

VYUŽITIE PARALELNÝCH VÝPOČTOV PRI TVORBE MAPY POTENCIÁLU VIZUÁLNEJ EXPONOVANOSTI

USE OF PARALLEL COMPUTATIONS IN CREATION OF MAP OF VISUAL EXPOSURE POTENTIAL

Imrich JAKAB

Katedra ekológie a environmentalistiky FPV UKF v Nitre, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, ijakab@ukf.sk

Abstrakt

Potenciál vizuálnej exponovanosti je určujúcim faktorom pri krajinnom plánovaní a pri posudzovaní činností s dopadom na vizuálnu a estetickú stránku krajiny ako aj na jej vizuálnu kvalitu. Potenciál vizuálnej exponovanosti je vyjadriteľný v hodnotách, pričom jeho hodnota je daná veľkosťou územia z ktorého je konkrétny bod v krajine vizuálne identifikovateľný, resp. veľkosťou územia, ktoré možno z konkrétneho bodu identifikovať. V súčasnej dobe najčastejšie používané GIS nedisponujú priamym nástrojom na stanovenie vizuálnej exponovanosti územia. Ponúkajú funkciu Viewshed, ktorá dokáže identifikovať bunky vo vstupnom rastrí, viditeľné z jedného alebo viacerých pozorovacích bodov, ale neponúkajú komplexné riešenie stanovenia vizuálnej exponovanosti územia. Našou ambíciou bolo vytvoriť platformu pre objektívne hodnotenie vizuálne identifikovateľnej informácie. Vytvorili sme nástroj ktorý využíva Viewshed analýzy pre výpočet indexu viditeľnosti pre každý pixel vstupného digitálneho modelu reliéfu. Mapa vizuálnej exponovanosti je maticou údajou užívateľom ohraničeného územia, kde každá bunka matice nesie hodnotu funkcie Visibility, prepočítanú na jednotku plochy (m^2 , km^2 , ár, hektár). Hodnota jednotlivých buniek predstavuje kvantitatívne vyjadrenie potenciálu vizuálnej exponovanosti krajiny, ktorá je daná rozlohou územia viditeľného z danej bunky. Pri tvorbe mapy potenciálu vizuálnej exponovanosti sa vyžaduje vypočítanie indexu viditeľnosti pre každý bod z matice výstupného rastra, čo si vyžaduje množstvo opakovaných výpočtov. Tvorba mapy sa tak stáva dlhodobým procesom, ktorý sme zefektívniili použitím paralelných výpočtov. Vstupná rastrová mapa predstavujúca digitálny model reliéfu sa rozdelí na menšie segmenty a počítanie viditeľnosti využívaním princípu lines-of-sight (LOS) sa vykonáva vo viacerých segmentoch súčasne použitím paralelných výpočtov. Vytvorený nástroj je možné využívať pri činnostiach súvisiacich s problematikou tvorby a plánovania krajiny. Príkladmi sú územné systémy ekologickej stability, činnosti posudzujúce dopad na životné prostredie, dokumentácie územných plánov, pozemkové úpravy a iné.

Kľúčová slova: Potenciál vizuálnej exponovanosti, Viewshed analýzy, paralelné výpočty, GRASS GIS, index viditeľnosti

Abstract

Potential of visual exposure is determining factor of landscape planning and assessment of activities with the visual-aesthetic impact on landscape and its visual quality. Potential of visual exposure is determined by a size of area, from which can be a concrete point potentially visible, or by the area size, which can be identified from the concrete point. In the present, the most common GIS software does not possess a direct tool for determination of visual exposure of the area, but it is possible to use tools for Viewshed analysis, which are able to identify cells in input raster, visible from one or more viewpoints. This approach does not offer complex solution for determination of visual exposure of the area. Our ambition was to create objective assessment platform as a source of visual identifiable information. We have developed a toolkit, which uses Viewshed analysis for computation of visibility index for each pixel of an input digital elevation model (DEM). Map of visual exposure as an output is a data matrix of a set area, where each cell of the area matrix possesses a Visibility index transformed to selected spatial units (m^2 , km^2 , ares, hectares), where the value of each cell presents a quantitative expression of visual exposure potential of the land, which is given by the territory visible from the cell. Map creating process of visibility index determination for all pixels of concrete area

requires a number of time-consuming computations. Our approach in speeding up the process of visual exposure map creation is based on the parallel computations usage. Input DEM was divided into required number of segments and computation of visibility was performed in these individual segments on several processors. Thus our approach allows that the number of the viewshed computations obtained by lines-of-sight (LOS) projecting within the DEM remains the same, but computations run simultaneously. The toolkit developed has application in the planning and the evaluation processes in the theoretical as well as the proposed level, for instance in environmental impact assessment (EIA), urban plan documents or system of ecological stability of the territory.

Keywords: Potential visual exposure, Viewshed analysis, parallel computation, GRASS GIS, visibility index

ÚVOD

Potenciál vizuálnej exponovanosti (PVE) krajiny je určujúcim faktorom pri plánovaní a posudzovaní činností, ktoré majú vizuálno-estetický dopad na krajinu. PVE je vyjadriteľný v hodnotách, pričom jeho hodnota je daná veľkosťou územia z ktorého je konkrétny bod v krajine vizuálne identifikovateľný, resp. veľkosťou územia, ktoré možno z konkrétneho bodu identifikovať (Štefunková, 2004), (Petluš, Vanková, 2009).

