

Eva MIČIETOVÁ, Peter PAVLIČKO

METODIKA TVORBY TOPOKLIMATICKÝCH MÁP V PROSTREDÍ GEOINFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Mičietová E., Pavličko P.: Methodology of Topoclimatic Map Creation in the Environment Geo-information Technologies. Kartografické listy, 2000, 8, 5 figs., 2 tabs, 38 refs.

Abstract: The aim of the paper was to propose procedure to be used for creation of topoclimatic maps in the environment of standard geographic information systems and their analytical tools. We leaned on layers of morphometric parameters of georelief, land cover layer and the layer of climatic zones. The proposed procedure was tested by creation of digital topoclimatic map of chosen territory of the Kysuce Basin from its spring to the confluence with the Čiernanka river.

Keywords: digital topoclimatic map, digital relief model, cartographic modelling, GIS.

Úvod

Počasie a klíma predstavujú fenomén krajiny, ktorý sa vyznačuje vysokou mierou variability v priestore a čase. Dôsledky miestnych vplyvov vlastností krajiny na klímu sú dlhé roky predmetom záujmu klimatológov. Problematika tvorby klímy na všetkých priestorových úrovniach predstavuje dôležitú oblasť súčasných klimatologických výskumov. Preto treba zdokonaľovať znalosti o topoklíme a dôkladnejšie pochopiť podmienky jej vytvárania. V tomto procese sú významné spoločné vplyvy miestneho charakteru georeliéfu (jeho pokrývky) a činnosti človeka. Odpovede na množstvo otázok týkajúcich sa tvorby klímy poskytuje topoklimatológia, ktorej neoddeliteľnú súčasť je tvorba topoklimatických máp.

Zo všeobecne platných princípov konštrukcie topoklimatických máp stredných mierok (1:25 000, 1:50 000) je zrejmé, že možno veľmi efektívne aplikovať postupy založené na širokom využití počítačových metód, ktoré majú opodstatnené využitie nielen v tvorbe finálnej mapovej kompozície, ale aj v zbere vstupných údajov a ich spracovaní do potrebných tematických vrstiev.

V súčasnosti majú topoklimatické mapy široké praktické uplatnenie. Sú dôležitou súčasťou nielen v rozhodovacích procesoch s environmentálnym zameraním, ale aj v ďalších praktických oblastiach (územné plánovanie, územný rozvoj ap.).

Cieľom tejto práce bol návrh informatických postupov pri tvorbe topoklimatických máp v prostredí štandardných technológií geografických informačných systémov (GIS) a ich analytických nástrojov. Navrhnuté postupy boli verifikované v tvorbe digitálnej topoklimatickej mapy vybraného územia (povodie rieky Kysuce od jej prameňa po sútok s riekou Čiernanka). Na tvorbu topoklimatickej mapy boli využité dostupné údaje distribuované Slovenskou agentúrou životného prostredia (SAŽP), Slovenským hydrometeorologickým ústavom (SHMÚ) a Geologickou službou (GS) SR. Výsledná topoklimatická mapa bola spracovaná v digitálnej, ale aj analógovej forme.

Dosiahnuté výsledky možno využiť tak v oblasti klimatológie, ako aj geoinformatiky. Práca vznikla na základe podpory grantu č. 1/7202/20 udeleného vedeckou agentúrou VEGA Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied.

RNDr. Eva Mičietová, CSc., Mgr. Peter Pavličko, Katedra kartografie, geoinformatiky a diaľkového priestoru Zeme, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina 842 15, Bratislava,
E-mail: miciet@fns.uniba.sk, pavlicko@fns.uniba.sk

Teoretické východiská a metodika modelovania topoklímy

Informačné zdroje

Pri spracovaní témy (Pavličko 2000) boli využité informačné zdroje z troch oblastí:

- klimatológie, resp. topoklimatológie,
- geoinformatiky, teórie komplexného digitálneho modelu (geo)reliéfu (KDMR) a jej aplikácií, diaľkového prieskumu Zeme (DPZ),
- obsluhy jednotlivých technologických prostredí.

Topoklíma sa v domácej literatúre venuje relatívne malá pozornosť (Šarmír 1990, Miklós et al. 1991). V zahraničnej literatúre je viac publikácií (Vysoudil 1995, 1996, 1998, 1999, Prošek a Rein 1982, Quitt 1965, Coufal 1973, Netopil 1984, Bartkowski 1977, Sapožnikovová 1950). Najnovšie informácie týkajúce sa metód tvorby digitálnych topoklimatických máp nájdeme na internetovskej stránke autorov Scherer a Fehrenbach (www.gib.unibas.ch/mcr/PROJECTS/KABA/methods.htm).

Oblasť **GIS** a ich komplexného chápania, ako aj problematika digitálnych modelov (geo)reliéfu (**DMR**) je už dnes teoreticky a prakticky rozpracovaná na vysokej úrovni aj u nás (Krcho 1965, 1967, 1968, 1970, 1973, 1990, Jenčo 1992a, 1992b, Mičietová 1992, Mičietová a Minárová 1988, Mičietová a Zeman 1993). Z internetovských stránok prináša relevantné informácie www.geomodel.sk.

K problematike DPZ existuje veľké množstvo informačných zdrojov. Rozoberajú fyzikálne základy, metódy spracovania údajov a možnosti ich praktického využitia. Určitá časť sa zaoberá aj kartografickým využitím, konkrétne obnovou máp. Z nášho hľadiska sú dôležité informačné zdroje, ktoré sa venujú využitiu údajov DPZ v tvorbe máp krajiny pokrývky. Existuje množstvo publikácií, ktoré súvisia so vznikom programu CORINE Land Cover (Feranec a Oťahel' 1992, 1995, Feranec et al. 1996, Pravda 1999, Mráz et al. 1998). Z internetovských zdrojov je významná najmä stránka SAŽP (www.sazp.sk) a českej firmy GISAT (www.gisat.cz).

Dôležité a časovo náročné úlohy spojené s aplikáciou viacerých technologických prostredí sa opierali o používanie programových manuálov, ktoré boli získané z internetovských stránok výrobcov: www.esri.com, www.baylor.edu/~grass, www.mapinfo.com, www.idrisi.clarcu.edu.

Klimatické kategórie, definícia topoklímy

Pri vyčleňovaní klimatických kategórií môžeme rozlíšiť dva základné prístupy:

- podľa mierky dejov podieľajúcich sa na formovaní klimatických kategórií a vyskytujúcich sa v atmosfére v dostatočne širokom spektre rozmerov (prístup podľa príčin vzniku klimatických kategórií),
- podľa veľkosti priestoru, ktorý môžeme v príslušnej klimatickej kategórii považovať za klimageneticky homogénny (prístup podľa následkov, teda podľa vlastností klimatických kategórií a stupňa ich premenlivosti v priestore).

Prvému prístupu vyhovuje zo základných klimatických činiteľov atmosférická cirkulácia, aplikovaná na vyčleňovanie klimatických kategórií. Je tvorená systémom vírových pohybov s polomerom krivosti rádovo s veľkosťou 10^{-2} do 10^7 m, čím spĺňa požiadavky dostatočne širokého spektra rozmerov (10 rádov).

Okrem toho sa považuje za dôležité kritérium mierky vírových pohybov i poloha ich osí (Prošek a Rein 1982). Pre víry veľkopriestorovej mierky je typická prakticky vertikálna poloha osí v danej hladine, zatiaľ čo v malých mierkach môže mať ľubovoľnú polohu. V prípade vírov konvektívnej a mezopriestorovej mierky sa stretávame s osami orientovanými tak vertikálne, ako aj horizontálne.

S vyčleňovaním klimatických kategórií úzko súvisí aplikácia charakteristických vrstiev prízemnej vrstvy atmosféry. Vyčleňované sú buď na základe foriem a intenzity výmeny energie (Prandtlóva vrstva, hraničná vrstva), alebo podľa hodnôt vertikálnych gra-

dientov teploty (labilná prízemná vrstva, vrstva prízemnej inverzie, adiabatická vrstva).

Kategórie podľa *druhého prístupu* sa vyčleňujú komplexnejšie:

- určením horizontálnych a vertikálnych rozmerov jednotlivých klimatických kategórií,
- väzbami klimatických kategórií na jednotky morfografického členenia georeliéfu,
- aplikáciou taxonomických systémov v komplexnej fyzickej geografii a ich jednotiek na klimatické kategórie.

Všetky postupy berú do úvahy príčiny časopriestorovej premenlivosti klímy (priamo či nepriamo) viazané na premenlivosť klimagenetickej homogenity aktívneho povrchu. K týmto charakteristikám treba poznamenať, že ich nemôžeme chápať oddelene, naopak, musíme vychádzať z toho, že všetky kategórie klímy na seba navzájom synergicky pôsobia. Všeobecne sa vyčleňujú štyri základné kategórie klímy: *makroklima, mezoklima, topoklima a mikroklima* (Netopil 1984).

