracovní adresář nastavíme D:\temp\cv1. Cestu k datům nastavíme D:\temp\data\cv1. Teď se můžeme pustit do práce.

### Zobrazení vrtu a rafinérie

Abychom zjistili polohu obou objektů, a tím získali představu o jejich umístění v daném prostoru je potřeba zjistit jejich umístění na DMR. Pro zobrazení obou bodu na digitálním modelu reliéfu využijeme modulu Overlay, díky kterému uvidíme umístění jednotlivých bodů v kontextu.

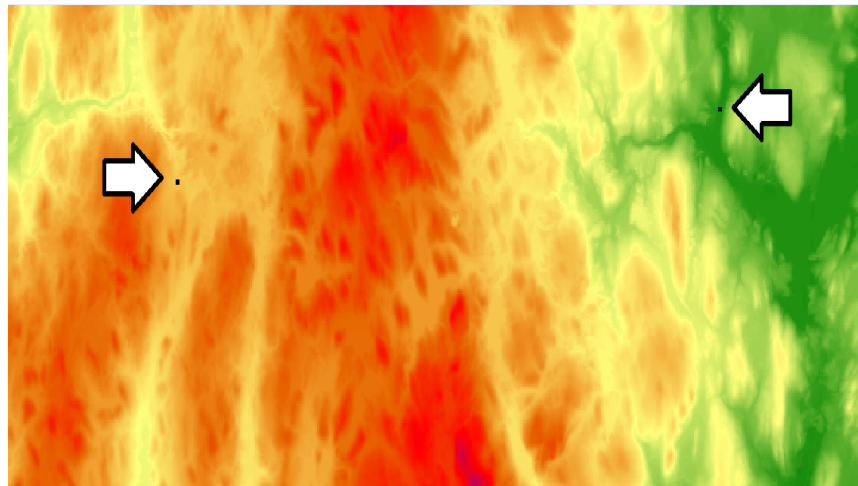
- Pomocí modulu OVERLAY slučte vrstvy DMR a vrt. Výstup pojmenujte dmrVrt.





**Obrázek 7 - Nastavení Overlay**

- Opakujte postup sloučením vrstev Rafinerie a dmrVrt. Výstup pojmenujte pozice.