Hodnotenie vizuálnej exponovanosti krajiny je súčasťou nových prístupov v rámci komplexného hodnotenia krajiny. Základným atribútom vstupujúcim do procesu hodnotenia je reliéf, na ktorý sa viaže hodnota potenciálu vizuálnej exponovanosti krajiny. Reálnu exponovanosť ovplyvňuje kvantitatívne zastúpenie prvkov krajinnej štruktúry, ale aj ich kvalitatívna úroveň v zmysle ich estetickej validácie. V rámci problematiky hodnotenia vizuálnych prepojení v krajine možno identifikovať niekoľko základných pojmov. Potenciál vizuálnej exponovanosti krajiny je pojem hypotetický, nakoľko priestor obmedzuje na potenciálny reliéf bez prítomnosti krajinných prvkov. Do procesu stanovenia a hodnotenia vizuálnych prepojení krajiny však vstupuje ako hlavný atribút. Vizuálna kvalita krajiny je jej stav, podmienený perцепčnými schopnosťami pozorovateľa a štruktúrou krajiny (Petluš, Vanková, 2010).

Podľa Štefunkovej (2004) sa jedná o súbor fyziognomických a morfoštruktúrnych vlastností krajiny schopných plniť funkciu vizuálnych atribútov. Takéto prístupy sú metodicky dobre rozpracovanou problematikou v prácach Štefunková (2000), Štefunková (2004), Petluš, Vanková (2009) a sú závislé na indikátoroch vizuálnej kvality krajiny. Podľa Löva, Míchala (2003) to môžu byť fyzické vlastnosti vonkajšej formy krajiny. Tieto sú dobre identifikovateľné na základe metód hodnotenia podľa Ružičku, Ružičkovej (1978) ako prvky súčasnej krajinnej štruktúry, ktoré možno chápať aj ako nositeľov kvalitatívnych znakov podmienených zložkami prvotnej štruktúry krajiny, kde má osobitný význam tvar reliéfu.

Vizuálna štruktúra krajiny a potenciál vizuálnej exponovanosti sa v teoretickej, ale aj návrhovej rovine premieňa do plánovacích a hodnotiacich procesov. Príkladmi sú územné systémy ekologickej stability, činnosti posudzujúce dopad na životné prostredie, dokumentácie územných plánov, pozemkové úpravy a iné činnosti súvisiace s problematikou tvorby a plánovania krajiny (Petluš, Vanková, 2009).

2 MODELOVANIE VIZUÁLNEJ EXPONOVANOSTI

PVE je vyjadriteľný v hodnotách, pričom jeho hodnota je daná veľkosťou územia z ktorého je konkrétny bod v krajine vizuálne identifikovateľný, resp. veľkosťou územia, ktoré možno z konkrétneho bodu identifikovať (Štefunková, 2004).

V súčasnej dobe najčastejšie používané geografické informačné systémy (GIS) nedisponujú priamym nástrojom na stanovenie vizuálnej exponovanosti územia. Ponúkajú funkcie pre Viewshed analýzy, ktoré dokážu identifikovať bunky vo vstupnom rastrovi, viditeľné z jedného alebo viacerých pozorovacích bodov.

Viewshed analýza závisí od výšky pozorovacieho bodu. Zmena tejto výšky prináša zmeny vo výsledkoch funkcie. Odlišné techniky pre Viewshed analýzy boli vyvíjané vzhľadom na jednotný, spoločný základ (Achilleos, Tsouchlaraki, 2004):

- a) Ako vstupy sa pre výpočty Viewshed používajú dáta z digitálneho modelu reliéfu (DMR),
- b) Pozorovací bod a cieľový bod sú definované horizontálne a vertikálne,

- c) Rozhodnutie o viditeľnosti alebo neviditeľnosti prislúcha danému bodu.

Viewshed vytvára z DMR novú vrstvu ktorá poukazuje na časti viditeľné z jedného, prípadne viacerých miest, ktoré sú vzápätí binárne okódované: 1 indikuje viditeľné časti 0 neviditeľné (Fisher, 2005).

Základný algoritmus pre generovanie „viewshed“ z rastrovej vrstvy predstavujúcej DMR je založený na odhade výškového rozdielu pixlov ležiacich medzi pozorovacím bodom a cieľovými pixlami.

Determinácia viditeľnosti cieľového pixla z pozorovacieho bodu je vykonaná porovnaním všetkých pixlov ležiacich medzi cieľovým pixlom a pozorovacím bodom s líniou ktorá tieto dva body spája „*line-of-sight*“ (LOS). Ak povrch krajiny prevyšuje hodnotu LOS cieľový pixel je neviditeľný. V opačnom prípade je viditeľný z pozorovacieho bodu. Výpočet LOS musí byť opakovaný pre všetky cieľové pixle z množiny pozorovacích bodov a skupina cieľových pixlov, ktorá je viditeľná z pozorovacieho bodu tvorí výsledok Viewshed analýzy (Burrough, McDonnel, 1998) (Young-Hoon Kima, Sanjay Rana, Steve Wise, 2004).

