

VIZUÁLNA ANALÝZA VYBRANÝCH HISTORICKÝCH DOMINÁNT BRATISLAVY

Zuzana Hlavatá*, Ján Oťahel**

*Eurosense, s.r.o. Kutuzovova 13, 831 03 Bratislava, zhl@eurosense.sk,

**Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava, oťahel@savba.sk

Visibility analysis of selected historic dominants in Bratislava.

The visibility potential of selected dominants, particularly St Martin's Cathedral, Michael's Gate and the Old Town Hall in historic centre of Bratislava are analysed. The input data were adapted to a 3D landscape model using the 3D digital terrain model, 3D model of roofs and the GIS with raster size of 1.5 m. Moreover, the terrain was heightened to the level of 165 cm (mean height of observer's eyes). The attractiveness of potential view points was assessed in the context of visibility and viewshed of the dominants pursuing the following criteria: size (area) of the relevant observed part and distance from the dominant. Results were computed for the range of 4,000 metres away from dominants and spatially identified in three categories of attractiveness. The most attractive view points were verified and preferred according to aesthetic principles of observed images of the city.

Key words: visual landscape quality, viewshed, points of view, aesthetics of city image, digital terrain model, 3D landscape model, GIS, Bratislava

ÚVOD

Percepcia krajiny je imanentnou súčasťou jej poznávania. Všeobecne sa krajina definuje ako časť zemského povrchu, ktorý je vnímaný človekom (Hartshorne 1939, Zonneveld 1988). Toto spojenie človeka s jeho okolím je pre definíciu krajiny (landscape) podstatné. Materiálno-energetická entita krajiny funguje ako dynamický geosystém, ktorého inherentnou kvalitou je aj jeho vonkajší prejav, určený predovšetkým tvarmi povrchu (georeliéfom), fyziognómiou, ale aj akustikou, arómou, geniom loci, symbolmi.

Vonkajší prejav krajiny človek vníma a zaznamenáva prostredníctvom svojich zmyslov, najčastejšie prostredníctvom zraku a vizuálnych záznamov. Dôraz na vizuálnu kvalitu je prirodzený a vyplýva z najdôležitejšieho vnemu prostredníctvom zraku. Analýze vizuálneho znaku krajiny sa venovali viacerí autori aj explicitne, s rôznym zameraním: od konfigurácie foriem a tvarov reliéfu až po ich kompozíciu s prírodnými a humánnymi objektmi (Linton 1968, Appleton 1975, Snacken a Antrop 1983 a Keisteri 1990), najčastejšie v kontexte hodnotenia atraktivity a estetiky krajiny (Dearden 1980, Sadler a Carlson 1982, Litton 1982, Zube et al. 1983, Lothian 1999, Wherrett 1999, Berry a Chris 2005). Téma našla odozvu a publicitu aj v slovenskej literatúre (Drdoš 1995, Oťahel 1980, 1999 a 2003, Oťahel et al. 2007, Štefunková 1998, Štefunková a Cebecauer 2006, Jančura 1998 a 2003, Barčáková 2001, Hlavatá a Pauditšová 2001, Pauditšová a Pauditš 2007).

Percepcia krajiny je spojená s človekom ako subjektom a v zmysle jeho individuality, integrity a správania odvodzujeme aj jej mentálny, behaviorálny rozmer (Lynch 1960, Tuan 1974, Saarinen 1976 a Carlson 2002). Z tohto

aspektu je vhodné pripomenúť aj niektoré – najmä geografické práce akcentujúce tento prístup (Hynek 1984, Radváni 1985, Ira 1999, Matlovič 2006, Lapka et al. 2008, Tomčíková a Lehotský 2009). Behaviorálny prístup je založený na individuálnom vneme subjektu, percipienta, z ktorého nás zaujíma jeho výsledný efekt: výpoveď, vizuálny a zvukový záznam, umelecký artefakt (Oťahel 2003). Výstupy vnímania (opis, schéma, mapa, kresba, maľba, fotografia alebo film) majú rôznu kvalitu, informačnú hodnotu a z tohto hľadiska aj realizačný efekt, ktorý úzko súvisí so subjektom (jeho profesiou, erudíciou), ale zároveň aj miestom vnímania. Obraz krajiny je vnímaný a zaznamenaný z reálnej pozície pozorovateľa a v tomto zmysle je aj jeho vnímanie a poznanie limitované podmienkami fyzického stavu krajiny.

Základným indikátorom vonkajšieho prejavu krajiny je georeliéf, súčasť viditeľnej krajiny – tzv. „visible landscape“ (Dawis 1915), ktorú identifikujeme prostredníctvom foriem a tvarov. Tieto charakteristiky majú aj objekty prírodného a antropogénneho pôvodu, známe ako krajinná pokrývka (Feranec a Oťahel 2001). V krajinnom priestore majú trojrozmerný prejav, ktorý je merateľný a zároveň limituje možnosti videnia. Vhodnými nástrojmi na ich analýzu a korektnú identifikáciu sú letecké snímky a digitálny model reliéfu aplikované v prostredí geografických informačných systémov (GIS). Hlavné využitie GIS je v tejto oblasti v analýzach viditeľnosti a dohľadnosti objektov v krajine (tzv. kvantitatívne analýzy), ktoré vychádzajú z poznania objektívnych vlastností krajiny (morfometrické vlastnosti georeliéfu, vegetačnej pokrývky, sídelnej zástavby a pod.) a snažia sa určiť, čo pozorovateľ môže v krajine vidieť (napr. Brossard et al. 1994, Kidner et al. 1997, Hlavatá a Pauditsová 2001, Llobera 2003, Štefunková a Cebecauer 2006, Hofierka et al. 2009 a Rød a van der Meer 2009). Následná analýza estetickej kvality videnej časti (záberu) krajiny (kvalitatívna analýza) vychádza z predpokladov, ktoré rámujú estetiku obrazu (vizuálneho záberu) krajiny (napr. Fyhri et al. 2009 a Cañas et al. 2009). Využitie GIS v týchto analýzach síce objektivizuje výsledky, ale zároveň prináša svoje vlastné problémy súvisiace s presnosťou výpočtov (pozri napr. Riggs a Dean 2007 a Ruiz 1997).

Objektívne údaje o krajinej štruktúre (3D modely), sú jedným z podkladov na analýzu atraktivity krajiny podľa subjektívnych kritérií, vyplývajúcich z konvencie estetických princípov. Koncepcia analýzy fyzického stavu krajiny, podľa vopred stanovených kritérií atraktivity krajiny a jej objektov, vzhľadom na ich konfiguráciu a kompozíciu, reprezentuje objektívno-subjektívny, resp. normatívny prístup hodnotenia percepcie krajiny (Oťahel 1999 a 2003), alebo tzv. objektivistickú (fyzickú) paradigmatu (Lothian 1999).