K otázke základného vymedzenia pojmov a formulovania všeobecných definícií väčšina autorov zastáva jednotné stanovisko. Všeobecne je topoklima definovaná ako *kategória klímy, ktorá sa vytvára pod bezprostredným vplyvom charakteru georeliéfu a jeho aktívneho povrchu*. Vzhľadom k preukázateľnému antropogénnemu ovplyvňovaniu klímy na úrovni všetkých kategórií sa v najaktuálnejších publikáciách definuje topoklima ako *klimatická kategória, ktorá sa utvára pod bezprostredným vplyvom charakteru georeliéfu, jeho aktívneho povrchu a antropogénnych vplyvov* (Vysoudil, 1995).

Na základe definície topoklímy možno konštatovať, že najvýznamnejšiu úlohu vo formovaní topoklímy hrá georeliéf spolu s vlastnosťami aktívneho povrchu, ktorý ovplyvňuje komponenty energetickej bilancie. Vlastnosti aktívneho povrchu spolu s morfometrickými parametrami georeliéfu ovplyvňujú komponenty radiačnej, a teda aj tepelnej (energetickej) bilancie, čo pochopiteľne výrazne ovplyvňuje intenzitu transportu tepla pod aktívny povrch a do atmosféry. Tým je modifikovaný tak denný chod teplotných a vlhkostných charakteristík, ako aj podmienený vznik miestneho termického prúdenia, prípadne uzavretých cirkulačných systémov.

Faktory vytvárania topoklímy

Faktory, ktoré podmieňujú vytváranie topoklímy možno rozdeliť na *geografické* a *cirkulačné* (Vysoudil, 1999).

Geografické faktory predstavujú typy a vlastnosti aktívneho povrchu, ktoré vplyvajú na fyzikálne vlastnosti a procesy v prízemnej vrstve atmosféry. Najvýznamnejšie z nich, ktoré sa podieľajú pri procese vytvárania topoklímy, sú uvedené v tab. 1.

Cirkulačné faktory (prúdenie) sa týkajú hlavne odoberania tepla a vlhkosti, čo utvára fyziologicky suchšie a chladnejšie podmienky v porovnaní s tými, ktoré zodpovedajú bezveternej situácii. Na charakter topoklímy majú vplyv prejavy makrocirkulácie a aj formy miestnej cirkulácie. Pri popise rázu všeobecnej cirkulácie je nevyhnutné vychádzať z dlhodobých charakteristík prúdenia vzduchu na danom mieste a musia sa rozlišovať rozdiely v prevládajúcich smeroch vetra v prípade labilného a stabilného zvrstvenia (Coufal, in Vysoudil 1999).

Dlhodobé charakteristiky prúdenia vzduchu sa opierajú o merania z klimatologických, resp. meteorologických staníc, pričom základnými veličinami (charakterizujúcimi prúdenie vzduchu) sú smer a rýchlosť prúdenia. Prúdenie vzduchu, ktoré zodpovedá len cirkulačným podmienkam (makrocirkulácia), je v zložitom teréne Slovenska veľmi zriedkavé a uplatňuje sa len v otvorenej nížine, alebo na vysokohorských štítoch. Na prevažnej časti Slovenska sa v prízemnej vrstve prejavujú orografické a termické vplyvy, a to v dennom aj ročnom chode smeru a rýchlosti vetra. Hodnotenie smerov vetra sa týka vždy danej lokality a jeho okolia v rovnakej orografickej situácii. Orografické vplyvy modifikujú prúdenie vzduchu – smer a rýchlosť.

Prevládajúce globálne prúdenie je najdôležitejším transportným médiom polutantov, ktoré spravidla výrazne ovplyvňuje aj lokálnu kvalitu ovzdušia. Veľký význam pre lokál-

nu kvalitu však majú modifikácie tohto prúdenia spôsobené georeliéfom. Náveternosť a záveternosť daného elementu georeliéfu sa prejavuje zväčšením a zmenšením obsahu polutantov v prízemnej vrstve atmosféry, lokálne depresie usmerňujú prúdenie znečisteného vzduchu, čím sa utvárajú výraznejšie ohrozené a chránené zóny. Z hľadiska priestorovej konfigurácie tak možno, po zohľadnení polohy zdrojov polutantov, stotožniť areály s rôznou mierou vplyvu (rýchlosti a smeru) prevládajúcich vetrov s areálmi rôznej kvality atmosféry.

Tab. 1 Geografické faktory formujúce topoklímu podľa Stringera (in Vysoudil 1999)

FAKTOR	MAPOVANÁ ZLOŽKA
a) typ aktívneho povrchu	
piesčitý, kamenitý a skalný povrch	typ, farba*, teplotná (tepelná) vodivosť*
pôda	typ, textúra*, farba*, obsah vody*, teplotná (tepelná) vodivosť*
vodné a zamokrené plochy	veľkosť a typ plochy, hĺbka*
vegetácia	typ, výška*, hustota, farba* a sezónne zmeny vegetačného krytu
poľnohospodárska pôda	využívané a nevyužívané plochy, druh (výška) plodiny*, sezónne zmeny, odlesnené plochy a psieseky
urbanizované plochy	teplotná (tepelná) vodivosť* a druh materiálu*, zdroje antropogénneho a tepelného znečistenia
b) vlastností aktívneho povrchu	
morfografický typ	rovina, svah, konvexné (konkávne) tvary ap.
morfometrická charakteristika	sklonitosť, orientácia, relatívna výšková členitosť resp. prevýšenie, hĺbka, šírka, príp. profil údolia*, plocha rozsiahlejších konkávných tvarov*
možnosti získavania žiarivej (tepelnej) energie	sklon a expozícia ku svetovým stranám, nadm.výška*, miera zatienenia
expozícia vzhľadom k meteorologickým javom	náveterná (záveterná) poloha, anemoorografický efekt (terénne prekážky ovplyvňujúce rýchlosť prúdenia), teplá svahová zóna, tvary georeliéfu, zberná oblasť chladného vzduchu
drsnosť georeliéfu	poľnohospodárske plochy: bez vegetácie, s vegetáciou, pooraná plocha urbanizované plochy: stupeň a charakter urbanizácie
hodnota albeda	typ aktívneho povrchu*
schopnosť vyžarovať	povrchová teplota* (maximálna, minimálna), miera ochladzovania v období negatívnej energetickej bilancie

* položky sa obvykle sledujú len v špeciálnych prípadoch, príp. podľa požiadavky koncového odberateľa, pretože vyžadujú špeciálnu znalosť, resp. metódy merania

Z prejavov *miestnej cirkulácie*, ktoré sa analyzujú v topoklíme, za najdôležitejší proces možno považovať termicky podmienené prúdenie, ktoré vzniká v prízemnej atmosfére v období pozitívnej a negatívnej energetickej bilancie aktívneho povrchu. Patrí k nim aj anabatické a katabatické prúdenie. Ich vznik súvisí s diferenciami v radiačnej bilancii podmienené georeliéfom a gravitačným tečením chladného vzduchu. **Anabatické prúdenie** je termicky podmienené vzostupné prúdenie, ktoré vzniká v podmienkach insolácie, keď sa zväčšuje intenzita vzostupných prúdov na svahoch v závislosti od relatívnej výšky, pretože s ňou rastie tepelný kontrast medzi aktívnym povrchom a okolitou voľnou atmosférou. Toto prúdenie býva zvyčajne súčasťou konvektívnej cirkulácie a z hľadiska prejavov miestnej cirkulácie nie je také významné ako gravitačne podmienené prúdenie chladného vzduchu v smere nadol (**katabatické prúdenie**), ktoré vzniká v období negatívnej energetickej bilancie aktívneho povrchu ako dôsledok efektívneho vyžarovania aktívneho povrchu. Teplotný efekt, ktorý sa týmto prúdením utvára, je dosť významný. Všeobecne možno konštatovať, že v dôsledku katabatického prúdenia sa na konkávne tvary georeliéfu (ľubovoľnej mierky) viaže kumulácia relatívne studeného vzduchu, pričom atmosféra (priliehajúca ku konvexným tvarom) je relatívne teplá.

Výskyt relatívne nízkych teplôt v zníženinách je ovplyvnený štyrmi základnými faktormi:

- stekaním vzduchu, priliehajúceho k povrchu svahov a ochladeného v dôsledku efektívneho vyžarovania, na dno znížení;
- potlačením turbulentnej výmeny vzduchu, ktorý vyplňuje zníženiny a ktorý je do istej miery izolovaný od okolitej atmosféry, takže sa na teplote výraznejšie prejavujú ochladzujúce účinky vyžarujúceho aktívneho povrchu;
- hĺbkou zníženiny v dôsledku zmenšenej reálnej sféry vyžarovania, ktoré zmenšuje celkové ochladenie atmosféry, uzavreté v priestore zníženiny;
- zmenšením efektívneho vyžarovania strmých svahov znížení, ktoré pohlcuje dlhovlnné žiarenie z protiľahlého svahu.

Smer katabatického prúdenia je určený formami georeliéfu a čiastočne aj rastlinnou pokrývkou, ak je dostatočne vysoká a hustá. Katabatické prúdenie je usmerňované údoliami svahov, stržmi, lesnými priesečkami ap. (Prošek a Rein 1982) Popri jazerách chladného vzduchu v zníženinách sa napr. pod rozsiahlymi vyzdvihnutými plošinami, na ktorých sa v noci počas bezvetria hromadí chladný vzduch, utvára teplá svahová zóna s minimálnou hrozbou výskytu jarných prízemných mrazíkov. Spomenutá dynamika stavových veličín atmosféry spôsobuje, že topoklimatické hranice v reálnom čase pulzujú (najmä hranice podmienené cirkuláciou vzduchu) a môžu byť posunuté voči výrazným hraniciam georeliéfu, ktoré ich podmieňujú.