Viewshed analýzy môžu byť využité v širokej škále aplikácii zaŕňajúcich lokalizáciu veterných turbín (Miller, Wherrett, Morrice, Fisher, 1999), (Bishop, 2002), umiestňovanie vyhladkových veží (Bao, Liu, Yao, Huang, 2010), hodnotenie viditeľnosti pamiatok (Ogbum, 2005) (Ohsawa, Kobayashi, 2005) analýza archeologických lokalít (Paliou, Wheatley, Earl, 2010), hodnotenie krajinného rázu, kvality krajiny a mestského dizajnu (Yang, Putra, Li, 2007), (Dean, Lizarraga-Blackard, 2007), (Sevenant, Antrop, 2006).

Vo väčšine prípadov sa jedná o relatívne málo bodov záujmu pre ktoré sa rieši počítanie viewshed. Tak je to v prípade hodnotenia vizuálnej intrúzie rozvoja, kde sledovaný objekt môže byť jeden bod (výhladková veža), body pozdĺž línie (v prípade budovania novej cesty) alebo body po obvode plochy (napríklad pri obytných či hospodárskych objektoch) (Kima, Rana, Wise, 2004).

Mapa vizuálnej exponovanosti je rastrovou mapou, kde každý pixel nesie hodnotu indexu viditeľnosti – čiže mieru viditeľnosti daného bodu.

Jedná sa o vyčerpávajúci, ale aj časovo náročný prípad, ktorý Rana (2003) označuje ako prípad „Golden Case“, v ktorom každý bod n nachádzajúci sa v teréne je použitý aj ako cieľový aj ako pozorovací. Čas výpočtu indexu viditeľnosti v prípade Golden Case je $O(n^2)$.

Jednou z možností optimalizácie výpočtov je ich redukovanie na strane pozorovacích bodov – „Reduced Observers Strategy“. Ďalšiu možnosť ponúkajú optimalizačné prístupy zamerané na znižovanie počtu cieľových bodov (napríklad obmedzovanie maximálnej viditeľnosti vo výpočtoch za horizontom) sú nazývané ako „Reduced Targets Strategy“.

Indexy viditeľnosti jednotlivých bodov terénu odvodené v Golden Case by mohli byť označované ako absolútne indexy viditeľnosti (Absolute Visibility Indices - AVI) zatiaľ čo počítanie indexu viditeľnosti bodov terénu založené na približnej či optimalizovanej viditeľnosti nazývame odhadovaným indexom viditeľnosti (Estimated Visibility Indices - EVI).

Pri vyvíjaní nástroja pre tvorbu mapy PVE sme počítali s prípadom Golden Case s absolútnymi indexmi viditeľnosti.

Proces tvorby mapy PVE konkrétneho územia si vyžaduje množstvo výpočtov čo zaberá veľa času. Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú výpočtový čas sú okrem výkonu samotného počítača, rozlíšenie DMR, veľkosť záujmového územia a maximálna hranica pre výpočet viditeľnosti zadefinovaná užívateľom.

Ak odignorujeme algoritmickú a implementačnú závislosť (napríklad, hardvér) vo výkone analýzy viditeľnosti, potom odhad pre približný čas analýzy viditeľnosti je úmerný $O(ot)$, kde o je počet pozorovacích bodov a t je počet cieľov v teréne. Preto, väčšina pokusov o optimalizovanie rátania indexov viditeľnosti sa pokúšajú zredukovať párové porovnanie na úrovni pozorovateľ - cieľ (Rana, 2003).

Existuje niekoľko možností ako urýchliť výpočty indexu viditeľnosti, prípadne ako zefektívniť celý proces tvorby mapy vizuálnej exponovanosti.

Riešením je redukcia počtu pozorovacích bodov, redukcia cieľových bodov prípadne redukcia oboch. Jednou z možností je použiť pre analýzy viditeľnosti vstup vo formáte TIN miesto vstupného DMR v gridovom formáte, nakoľko TIN využíva menej bodov pri modelovaní reliéfu. Ďalšou alternatívou je používať rôzne podmnožiny pre pozorovacie body (Rana 2003) (Kima, Rana, Wise, 2004).

My sme pre urýchlenie procesu tvorby mapy PVE využili možnosť paralelných výpočtov. Vstupná mapa je užívateľom rozdelená na požadovaný počet sektorov, pričom výpočty indexov viditeľnosti v

jednotlivých sektoroch môžu prebiehať paralelne a môžu ich vykonávať samostatné procesory. Takýmto spôsobom sa výpočty môžu urýchliť niekoľko násobne, v závislosti od výkonu použitého počítača – od využívania 2 či 4 procesorových desktopových počítačov cez niekoľko procesorové počítačové clustery až po superpočítače s niekoľko sto až s niekoľko tisíc procesormi.

Vzniknuté sektory vytvoria približne rovnako veľké skupiny pozorovacích bodov. Takže počet výpočtov sa nemení len sa riešia súbežne. Každý procesor môže riešiť výpočty na samostatnom segmente, pričom počítanie viditeľnosti musí v prípade potreby presiahnuť hranice segmentu. Cieľové body, ktoré sú súčasťou výpočtu nie sú ohraničené hranicami sektorov, nakoľko počítanie viditeľnosti princípom LOS presahuje hranice sektorov.