Zjednodušenie percepcie prostredia a analýzy vizuálnej kvality krajiny súvisí aj s predmetom poznania krajiny (geografia a krajinná ekológia), resp. s riešením priestorovej organizácie a tvorby krajiny (urbanizmus, krajinný dizajn, parková a krajinná architektúra, architektonická tvorba). Významným fenoménom spojeným s vizuálnou percepciou je spoločenská potreba relaxu, oddychu a poznávania, ktorá sa v sídlach dotýka zvlášť miestnych obyvateľov, ale aj účastníkov cestovného ruchu. Základným predpokladom vizuálneho vnímania sú možnosti videnia objektívnej reality, výhľadovosť a dohľadnosť na vybrané časti mestskej krajiny, v našom prípade historického centra Bratislavy. Vybrali sme tri významné dominanty Starého Mesta: Dóm sv. Martina,

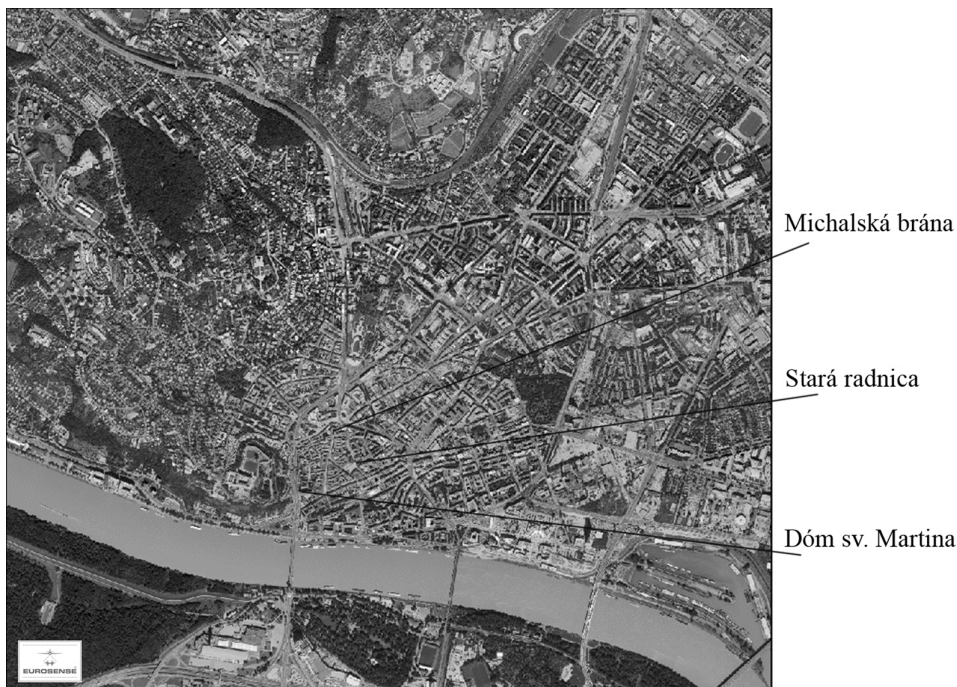
Michalskú bránu a Starú radnicu. Ďalšie predpoklady vizuálnej kvality, optimálne výhľady na dominanty, závisia od vzdialenosti a viditeľnosti ich relevantných častí (úplnosť a komplexnosť videnia objektov), pričom estetika vizuálnych obrazov súvisí aj s konfiguráciou a kompozíciou susedných objektov.

Cieľom práce bolo nájsť všetky reálne výhľadové body na tri vybrané dominanty mestskej časti Bratislavy – Starého Mesta, vyhodnotiť mieru atraktivity výhľadov a zároveň estetiku vizuálnych obrazov mesta.

ÚDAJE A METÓDY

Študované územie

Historické jadro Bratislavy je pamiatkovou rezerváciou. Osobitné postavenie má Dóm sv. Martina (národná kultúrna pamiatka) postavený v 14. storočí. V 16. storočí sa stal korunovačným kostolom, v ktorom boli až do roku 1830 korunovaní uhorskí panovníci. Vďaka svojmu umiestneniu a vzhľadu spoluvytvára siluetu mesta. Michalská brána pochádza tiež zo 14. storočia, je jedinou zachovanou mestskou bránou z pôvodných štyroch. Stará radnica s vežou dominuje námestiu – centrálnej časti Starého Mesta. Pôvodne obranná veža dostala po prestavbe dnešný reprezentatívny a symbolický vzhľad. Študované územie (obr. 1) má $4 \times 4,5$ km a zahŕňa širšie centrum mesta.



Obr. 1. Študované územie Bratislavy (Digitálna ortofotomapa © EUROSENSE, s.r.o., 2008) s vyznačením historických dominant

Metodický postup

Postup spracovania je výrazne ovplyvnený aplikáciou geografických informačných systémov. Diferencujeme ho na tieto etapy:

Identifikácia reálnych výhľadových bodov:

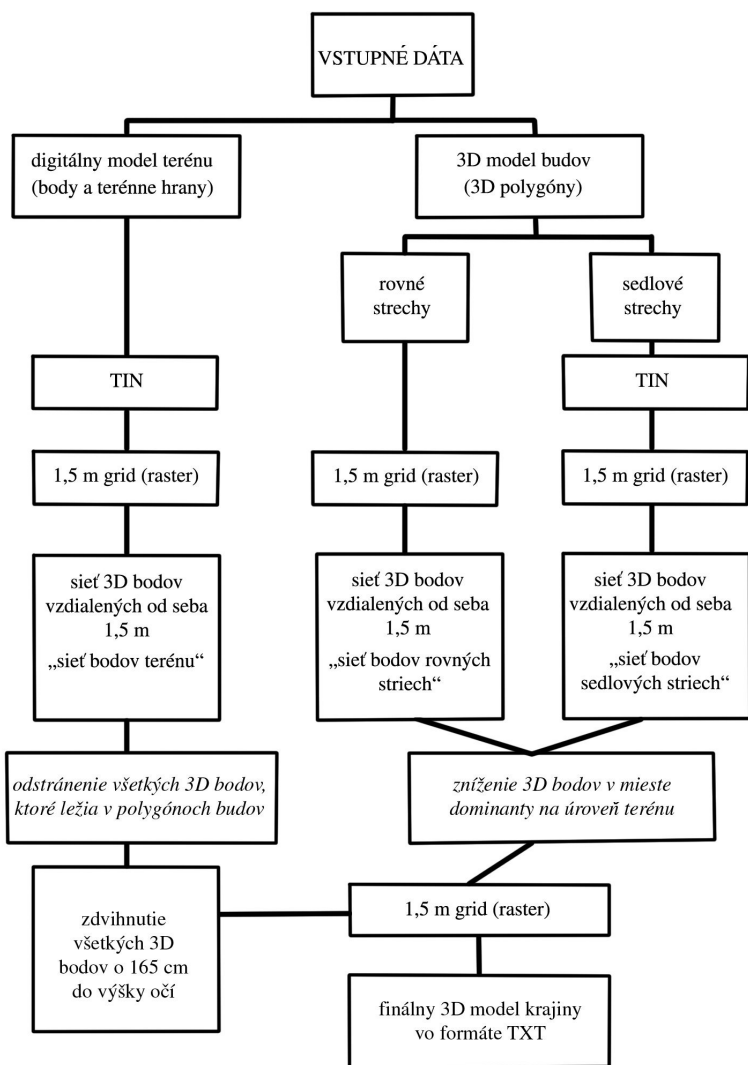
- výber dominant, definovanie výškových rezov a rádiusu pre výpočet dohľadností,
- príprava vstupných dát, definovanie súradníc a výšok reprezentatívnych bodov dominant,
- výpočet výhľadových bodov, z ktorých je možné dominanty vidieť, a spracovanie výpočtov,
- overenie výsledkov získaných výpočtami v teréne, selekcia výhľadových bodov, t. j. zúženie ich počtu len na vybrané a overené reálne výhľadové body.

Vyhodnotenie atraktivity výhľadov a estetiky krajinných (mestských) obrazov:

- výber kritérií a vyhodnotenie atraktivity výhľadových bodov podľa viditeľnosti a dohľadnosti jednotlivých dominant,
- fotodokumentácia reprezentatívnych krajinných (mestských) obrazov a analýza ich preferencií, výber najatraktívnejších výhľadov podľa estetických (objektívno-subjektívnych) kritérií.

