

Využitie leteckých snímok pri inžinierskogeologickom mapovaní Záhorskej nížiny

MIROSLAV HRAŠNA — LADISLAV ŠIKULA*

Использование аэроснимков при инженерно-геологическом картировании
Загорской низменности

Для инженерно-геологического картирования в прикрытых территориях можно на черно-белых аэроснимках в качестве интерпретационных знаков геологической среды использовать в первую очередь морфологические проявления комплексов горных пород и геологических процессов, частично и контраст снимков и тип растительности. Определять можно некоторые геодинамические явления, слепые рукавы и древние русла рек, обнажения и карьеры, в некоторых случаях даже тектонические линии и литологические границы.

Use of aerial photographs in engineering geological mapping of the Záhorská nížina

In engineering geological mapping in terrains covered by vegetation and soil layer it is possible to use as interpretation symbols of properties of the geological environment on the aerial black and white photographs mainly the morphological manifestations of rock complexes and geological processes, partly even the phototon and vegetation. It is possible to determine some geodynamic phenomena, dead branches and old river beds of water courses, wetted spots, outcrops and surface mining of minerals, in some cases also tectonic lines and lithological boundaries.

Prevažne poľnohospodársky obrábaná Záhorská nížina a priľahlé, poväčšine zalesnené svahy Malých Karpát patria k oblastiam, v ktorých kvartérne sedimenty alebo horniny predkvartérneho podkladu vystupujú na povrch len zriedkavo. Spravidla ich zakrýva pôdna vrstva a väčšiu časť roka aj vegetácia. V takomto teréne možno ako interpretačné znaky vlastností geologického prostredia na čiernobielych leteckých fotosnímках využívať najmä rozličné morfológické prejavy horninových komplexov a geologických procesov, sčasti aj fototón alebo vegetačný porast.

Morfologické pomery územia sú na snímkach dobre viditeľné vďaka stereoskopickému modelu. Na prevýšenom stereoskopickom modeli územia sa reliéf aj rad morfológických detailov javia veľmi výrazne, a to aj v terénoch, kde ich pri pozorovaní v prírode často zanedbávame.

Fototón sa na čiernobielych leteckých fotosnímках prejavuje rozličným odtieňom sivej farby, a to od sivobielej po sivočiernu. Je interpretačným znakom najmä pre skúmaný typ hornín (stupeň zvetrania, vlhkosť, typ a mocnosť pôd-

* RNDr. Miroslav Hrašna, Ladislav Šikula, Katedra inžinierskej geológie a hydrogeológie PF UK, Zadunajská 15, Bratislava.

neho pokryvu, typ vegetácie a pod.). Pri rovnakých podmienkach ho ovplyvňuje výška letu, uhol dopadajúceho svetla, kvalita a spracovanie filmového materiálu. Pri rovnakých podmienkach geologického a krajinného prostredia má teda klasifikačnú platnosť iba na sérii snímok vyhotovených na jednom filme v približne rovnakom čase.

Aerofotogeologické vlastnosti zastúpených geologických komplexov a petrografických typov hornín

Územie, ktoré tvorí komplex náplavov nížinných tokov, sa v skutočnosti aj na snímkach vyznačuje rovinným reliéfom, narušeným miestami zárezmi vodných tokov alebo vyvýšeninami menšieho rozsahu, ktoré tvorí na krátku vzdialenosť premiestnený eolický piesok. Fototón komplexu je svetlosivý až sivý, v území s vegetáciou sivý až tmavosivý. Miestami sa mení aj pre vyšší obsah vody alebo zvýšený obsah organických látok. Takéto časti územia sa na snímkach javia ako tmavšie plochy alebo pruhy a pre postupný prechod fototónu sa nedajú vždy presne ohraničiť.