Modelovanie topoklímy v GIS

Modelovanie topoklímy vychádza:

- z priestorovej diferenciácie hodnôt časovej a uhlovej dynamiky oslnenia georeliéfu a hodnôt teoretického príkonu priameho slnečného žiarenia na georeliéf na jednotku plochy,
- z priestorovej diferenciácie hodnôt relevantných klimatologických charakteristík,
- z vyhodnotenia krajinej pokrývky.

Výjadrenie priestorovej diferenciácie hodnôt časovej a uhlovej dynamiky oslnenia georeliéfu a výpočet hodnôt teoretického príkonu priameho slnečného žiarenia na georeliéf na jednotku plochy vychádza z teoretickej koncepcie georeliéfu, jeho morfometrických parametrov a komplexného digitálneho modelu (Krcho 1973, 1990). Modifikovateľnými vstupnými parametrami na výpočet parametrov dynamiky oslnenia georeliéfu v spomenutých vzťahoch sú zemepisná šírka φ , časový moment T alebo poradové číslo dňa v ročnej postupnosti určujúce hodnotu deklinácie δ , sklon georeliéfu γ_N a jeho orientácia voči svetovým stranám A_N a nadmorská výška z (v metroch).

Priemerná ročná hodnota solárnej konštanty bola stanovená na 1370 Wm^{-2} . Pre priemernú optickú hrúbku atmosféry m bola odvodená rovnica (Krcho, 1990):

$$m = (-Rm(C_{31} \cos T + C_{33}) + \sqrt{Rm^2((C_{31} \cos T + C_{33})^2 + 2Rm + 1)(1 - (z/10000))}) \quad (1)$$

kde $C_{31} = \cos \varphi \cos \delta$, $C_{33} = \sin \varphi \sin \delta$, z – nadmorská výška v metroch a pre Rm , ak je polomer referenčnej gule (nahrádzajúci Zem) $R = 6371$, platí:

$$Rm = (6371 + (z/1000))/(10 - (z/1000)) \quad (2)$$

So stúpajúcou nadmorskou výškou ovzdušie redne, preto pre veľké nadmorské výšky treba hodnoty optickej hrúbky atmosféry dané rovnicou (1) korigovať. Pre prevažujúce nadmorské výšky však môžeme tieto hodnoty z hľadiska heliotechnickej praxe považovať za dostatočne presné. Koeficient extinkcie A_r bol vyjadrený na základe rovnice (Heindl, W., Koch, H.Q. in Jenčo 1992b):

$$A_r = (9,38076 + 0,91018)^{-1} \quad (3)$$

Časový priebeh Linkeho činiteľa zákalu atmosféry bol určený aproximačnými funkciami pre horskú oblasť, vidiek, mesto a priemyselnú oblasť z jeho priemerných mesačných hodnôt.

Modelovanie klimatologických charakteristík na základe KDMR

Priestorové zmeny hodnôt klimatologických prvkov (teplota, zrážky, vlhkosť ap.) sú podmienené viacerými faktormi, pričom sa pri ich hodnotení uplatňuje horizontálne a vertikálne hľadisko (Mičietová 1992). Na veľkostne vopred predpokladanom území dominantným faktorom, podmieňujúcim priestorovú diferenciáciu klimatologických charakteristík, je členitosť georeliéfu. Jeho vplyv možno analyzovať na základe morfometrických parametrov, z ktorých je významná najmä nadmorská výška (podmieňujúca vertikálne zmeny hodnôt klimatologických prvkov), expozícia svahov (insolácia a tepelná bilancia), orientácia voči vlhkosným vetrom (priestorové rozloženie zrážok), charakter povrchu a v ich vzájomná kombinácia.

Problémom počítačového modelovania klimatologických charakteristík v GIS sa zaoberajú viaceré práce (Mičietová 1992, Mičietová a Zeman 1993). Rozpracovávajú metódu tvorby digitálnych máp klimatických charakteristík na základe DMR s použitím štatistickej metódy lineárnej regresie.

Východiskom k modelovaniu priestorového rozloženia klimatologických prvkov (vytvoreniu digitálnych tematických máp) sú hodnoty klimatologických prvkov namerané na vybraných pozorovacích meteorologických a klimatických staniciach s bodovou územnou platnosťou údajov. Podrobné vyjadrenie priestorovej diferenciácie hodnôt umožňuje kartografická forma (model) vo forme areálových digitálnych máp.

Regresná analýza a mapová algebra boli aplikované na modelovanie priestorového rozloženia klimatologických charakteristík, pričom pri metóde lineárnej regresnej analýzy je hodnota vybraného klimatického prvku závislou premennou y a hodnota nadmorskej výšky pozorovacej stanice nezávislou premennou x . Výpočet koeficientov a, b lineárnej rovnice ($y = ax + b$) vychádza z dvojice údajových súborov – premenných. Mapová algebra, ako kartografická metóda, uplatňuje metódy matematickej algebry nad mapou. V našom prípade to bola digitálna mapa nadmorských výšok a DMR.

Uplatnenie horizontálneho (čiastočne i orografického aspektu) na odvodenie regresných vzťahov (pri aplikácii metódy modelovania priestorovej diferenciácie klimatických charakteristík v závislosti od nadmorskej výšky) je možné vhodnou segmentáciou východiskových údajových súborov, ktorých územný rozsah by umožnil odlišiť klimatické špecifiká.

Využitie údajov diaľkového prieskumu Zeme pri hodnotení krajinej pokrývky

Metódy DPZ zaznamenávajú prevažne viditeľnú časť materiálneho obsahu krajiny, ktorú prostredníctvom fyziognomických a morfoštruktúrnych vlastností identifikujeme v procese interpretácie ako krajinnú pokrývku. Možno ju určovať prostredníctvom signifikantných vzhľadových znakov, ktoré sa prejavujú na satelitných snímkach charakteristickými akceptovateľne homogénnymi vzorkami (patternami), tvorenými najmenej dvoma textúrami. Textúra je plošná premenlivosť v usporiadaní tónov na snímke, znázorňujúca objekty (skupiny objektov) zemského povrchu, ktoré sú príliš malé na individuálnu identifikáciu na snímke (Feranec a Otáhel 1992). Fyziognomický aspekt objektov krajinej pokrývky často indikuje aj ich materiálny obsah alebo funkciu. Práve tieto vlastnosti a spôsoby sú využiteľné aj v topoklimatickom mapovaní, kde typ krajinej pokrývky indikuje fyzikálne vlastnosti aktívneho povrchu.

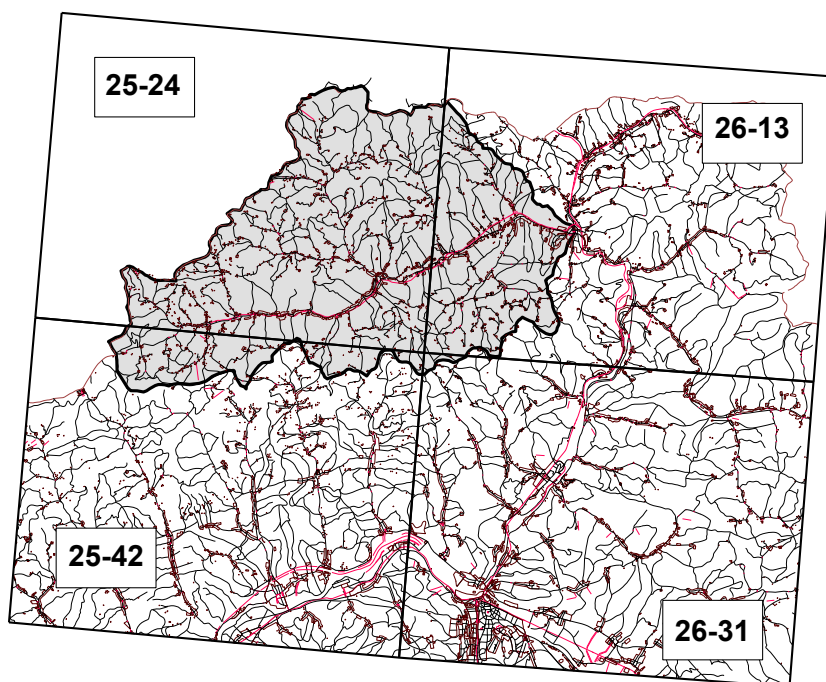
V environmentálnych riešeniach možno dnes použiť bázu údajov, vytvorenú v rámci projektu CORINE Land Cover. Projekt je súčasťou programu CORINE schváleného Európskou úniou v roku 1985. Cieľom je vytvoriť konzistentnú a kompatibilnú digitálnu bázu údajov o krajinej pokrývke (land cover) Európy v mierke 1:100 000 aplikáciou sní-

mok LANDSAT TM. Z celkového počtu 44 tried, ktoré tvoria legendu CORINE Land Cover, bolo na Slovensku identifikovaných 31 tried.