Údaje

V práci boli použité digitálne dáta firmy EUROSENSE, s.r.o., vytvorené metódami leteckej fotogrametrie: stereoskopicky vytvorený digitálny model terénu (DMT, t. j. sieť výškových bodov a terénnych hrán), 3D polygóny striech budov, ortofotomapy s veľkosťou pixla 25 cm z roku 2008. Výpočty dohľadností boli spracované v geografickom informačnom systéme GRASS (Grass Development Team 2010) a na všetky súvisiace práce bol použitý ESRI ArcGIS desktop v9.0 s nadstavbou 3D Analyst. Prostredie GIS si vyžadovalo úpravu vstupných dát (obr. 2) do podoby tzv. 3D modelu krajiny. Tento obsahuje digitálny model terénu zvýšený o 165 cm (t. j. na priemernú úroveň očí pozorovateľa) a 3D model budov. Ostatné pohľadové bariéry (vegetácia, iné výškové objekty krajinej štruktúry) neboli do 3D modelu krajiny, teda ani do výpočtov dohľadností zahrnuté. Zohľadnené boli až pri terénnom overovaní výsledkov výpočtov. Pre potreby výpočtu viditeľnosti bol zvolený 3D model krajiny s veľkosťou základnej bunky rastra 1,5 m a pre každú dominantu bol vytvorený jeden 3D model krajiny, v ktorom bola analyzovaná časť dominanty odstránená.



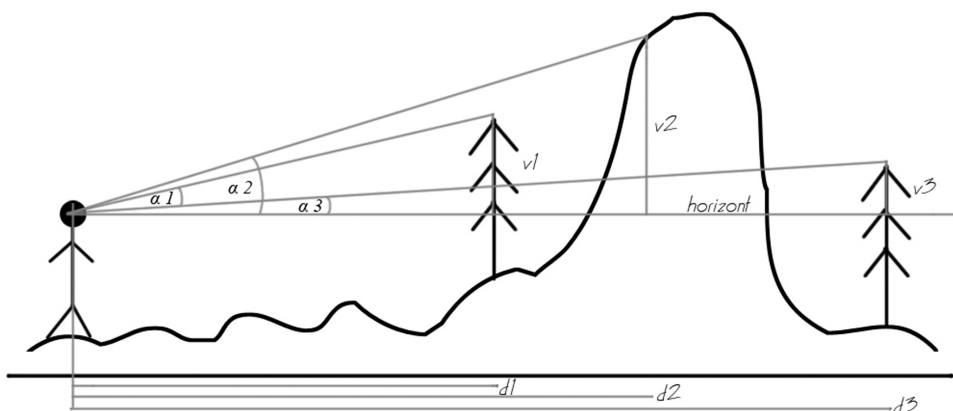
Obr. 2. Schéma znázorňujúca tvorbu 3D rastrového modelu krajiny, ktorý vstupuje do analýz dohľadnosti v prostredí GRASS

TIN – sieť nepravidelných trojuholníkov

Analýza viditeľnosti a dohľadnosti – matematické vyjadrenie

Každá bunka rastrového 3D modelu krajiny je definovaná geografickými súradnicami a nadmorskými výškami. Tieto informácie sa využívajú pri výpočte dohľadností (Fisher 1993 a Llobera 2003). Samotný výpočet je založený na porovnávaní uhlov (obr. 3), pod ktorými pozorovateľ vidí svoje okolie a jeho matematický zápis je:

$$\operatorname{tg}^{-1} \alpha = \frac{\text{vzdialenosť cieľa od pozorovateľa (m)}}{\text{výška cieľa – výška pozorovateľa (m)}}$$



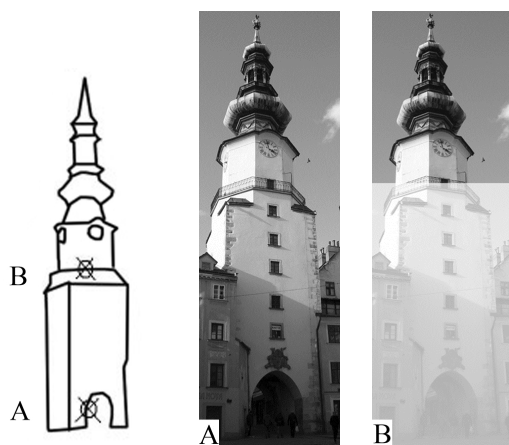
Obr. 3. Schematické znázornenie atribútov vstupujúcich do výpočtu viditeľnosti objektov v krajine: $\operatorname{tg}^{-1} \alpha 1 = d1/v1$, $\operatorname{tg}^{-1} \alpha 2 = d2/v2$, a $\operatorname{tg}^{-1} \alpha 3 = d3/v3$

Objekt s výškou $v1$ a $v2$ pozorovateľ vidí, objekt s výškou $v3$ pozorovateľ nevidí.

V prostredí GRASS je tento matematický výpočet zapísaný do modulu *r.los*, nazývaný tiež *line of sight* (t. j. línia pohľadu). Vstupnými parametrami sú: digitálny model terénu vo forme rastra (3D model krajiny zhotovený podľa schémy na obr. 2), geografické súradnice pozorovateľa (súradnice geometrického stredu telesa dominanty), výška pozorovateľa (vybraný výškový rez dominanty) a radius, t. j. vzdialenosť, na ktorú má byť výpočet vykonaný v 360° horizontálnom uhle. Výsledná mapa dohľadnosti zobrazuje bunky, ktoré pozorovateľ vidí, a hodnotu vertikálneho uhla potrebného na to, aby sme túto bunku videli.

Dominanty, podmienky viditeľnosti, výškové rezy

Zájímavé objekty vidíme z rôznych pozícií, vzdialeností a s rôznym podielom ich viditeľnosti. Stanovili sme, koľko videnej plochy z telesa dominant sa bude analyzovať, t. j. vytvorili sme výškové rezy (vertikálnu diferenciáciu) s podielom videných častí dominant. Tieto sú pohľadom ľahko identifikovateľné a videná plocha telesa je vizuálne ucelená. Dva rezy boli stanovené pre veže Michalskej brány (obr. 4) a Starej radnice (obr. 5): jeden pri päte budovy (analyzujeme viditeľnosť celého telesa veže) a druhý vo výške ochodze (analyzujeme viditeľnosť najatraktívnejšej časti veže). Veže majú jednoduchý tvar základne, preto sme do výpočtov použili jeden bod (geografické súradnice stredu základne).



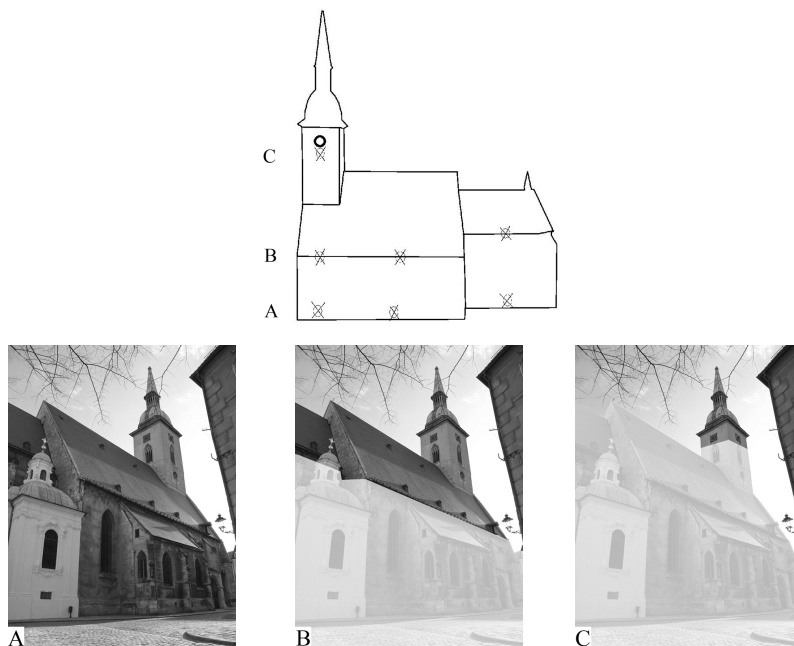
Obr. 4. Michalská brána – dva výškové rezy: rez A – päta budovy, rez B – výška ochodze



Obr. 5. Stará radnica – dva výškové rezy: rez A – päta budovy, rez B – výška ochodze

Dóm sv. Martina má zložitý tvar stavebného telesa, preto bol rozčlenený na východnú, strednú a západnú časť (s vežou). Do výpočtov sme zadávali tri body (geografické súradnice stredu každej časti telesa). Okrem toho bol Dóm analyzovaný v troch výškových rezoch: jeden rez viedol pri päte každej časti (analyzujeme viditeľnosť celej časti), druhý vo výške rímsy strechy (analyzujeme viditeľnosť sedlovej strechy a celej veže) a tretí rez, ktorý sa týkal len veže, viedol pod hodinami (analyzujeme viditeľnosť len najatraktívnejšej časti veže).