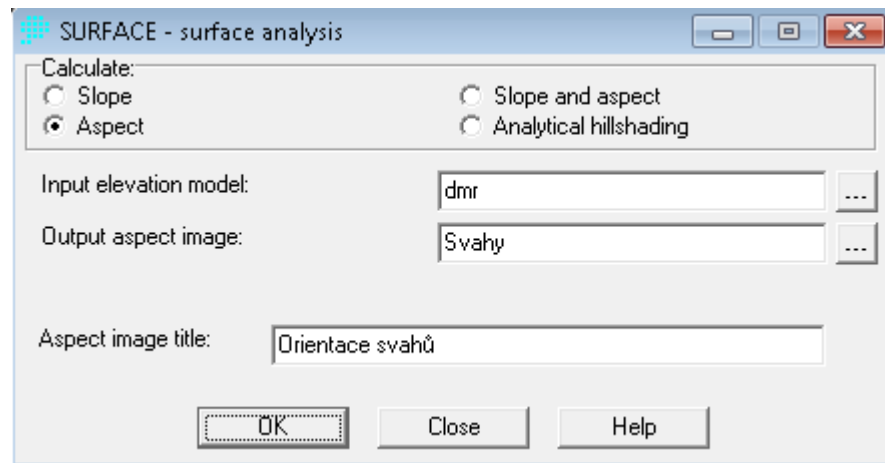


**Obrázek 8 - Zobrazení obou míst**

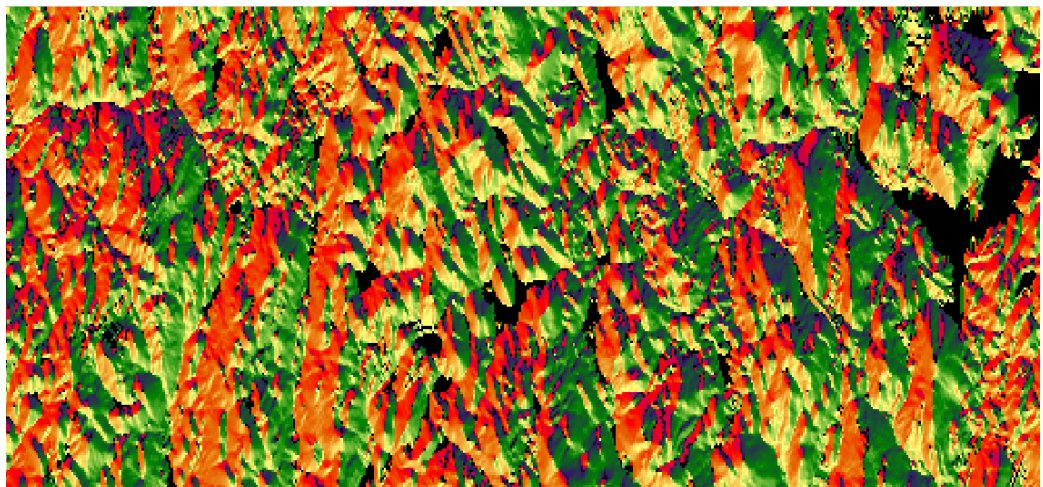
### **Vytvoření mapy orientace svahů**

Jelikož se celkové náklady skládají nejenom z využití pozemků, které bude potřeba vykoupit, ale také ze sklonů svahů musíme vytvořit mapu orientace svahů. K tomu nám poslouží modul Surface. Jak je vidět z předchozího snímku rafinerie se nachází přibližně na východ. Modul Surface s využitím výpočtu Aspect vypočítává sklon svahů ve stupních od 0-360° po směru hodinových ručiček. Velmi zjednodušeně tedy můžeme říct, že budeme svahy od 0-180° považovat za klesající.

- Vytvořte vrstvu Svahy z digitálního modelu DMR.



Obrázek 9 - Nastavení SURFACE



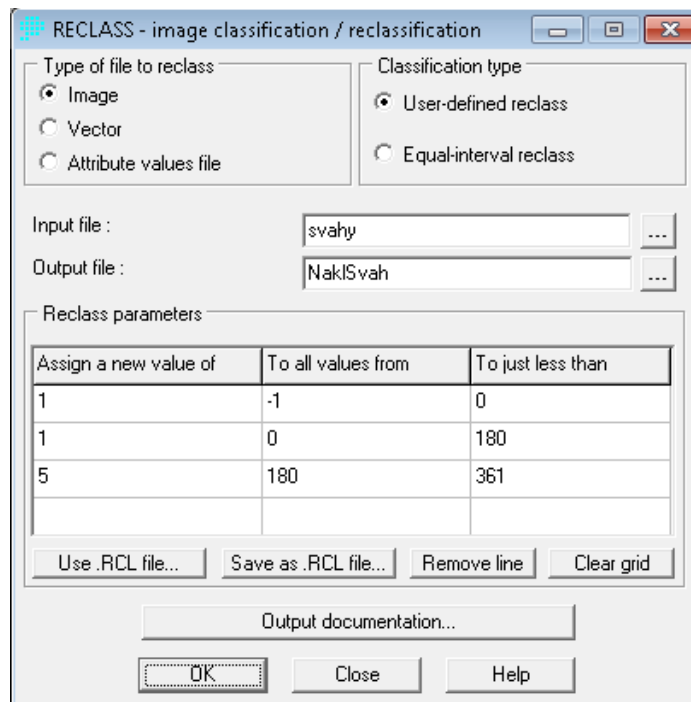
Obrázek 10 - Zobrazení orientace svahů

Každému pixelu je přidělena barva dle jeho orientace. Jestliže je pixel v rovině (tzn. povrch má sklon  $0^\circ$ ) není tomuto pixelu přiřazena orientace a dostává hodnotu -1.