Výsledky: tvorba digitálnej topoklimatickej mapy vybraného územia

Výčlenenie, lokalizácia a stručná charakteristika záujmového územia

Téma bola spracovaná pre povodie rieky Kysuca – od prameňa až po sútok riek Kysuca a Čierňanka. Územie je v okrese Čadca (Žilinský kraj). Tvorí ho katastre obcí Makov, Vysoká nad Kysucou, Korňa, Klokočov, Turzovka, Olešná, Podvysoká, Dlhá nad Kysucou, Staškov, Raková a Zákopčie (obr. 1). Asi tri štvrtiny územia zaberá geomorfologická jednotka Turzovská vrchovina. Na juhu ležia Javorníky, na severe Moravsko-sliezske Beškydy. Najvyšším bodom je Veľký Polom (1067 m), najnižší je na sútoku riek Kysuca a Čierňanka (410 m). Študované povodie sa rozkladá vo výškovom stupni do 700 m, iba malá časť je vo výškovom stupni 700 – 1100 m. Územie charakterizuje hladko modelovaný eróznodendračný georeliéf flyšového pásma Vonkajších Západných Karpát. Geologický podklad tvoria väčšinou eocénne a paleocénne pieskovce, ílovce a slieňovce račianskej jednotky. Menšiu časť územia zaberajú paleocénne flyšové vývoje pieskovcové so zlepenkami a ílovcovo-pieskovcové s pestrými ílovcami račianskej jednotky. Iba severná časť územia patrí do mezozoika, ktoré je reprezentované flyšovými vrstvami pieskovcovozlepencovými s prevažne tmavými ílovcami v sliezskej jednotke.



Obr. 1 Záujmové územie pre tvorbu topoklimatickej mapy (povodie rieky Kysuca od jej prameňa po sútok s Čierňankou)

Celé povodie patrí do dvoch klimatických oblastí: chladnej (podoblast' mierne chladná s priemernou teplotou v júli 12 až 16°C) a mierne teplej (veľmi vlhká, vrchovinová s priemernou teplotou v júli nad 16°C, s počtom letných dní v roku pod 50 a indexom zavláženia 120 a viac).

Z hydrologického hľadiska ide o pramennú oblasť rieky Kysuce s množstvom malých prítokov bystrinného charakteru, s relatívne vysokou rozkolísanosťou vodných stavov –

typický znak pre toky vo flyšovej oblasti. Najvyššie hodnoty vodných stavov sú v jarných mesiacoch (marec, apríl), v čase topenia sa snehu. Z drevinového zloženia má na študovanom území dominantné zastúpenie smrek.

Väčšinu územia (Mazúr et al. 1980) zaberá poľnohospodárska, hornatinová až vysočino-lúčno-lesná krajina s roztrúsenými sídlami (kopanice). Časť zaberajú monokultúrne lesy montánnej, lesnej neosídlennej až sporadicky osídlennej krajiny.

Z hospodárskych aktivít je pre územie príznačné lesné hospodárstvo (ťažba a spracovanie dreva, ktoré sa viaže na bohaté zdroje drevnej hmoty) a poľnohospodárska výroba charakteristická pre podhorské až horské oblasti.

Vstupné údaje a charakteristika technologického prostredia

Vstupné údaje tvorili :

- vektorové súbory Základnej mapy SR v mierke 1:50 000 (ZM 50) štyroch mapových listov (25-24 Turzovka, 25-42 Bytča, 26-13 Čadca, 26-34 Žilina) vo formáte DXF, pričom každý mapový list obsahoval päť vrstiev: výškopis, polohopis, vodstvo, popis a dodatky. Údaje poskytla GS SR,
- vektorové súbory krajiny pokrývky z projektu CORINE Land Cover transformované do mierky 1:50 000 podľa kladu ZM 50 vo formáte E00 (výmenný formát programu ArcInfo – *interchange file*), ktoré poskytla SAŽP s aktuálnosťou k 31.8.1990.

Vzhľadom na to, že vstupné údaje boli v digitálnej forme (jeden mapový list = jeden súbor) a študované povodie je zobrazené na styku štyroch mapových listov, bolo potrebné tieto údaje upraviť pre ďalšiu prácu tak, aby vznikol jeden ucelený súbor, ktorý by zobrazoval celé povodie. Preto sa pristúpilo k samostatnému vymedzeniu územia na mape (obr. 1). Záujmové územie pokrývali štyri listy ZM 50, pričom každý mapový list bol polohovo určený na základe súradníc rohov (x, y) v súradnicovom systéme JTSK v Křovákovom zobrazení.

Charakteristika technologického prostredia

Výber technologických a programových prostriedkov vychádzal zo štandardne dostupných technologických systémov. Bolo treba zohľadniť rôzne formy priestorovej organizácie údajov. V práci s rastrovými údajmi (výpočet jednotlivých morfometrických parametrov reliéfu, intenzity oslnenia a vyčlenenie jednotlivých klimatických oblastí) boli aplikované programové systémy: GRASS verzia 5.0, IDRISI for WINDOWS verzia 4.1. Údaje s vektorovou priestorovou organizáciou boli spracované v programových prostrediach: MicroStation⁹⁵ Academic Edition (MS), ArcView verzia 3.1 (AW) a MapInfo Professional verzia 5.0 beta (MP).

Tvorba digitálneho modelu georeliéfu

DMR s rozlíšením 25m bol vytvorený v rastrovom formáte systému GRASS, pričom bolo treba najskôr spracovať vstupné údaje z vektorového formátu DXF do interného formátu programu GRASS. Vstupné údaje pri tvorbe DMR tvorili vektorové súbory výškopisu (vrstevníc), ktoré boli importované do vektorového formátu DGN (interný formát MS). Pred importom súborov musel byť v prostredí MS vytvorený 3D súbor so súradnicovou sústavou JTSK, aby sa zachovali hodnoty výšok z. Účelom bolo získanie vstupného výškového bodového poľa (x, y, z) lomových bodov vrstevníc.

Z vrstevnicových súborov bol generovaný súbor vo formáte MS funkciou *Fence-Void Clip*, čím sa dosiahlo „orezanie“ vektorového súboru štyroch mapových listov na základe zvoleného polygónu, ktorý predstavoval rozvodnicu (hranicu) povodia rieky Kysuce. Takto upravený a editovaný súbor vrstevníc bol exportovaný do formátu DXF v tvare ASCII prostredníctvom vlastného používateľského programu, ktorý zo súboru DXF generoval údajovú štruktúru systému GRASS pre výpočet morfometrických parametrov reliéfu modulom *s.surf.rst*.

Na interpoláciu boli použité tieto hodnoty parametrov:

$dmin = 12.5$ (minimálna vzdialenosť medzi bodmi),

$zmult = 0$ (konverzný faktor pre nadmorskú výšku),
 $tension = 40$ (parameter tenzie),
 $smooth = 0$ (parameter zahladzovania),
 $segmax = 40$ (parameter segmentácie),
 $npmin = 150$ (minimálny počet najbližších bodov použitých pre interpoláciu).

Výsledkom spracovania údajov v prostredí systému GRASS bolo šesť rastrových súborov (výšky, sklony, orientácie, horizontálne krivosti, normálové krivosti, stredné krivosti) s rozmerom 1331 stĺpcov a 986 riadkov. Súbor nadmorských výšok, orientácie a sklonov boli použité na výpočet príkonu priameho slnečného žiarenia.

Výsledné rastrové súbory jednotlivých morfometrických parametrov boli kvôli ďalšiemu spracovaniu exportované do formátu TIFF príkazom *r.out.tiff* a kartograficky interpretované v technologickom prostredí MP.

Tvorba digitálnej tematickej vrstvy miery oslnenia georeliéfu

Aplikácia teoretických postupov pri vyjadrení distribúcie priameho slnečného žiarenia na reliéfe je implementovaná v programovom module *r.sun* systému GRASS. Modul počíta uhol oslnenia reliéfu (*incidout*) pre zadaný deň, čas, dĺžku a množstvo priameho slnečného žiarenia (*energyout*). Vstupnými údajmi sú súbory nadmorských výšok, sklonov a orientácií v rastrovom tvare.

Ďalšími modifikovateľnými parametrami, ktoré priamo vstupujú do algoritmu výpočtu priameho slnečného žiarenia sú: špecifikovaný deň (*dej*), zemepisná šírka a Linkeho koeficient atmosférickej turbidity. Špecifikovaný deň je poradové číslo dňa v ročnej postupnosti určujúce hodnotu deklinácie δ , kde 1. január je deň číslo 1 a 31. december je deň číslo 365 (resp. 366). Zemepisná šírka musí byť hodnota v decimálnej sústave s kladnými hodnotami pre severnú pologuľu a zápornými pre južnú. Pre Linkeho koeficient atmosférickej turbidity je stanovená štandardná hodnota 2,5. Táto hodnota je blízka ročnému priemeru pre rurálne areály v strednej Európe, pričom absolútne čistá atmosféra má hodnotu 1,0. Priemerné mesačné hodnoty Linkeho koeficientu atmosférickej turbidity pre mierne klimatické pásmo sú uvedené v tab. 2.