Na základe analýzy viditeľnosti objektov v krajine (Bubnov et al. 1956, Ministry of Forests 1997 a Garré et al. 2009), kapacity výpočtovej techniky a veľkosti záujmového územia bol stanovený rádius výpočtu dohľadnosti na 4 000 m. Výsledkom výpočtov bolo 11 rastrových máp dohľadnosti na vybrané vertikálne rezy (4 pre veže a 7 pre Dóm sv. Martina).



Obr. 6. Dóm sv. Martina – výškové rezy v jednotlivých častiach telesa: rez A – päta budovy, rez B – výška rímsy strechy, rez C – veža, výška pod hodinami

Analýzy viditeľnosti a dohľadnosti – spracovanie výpočtov a verifikácia výsledkov výpočtov v teréne

Výsledky výpočtov boli spracované do siete bodov s hustotou $1,5 \times 1,5$ m na verifikáciu a odstránenie chybné vypočítaných bodov. Následne boli vytvorené nad ortofotomapami hranice tých prvkov krajiny štruktúry, ktoré nie sú pešej verejnosti prístupné, alebo sú vizuálnou bariérou. Polygóny verejných plôch (budov, vodných plôch, ciest, železníc, verejnej vegetácie a nedostupného terénu) a súkromných budov a pozemkov boli vyňaté z výpočtov výhľadových bodov. Sú to body, z ktorých nie je možné overiť výhľady. Všetky ostatné body boli považované za *neisté výhľadové body*. Výhľady na vybrané dominanty zo všetkých neistých výhľadových bodov boli následne v teréne overené za pomoci terénnych máp, vytvorených pre tento účel. V teréne sa vyhodnocovala aj miera videného detailu v závislosti od vzdialenosti pozorovateľa od dominanty a bola vytvorená fotodokumentácia. Zároveň sa analyzovali podmienky a predpoklady na hodnotenie atraktivity a estetiky vybraných výhľadov. Výsledné *overené výhľadové body* možno považovať za *reálne* z hľadiska dostupnosti a viditeľnosti vybranej časti dominanty s aktuálnosťou pre roky 2009-2010. Overené reálne výhľadové body spĺňajú tieto podmienky hodnotenia atraktivity a obsahujú informácie:

- a) z ktorých lokalít v študovanom území vidíme relevantnú časť vybranej dominanty,

- b) z akej vzdialenosti, a teda aký detail dominanty vidíme,
- c) akú veľkú časť telesa dominanty vidíme.

Hodnotenie atraktivity výhľadových bodov a analýza preferencií estetiky obrazu mesta

Výsledky analýzy viditeľnosti a dohľadnosti boli podkladom na vyhodnotenie atraktivity výhľadových bodov v kontexte vizuálnej kvality vybraných dominant. Zvolili sme normatívny (objektívno-subjektívny) prístup analýzy, ktorý rešpektuje vlastnosti videnia, vyplývajúce z optiky ľudského oka, najmä rozmer kužeľa centrálného, efektívneho videnia (Smythies 1996 a O'ahel' 1980). Ďalšie predpoklady a kritériá súvisia s komplexnosťou a úplnosťou videnia, ktoré ovplyvňujú: a) veľkosť videnej časti telesa dominanty a b) vzdialenosť od dominanty. Veľkosť, úplnosť a komplexita videnej časti súvisia aj s optimálnou vzdialenosťou, predovšetkým z hľadiska efektívneho kužeľa videnia (25-30°). V zmysle viackriteriálnej analýzy sme na hodnotenie atraktivity výhľadových bodov použili princípy alokačnej metódy (Ríha 1995), v rámci ktorej sme sumu 100 hodnotiacich bodov (100 %) rozdelili na polovicu, pretože obe spomínané kritériá boli považované za rovnako významné. Prvých 50 % hodnotiacich bodov bolo rozdelených na základe pravidla: *čím väčšiu časť telesa dominanty vidíme, tým väčší dojem na nás spraví*. Druhých 50 % hodnotiacich bodov bolo rozdelených na základe optických parametrov (efektívny kužeľ videnia a optimálna vzdialenosť videnia celej dominanty), zistení viditeľnosti detailov dominant v teréne a pravidla: *čím väčší detail dominanty vidíme, tým viac ju dokážeme vnímať a „precítiť“ a tým väčší dojem na nás spraví*.

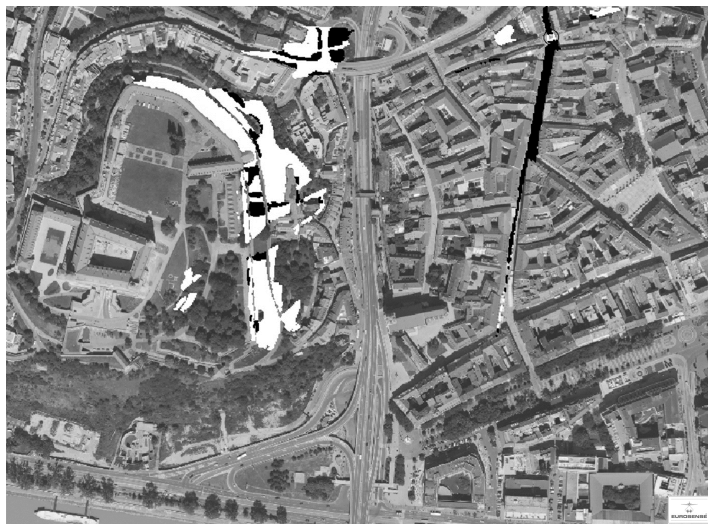
Hodnotenie estetickej kvality výhľadov v kontexte videných, vnímaných obrazov, nadväzuje na hodnotenie atraktivity výhľadov (analýzu viditeľnosti a dohľadnosti), ale už v pozícii vizuálneho vnímania konkrétneho obrazu krajiny, resp. mesta. V tomto zmysle línia pohľadu (line of sight) orientuje a zároveň rámcuje videný obraz mesta. Jeho kvalita je však spojená s centrálnym, dominantným objektom a kompozíciou jeho okolia. Katalóg reprezentatívnych foto-obrazov mesta (Hlavatá 2010) bol vhodným podkladom na preferenciu esteticky najkvalitnejších výhľadových miest. Pri preferencii sa zohľadňovali: orientácia voči hlavnej (reprezentatívnej) strane dominanty, kompozícia susedných objektov, prítomnosť, resp. neprítomnosť pozitívnych prvkov mestskej krajiny (architektonické prvky, mestská zeleň), resp. rušivých technických prvkov (stavebné zariadenia, dopravné a informačné tabule a pod.).

VÝSLEDKY

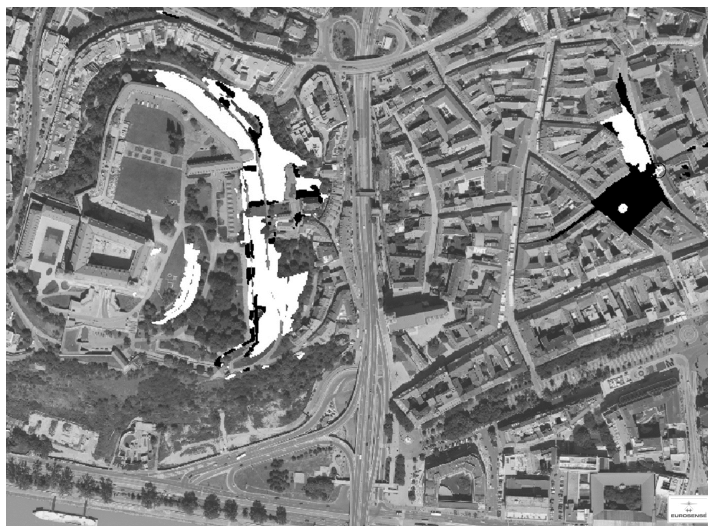
Vybrané výsledky analýz boli spracované do digitálnych máp (súbory *. kmz), ktoré sa automaticky otvoria cez internet v aplikácii © Google EarthTM a ich prezentácia je tak prístupná širokej verejnosti bez nutnosti vlastniť špecializovaný softvér.