Zdrojom pre pozorovacie body sú pri paralelných výpočtoch pixle v rámci vzniknutých sektorov. Zdrojom pre cieľové body môže byť celá vstupná mapa prípadne mapa ktorá vznikla pripočítaním bufferu o veľkosti maximálnej viditeľnosti k okrajom jednotlivých sektorov.

3 NÁSTROJ PRE VÝPOČET MAPY POTENCIÁLU VIZUÁLNEJ EXPONOVANOSTI

Základom pre vytváranie softvérového nástroja pre tvorbu mapy PVE bol použitý systém GRASS GIS (Grass Development Team, 2011), nakoľko sa jedná o popredný open-source GIS softvér. GRASS (Geographical Resources Analysis Support System) je komplexný GIS s možnosťou spracovania rastrových, topologicky vektorových, obrazových dát a grafickej tvorby (GRASS Development Team, 2002)

GRASS GIS ako programovacie prostredie má stabilné a premyslené programovacie rozhranie (API) a poskytuje široké spektrum funkcií pre riadenie vstupno/výstupných podprogramov a pre správu dát (Jasiewicz, Metz, 2011).

Vytvorený nástroj pre tvorbu mapy potenciálu vizuálnej exponovanosti, rieši Viewshed analýzy pre väčšie ohraničené územia pričom využíva moduly systému GRASS GIS, predovšetkým r.los a programovú podporu jazyka BASH pod OS GNU/Linux.

Modul r.los generuje rastrový mapový výstup s bunkami, ktoré sú viditeľné z užívateľom špecifikovaného pozorovacieho bodu v danej výške nad povrchom. Výstupné mapové hodnoty buniek reprezentujú vertikálny uhol (v stupňoch, od povrchu zeme) pod ktorým vidieť tie bunky z pozorovacieho bodu. (Neteler, Mitasova, 2007)

Vstupné parametre modulu r.los podľa GRASS Development Team (2002), ktoré sú dôležité pre tvorbu mapy vizuálnej exponovanosti:

- raster map – vrstva predstavujúca DMR obsahujúca výškové dáta, ktorá sa použijú ako vstup do programu,
- coordinate (x,y) – geografické súradnice identifikujúce požadované umiestnenie pozorovacieho bodu,
- obs_elev – výška pozorovateľa (v metroch),
- max_dist – maximálna vzdialenosť viditeľnosti (v metroch) od pozorovacieho bodu v rámci ktorej sa má vykonať LOS.

Okrem automatizácie vykonávania r.los modulu pre každý pixel vstupného rastra, je potrebné použiť aj ďalšie GRASS moduly pre výpočet indexu viditeľnosti, nastavenie regiónu, import a export rastrových vrstiev a pod. Nástroj využíva niekoľko existujúcich modulov (Grass Development Team, 2011): r.in.gdal, g.region, r.buffer, r.stats, r.out.arc, r.patch, Grass batch job.