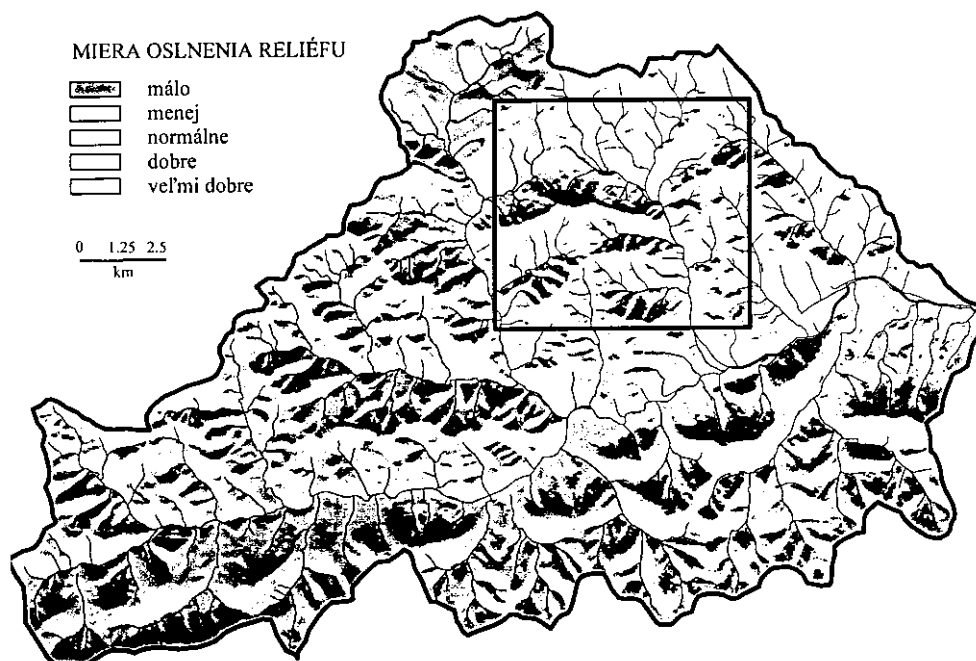
Tab. 2 Priemerné mesačné hodnoty Linkeho koeficientu atmosférickej turbidity pre mierne klimatické pásmo (GRASS Manual 5.0 beta 5)

Mesiac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Priemer/rok
horské oblasti	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.3	2.3	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.9
vidiecka oblasť	2.1	2.2	2.5	2.9	3.2	3.4	3.5	3.3	2.9	2.6	2.3	2.2	2.8
mestská oblasť	3.1	3.2	3.5	4.0	4.2	4.3	4.4	4.3	4.0	3.6	3.3	3.1	3.8
priemyselné oblasti	4.1	4.3	4.7	5.3	5.5	5.7	5.8	5.7	5.3	4.9	4.5	4.2	5.0

Množstvo priameho slnečného žiarenia v tomto programe integruje uhly oslnenia medzi východom a západom Slnka pre každý deň, pričom časový interval je jedna hodina.

Výstupné jednotky sú vo $\text{Wh m}^{-2} \text{ deň}^{-1}$. Priemerná ročná solárna konštanta má v tomto programe hodnotu 1370 Wh m^{-2} .

Program *r.sun* počítal príkon priameho slnečného žiarenia pre zvolený deň. Na základe toho možno vypočítať príkon pre zvolené časové obdobie. Jedným z čiastkových cieľov riešenej témy bolo vytvoriť digitálnu tematickú vrstvu miery oslnenia reliéfu (obr. 2) a podľa metodiky tvorby digitálnej topoklimatickej mapy reklasifikovať absolútne údaje do piatich tried miery oslnenia.



Obr. 2 Mapa miery oslnenia reliéfu povodia Kysuce po Čadcu

Za časové obdobie bol zvolený jeden kalendárny rok. Vstupnými údajmi boli morfo-metrické parametre (nadmorských výšok, sklonov a orientácií) v tvare rastových súborov. Pre Linkeho koeficient sa ponechala preddefinovaná (*default*) hodnota pre rurálne oblasti. Na základe programovej dávky (*shell script*), pri takto zvolených kritériách, bolo automaticky vypočítané množstvo priameho slnečného žiarenia za obdobie jedného roka a následne i priemerná ročná hodnota, ktorá sa stala základom na stanovenie miery oslnenia reliéfu. Priemerné ročné hodnoty boli na základe metódy histogramu reklasifikované v programe GRASS do piatich tried miery oslnenia: *málo oslnené*, *menej oslnené*, *normálne oslnené*, *dobre oslnené* a *veľmi dobre oslnené*. Kritériom na vyčlenenie piatich tried bola rovnaká početnosť hodnôt žiarenia v jednom intervale. Výsledná reklasifikovaná rastová mapa bola exportovaná z rastrovej údajovej štruktúry systému GRASS do rastrového formátu TIFF.

Tvorba digitálnej tematickej vrstvy klimatických oblastí

Vyčlenenie klimatických oblastí vychádza z platnej metodiky klasifikácie klimatických prvkov (Konček a Petrovič 1957), ktorá vychádza z teplotných a vlhových pomeroz územia. Teplotné pomery vyjadrujú charakteristiky: priemerná mesačná teplota v mesiaci júli, počet letných dní. Vlhové pomery vyjadruje index zavlaženia I_z . Boli stanovené klasifikačné triedy pre teplotné charakteristiky ohraničujúce nasledovné klimatické oblasti :

- teplá – priemerná júlová teplota $> 16^{\circ}\text{C}$, > 50 letných dní
- mierne teplá – priemerná júlová teplota $> 16^{\circ}\text{C}$, < 50 letných dní
- chladná – júlová teplota $< 16^{\circ}\text{C}$.

Klasifikačné triedy pre index zavlaženia predstavujú klimatické podoblasti :

- suchá – $I_z < -20$
- mierne suchá – $I_z \geq -20$ a $I_z < 0$
- mierne vlhká – $I_z \geq 0$ a $I_z < 60$

- vlhká – $IZ \geq 60$ a $IZ < 120$
- veľmi vlhká – $IZ \geq 120$

V rámci klimatických oblastí boli určené klimatické obvody odvodené na základe doplnkových kritérií priemernej januárovej teploty a nadmorskej výšky. Klasifikačné triedy pre charakteristiky januárovej teploty sú $< -5^{\circ}\text{C}$, $\geq -5^{\circ}\text{C}$ a $< -3^{\circ}\text{C}$, $\geq -3^{\circ}\text{C}$ a pre nadmorské výšky < 500 m a ≥ 500 m.

Na základe týchto kritérií sú pre územie celého Slovenska vyčlenené klimatické oblasti, podoblasti a obvody. Tieto oblasti boli vyčlenené (Mičietová, 1992) na báze DMR a vypočítané regresné vzťahy medzi nezávisle premennou (nadmorskou výškou) a závisle premennou (uvažované klimatické charakteristiky vyčleňujúce príslušné klimatické oblasti a obvody). Boli použité tieto typy údajov:

- priemerné mesačné teploty,
- priemerné mesačné úhrny zrážok,
- priemerné mesačné hodnoty potenciálnej evapotranspirácie,
- priemerný počet letných dní za rok,
- zemepisné súradnice meteorologických staníc, ku ktorým sa viažu tematické klimatické údaje.

Klimatické a polohopisné údaje boli získané z HMÚ v Prahe ako i z SHMÚ v Bratislave a obsahujú spracované pozorovania klimatických prvkov (z rokov 1931-1960) a priemerné mesačné hodnoty potenciálnej evapotranspirácie publikoval (Tomlain in Mičietová 1992).

Na základe týchto údajov boli stanovené regresné vzťahy medzi nadmorskou výškou a príslušnou klimatickou charakteristikou a z nich konštruované digitálne mapy klimatických charakteristík, ktoré sa podieľajú na vyčlenení jednotlivých klimatických oblastí a obvodov. Na záujmovom území povodia Kysuce sú podľa tejto práce vyčlenené dve klimatické oblasti, a to mierne teplá oblasť a chladná oblasť. Hranica, ktorá oddeľuje tieto dve oblasti, je daná priemernou teplotou vzduchu v júli 16°C .

Regresná rovnica vyjadrujúca vzťah medzi priemernou teplotou vzduchu v júli a nadmorskou výškou má tvar :

$$t_7 = 20.834 - 0.0065x, \text{ kde } x \text{ je hodnota nadmorskej výšky} \quad (4)$$

Dosadením hodnoty 16°C za t_7 (priemerná júlová teplota) oddeľujúca chladnú klimatickú oblasť od mierne chladnej do (4), možno vypočítať príslušnú nadmorskú výšku (tu 744 m), ktorá má ten istý význam ako izoterma 16°C . Reklasifikáciou rastrového modelu výšok príkazom *r.reclass* v programe GRASS na základe hodnoty 744 sa vyčlenili spomínané dve klimatické oblasti: chladná (nad 744m) a mierne teplá (do 744m).