### Náklady dle orientace svahů

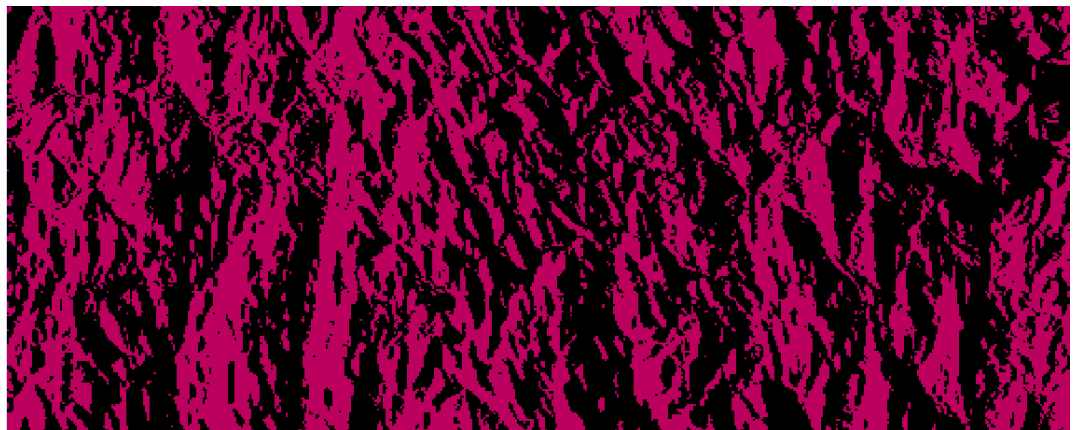
Pro výpočet nákladů budeme muset přiřadit každému pixelu hodnotu v závislosti na jeho sklonu. Pro tuto činnost využijeme modul Reclass. Jak již bylo jednou řečeno, pro zjednodušení považujeme svahy s orientací  $0-180^\circ$  za klesající. Právě klesajícím svahům a rovině (s hodnotami -1) přiřadíme náklady v hodnotě 1 jednotky. Naopak stoupajícím svahům přiřadíme náklady v hodnotě 5 jednotek.

- Modulem RECLASS přiřadte hodnoty nákladů. Výstup pojmenujte NaklSvah.



**Obrázek 11 - Nastavení Reclass**

Výsledkem je nám povrch ohodnocený pouze dvěma hodnotami a to 1 pro optimální povrch a hodnotou 5 pro stoupající svahy.



**Obrázek 12 - Zobrazení Reclass**

### **Náklady dle využití půdy**

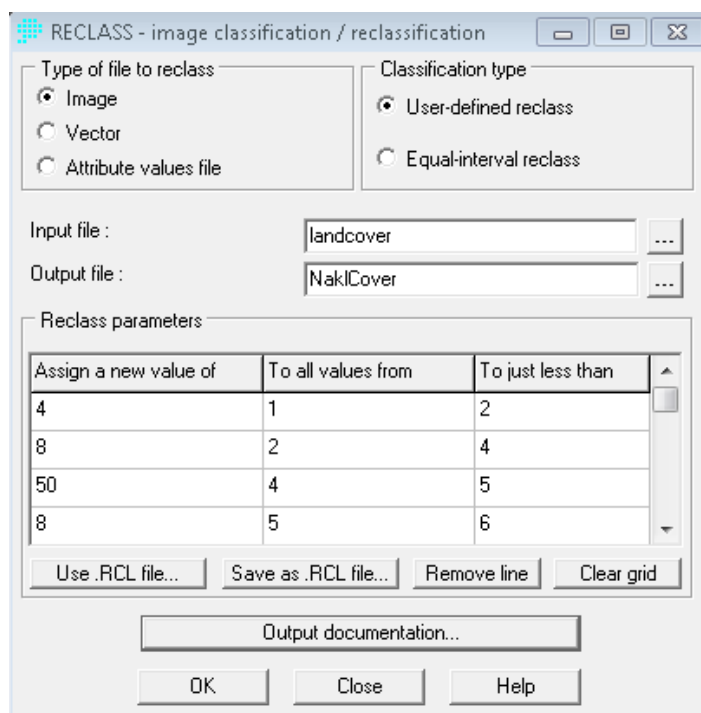
Při výpočtu nákladů budeme využívat vrstvu LandCover, která je rozdělena do 14 tříd v závislosti na využití půdy. Využijeme opět modul Reclass s jehož pomocí přidělíme jednotlivým třídám hodnoty nákladů. V následující tabulce lze vidět hodnoty přiřazené jednotlivým územím. Čím nižší hodnota tím bude levnější cena vykupovaného pozemku nebo levnější náklady na výstavbu ropovodu. K nejlevnějším patří tovární oblasti a otevřená země