V území tvorenom týmto komplexom sú pomerne časté aj zamokrené miesta a mŕtve ramená, ktoré sa spravidla vyznačujú tmavosivým až čiernosivým fototónom. Najmä mŕtve ramená sa prejavujú často aj morfológicky alebo odlišným vegetačným porastom, čo je na snímkach veľmi dobre viditeľné. Pri terénnej prehliadke územia sa zistilo, že niektoré zamokrené územia alebo mŕtve ramená, ktoré sa na snímkach dali dobre identifikovať, sú už vysušené a územie je skultivované. V niektorých častiach územia sme zo snímok zistili aj priebeh starých korýt vodných tokov, zavodňovacích aj odvodňovacích kanálov, ktoré sa už v teréne nevyskytujú a nezobrazujú ich ani novšie topografické podklady.

Územie, ktoré tvorí komplex eolických pieskov, zaberá najväčšiu časť Záhorskej nížiny. Morfológicky výrazne sa eolické piesky prejavujú najmä v centrálnej a severovýchodnej časti, kde vytvárajú zložité presypy a dunové komplexy. Na snímkach ich vidieť aj vtedy, keď je územie zalesnené. Niekedy sa podľa nich dá eolický komplex ohraničiť.

Údolia potokov sú na území rájónu často hlboko zarezané a majú strmé svahy, v ktorých piesok miestami vystupuje na povrch. V odkryvoch a pieskovniach má eolický piesok na snímkach sivobiely fototón. Inak je skoro celé územie zalesnené (sčasti poľnohospodársky obrábané) a má svetlosivý až sivý fototón. Tam, kde je fototón svetlejší, je územie so slabším vegetačným porastom, príp. odlesnené, resp. kde je aj v súčasnosti eolická činnosť. Tmavší fototón sa vyskytuje v miestach, kde je vysoká hladina podzemnej vody, zamokreniny alebo staré ramená potokov. Zamokrené územia sú najmä v medzidunových priestoroch a sú na snímkach zjavné okrem zmeny fototónu aj podľa zmien vo vegetačnom poraste.

Ostatné kvartérne horninové komplexy sledovaného územia sa na snímkach výraznejšie neprejavovali ani podľa fototónu ani morfológicky. Fluviálne terasové akumulácie Záhorskej nížiny sú spravidla tektonicky posunuté alebo morfológicky značne deštruované, príp. prekryté eolickými pieskami; preto sú na snímkach len ťažko pozorovateľné. Podobne proluviálne kužele sú v oblasti nížiny väčšinou tektonicky poklesnuté, takže sa neprejavujú morfológicky a postupne prechádzajú do fluviálneho komplexu.

Deluviálne sedimenty sledujú morfológický tvar povrchu podložia a spravidla ich v celom rozsahu pokrýva vrstva pôdy a vegetácia. Ich typ preto nebolo možno zo snímok zistiť. O ich výskyte, príp. mocnosti sa dalo usudzovať niekedy podľa zmeny fototónu, sklonu svahov alebo podľa eróznej činnosti, ktorá sa v nich uplatňuje spravidla lepšie ako v horninách podkladu.

Z neogénnych sedimentov sa vďaka vyššiemu stupňu spevnenia morfológicky výrazne prejavuje najmä komplex štrkovitých sedimentov, ktoré vystupujú z okolných piesčitých a ílovitých neogénnych sedimentov alebo kvartérnych sedimentov vo forme pahorkov a lokálnych vyvýšení s pomerne strmými svahmi. Vyvýšeniny tvorené piesčitými a ílovitými neogénnymi komplexmi sú spravidla nižšie, zaoblenejšie a s miernejšími svahmi. Vďaka prevýšeniu sú však pri stereoskopickom pozorovaní dobre viditeľné aj pri nepatrnom vystupovaní nad okolie.