Hodnotenie viditeľnosti a dohľadnosti vybraných dominánt

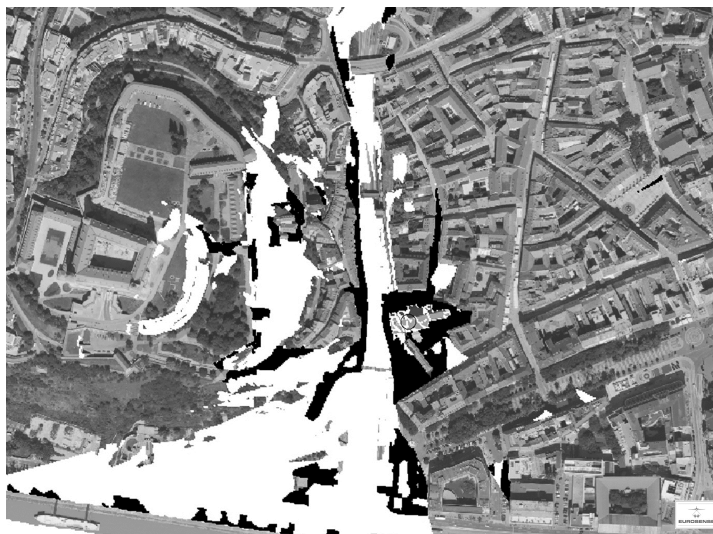
Výsledky výpočtov v prostredí GRASS sprostredkujú informáciu o maximálnom možnom výskyte a priestorovom usporiadaní *neistých výhľadových bodov* na vybrané dominanty s ohľadom na terén a existujúce budovy. Na obrázkoch č. 7, 8 a 9 vidieť výsledky výpočtov na výreze záujmového územia (neisté výhľadové body = biele plochy) v konfrontácii s výsledkami terénneho overenia (overené potenciálne výhľadové body = čierne plochy).



Obr. 7. Neisté výhľadové body a overené výhľadové body na hornú časť veže Michalskej brány (Ortofotomapa © EUROSENSE, s.r.o., 2008)



Obr. 8. Neisté výhľadové body a overené výhľadové body na hornú časť veže Starej radnice (Ortofotomapa © EUROSENSE, s.r.o., 2008)



Obr. 9. Neisté výhľadové body a overené výhľadové body na všetky výškové rezy Dómu sv. Martina (Ortofotomapa © EUROSENSE, s.r.o., 2008)

Hodnotenie atraktivity výhľadových bodov

Atraktivitu výhľadu na vybrané dominanty sme hodnotili najprv podľa kritéria *veľkosti (plochy) relevantnej videnej časti telesa*. Výškové rezy diferencujú podiel relevantnej videnej časti dominanty, ktorý zaradujeme do tried viditeľnosti. Pre Michalskú bránu a Starú radnicu s vežami sme diferencovali dve triedy s nasledovným hodnotením (rozdelením 50 bodov): 1. ak vidíme celé teleso veže, pridelili sme 75 % bodov; ak vidíme len hornú časť veže, pridelili sme 25 % bodov. Pre viditeľnosť Dómu sv. Martina sme diferencovali tri triedy s nasledovným hodnotením: 1. ak vidíme celý Dóm sv. Martina s vežou pridelili sme 50 % bodov, 2. ak vidíme len vežu pridelili sme 30 % bodov, 3. ak vidíme len hornú časť veže nad hodinami pridelili sme 20 % bodov. Pri hodnotení má väčšiu váhu (= väčšie percento pridelených bodov) ten výškový rez, ktorý poskytuje výhľad na väčšiu časť objektu (= atraktívnejší výhľad) a menšiu váhu (= menšie percento pridelených bodov) ten výškový rez, ktorý poskytuje výhľad len na časť objektu (= menej atraktívny výhľad v porovnaní s predošlým), a tomu zodpovedá aj rozdelenie hodnotiacich bodov. Ďalej sme aplikovali kritérium *vzdialenosti od dominanty*. Pre viditeľnosť detailov dominant sme diferencovali päť tried podľa vzdialenosti a 50 hodnotiacich bodov sme rozdelili nasledovne:

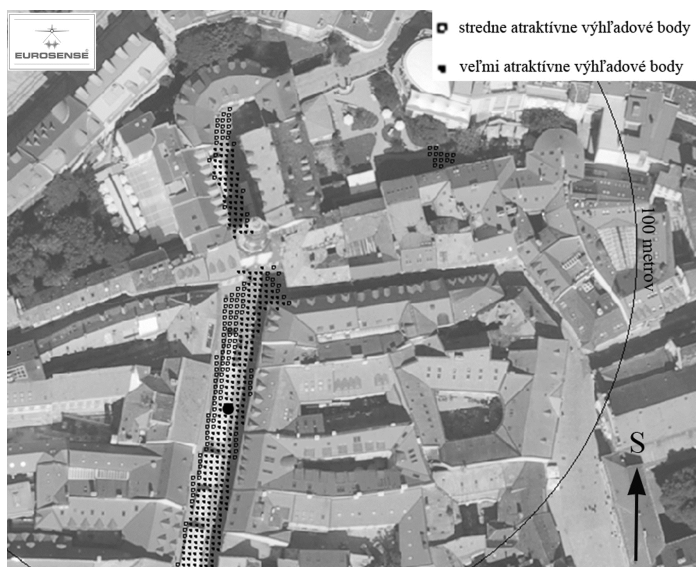
- 1) vzdialenosť do 400 m – viditeľnosť detailov dominanty (37,5 % bodov),
- 2) vzdialenosť 401-600 m – viditeľnosť hrubých detailov (27,5 % bodov),
- 3) vzdialenosť 601-800 m – viditeľnosť základných tvarov zdobenja (20 % bodov),

- 4) vzdialenosť 801-1 000 m – viditeľnosť základných obrysov a tvarov telesa (10 % bodov),
- 5) všetky ostatné vzdialenosti (5 % bodov).

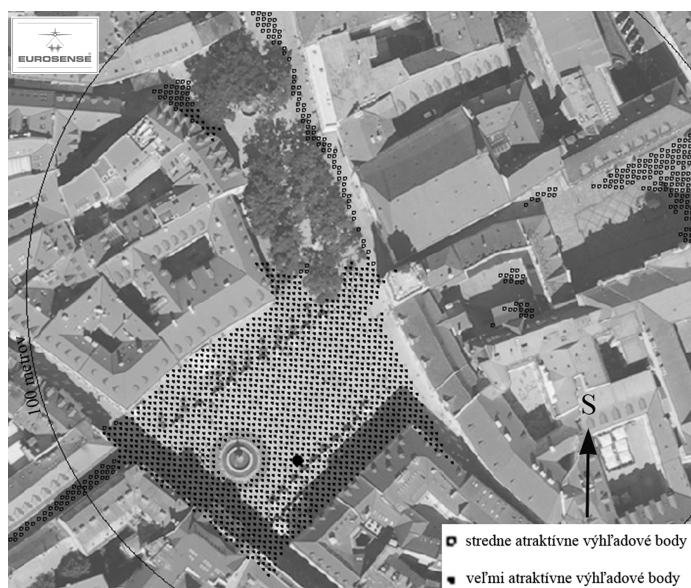
Hraničné hodnoty jednotlivých tried sú pre každú dominantu jedinečné a vychádzajú z terénnych pozorovaní. Po sčítaní všetkých hodnotiacich bodov boli vytvorené tri homogénne kategórie odhadovanej atraktivity výhľadových bodov:

1. málo atraktívne (najmenej pridelených hodnotiacich bodov),
2. stredne atraktívne,
3. veľmi atraktívne (najviac pridelených hodnotiacich bodov).