(hodnota 4), naopak nejvíce by se nám stavba prodražila v bažinách a na vodní ploše (hodnota 100)

Industrial / Commercial	4
Residential (<2 acre + multi-family )	8
Residential (<2 acre )	8
Trasportation	50
Other Urban	8
Barren / Waste Disposal / Mining	10
Cropland	20
Pasture	10
Open Land	4
Deciduous Forest	20
Mixed Forest	20
Conifer Forest	20
Wetland	100
Water	100

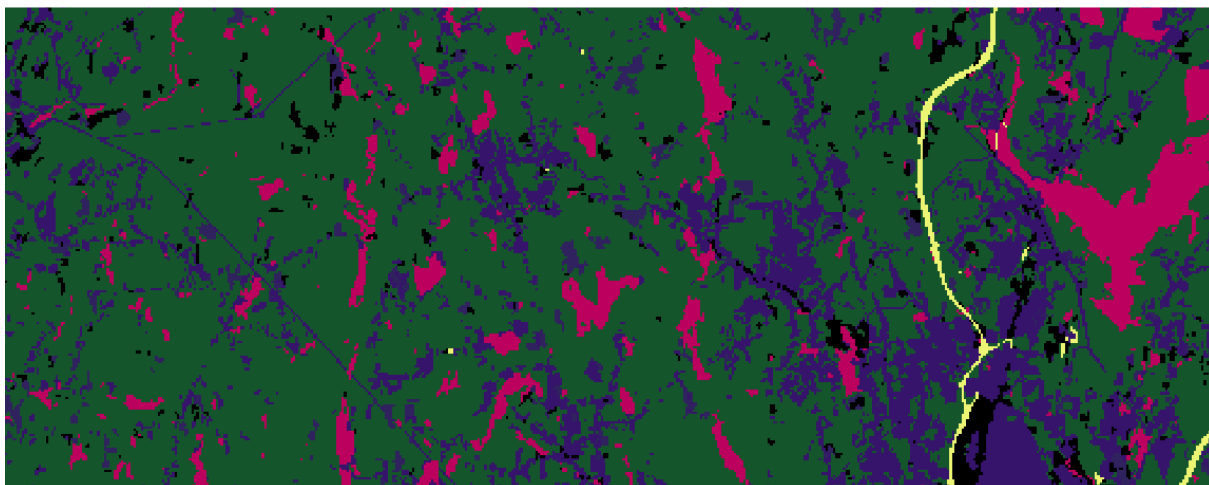
**Obrázek 13 - Hodnoty nákladů Reclass**

- Pomocí modulu RECLASS přiřadíte jednotlivým třídám hodnotu nákladů. Výslednou vrstvu pojmenujte NaklCover.



**Obrázek 14 - Reclass náklady**

Výsledná vrstva reprezentuje výši nákladů dle využití půdy.