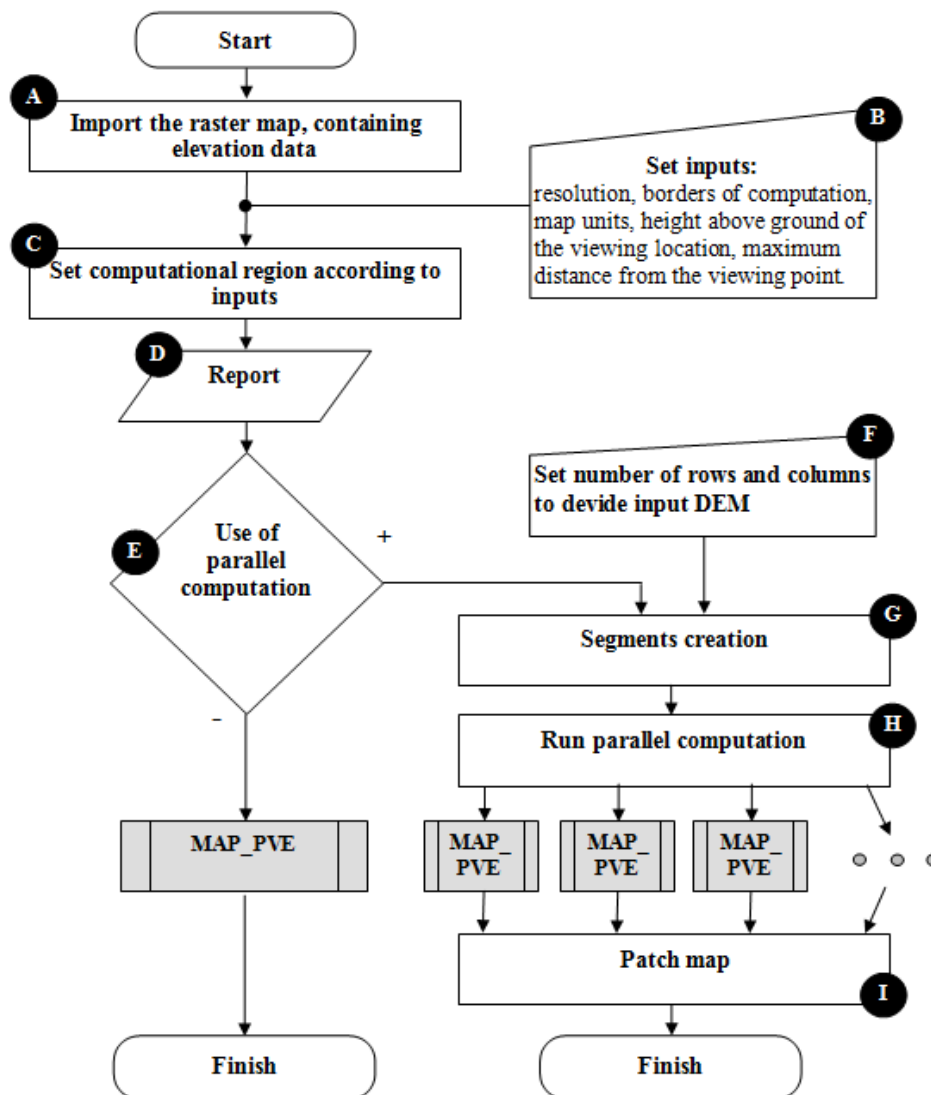
4 MODELOVANIE VIZUÁLNEJ EXPONOVANOSTI VYUŽITÍM PARALELNÝCH VÝPOČTOV

Vytvorený nástroj sa spúšťa v GRASS GIS terminály. Po spustení sa načíta vstupný raster (Obr.1A), predstavujúci DMR a transformuje sa do formátu ASCII ESRI formátu využitím modulu r.in.gdal v GRASS GIS.

Po spustení toolkitu užívateľ prostredníctvom odpovedí na otázky v terminály GRASSu zadáva základné vstupné parametre pre nastavenie jednotiek, nastavenie výpočtového regiónu a pre rozdelenie vstupnej mapy na sektory v prípade paralelných výpočtov.

Pre nastavenie jednotky (Obr.1B) v ktorej sa majú zapisovať údaje do výstupnej mapy ponúka prvé dialógové okno na výber niekoľko možností:

- počet pixlov viditeľných z daného miesta,
- rozloha v metroch štvorcových,
- rozloha v kilometroch štvorcových,
- rozloha v ároch,
- rozloha v hektároch.



Obr.1 Algoritmus pre nastavenie výpočtov

Ďalšie dve otázky v novom dialógovom okne slúžia k nastaveniu výpočtového regiónu v GRASS (Obr.1B,C). Prvou si užívateľ zvolí rozlíšenie výstupnej mapy, druhou sa nastavujú hranice výpočtu. Pre nastavenie hraničných bodov pre výpočet nástroj ponúka niekoľko možností. Prvá umožňuje nastavenie hraničných bodov na základe MASKy. Druhá možnosť nastavuje hranice výpočtov priamym nastavením hraničných bodov. Poslednou, treťou možnosťou je počítanie na celom vstupnom rasti bez obmedzenia hranice. V tomto prípade však na okraji mapy vznikajú skreslené výstupy, nakoľko maximálna viditeľnosť presahuje hranice mapy a počet cieľových pixelov pre výpočet LOS sa smerom k hranicam znižuje.

Basic informations about the input map and number of its cells (rasters):	
Cell size (resolution):	30.0031
Number of cells on X axis:	595
Number of cells on Y axis:	703
Total number of cells (number of computations):	418285
How do you want to divide the input map?	
Set the number of columns: 2	
Set the number of rows: 4	

Obr.2 Výpis správy a nastavenie rozdelenia výpočtového regiónu na požadovaný počet segmentov

Ak je známe rozlíšenie mapy a hranica pre výpočty nástroj má presne definovaný výpočtový region a vypíše správu o presnom rozlíšení a o počte pixlov, ktoré nám vstupujú do výpočtov (Obr.1D, Obr. 2).

Nakoľko je potrebné počítat Viewshed analýzy pre každý pixel ohraničeného územia samostatne, počet pixlov je úmerný počtu spustení modulu r.los. Preto je správa o počte pixlov užitočnou informáciou pre užívateľa, ktorý sa rozhodne, či chce použiť jednoduché alebo paralelné rátanie vizuálnej exponovanosti.

V prípade že sa rozhodne pre jednoduché rátanie spustí sa podprogram MAP_PVE (Obr.3) pre tvorbu mapy vizuálnej exponovanosti. Pri výbere paralelných výpočtov je potrebné rozdeliť vstupnú mapu na menšie časti – segmenty (Obr.1F,G) a prispôbiť výpočet viditeľnosti pre novo vytvorené segmenty. Segmenty predstavujú ohraničený súbor pozorovacích bodov, pričom zdrojom pre cieľové body ostáva vstupná rastrová mapa transformovaná podľa nastaveného výpočtového regiónu, aby boli výsledky presné aj v prípade kedy počítania LOS presahujú hranice segmentu.

Pri výbere paralelných výpočtov má užívateľ možnosť určiť na koľko segmentov (riadkov a stĺpcov) chce rozdeliť výpočtový región (Obr.1F, Obr.2).