Všetky výhľadové body, z ktorých vidíme celé telesá veží Michalskej brány a Starej radnice patria do kategórie veľmi atraktívnych a nachádzajú sa do 300 metrov od Michalskej brány, resp. do 100 m od Starej radnice. V oboch prípadoch ide o vzdialenosť, na ktorú máme najdetailnejší výhľad (rozoznávame napríklad stĺpiky na ochodzi, pláty strešnej krytiny, vidíme koľko je hodín). Zo všetkých ostatných výhľadových bodov vidíme už len vrchnú časť veží a miera atraktivity závisí na vzdialenosti pozorovateľa od dominanty (resp. jeho schopnosti rozlíšiť detaily). Polovica výhľadových bodov na Dóm sv. Martina je klasifikovaná ako veľmi atraktívna. Patria sem výhľadové body, z ktorých vidíme vrchnú časť veže do vzdialenosti 300 m a výhľadové body, z ktorých vidíme celú vežu až po rímsu do vzdialenosti 1 400 m od dominanty. Na vzdialenosť 300 m rozoznávame napríklad oblúky kamenného okna pod hodinami, tvary zlatého zdobenja veže, vidíme koľko je hodín. Na vzdialenosť 1 400 m rozoznávame už len zložitý tvar veže, vidíme, že je pozlátaná, že má pravdepodobne hodiny a pod nimi sa nachádza kamenné okno.



Obr. 10. Výhľadové body, z ktorých vidíme vežu Michalskej brány, rozdelené podľa atraktivity výhľadu. Čierna bodka označuje reprezentatívny výhľadový bod, odkiaľ bola vyhotovená fotografia – obr. 13a (Ortofotomapa © EUROSENSE, s.r.o., 2008)



Obr. 11. Výhľadové body, z ktorých vidíme vežu Starej radnice, rozdelené podľa atraktivity výhľadu. Čierna bodka označuje reprezentatívny výhľadový bod, odkiaľ bola vyhotovená fotografia – obr. 13b (Ortofotomapa © EUROSENSE, s.r.o., 2008)



Obr. 12. Výhľadové body, z ktorých vidíme niektorú časť Dómu sv. Martina od päty po vrchol, rozdelené podľa atraktivity výhľadu. Čierna bodka označuje reprezentatívny výhľadový bod, odkiaľ bola vyhotovená fotografia – obr. 13c (Ortofotomapa © EUROSENSE, s.r.o., 2008)

Preferencia estetických výhľadov

Veľmi atraktívne miesta výhľadov na vybrané dominanty boli v teréne overené a v zmysle metodických princípov hodnotenia estetiky boli miesta výhľadov preferované podľa reprezentatívnych videných obrazov mesta (obr. 13). Pri analýze sa vzali do úvahy optimálne vzdialenosti, reprezentatívna strana dominanty, konfigurácia morfoštruktúrnych vlastností a kompozícia estetiky susedných objektov. Miesta estetických výhľadov sú vyznačené na obr. 10, 11 a 12.



Obr. 13. Reprezentatívne fotografie výhľadov na dominanty
(a – Michalská brána, b – Stará radnica, c – Dóm sv. Martina)

DISKUSIA

Zhodnotenie kvality vstupných dát

Úprava vstupných dát do jednoduchého rastrového 3D modelu krajiny otvorila diskusiu o spôsobe spracovania vstupných údajov, o ich kvalite a skresleniach, ktoré vyplývajú z použitia rastrového formátu. Aby boli výsledky analýzy dohľadností presné a vierohodné, je potrebné stanoviť správnu veľkosť základnej bunky rastra a zvoliť primeraný spôsob zapracovania vizuálnych bariér (vybraných prvkov krajinnej štruktúry) do 3D modelu krajiny. Kvalitu výsledkov ovplyvňuje aj výber výškového rezu dominanty, ktorý by mal rešpektovať výrazné línie dominanty, aby bolo možné v teréne overiť výhľadové body. Počas testovania rôznych spôsobov prípravy vstupných dát vyplynuli tieto požiadavky: a) pokiaľ je to možné, verne zobrazit' realitu, b) vytvorit' postup, ktorý umožňuje jednoduchú manipuláciu a aktualizáciu vstupných dát. Z našich testov vyplýva, že ak chceme mať hodnoverné výsledky výpočtov dohľadností, je potrebné použiť presné vstupné dáta a vhodne skombinovať informácie o výškových pomeroch do 3D modelu krajiny. Z dnešného pohľadu je použitie digitálneho modelu reliéfu bez zakomponovania budov, najmä v intraviláne, nevhodným spôsobom prípravy dát s veľmi neistými výsledkami. Ak implementujeme budovy do 3D modelu krajiny, musíme prihliadať na ich plošný rozmer a tomu prispôbiť veľkosť základnej bunky. Podľa našich zistení základná bunka rastra v intraviláne väčšia ako

3 metre nemôže sprostredkovať vierohodné výsledky. Akceptovateľná hodnota je maximálne 2 metre, takýto grid dokáže nahrubo vykresliť tvar striech, skreslenie výšok šikmých striech nie je celkom zavádzajúce a veľkosť vstupných dát, t. j. analyzovaná plocha a časová náročnosť spracovania analýz, je výhodou. Ak pracujeme v prostredí, kde očakávame úzke domy, úzke uličky (napr. historická zástavba), odporúčame používať maximálne 1,5 metrový grid. Potvrdilo sa, že kvalita výpočtov je veľmi presná, vďaka vstupným dátam a spôsobu spracovania. Napriek tomu sú výsledky zaťažené istou mierou neistoty, ktorá vyplýva z generalizovania dát, z viacnásobnej transformácie medzi súradnicovými systémami a subjektivitou pri vykresľovaní hraníc pomocných polygónov.

Zhodnotenie atraktivity výhľadov a estetiky videných obrazov

Vyhodnotená atraktivita výhľadových bodov je primárna, pretože v tomto kroku ešte nebola hodnotená estetika videných obrazov mesta, ktoré nám výhľadové body poskytujú. Stanovená miera atraktivity výhľadov rešpektuje vybrané kritériá vzdialenosti a viditeľnosti relevantnej plochy dominanty. Vo výhľade videných obrazov mesta, z výhľadových bodov klasifikovaných ako veľmi atraktívne, môžu stáť objekty alebo zariadenia, ktoré znižujú jeho estetiku (napr. reklamné tabule, elektrické stĺpy, dopravné značenia, drôty trolejbusov, objekty spôsobujúce hluk, zápach a prašnosť). Naopak, podľa prítomnosti pozitívnych prvkov v kompozícii videných obrazov mesta, môžeme tieto preferovať (pozri obr. 13). Prístup do vizuálne atraktívnych areálov výskytu výhľadových bodov pre peších obyvateľov a návštevníkov mesta je často limitovaný najmä súkromným vlastníctvom pozemkov. Väčší podiel atraktívnych areálov mesta, ktoré nám poskytli výpočty, sa nachádza na súkromných pozemkoch. Ostatné atraktívne plochy, overené v teréne, zväčša zatienovala vegetácia a niektoré výhľady boli clonené plotmi. V celom záujmovom území sme identifikovali iba málo súkromných pozemkov s veľkoryso riešeným plotom, ktorý umožňuje okoloidúcim vychutnať si pohľad na mesto a jeho dominanty.