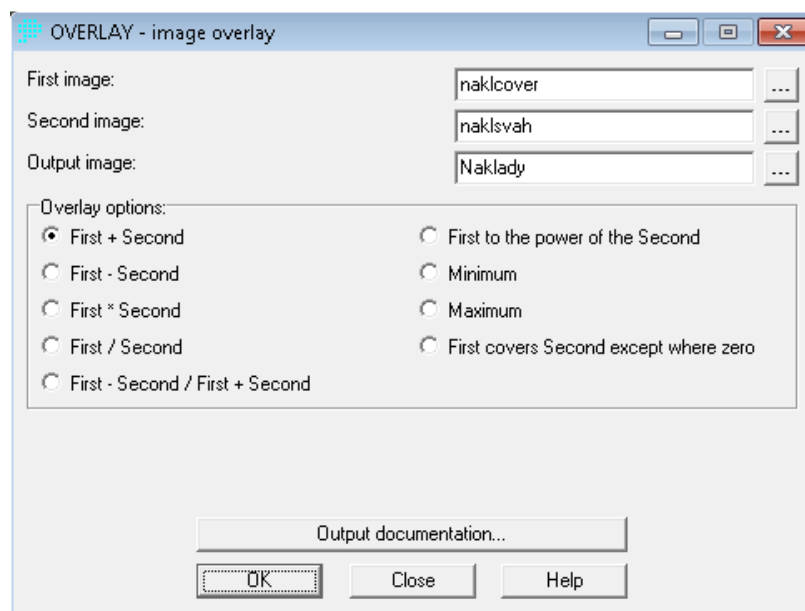


Obrázek 15 - Náklady dle využití půdy

### Vytvoření povrchu celkových nákladů

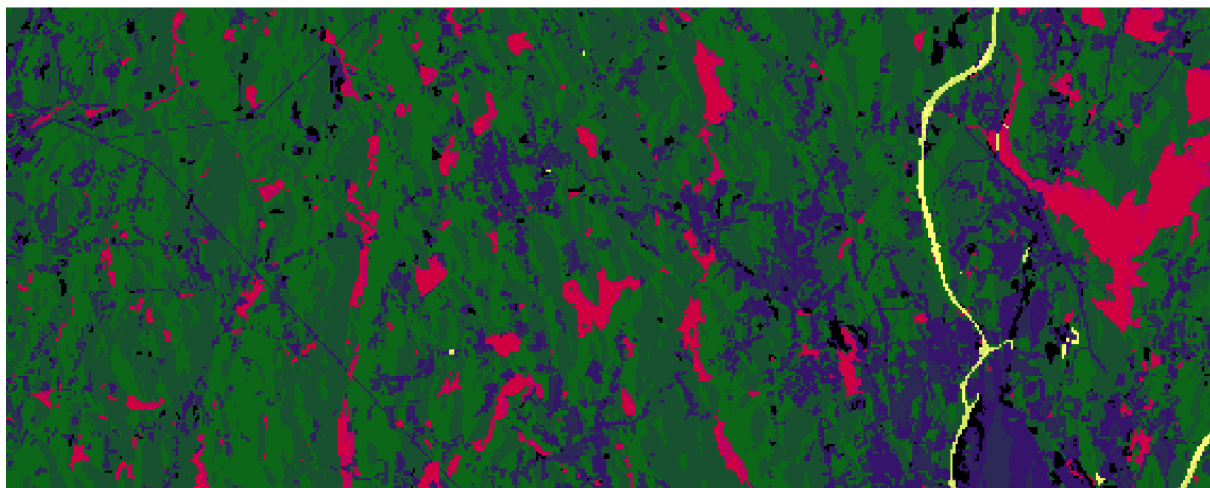
Jelikož již máme vytvořeny oboje mapy nákladů tak dalším krokem bude vytvoření mapy celkových nákladů. Pro tento krok nám poslouží modul OVERLAY, s jehož pomocí sečteme jednotlivé náklady a vznikne nám vrstva celkových nákladů.