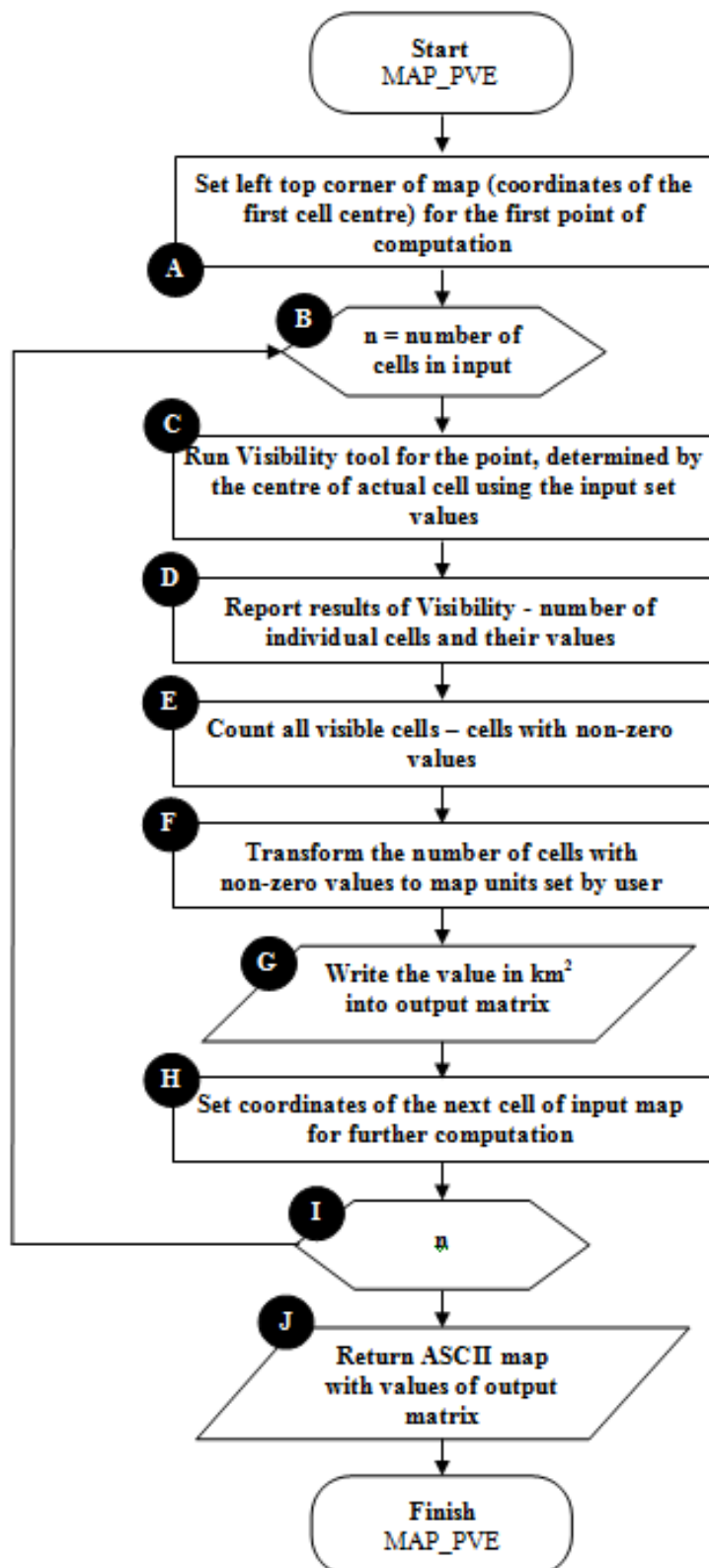
Vytvorením segmentov vzniknú nové vstupné dáta a uložia do externých súborov. Dáta obsahujú informácie o parametroch nastavených užívateľom, hranice jednotlivých segmentov ich kódy ale aj kópie zdrojového kódu programu pre viacnásobné spustenie pri paralelnom počítaní (Obr.1H). Preto je posledná otázka zameraná na spôsob organizácie novo vytvorených dát v počítači, aby ich bolo možné použiť pri paralelných výpočtoch.

Po odpovedi na túto poslednú otázku je všetko pripravené pre spustenie podprogramu MAP_PVE programu ktorý vytvára mapu potenciálu vizuálnej exponovanosti.

Výpočet začne v ľavom hornom rohu vstupnej mapy, v prípade paralelných výpočtov v ľavom hornom rohu konkrétneho segmentu (Obr.3A). Algoritmus rieši funkciu Visibility (module.r.los) pre každú bunku v záujmovom území samostatne, pričom pozorovací bod je daný súradnicami bodu uprostred bunky. Použitý cyklus (Obr.3B) zabezpečí, aby sa proces opakoval toľko krát, koľko je buniek na vstupnom ASCII rastru. Po každom presunutí na ďalšiu bunku rastra sa overí, či je bunka v rámci záujmového územia (5). Ak je nositeľom logickej nuly, nie je v záujmovom území a do výstupnej matice sa na príslušné miesto zapíše logická nula. Ak má bunka inú hodnotu ako logickú nulu, vykoná sa funkcia Visibility pre bod, daný súradnicami stredu aktuálnej bunky a pre nastavené hodnoty výšky pozorovateľa a hranice viditeľnosti (Obr.3C). Výstupom funkcie Visibility sú bunky, viditeľné z definovaného bodu pozorovania. Tieto bunky nesú hodnotu vertikálneho uhla, pod ktorým sú viditeľné z pozorovacieho miesta (Khawaja, 2007).