Vstupným súborom výpočtu bol digitálny model výšok (vysky) a reklasifikačný súbor (*klim_recl*) v rastrovom tvare. Výstupom bola mapa klimatických oblastí (súbor *klim_obl*):

r.reclass input = vysky output = klim_obl < klim_recl,

a obsah reklasifikačného súboru *klim_recl* bol:

400 thru 744 = 1 mierne teplá
744 thru 1100 = 2 chladná

Mapa klimatických oblastí bola exportovaná z formátu systému GRASS do formátu TIFF a následne importovaná a transformovaná v programe MP, v ktorom sa uskutočnila vektorizácia hraníc areálov klimatických oblastí (obr. 3).

Tvorba digitálnej tematickej vrstvy krajinnej pokrývky

Vzhľadom na vektorový formát vstupných údajov sme túto čiastkovú úlohu riešili v programe AW, ktorý disponuje vhodnými vektorovými a databázovými nástrojmi.

- Tvorbu digitálnej tematickej vrstvy krajinej pokrývky tvorili tieto etapy:
- import súborov krajinej pokrývky E00 do programu AW,
 - import hranice povodia vo formáte DXF do programu AW,
 - intersekcia mapových listov krajinej pokrývky na základe hranice povodia,
 - zistenie typov krajinej pokrývky na území povodia,
 - vyčlenenie areálov typov krajinej pokrývky podľa metodiky topoklimatického mapovania,
 - export areálov krajinej pokrývky vo vektorovom formáte do programu MP.

Import súborov E00 do prostredia ArcView

Príkazom *Import* v prostredí príkazového režimu (*command prompt*) programu AW sa súbory vo formáte E00 importovali do programu. *Import* je samostatný vykonávací program lokalizovaný v adresárovej štruktúre AW, ktorý konvertuje spomenutý formát do interného formátu programu PC ARC/INFO a je vhodný aj pre AW. Pred týmto úkonom treba skopírovať súbory do adresára Bin32. Príkaz má tvar:

```
C:\ ArcView \ ... \ Bin32 \ import nazovsboru.e00 nazov_vystup_adr,
```

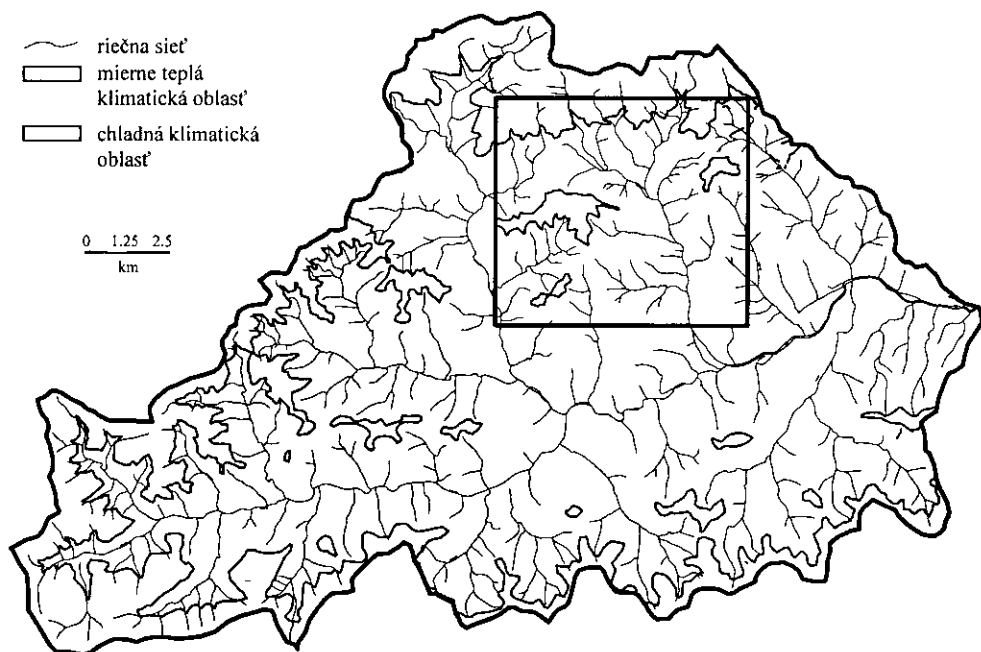
kde „nazovsboru.e00“ je názov konkrétneho súboru a „nazov_vystup_adr“ je názov adresára, do ktorého sa uložia importom generované súbory programovej štruktúry PC ARC/INFO, ktoré neskôr konvertujeme do projektu alebo pohľadu už v internom formáte programu AW, t.j. v tvare tzv. *shape* súborov (*shape files*) SHP, SBN, SBX, SHX.

K vektorovým súborom areálov krajinej pokrývky je pripojená databáza, ktorá obsahuje údaje o konkrétnych areáloch (rozloha, obvod plochy, kód 3. hierarchickej kategórie povrchu krajiny).

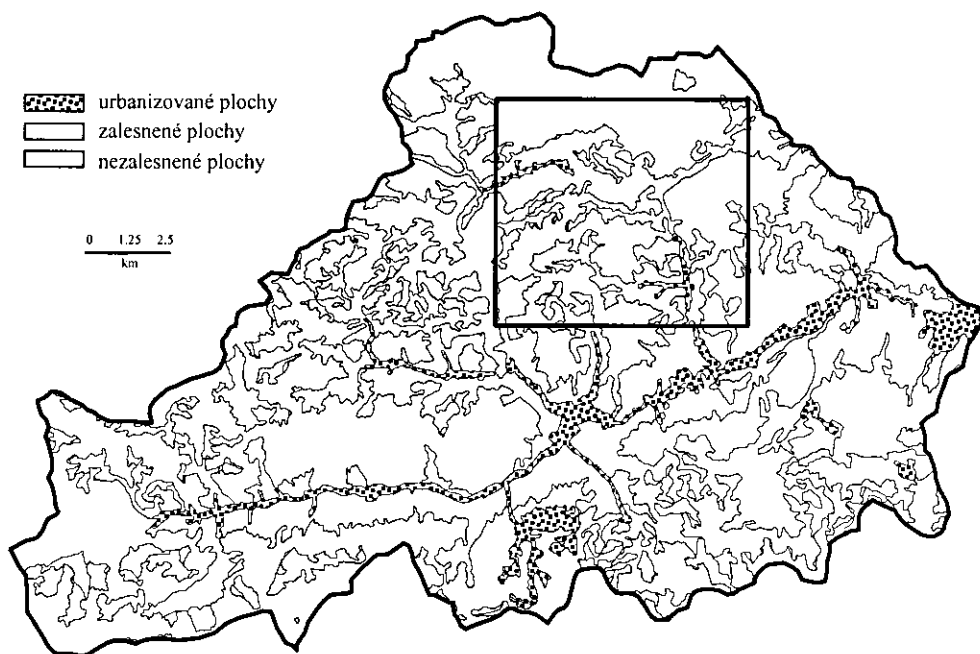
Ďalším krokom bol import vektorového súboru rozvodnice (hranice vyčleneného povodia) z formátu DXF, ktorý vznikol v prostredí MS, do formátu *shape file*. Na základe súborov areálov krajinej pokrývky a rozvodnice sa dá vykonať ich intersekcia, t.j. vyčlenenie areálov krajinej pokrývky ležiacich v hraniciach povodia rieky Kysuca. Dopytmi na databázu boli zistené tieto typy krajinej pokrývky v záujmovom území:

- areály nesúvislej zástavby (kód 112),
- areály športu a voľného času (142),
- areály nezavlažovanej ornej pôdy (211),
- areály lúk a pasienok (231),
- areály mozaík polí, lúk a trvalých kultúr (242),
- areály prevažne poľnohospodárskej krajiny s výrazným zastúpením prirodzenej vegetácie (243),
- areály listnatých lesov (311),
- areály ihličnatých lesov (312),
- areály zmiešaných lesov (313),
- areály prechodných leso-krovín (324).

Z týchto areálov sme v zmysle metodiky práce určili tri druhy povrchov, a to: *urbanizované plochy*, *nezalesnené plochy* a *zalesnené plochy* (obr. 4). K urbanizovaným plochám sme zaradili areály 112 a 142, k nezalesneným plochám: areály 211, 231, 242 a 243 a k zalesneným plochám: areály 311, 312, 313 a 324. Reklasifikované areály typov krajinej pokrývky vo vektorovom formáte sme z programu AW importovali do programu MP pomocou jeho modulu Universal Translator. Tým sa dovŕšila tvorba jednotlivých digitálnych tematických vrstiev, na základe čoho sme mohli pristúpiť k zostaveniu legendy a konštrukcii finálnej kompozície digitálnej topoklimatickej mapy.



Obr. 3 Mapa klimatických oblastí povodia Kysuce po Čadcu



Obr. 4 Mapa krajinej pokrývky povodia Kysuce po Čadcu

Konštrukcia digitálnej topoklimatickej mapy

Pri tvorbe kompozície digitálnej topoklimatickej mapy sme vychádzali z jednotlivých čiastkových výstupov – digitálnych tematických vrstiev: miery oslnenia reliéfu, klimatických oblastí a krajinskej pokrývky.