- Pomocí modulu OVERLAY vytvořte vrstvu celkových nákladů. Výstup pojmenujte Naklady.



Obrázek 16 - Reclass celkové náklady

Vrstva celkových nákladů vypadá následovně

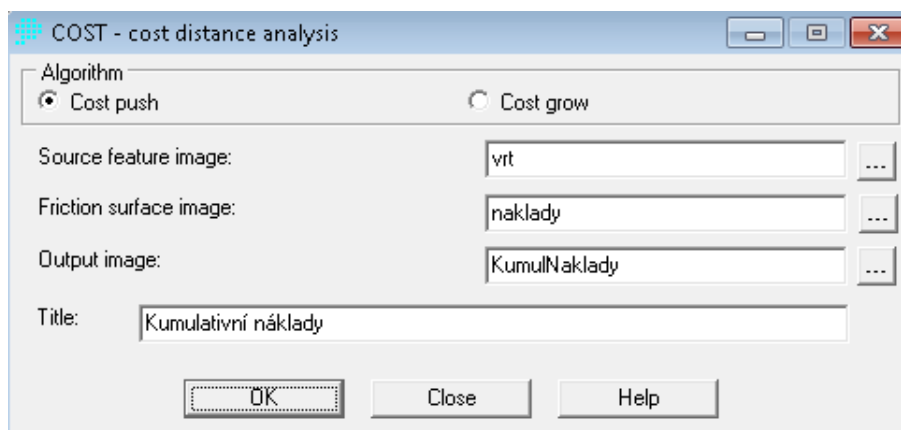


Obrázek 17 - Vrstva celkových nákladů

### Vytvoření vrstvy kumulativních nákladů

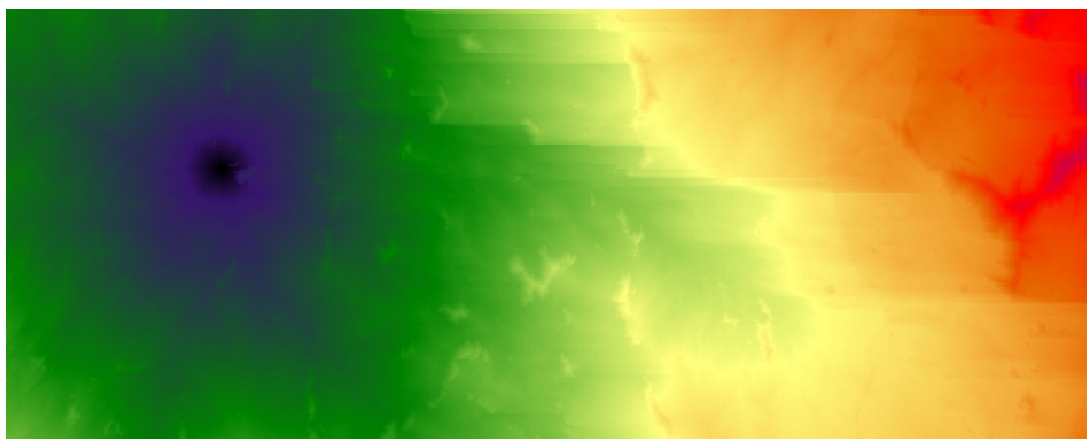
Jelikož každý pixel obsahuje pouze svoji hodnotu nákladů, je třeba vytvořit vrstvu kumulativních nákladů, kde se sčítají náklady na překonání vzdálenosti počítané od počátečního uzlu, v našem případě je tento uzel ropný vrt.

- Vytvořte vrstvu kumulovaných nákladů od ropného vrtu. Výslednou vrstvu pojmenujte KumulNaklady.



Obrázek 18 - Nastavení Cost

Na výsledné vrstvě lze jasně vidět kruh, kde se nachází ropný vrt a v severovýchodním rohu lze vidět nejdražší vzdálenosti.