ZÁVER

Analýza vizuálnej kvality krajiny je významnou súčasťou environmentálnej percepcie, osobitne hodnotenia obrazu krajiny. V príspevku sme analyzovali vizuálnu kvalitu vybraných dominant historického centra Bratislavy, pričom sme rešpektovali dve navzájom sa prelínajúce dimenzie: viditeľnosť a dohľadnosť, ktoré sú spojené s optikou ľudského oka a fyzickou štruktúrou mesta, a zároveň estetiku videného obrazu, ohraničeného záberom zrkovitého kužeľa. Primárnou bola analýza potenciálnych možností viditeľnosti na vybrané dominanty Starého Mesta s využitím DMT a GIS. Vstupné dáta boli upravené do 3D modelu krajiny s veľkosťou rastra 1,5 m a terén bol zvýšený do úrovne 165 cm (priemerná výška očí pozorovateľa). Atraktivita potenciálnych výhľadových bodov bola hodnotená v kontexte viditeľnosti a dohľadnosti dominant podľa kritérií: veľkosť (plocha) relevantnej videnej časti a vzdialenosť od dominanty.

Výsledkom hodnotenia bol výpočet a priestorová delimitácia výhľadových bodov v troch stupňoch atraktivity: málo, stredne a veľmi atraktívne. Všetky miesta výhľadov boli overené. Veľmi atraktívne miesta výhľadov na vybrané dominanty boli v zmysle metodických princípov hodnotenia estetiky preferované podľa reprezentatívnych videných obrazov mesta (obr. 13). Pri analýze sa vzali do úvahy optimálne vzdialenosti, reprezentatívna strana dominanty, konfigurácia morfoštruktúrnych vlastností a kompozícia estetiky susedných objektov. Miesta estetických výhľadov sú vyznačené na obr. 10, 11 a 12.

Výsledky analýzy vizuálnej kvality, identifikácia a mapovanie areálov výskytu esteticky atraktívnych výhľadov na vybrané dominanty prispievajú k efektívnemu poznaniu mesta pre miestnych obyvateľov a účastníkov cestovného ruchu. Okrem toho vizuálna kvalita a výhľadové možnosti v sídlach sú dôležité aj z hľadiska ich ďalšieho rozvoja a riešenia priestorových (horizontálnych a vertikálnych) plánov.

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckého projektu grantovej agentúry VEGA č. 2/0018/10 „Časovo-priestorová analýza využívania krajiny: hodnotenie dynamiky zmien, fragmentácie a stability aplikáciou dátových vrstiev CORINE land cover“ (50 %) a projektu: „Centrum pre rozvoj sídelnej infraštruktúry znalostnej ekonomiky“ (ITMS 26240120002), spolufinancovaného z ERDF (50 %).

Autori sa chcú poďakovať firme EUROSENSE, s.r.o., za poskytnutie digitálnych dát, ktoré slúžili ako podklad pre spracovanie analýz dohľadnosti. Výsledky boli spracované v rámci riešenia dizertačnej práce Mgr. Zuzany Hlavatej (2010).

LITERATÚRA

- APPLETON, J. (1975). *The experience of landscape*. Chichester (Wiley).
- BARČÁKOVÁ, I. (2001). Prístupy k hodnoteniu estetickej (vizuálnej) kvality krajiny. *Geografický časopis*, 53, 343-356.
- BROSSARD, Th., JOLY, D., WIEBER, J. C. (1994). Combined numerical information for landscape survey. In Richling, A., Malinowska, E., Lechnio, J., eds. *Landscape research and its applications in environmental management. Proceedings of IALE Conference, Warsaw 6.-9. oct. 1993*. Warsaw (University of Warsaw), pp. 55-62.
- BERRY, J. K., CHRIS, M. (2005). Exposure surface analysis for assessing relative visual vulnerability and aesthetics. Dostupné na: http://www.inovativegis.com/basis/present/GIS03_Visual/GIS03_Visual.htm (cit: 2005-04-10).
- BUBNOV, I. A., KREMP, A. I., FOLIMONOV, S. I. (1956). *Vojenská topografie: Učebnice pro vojenské školy*. Praha (Naše vojsko).
- CANAS, I., AYUGA, E., AYUGA, F. (2009). A contribution to the assessment of scenic quality of landscapes based on preferences expressed by the public. *Land use Policy*, 26, 1173-1181.
- CARLSON, A. (2002). Environmental aesthetics. In Craig, E., ed. *Routledge Encyclopedia of Philosophy*. London (Routledge). Dostupné na: <http://www.rep.routledge.com/article/M047SECT5> (cit: 2009-11-10).
- DEARDEN, P. (1980). Landscape assessment: the last decade. *Canadian Geographer*, 24, 316-325.
- DAWIS, W. M. (1915). The principles of geographical description. *Annals of the Association of American Geographers*, 5, 61-105.

- DRDOŠ, J. (1995). Krajinný obraz a jeho hodnotenie. *Životné prostredie*, 29, 202-205.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).
- FISHER, P. F. (1993). Algorithm and implementation uncertainty in viewshed analysis. *International Journal of Geographical Information Systems*, 7, 331-347.
- FYHRI, A., JACOBSEN, J. K. S., TØMMERVIK, H. (2009). Tourists' landscape perceptions and preferences in a Scandinavian coastal region. *Landscape and Urban Planning*, 91, 202-211.
- GARRÉ, S., MEEUS, S., GULINCK, H. (2009). The dual role of roads in the visual landscape: a case-study in the area around Nechrlen (Belgium). *Landscape and Urban Planning*, 92, 125-135.
- GRASS DEVELOPMENT TEAM (2010). *Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 6.4.0*. Open Source Geospatial Foundation. Dostupné na: <http://grass.osgeo.org>. (cit: 2010-11-10).
- HARTSHORNE, R. (1939). *The nature of geography*. Lancaster (Association of American Geographers).
- HLAVATÁ, Z. (2010). *Vizuálna kvalita krajiny: analýza a hodnotenie na príklade centrálnej časti Bratislavy*. Dizertačná práca, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava.
- HLAVATÁ, Z., PAUDITŠOVÁ, E. (2001). Potenciálna výhľadovosť v krajine hodnotená pomocou geografických informačných systémov. In Izakovičová, Z., ed. *Krajinné plánovanie v 21. storočí. Zborník príspevkov z medzinárodného seminára, Smolenice 23.-24.10.2001*. Bratislava (Ústav krajinnej ekológie SAV), pp. 158-163.
- HOFIERKA, J., MITÁŠOVÁ, H., NETELER, M. (2009). Geomorphometry in GRASS GIS. In Hengl, T., Reuter, H. I., eds. *Geomorphometry: concepts, software, applications. Developments in soil science*. Amsterdam (Elsevier), pp. 387-410.
- HYNEK, A. (1984). *Geografický výzkum krajiny a percepce životního prostředí*. Brno (Univerzita J. E. Purkyně).
- IRA, V. (1999). Životné prostredie, kvalita života a trvalo udržateľný rozvoj vo vnímaní a predstavách obyvateľov (v regiónoch Dolné Pomoravie, Tatry a Východné Karpaty). *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis, Folia Geographica*, 3, 338-334.
- JANČURA, P. (1998). Vybrané teoretické a metodologické otázky krajinného obrazu a súvisiacich termínov. In Moncol, M., ed. *Krajinný obraz - národná kultúrna hodnota*, Bratislava (STU), pp. 187-193.
- JANČURA, P. (2003). *Charakteristický zvlhľad krajiny. Význam identifikácie vlastností krajinného obrazu a krajinného rázu v ochrane krajiny, plánovacích procesoch a hodnotení vizuálneho impaktu*. Habilitačná práca, Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene, Banská Štiavnica.
- KEISTERI, T. (1990). The study of changes in cultural landscape. *Fennia*, 168, 31-115.
- KIDNER, D. B., RALLINGS, P. J., WARE, A. J. (1997). Parallel processing for terrain analysis in GIS: Visibility as a case study. *GeoInformatica*, 1-2, 183-207.
- LAPKA, M., CUDLÍNOVÁ, E., KINDLMANN, P., DOBIASOVÁ, B. (2008). Perception of contemporary rural landscape by its future managers: Czech and Japanese students of landscape planning. *Ekológia (Bratislava)*, 27, 196-211.
- LINTON, D. L. (1968). The assessment of scenery as a natural resource. *Scottish Geographical Magazine*, 84, 219-238.
- LITTON, R. B., Jr. (1982). Visual assessment of natural landscapes. In Sadler, B., Carlson, A., eds. *Environmental aesthetics. Essays in interpretation. Western Geographical Series, 20*. Victoria (University of Victoria), pp. 95-115.
- LLOBERA, M. (2003). Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 17, 25-48.
- LOTHIAN, A. (1999). Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? *Landscape and Urban Planning*, 44, 177-198.