Fototón štrkovitých a piesčitých neogénnych sedimentov je svetlosivý až sivý, takže ich podľa neho spravidla nemožno rozlíšiť. Popri rozdielnom morfológickom vystupovaní je pri ich rozlišovaní istým vodidlom aj stupeň rozčlenenosti územia, ktorý je pre menšiu odolnosť voči erózii pri piesčitom komplexe vyšší (častý výskyt erózných rýh a pod.).

Územie tvorené komplexom ílovitých neogénnych sedimentov sa spravidla intenzívne poľnohospodársky obrába, príp. je zalesnené, s hojnou vegetáciou, podľa čoho ho niekedy možno odlíšiť od susedných území s piesčitým alebo štrkovitým substrátom s menej bohatou vegetáciou, príp. vegetáciou iného typu. Fototón komplexu je o niečo tmavší ako pri predchádzajúcich komplexoch. Najmä v období po zrážkach, keď sa v pôvodnom horizonte a podloží ílovitých sedimentoch udržiava dlhšie voda, sú podľa tmavosivého odtieňa dobre ohraničiteľné voči okolným, prevažne nesúdržným kvartérnym alebo neogénnym sedimentom.

Predneogénne horninové komplexy v záujmovom území vystupujú na povrch iba na svahoch Malých Karpát. V území zobrazenom na leteckých snímkach, ktoré sme mali k dispozícii, sú zastúpené komplexy metamorfovaných hornín kryštalinika a komplex vápencovo-dolomitických hornín mezozoického veku.

Zo snímok nebolo možno rozlíšiť vysokometamorfované komplexy (ruly, svory, amfibolity) od nízkometamorfovaných (fylity, fylitické bridlice). Príčinou je najmä to, že horniny týchto komplexov nevystupujú priamo na povrch, ale zakrýva ich svahová hlina a lesný porast, ako aj to, že ich morfológické vystupovanie je približne rovnaké. Metamorfované horniny odkryté v kameňolomoch majú sivý fototón. Podľa neho ich možno rozlíšiť od kameňolomov v karbonátoch, ktorých fototón je spravidla svetlejší.

Na rozdiel od rájónov metamorfovaných hornín sú horniny vápencovo-dolomitického komplexu, najmä vo vyšších polohách a na prikrejších svahoch, pokryté tenšou vrstvou pôdy, príp. miestami vystupujú aj na povrch. V týchto častiach je spravidla chudobnejší vegetačný porast a svetlejší fototón, čo umožňuje identifikovať horniny komplexu a ohraničiť ich voči metamorfovaným horninám alebo voči územiu s mocnejším deluviálnym pokryvom. Najsvetlejší fototón v sledovanom území má jurský vápencový komplex v lomoch pri Borinke (svetlosivý až biely). Triasové vápence odkryté v lomoch pri Rohožníku majú sivý fototón. Podľa neho ich možno rozlíšiť od kameňolomov v karbonové komplexy.

Vyhľadávanie lomov, odkryvov, ťažobných jám a geodynamických javov

Odkryvy, lomy a ťažobné jamy sa na snímkach prejavujú výrazným rozdielom fototónu oproti okolitému územiu. Vďaka prevýšenému stereoskopickému modelu sú veľmi dobre viditeľné aj ich morfologické tvary (prehĺbenie, strmosť svahov, príp. etáže). Niekedy možno posúdiť aj to, či sú v prevádzke alebo opustené. Napr. pieskoviská v eolických pieskoch Záhorskej nížiny, ktoré sú v prevádzke, majú sivobiely fototón, kým opustené pieskoviská majú trochu tmavší odtieň a miestami sa začína prejavovať aj vegetácia.

Výhoda vyhľadávať a hodnotiť uvedené objekty na leteckých snímkach je v tom, že ich geológ nemusí prácne vyhľadávať (často iba náhodou) v teréne, ako aj v tom, že už vopred môže usúdiť, v akých komplexoch sa bude pohybovať. Prejavuje sa najmä v územiach, kde sú k dispozícii iba staršie topografické alebo geologické podklady, ktoré nezachycujú novšie lomy a ťažobné jamy a geologické hranice sú v nich nepresné, resp. podľa starších predstáv. Naopak v územiach, z ktorých je novšia topografická mapa, umožňujú letecké snímky staršieho dátá lokalizovať prípadné staršie, už zasypané ťažobné jamy a časti lomov.