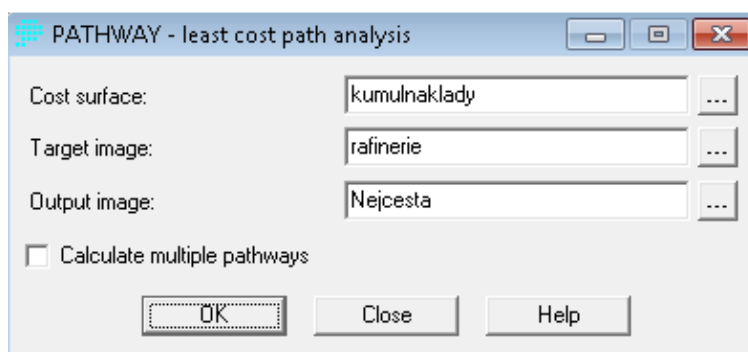


**Obrázek 19 - Zobrazení kumulovaných nákladů**

### Určení nejlevnější trasy

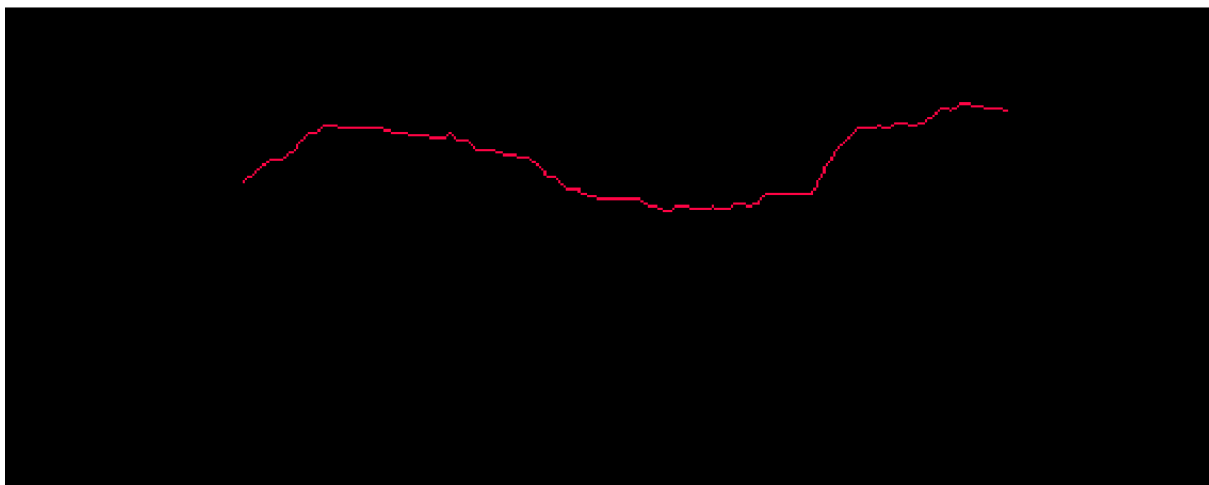
Jelikož už máme, vše potřebné může přistoupit k samotnému určení nejlevnější trasy. Pro určení trasy využije modul PATHWAY. V minulém kroku jsme získali kumulované náklady, které využijeme v tomto kroku. Jelikož byli tyto kumulativní náklady počítány od ropného vrtu, modul PATHWAY začne výpočet právě tam a bude postupovat po každém pixelu a vybírat ze svého okolí ten nejlevnější pixel až do konečné destinace, což je v našem případě ropná rafinerie.

- Pomocí modulu PATHWAY určete nejlevnější cestu. Výstup pojmenujte Nejcesta.



**Obrázek 20 - Nastavení Pathway**

Nejlepší cesta vzešlá z příkazu PATHWAY zobrazená v paletě qual.