Po individuálnej analýze jednotlivých tematických vrstiev sme zostavili legendu topoklimatickej mapy, ktorá určuje a presne definuje jednotlivé kategórie topoklimy takto:

1. Topoklíma mierne teplej klimatickej oblasti	2. Topoklíma chladnej klimatickej oblasti
1.1 urbanizovaných plôch	2.1 urbanizovaných plôch
1.1.1 málo oslnených	2.1.1 málo oslnených
1.1.2 menej oslnených	2.1.2 menej oslnených
1.1.3 normálne oslnených	2.1.3 normálne oslnených
1.1.4 dobre oslnených	2.1.4 dobre oslnených
1.1.5 veľmi dobre oslnených	2.1.5 veľmi dobre oslnených
1.2 nezalesnených plôch	2.2 nezalesnených plôch
1.2.1 málo oslnených	2.2.1 málo oslnených
1.2.2 menej oslnených	2.2.2 menej oslnených
1.2.3 normálne oslnených	2.2.3 normálne oslnených
1.2.4 dobre oslnených	2.2.4 dobre oslnených
1.2.5 veľmi dobre oslnených	2.2.5 veľmi dobre oslnených
1.3 zalesnených plôch	2.3 zalesnených plôch
1.3.1 málo oslnených	2.3.1 málo oslnených
1.3.2 menej oslnených	2.3.2 menej oslnených
1.3.3 normálne oslnených	2.3.3 normálne oslnených
1.3.4 dobre oslnených	2.3.4 dobre oslnených
1.3.5 veľmi dobre oslnených	2.3.5 veľmi dobre oslnených

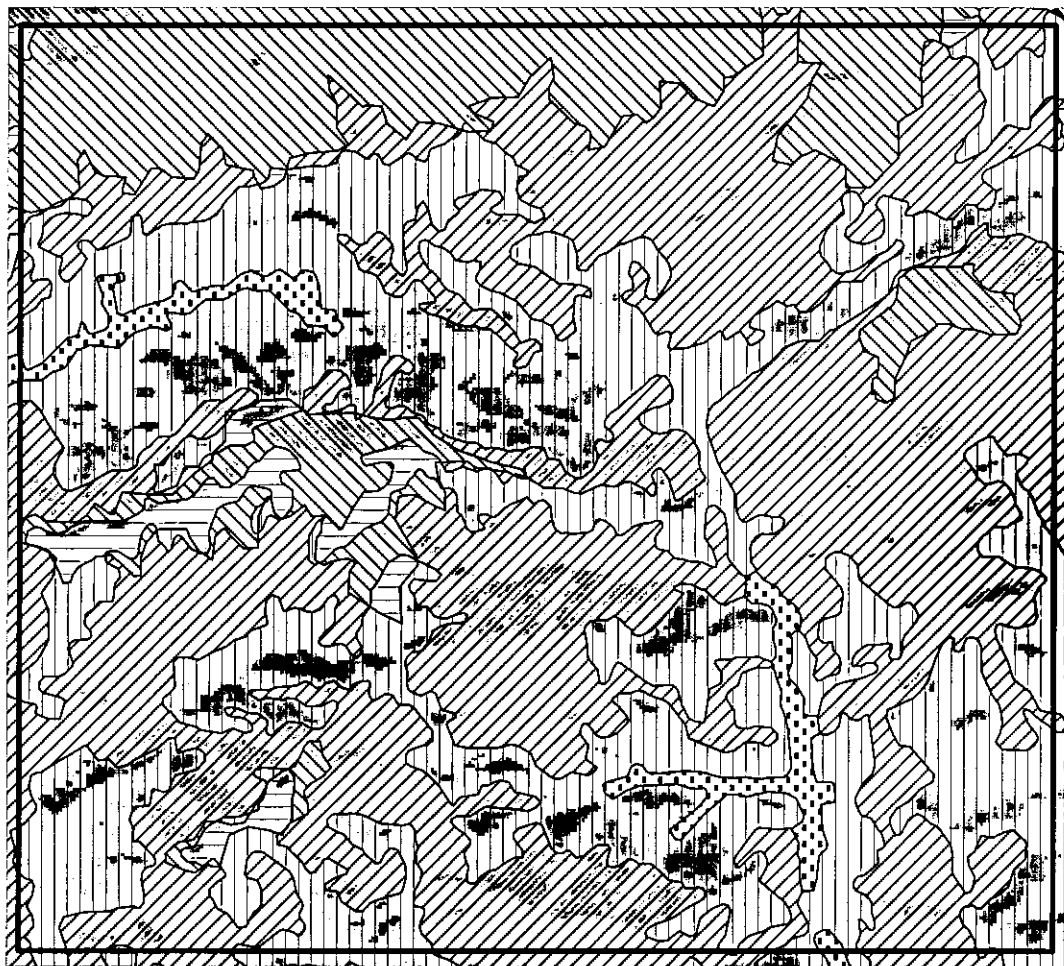
Každú kategóriu topoklimy určujú tri zložky:

- klimatická oblasť,
- krajinná pokrývka,
- miera oslnenia.

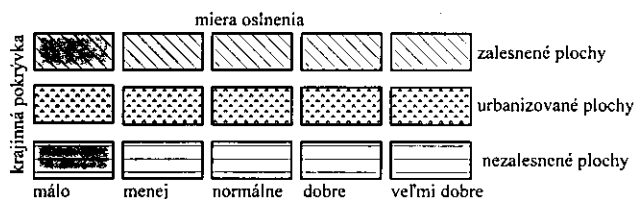
Klimatickú oblasť a krajinnú pokrývku sme ešte ako čiastkové výstupy vyjadrili vo vektorovom tvare, mieru oslnenia v rastrovom tvare. Najracionálnejším a najefektívnejším kartografickým vyjadrením kategórie topoklimy sa ukázala kombinácia klimatických oblastí a krajinskej pokrývky vo vektorovom tvare a miera oslnenia v rastrovom tvare, pričom dva typy klimatických oblastí by sa vzájomne odlišovali farebne a krajinná pokrývka zasa odlišným typom vzorky. Na základe týchto predpokladov sme preto museli pristúpiť ku kombinácii areálov klimatických oblastí a krajinskej pokrývky. Výsledkom bolo šesť typov areálov, a to: *urbanizovaných plôch, nezalesnených plôch a zalesnených plôch chladnej klimatickej oblasti a urbanizovaných, nezalesnených a zalesnených plôch mierne teplej klimatickej oblasti*. Tento proces sme vykonali v programe AW metódou *clip* (odrezanie) v module *Geoprocessing Wizard*.

Finálnu kompozíciu digitálnej topoklimatickej mapy sme kvôli hardvérovému a softvérovému vybaveniu riešili v programe MP. Jeho súčasťou je program *Universal Translator*, ktorý rieši exporty a importy súborov vo formátoch TAB (MapInfo) a SHP (ArcView). Preto všetky čiastkové výstupy (šesť typov vektorových areálov) boli z programu AW importované práve do programu MP.

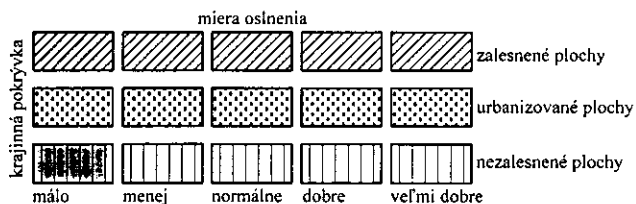
V MP bola definitívne skonštruovaná digitálna topoklimatická mapa (obr. 5), na ktorej sa vyjadrili areály chladnej klimatickej oblasti modrou farbou v kombinácii s typom vzorky krajinskej pokrývky (urbanizované plochy – zvislá čiarová vzorka, nezalesnené plochy – vodorovná a zalesnené plochy – šikmá). Areály mierne teplej klimatickej oblasti boli vyjadrené analogicky červenou farbou.



**TOPOKLÍMA CHLADNEJ
KLIMATICKEJ OBLASTI**



**TOPOKLÍMA MIERNE TEPLEJ
KLIMATICKEJ OBLASTI**



Obr. 5 Topoklimatická mapa výrezu povodia Kysuce

Mapu miery oslnenia reliéfu v rastrovom formáte (TIFF) sme do prostredia MP transformovali na základe súradníc rohov definovaného územia. Päť tried oslnenia bolo farebne vyjadrených na základe stupnice farieb RGB, kde areály málo a menej oslnené boli vyjadrené chladnými farbami (tmavomodrá a svetlomodrá), areály dobre a veľmi dobre oslnené boli vyjadrené teplými farbami (žltá a tmavožltá).

Záver

Topoklimatická mapa poskytuje informácie o väčšine najdôležitejších procesov prebiehajúcich v prízemnej vrstve atmosféry. Preto sa takáto mapa stáva významným nástrojom nielen štúdia krajiny sféry, ale aj hodnotenia životného prostredia. Pravdepodobne dokonalejšou a perspektívnejšou formou takejto mapy je trojdimenzionálna mapa vytvorená syntézou DMR, údajov DPZ klasifikovaných do požadovaných kategórií krajiny pokrývky, mapy oslnenia a ďalších potrebných tematických vrstiev (riečna sieť, významné komunikácie, zdroje znečistenia ovzdušia ap.) v digitálnej forme.