Možnosť vyhľadávať a hodnotiť geodynamické javy je jednou z najväčších predností aerofotogeologického výskumu územia. Z leteckých snímkov možno zisťovať najmä zosuvy a eróziu činnosť, ako aj niektoré prejavy krasovej a eolickej činnosti. Výhodné je najmä porovnávať snímky z rozličných období, podľa čoho možno usudzovať o dynamike procesov a robiť prognózu ich ďalšieho vývoja.

V mapovanom území sa pri hodnotení snímkov ani pri terénnom výskume nezistili nijaké zosuvy. Prejavy eróznej činnosti boli zistené najmä v deluviálnych a piesčitých neogénnych sedimentoch na úpätí Malých Karpát (ronová erózia), sčasti aj v eolických pieskoch Záhorskej nížiny (veterná erózia). Plošná erózia sa v porovnaní s okolným územím na snímkach prejavuje svetlejším fototónom, ostatné erózne javy, najmä erózne ryhy aj morfológickými tvarmi, ktoré sú na prevýšených snímkach dobre viditeľné aj pri ich malom hĺbkovom dosahu.

Zlomové a poruchové línie sa podľa viacerých autorov (M. N. Petrusevič 1962, J. Dornič 1975 a i.) prejavujú na snímkach zmenami fototónu, príp. morfológicky. Títo autori však opisujú odkrytý skalný terén, v ktorom je každá zmena fototónu prejavom litologickej zmeny alebo zlomovej, resp. poruchovej línie. Na zalesnených svahoch Malých Karpát pokrytých deluviálnymi sedimentmi sa nám podarilo identifikovať iba dva zlomy (pri Mariánke a Dúbravke), ktoré sa prejavovali v morfológii územia.

Záver

Najlepšie možno interpretovať čiernobiele letecké snímky odkrytého terénu bez vegetačného porastu a bez pôdneho pokryvu. V takomto teréne možno dobre interpretovať morfologické prejavy jednotlivých horninových komplexov a každá zmena fototónu indikuje litologickú zmenu, poruchové pásmo alebo vysokopoloženú hladinu podzemnej vody.

V území zakrytom vegetáciou a pôdnou vrstvou sú hlavným interpretačným znakom morfologické prejavy horninových komplexov, príp. aj vegetačný

porast alebo výskyt istých geodynamických javov. Okrem uvedených faktorov tu na fototón vplyva aj pôdny pokryv, vlhkosť a obsah organických látok.

Veľkým prínosom leteckých snímok je možnosť jednoducho vyhľadávať odkryvy, lomy, ťažobné jamy a geodynamické javy. Tieto objekty sa na snímkach spravidla prejavujú výraznou zmenou fototónu i morfológicky. Ak sú k dispozícii snímky z rozličných období, možno posúdiť aj dynamiku a robiť prognózu ďalšieho rozvoja procesov.

Významným prínosom je aj možnosť zisťovať staršie antropogénne zásahy do geologického prostredia, najmä staré korytá vodných tokov, zavodňovacie kanály, mŕtve ramená a zamokrené miesta, ktoré už v teréne a v novších topografických podkladoch nie sú (melioračné úpravy a pod.), avšak pod zarovnaným povrchom územia sa nachádzajú inžinierskogeologicky nepriaznivé organické a antropogénne sedimenty.