- LYNCH, K. (1960). *The image of the city*. Cambridge, Massachusetts (M. I. T. Press).
- MATLOVIČ, R. (2006). Geografia – hľadanie tmelu. (k otázke autonómie a jednoty geografie, jej externej pozície a inštitucionálneho začlenenia so špecifickým zreteľom na slovenskú situáciu). *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešoviensis, Folia Geographica*, 9, 6-43.
- Ministry of Forests, Resources Inventory Committee, Province of British Columbia, Canada (1997). *Visual landscape inventory: Procedures and standards manual*. Dostupné na: <http://srmwww.gov.bc.ca/risc/pubs/culture/visual> (cit: 2005-04-08).
- OŤAHEL, J. (1980). Štúdium percepcie krajiny a jeho prínos k lokalizácii zariadení cestovného ruchu. *Geografický časopis*, 32, 250-261.
- OŤAHEL, J. (1999). Visual landscape perception. Landscape pattern and aesthetic assessment. *Ekológia (Bratislava)*, 18, 63-74.
- OŤAHEL, J. (2003). Visual quality of the landscape: approaches to analysis. *Ekológia (Bratislava)*, 22, 150-160.
- OŤAHEL, J., DRDOŠ, J., ŠTEFUNKOVÁ, D. (2007). Landscape perception assessment (visual quality, emotional quality, landscape identity, habitat quality). In Kozová, M., Hrnčiarová, T., Drdoš, J., Finka, M., Hreško, J., Izakovičová, Z., Oťahel, J., Ružička, M., Žigrai, F., eds. *Landscape ecology in Slovakia: development, current state, and perspectives*. Bratislava (Ministry of the Environment of the Slovak Republic, Slovak Association for Landscape Ecology), pp. 116-123.
- OŤAHEL, J., HLAVATÁ Z. (2010). Krajina a jej vnímanie: prístupy k analýze. In *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešoviensis, Prírodné vedy XLIX, Folia Geographica*, 14 (v tlači).
- PAUDITŠOVÁ, E., PAUDITŠ, P. (2007). *Analýza viditeľnosti veterných elektrární situovaných v lokalite Jaslovské Bohunice – Malženice – Radošovce*. Dostupné na: http://www.eenergia.eu/ve_viditelnost.pdf (cit: 2010-08-28).
- RADVÁNI, P. (1985). Vybrané aspekty obrazu malokarpatských miest. *Geografický časopis*, 37, 46-60.
- RIGGS, P. D., DEAN, D. J. (2007). An investigation into causes of errors and inconsistencies in predicted viewsheds. *Transactions in GIS*, 11, 175-196.
- RØD, J. K., van der MEER, D. (2009). Visibility and dominance analysis: assessing a high-rise building project in Trondheim. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36, 698-710.
- RUIZ, M. O. (1997). A causal analysis of error in viewshed from USGS digital elevation models. *Transactions in GIS*, 2, 85-94.
- ŘÍHA, J. (1995). *Hodnocení vlivu investic na životní prostředí. Vícekriteriální analýza a EIA*. Praha (Academia).
- SAARINEN, T. F. (1976). *Environmental planning – perception and behaviour*. Boston (Houghton Mifflin).
- SADLER, B., CARLSON, A., eds. (1982). *Environmental aesthetics: essays in interpretation*. Western Geographical Series, 20. Victoria (University of Victoria).
- SMYTHIES, J. (1996). A note on the concept of the visual field in neurology, psychology, and visual neuroscience. *Perception*, 25, 369-371.
- SNACKEN, F., ANTROP, M. (1983). Structure and dynamics of landscape systems. In Drdoš J., ed. *Landscape synthesis. Geoeological foundations of the complex landscape management*. Bratislava (Veda), pp. 10-30.
- ŠTEFUNKOVÁ, D. (1998). Hodnotenie vizuálnej kvality krajiny – príklad krajinnokoekologického postupu. In Moncol, M., ed. *Krajinný obraz – národná kultúrna hodnota*. Bratislava (STU), pp. 95-105.
- ŠTEFUNKOVÁ, D., CEBECAUER, T. (2006). Visibility analysis as a part of landscape visual quality assessment. *Ekológia (Bratislava)*, 25, 229-239.
- TOMČIKOVÁ, I., LEHOTSKÝ M. (2009). Percepcia riečnej krajiny (príklad vodného toku Smrečianka). *Geografický časopis*, 61, 229-239.

- TUAN, Yi-Fu (1974). *Topophilia: a study of environmental perceptions, attitudes and values*. Englewood Cliffs (Prentice-Hall).
- WHERRETT, J. (1999). *Perception of scenic beauty in computer simulation. Our landscape Conference, Monte Verita, Switzerland, 23.–27.8.1999*. Dostupné na: http://www.orl.arch.ethz.ch/MonteVerita/poster_abstracts/abstract_wherrett.htm (cit: 2005-04-08).
- ZONNEVELD, I. S. (1988). Landscape ecology and its application. In Moss, M. R., ed. *Landscape ecology and management*. Montreal (Polyscience Publication), pp. 3-15.
- ZUBE, E., H., SELL, G., L., TAYLOR, J., G. (1983). Landscape perception: research, application and theory. *Landscape Planning*, 9, 1-33.

Zuzana Hlavatá, Ján Otáhel'

VISIBILITY ANALYSIS OF SELECTED HISTORIC DOMINANTS IN BRATISLAVA

Analysis of visual landscape quality is an important part of environmental perception and especially of the landscape image assessment. Two overlapping dimensions are proper to its subject: visibility and viewshed in the landscape. They are determined by the optics of human sight and physical landscape structure as well as the aesthetics of the observed image limited by the sight cone. The subject of landscape image has gained a tradition in landscape-ecological and geographical studies as it was part of the integrated knowledge of spatial objects on Earth surface in the sense of unity of their content and image (Snacken and Antrop 1983, Otáhel' and Hlavatá 2010). Architectural studies are also based on analysis of physical landscape status represented by georelief and land cover or landscape structure, although the visual landscape structure or that of a settlement is evaluated preferably in terms of the artistic and aesthetic composition of objects to be designed. Remote sensing methods and their processing by the GIS techniques (Feranec and Otáhel' 2001) play an irreplaceable role in identification of land cover and georelief with the aim of obtaining spatially correct and temporally topical data. Analysis of the horizontal relationship between land cover objects and georelief respects their third dimension. The third dimension is a key one with regard to the optics of human sight precisely for the analysis of visibility and viewshed of selected object or landscape parts. The urban fabric of historic centres, residential parts, infrastructure of services and transports, settlement greenery of different height composes the 3D layer of land cover in urban landscape. This was the reason why orthophotomaps and DTM had to be applied as primary tools for correct processing of visibility and viewshed. Methodological procedures objectivized the normative approach to assessment of aesthetics of the viewed city images limited by optical conditions pursuing the set prerequisites. Aesthetic criteria or attractiveness standards respected the convention both of horizontal and vertical diversity of urban landscape objects.

Translated by H. Contrerasová