Treba zdôrazniť, že v práci pojatá konštrukcia topoklimatickej mapy poskytuje predovšetkým teoretický model, ktorý väčšinu javov nekvantifikuje, ale len priestorovo lokalizuje. Dôležitosť výskytu definovaných kategórií by bolo možné zvýšiť účelovými topoklimatickými meraniami.

Účelom práce bolo predstaviť metodiku tvorby topoklimatických máp na základe využitia geoinformačných technológií a tvorbu špecifických informatických postupov na základe ich analytických nástrojov. Cieľom nebolo len vytvorenie kvalitných kartografických výstupov, ale aj načrtnutie problému využitia rôznych softvérových produktov schopných tieto informatické postupy a kartografické výstupy vytvárať.

V súčasnosti sa u nás nielen v geografii, ale aj klimatológii venuje topoklíme a topoklimatickému mapovaniu malý priestor napriek tomu, že praktické využitie topoklimatických máp zahŕňa pomerne široké spektrum oblastí ľudských aktivít.

V nadväznosti na tvorbu informatických (východiskových analytických) postupov na tvorbu topoklimatickej mapy je potrebné v závere poukázať na potrebu databázovej implementácie tematického obsahu analytických vrstiev generujúcich výslednú topoklimatickú mapu priestorovej organizácie geografickej databázy, pretože ak bude obsahovať tieto významné vrstvy ako podklad na modelovanie a analýzu komplexných priestorových štruktúr a ich vzájomných priestorových vzťahov, výrazne zvýši svoje operačné možnosti.

Literatúra

- BARTKOWSKI, T. (1977). *Metody badań geografii fizycznej*. Poznań, Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawy. 543 s.
- COUFAL, L. (1973). Klimatologické hodnocení mezní vrstvy atmosféry. *Sborník prací Hydrometeorologického ústavu v Praze*. Sv. 19, s. 82-129.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (1992). Land cover forms in Slovakia identified by application of colour infrared space photography at the scale 1:500 000. *Geografický časopis*, 44, 2, s. 120-126.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (1995). Možnosti využitia bázy údajov CORINE Land Cover v kartografii. *Geodetický a kartografický obzor*, 41/83, 9, s.194-196.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. PRAVDA, J. (1996). Krajinná pokrývka Slovenska identifikovaná metódou CORINE Land Cover. *Geographia Slovaca*, 11, s.1-95.
- JENČO, M.(1992a). Koncepcia komplexného digitálneho modelu reliéfu ako integrálna súčasť GIS. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae*, Geographica Nr. 33, Bratislava, s. 133-154.
- JENČO, M. (1992b). Distribúcia priameho slnečného žiarenia na georeliéfe a jej modelovanie pomocou komplexného digitálneho modelu georeliéfu. *Geografický časopis*, 44, 4, s. 342-354.
- KONČEK, M., PETROVIČ, Š. (1957). Klimatické oblasti Československa. *Meteorologické správy*, 5, s. 113-119.

- KRCHO, J. (1965). Oslnenie reliéfu v ľubovoľnom uhle a čase a jeho znázornenie do mapy pomocou izalumklín. *Geografický časopis*, 17, 1, s. 19-40.
- KRCHO, J. (1967). Zovšeobecnenie rovnice izalumklín na topografickej ploche a v jej skalárnom poli. *Geografický časopis*, 19, 2, s. 107-129.
- KRCHO, J. (1968). Prírodná časť geosféry ako kybernetický systém a jeho vyjadrenie v mape. *Geografický časopis*, 20, 2, s. 115-139.
- KRCHO, J. (1970). Zostrojenie máp časovej a uhlovej dynamiky oslnenia reliéfu graficko-numerickým spôsobom a pomocou samočinných počítačov. *Geografický časopis*, 22, 3, s. 205-245.
- KRCHO, J. (1973). Morphometric analysis of relief on the basis of geometric aspect of field theory. *Acta geographica Universitatis Comenianae, Geographica physica*, 1, s. 11-233.
- KRCHO, J. (1990). *Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu*. Bratislava, VEDA. 432 s.
- MAŽÚR, E. et al. (1980). *Atlas SSR*. Bratislava, SAV a SÚGK.
- MÍČIETOVÁ, E., MINÁROVÁ, O. (1988). Komplexný digitálny model reliéfu a interpolačné metódy. *Geodetický a kartografický obzor*, 34, 7, s. 165-173.
- MÍČIETOVÁ, E. (1992). Automatizovaná klimatická regionalizácia a geografický informačný systém. Bratislava, Q111 (v tlači).
- MÍČIETOVÁ, E. ZEMAN, V. (1993). Priestorová diferenciácia klimatologických charakteristík a digitálny model terénu. *Meteorologické zprávy*, 46, 2, s. 45.
- MIKLÓS, L., MATEČNÝ, I., KOZOVÁ, M. (1991). Interpretation of the Morphometric Relief Indices for Spatial Differentiation of Microclimatic Conditions. *Ecology (CSFR)*, 10, 2, s. 223-246.
- MRÁZ, A., MITÁŠOVÁ, I., HÁJEK, M. (1998). Využitie údajov CORINE Land Cover na aktualizáciu Základnej mapy SR 1:50 000. In: *Aktivity v kartografii '98*. Bratislava, Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV, s. 53-62.
- NETOPIL, R. et al. (1984). *Fysická geografie 1*. Praha, SPN. 272 s.
- PRAVDA, J. (1999). Aspekty tvorby máp krajiny pokrývky na Slovensku. *Geodetický a kartografický obzor*, 45/87, 4, s. 77-81.
- PAVLÍČKO, P. (2000). *Modelovanie topoklímy v GIS*. Bratislava, Prírodovedecká fakulta UK. s. 96. [Diplomová práca] <http://www.fns.uniba.sk/~pavlicko/diplomovka/obsah.htm>
- PROŠEK, P., REIN, F. (1982). *Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry*. Praha, SPN Univerzity J.E. Purkyně v Brně. 237 s. [Vysokoškolské skriptá]
- QUITT, E. (1965). Metody konstrukce mezoklimatických map. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 3, s. 232-250.
- SAPOŽNIKOVOVÁ, S. A. (1950). *Mikroklimat i mestnyj klimat*. [Český preklad: Praha 1952, 263 s.]
- ŠARMÍR, I. (1991). Súčasný stav geograficky orientovaného výskumu klímy v zahraničí a u nás. *Geografický časopis*, 43, 2, s. 162-171.
- VYSOUDIL, M. (1995). Možnosti a perspektivy topoklimatického mapovania s využitím moderných metod geografického výskumu. In: *Zborník z medzinárodnej konferencie "Vybrané problémy súčasnej geografie a príbuzných disciplín"*. Bratislava, Kartprint, s.133-140.
- VYSOUDIL, M. (1996). Adaptation of Appropriate GIS Techniques for Application in Climatology By Use of GeoPackage. *Acta Universitatis Palacki Olomouensis, Facultatum Rerum Naturalium, Geographica* 34, s. 41-49.
- VYSOUDIL, M. (1998a). Současné možnosti topoklimatického mapování a jeho význam pro hodnocení životního prostředí. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešoviensis. Přírodní vědy. Folia Geographica*, 2, Prešov, s.75-80.
- www.baylor.edu/~grass
- www.idrisi.clarcu.edu
- www.esri.com
- www.gib.unibas.ch/mcr/PROJECTS/KABA/methods.htm
- www.gisat.cz
- www.geomodel.sk
- www.mapinfo.com
- www.sazp.sk

S u m m a r y

Methodology of topoclimatic map creation in the environment geo-information technologies

While creating the final digital topoclimatic map (Fig. 5) we leaned on partial outputs: digital thematic layer of the rate of radiation of georelief (Fig. 2), digital thematic map of climatic zones (Fig. 3), and digital thematic layer of land cover (Fig. 4). It was followed by the individual analysis of the thematic layers and compilation of legend to topoclimatic map, which determines and precisely defines the categories of topoclimate.

Every category of topoclimate is determined by three components: climatic zone, land cover and rate of radiation. Suitable and efficient cartographic expression of topoclimate is combination of climatic zones and land cover in vector form and radiation rate in raster form. The two types of climatic zones were distinguished by colour and the land cover had different hatching. We then proceeded to combination of areas of climatic zones and land cover, which resulted in six types of areas: urbanised areas, non-forested areas and forested areas of cold climatic zone, and urbanised areas, non-forested, and forested areas of moderately warm climatic zone.

Tab. 1 Geographic factors which form the topoclimate

Tab. 2 The average monthly values of the Linke's coefficient of atmospheric turbidity for the temperate climatic zone

Fig. 1 Chosen territory for the topoclimatic map's creation (basin of the Kysuca river from its spring to confluence with Čierňanka river)

Fig. 2 Map of the radiation rates of the Kysuca basin up to Čadca

Fig. 3 Map of the climatic zones of the Kysuca basin up to Čadca

Fig. 4 Map of the Kysuca basin land cover up to Čadca

Fig. 5 Topoclimatic map of the Kysuca basin (section)

Lektoroval:

Doc. Ing. Irena Mitášová, PhD.,

Stavebná fakulta STU,

Bratislava

a

RNDr. Milan Trizna, PhD.,

Prírodovedecká fakulta UK,

Bratislava