Doručené 15. 2. 1977

Odporučil J. Malgot

LITERATÚRA

- Bañacký, V. — Sabol, A. 1973: Geologická mapa Záhorskej nížiny 1 : 50 000. GÚDŠ Bratislava.
Dornič, J. 1975: Aerofotogeologie. Praha, Knih. Ústř. úst. geol., sv. 49, 84 s.
Maheľ, M. 1972: Geologická mapa Malých Karpát 1 : 50 000. GÚDŠ Bratislava.
Petrusevič, M. N. 1962: Aerometody pri geologičeskich issledovanijach. 1. izd., Moskva, Gosgeoltehnizdat.

Use of aerial photographs in engineering geological mapping of the Záhorská nížina

MIROSLAVA HRAŠNA — LADISLAV ŠIKULA

The predominantly agricultural Záhorská lowland and the adjacent mostly forested slopes of the Malé Karpaty range belong to areas where the Quaternary sediments, or rocks of the Pre-Quaternary basement emerge but rarely to the surface. Usually a soil layer covers them and for major part of the year even by vegetation. In such terrains it is possible to use as interpretation symbols of properties of the geological environment in the aerial black and white photographs mainly the morphological manifestations of rock complexes and geological processes, partly even the phototone and vegetation.

The morphological conditions of the area are well detectable in the photographs thanks to the stereoscopic model obtained by various types of stereoscopes and interpretoscopes. In an exaggerated stereoscopic model of area the relief and a series of morphologic details appear very expressively and this even in relatively flat terrains where they are frequently neglected when observed in the nature. Among the best observable forms in the studied area were the dunes of eolian sands which could be detected even when covered with dense vegetation. In some parts of the area it was just according to dunes that the complex of eolian sands could be delineated against the neighbouring

complexes. According to morphological emersion it was sometimes possible to determine from the photographs even complexes of neogene sediments, forming in the middle of Quaternary complexes of the lowland flat hills and hillocks. In the case of an evident morphological emersion it was possible to determine also the occurrence and extent of fluvial terrace sediments and piedmont sediments (piedmont cones). On the slopes of the Malé Karpáty range it was possible according to steepness of slopes and total character of the relief to distinguish the Mesozoic calcareous-dolomitic complex from the Paleozoic metamorphosed complexes. In the morphology of the area there appeared also some of the tectonic lines.

Expressively manifest by their forms were also the erosion furrows and dead branches of water courses. In some cases detectable from photographs of older date were at present abolished and in the terrain old levelled beds of water courses, irrigation and drainage channels. Very well detectable in the photographs are also accumulation forms and parting planes of landslides; these, however, did not occur in the studied area.

Phototone in aerial black and white photographs is given by a varied shade of the grey colour, within the range from the greyish-white to greyish-black. It is an interpretation symbol for the type of rocks under whose conditions they occur in the studied area (degree of weathering, humidity, type and thickness of soil layer, type of vegetation, etc.). Under similar conditions it is affected by the height of flight, angle of light fall and quality of processing the film material. It is therefore of qualification validity, in the case of similar conditions of geological and country environment, only in a series of photographs made on one film in approximately the same time.

In the area of the Záhorská lowland the phototone could be used mainly in identifying dead branches and wetted spots (darker shade against the environment), in seeking outcrops, faults and exploitation pits (lighter shade against the environment), as well as in determining the type of rocks in these areas. From geological processes it is possible according to phototone to determine sometimes planar erosion of soils, or wind-blown eolian sands (lighter shade of planes at the level of the surrounding terrain).

Dependence of vegetation cover on the properties of substratum in geological interpretation of aerial photographs can be used in areas with original vegetation cover or in knowing the system of the forest and soil management in a given area. An identification symbol to distinguish the type of vegetation is the phototone and structure (drawing) of the plane, eventually even drawing copying the groundplane form of bigger individuals of the single types of vegetation. For instance, coniferous trees in photographs have dark-gray phototone and a star form, deciduous trees are characterized by a lighter phototone and a round form of individuals. The phototone of deciduous trees, as well as of some other types of vegetation (for instance grass), however, changes along the year, meanwhile it is darker in Spring.

Preložil E. Bleho