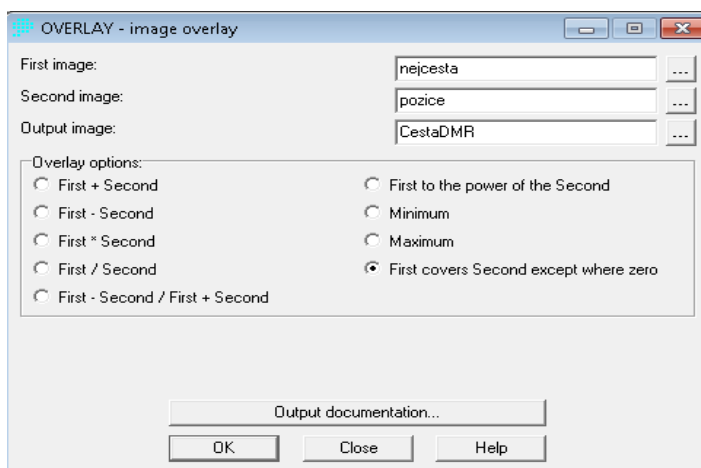


Obrázek 21 - Zobrazení nejlepší cesty

### Zobrazení cesty na vrstvě DMR

Jelikož má naše nejlevnější cesta vzešlá z modulu PATHWAY minimální vypovídací hodnotu umístíme tuto vrstvu na vrstvu pozice pomocí modulu OVERLAY.

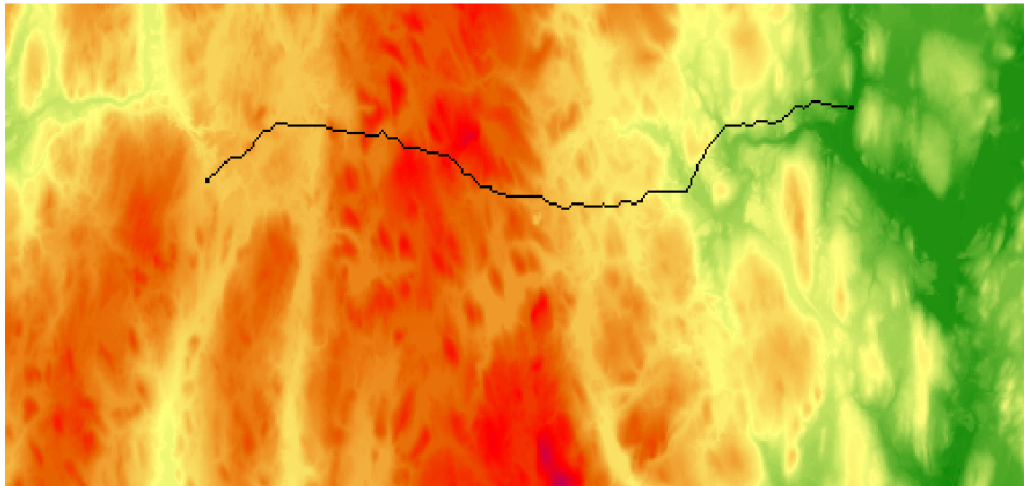
- Znázorníte nejlevnější cestu na vrstvě pozice pomocí modulu OVERLAY. Výstup pojmenujte CestaDMR.



Obrázek 22 - Nastavení Overlay cesty na DMR



Takto vypadá finální zobrazení nejlevnější trasy ropovodu od ropného vrtu k rafinerii.



**Obrázek 23 - Zobrazení cesty na DMR**

#### **Kontrolní otázky**

- Jak by se změnil postup cvičení, kdybychom v modulu Surface využili výpočet pomocí metody Slope místo metody Aspect?
- Změnila by se trasa ropovodu při změně hodnot nákladů dle využití půdy?
- Jaký je rozdíl mezi algoritmy v modulu Cost?

#### **Závěr:**

V průběhu dnešního cvičení jsme dokázali, že některé z nejdůležitějších modulů systému IDRISI a najít nejlepší cestu pro nás nepředstavuje žádný problém.

Na závěr uložte výslednou vrstvu CestaDMR jako výsledek vaší práce a ostatní vámi vytvořené soubory smažte pro zachování volného místa na disku.