Ďalším krokom algoritmu je tvorba indexu viditeľnosti pre daný bod. K tomu je potrebné vygenerovanie správy výsledku funkcie Visibility (Obr.3D). Správa obsahuje počet jednotlivých buniek a hodnoty ich vertikálnych uhlov. Nasleduje sčítanie všetkých viditeľných buniek s nenulovou hodnotou (Obr.3E). Výsledné číslo sa prepočíta na veľkosť plochy vo vybraných plošných jednotkách (Obr.3F) a zapíše do výstupnej matice na príslušné miesto (Obr.3G). Po presunutí na novú bunku (Obr.3H) sa celý cyklus opakuje. Znova sa overí, či je bunka v záujmovom území, a na základe toho sa zapíše buď logická

nula alebo súčet výstupných buniek funkcie Visibility do výstupnej matice. Ak sa cyklus vykoná pre každú bunku vo vstupnom ASCII rastrovi, vytvorí sa na základe hodnôt v matici, výstupná mapa vo formáte ASCII (Obr.3J).

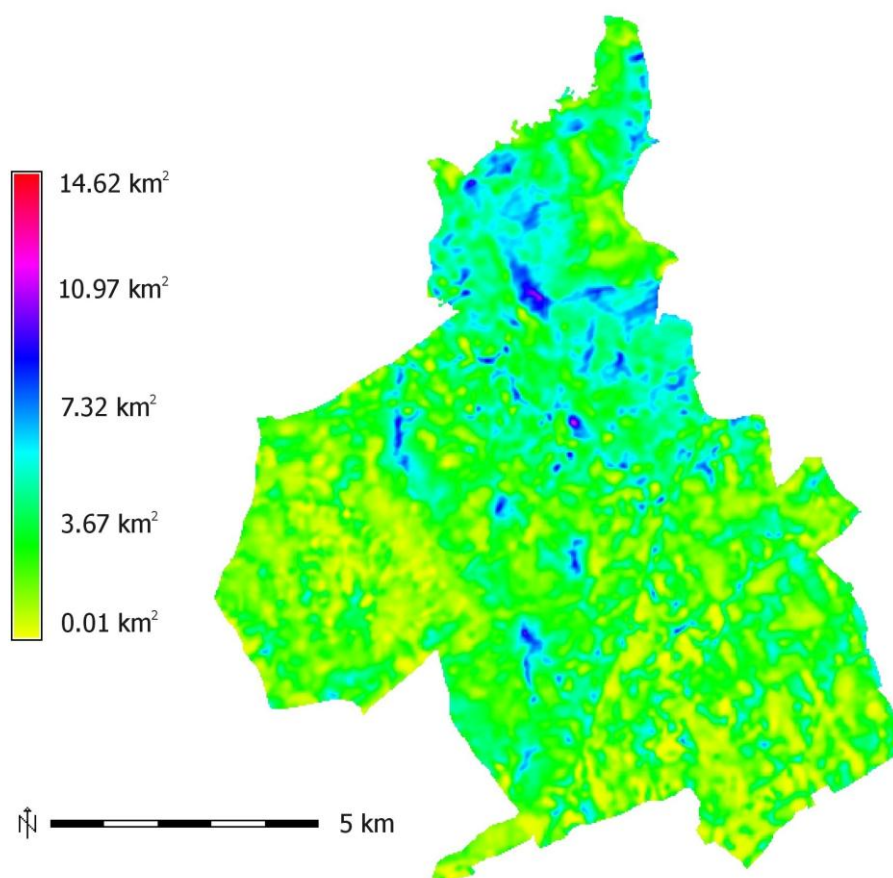


Obr.3 Algoritmus tvorby mapy potenciálu vizuálnej exponovanosti

5 TEST ALGORITMU

Algoritmus tvorby mapy vizuálnej exponovanosti využitím paralelných výpočtov bol testovaný na digitálnej mape reliéfu ASTER (© ERSDAC 2007, <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>). Túto rastrovú mapu sme transformovali z referenčného súradnicového systému WGS84 do S-JTSK (gdalwarp), filtrovali (r.neighbors) a prevzorovali na rozlíšenie 30 m.

Výšku pozorovateľa sme nastavili na hodnotu 1,75 m a hranicu viditeľnosti na 2,5 km. Rozlíšenie pre výstupnú mapu sme ponechali v pôvodnom nastavení. Výstupom testu algoritmu je mapa Potenciálnej vizuálnej exponovanosti Katastrálneho územia mesta Nitra (Obr.3). Rozdelením vstupnej mapy predstavujúcej DMR, na štyri rovnako veľké segmenty, pre ktoré sme súbežne počítali vizuálnu exponovanosť sa nám výpočtový čas skrátil 3,75 násobne.



Obr. 3 Mapa potenciálu vizuálnej exponovanosti Slovenska s lokalizáciou bodov s minimálnou a maximálnou hodnotou vizuálnej exponovanosti vyjadrenou v km²

6 ZÁVER

V príspevku sme sa zamerali na softvérové riešenie stanovenia PVE krajiny. Program bol vytvorený v GRASS GIS pod OS GNU/Linux. S podporou možnosti programovania v programovacom jazyku Bash shell, s využitím Viewshed analýzy a ďalších funkcií v GRASS GIS sme vytvorili program, ktorý ponúka možnosť komplexného riešenia stanovenia PVE krajiny. Výstupom programu je matica údajov, užívateľom ohraničeného územia, kde každá bunka matice nesie hodnotu funkcie Visibility, prepočítanú na km². Vyvíjaný program ponúka riešenie aj pre skrátenie času výpočtov, využitím možnosti ich paralelného riešenia. Táto možnosť je použiteľná pri viacprocesorových počítačových systémoch (od pracovných staníc až po superpočítače). Navrhnutý model je testovacou fázou komplexného softvérového riešenia stanovenia PVE krajiny.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za podpory projektov KEGA 030UKF-4/2011

LITERATÚRA

- Achilleos, G., Tsouchlaraki, A. (2004). Visibility and viewshed algorithms in an information system for environmental management. In: Brebbia, C.A., editor. Management Information Systems 2004: GIS and Remote Sensing. WIT Press, Ashurst, p. 109-121.
- Bao, S.T., Liu, S.B., Yao, J.R., Huang, S.L. 3D (2010). Locating System of Observation Tower with Multiple Constraints. In: Tan, H., editor. PIAGENG 2010: Photonics and Imaging for Agricultural Engineering, SPIE-INT Soc. Optical Engineering, Bellingham; p. 77520K-77520K.
- Bishop, I.D., (2002). Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines. Environ. Plann. B. 29, 707-718 DOI: 10.1068/b12854
- Burrough, P. A., McDonnel, R. A., (1998). Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, London.
- Dean, D.J., Lizarraga-Blackard, A.C., (2007). Modeling the magnitude and spatial distribution of aesthetic impacts. Environ. Plann. B. 34, 121-138 DOI: 10.1068/b30101
- Fisher, P.F., (1995). An exploration of probable viewsheds in landscape planning. Environ. Plann. B. 22, 527-546 DOI: 10.1068/b220527
- GRASS Development Team, (2011). Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) software. Open Source Geospatial Foundation Project. <<http://grass.osgeo.org>>
- Jasiewicz, J., Metz, M., (2011). A new GRASS GIS toolkit for Hortonian analysis of drainage networks. Computers & Geosciences 37, 1162–1173. DOI: 10.1016/j.cageo.2011.03.003
- Kima, Y-H., Rana, S., Wise, S., (2004). Exploring multiple viewshed analysis using terrain features and optimisation techniques. Computers & Geosciences. 30, 1019 - 1032.
- Löw, J., Míchal, I., (2003). Krajinný ráz. (Kostelec nad Černými lesy, Czech republic) 552 s.
- Lynch, K. 1960. Image of the City. The MIT Press. Massachusetts. ISBN 0 262 12004 6
- Miller, D.R., Wherrett, J.R., Morrice, J.G., Fisher, P.F., (1999). Geographic modelling of the visual impact of wind turbines. In: Hinson, P., editor. Wind Energy 1999: Wind Power Comes Of Age, Professional Engineering Publishing Ltd., Westminster; p. 167-179
- Neteler, M., Mitasova, H., (2007). Open Source GIS: A GRASS GIS Approach. Springer, New York.
- Ogburn, D.E., (2006). Assessing the level of visibility of cultural objects in past landscapes. J. Archeol. Sci. 33, 405-413. DOI:10.1016/j.jas.2005.08.005
- Ohsawa, Y., Kobayashi, T., (2005). An analytical model to assess the visibility of Landmarks. Geogr. Anal. 37, 336-349 DOI: 10.1111/j.1538-4632.2005.00586.x
- Paliou, E., Wheatley, D., Earl, G., (2011). Three-dimensional visibility analysis of architectural spaces: iconography and visibility of the wall paintings of Xeste 3 (Late Bronze Age Akrotiri). J. Archeol. Sci. 38, 375-386. DOI:10.1016/j.jas.2010.09.016
- Petluš, P., Vanková, V. (2009). Stanovenie potenciálu vizuálnej exponovanosti pre potreby hodnotenia charakteristického vzhľadu krajiny. In: Herber, V. eds. Fyzickogeografický zborník, Fyzická geografia a trvalá udržateľnosť. Brno : Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, p.57 – 62. ISBN 978-80-210-5077-8
- Petluš, P., Vanková, V. (2010) - Využitie potenciálu vizuálnej exponovanosti pri hodnotení krajiny štruktúry urbanizovaného prostredia. In: Životné prostredie. ISSN 0044-4863, Roč. 44, č. 4, p. 204-208.

Rana, S., (2003). Fast Approximation of Visibility Dominance Using Topographic Features as Targets and the Associated Uncertainty. *Photogramm. Eng. Rem. Sens.* 69, 881–888.

Ružička, M., Ružičková, H., Žigrai, F., 1978: Krajinné zložky, prvky a štruktúra v biologickom plánovaní, *Quaestiones geobiologicae*[23], Veda, Bratislava, 1978, s. 9-77. Sevenant, M., Antrop, M., (2007).

Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: Two case studies in Greece. *Landscape Urban Plann.* 80, 362–374. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2006.09.004

Štefunková, D., (2004) Hodnotenie vizuálnej kvality krajiny v krajinnej ekológii. Bratislava : SAV UKE, 2004. 120 s.

Štefunková, D., (2000). The possibilities of implementation of landscape visual quality evaluation to the landscape-ecological planning. *Ekologia.* 19, 199-206

Yang, P.P.J., Putra, S.Y., Li, W.J., (2007). Viewsphere: a GIS-based 3D visibility analysis for urban design evaluation. *Environ. Plann. B.* 34, 971-992 DOI: 10.1068/b32142