

Špeciálne mapy rajonizácie zostrojené pomocou počítačov

MILAN MATULA, JÁN VLČKO, ZUZANA RYCHLÍKOVÁ

Katedra inžinierskej geológie PFUK, Zadunajská 15, 811 00 Bratislava

(9 obr. a 1 tab. v texte)

Doručené 14. 11. 1980

Специальные карты для районизации составленные при помощи электронных машин

Исходным пунктом всего процесса при инженерногеологической районизации является всесторонняя карта (этап А), которая представляет модельное изображение изучаемой системы вложенной в память машины в цифровой форме (этап Б) представляющая трансформацию модели для автоматизированных обработок. Ядром всего процесса оценки являются оптимизационные процедуры (этап Ц), т. е. оптимализация модели результатом чего является несколько альтернативных карт инженерногеологической вгодности территории. В четвёртом этапе (этап Д), который представляет эксперименты с моделью в результате чего получается карта оптимального использования и охраны территории, что представляет цель вступления в процесс оценки.

Special maps of engineering geological rayonization designed using computer technique

In cases of engineering-geological rayonization, a multipurpose map creates base for the entire decision procedure. The first (A) stage of decision includes model presentation of the system investigated. This model is then stored (stage B) into the computer memory in a digitalized form. Main point of the decision procedure comprises optimization of the model (stage C) resulting in assembly of several alternative maps expressing engineering-geological suitability of the area in question. In the course of experiments with designed maps (stage D), an efficient variation of input data allows to draw the final map of optimal land use and protection. The map represents final output of the decision procedure.

Inžinierska geológia sa usiluje pružne reagovať na požiadavky používateľov jej informácií. V súčasnosti sú to najmä objektivizované a exaktne vyjadrené výsledky regionálneho inžinierskogeologického výskumu. Prítom nejde

iba o hodnotenie jednotlivých vlastností základných zložiek geologického prostredia, ale o komplexné exaktné hodnotenie väčších územných celkov. Do popredia vystupujú nové progresívne metodické postupy, aké sa doteraz

v inžinierskej geológii využívajú len v obmedzenom rozsahu. Patria tu najmä rozmanité optimalizačné postupy, ktoré ako súčasť rozhodovacej analýzy môžu hrať dôležitú úlohu aj pri rozhodovaní o racionálnom využívaní geologického prostredia. Možno ich aplikovať vo viacerých smeroch (pozri Matula, 1978), okrem iného aj pri hodnotení optimálneho spôsobu využitia rozličných územných celkov istej oblasti. Takýto cieľ sledoval aj výskum ústrednej časti pohronskeho metropolitného regiónu (oblasť Banská Bystrica—Zvolen).

Celý postup optimalizačnej analýzy bol vypracovaný tak, aby sa v širokom rozsahu využila automatická výpočtová

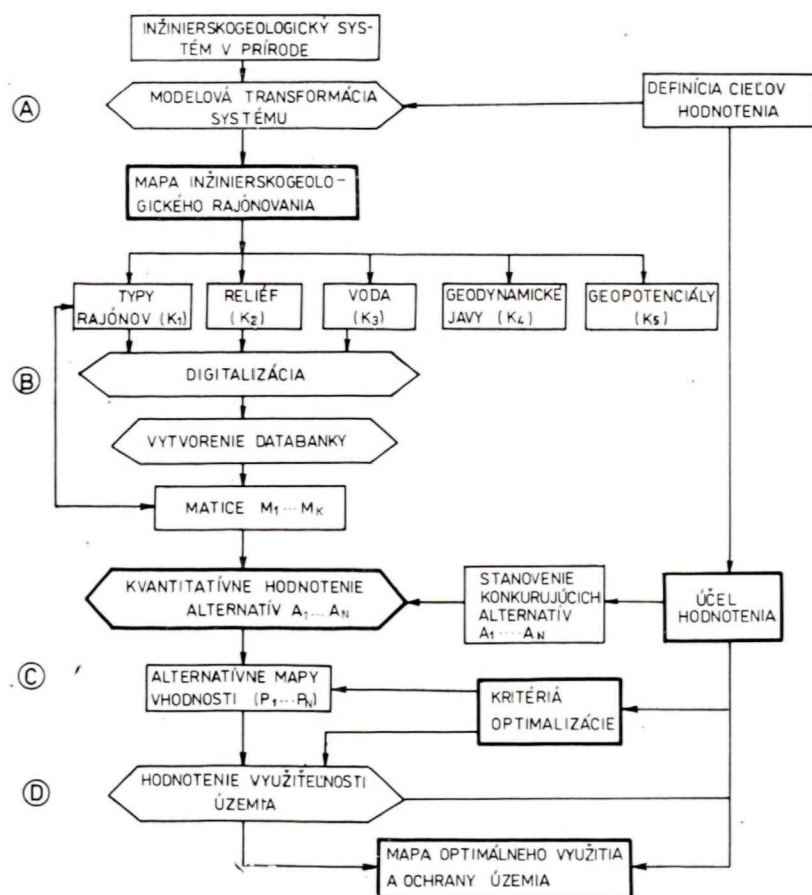
technika a aby získané výsledky boli jedným z objektivizovaných inžinierskogeologických podkladov komplexného systému rozhodovania o racionálnom využívaní územia.

Metodický postup

Optimalizačnú analýzu možno zhrnúť do štyroch etáp (obr. 1):

A. Modelové znázornenie skúmaného systému

Pri nevyhnutnej definícii cieľov hodnotenia je ťažisko v ohraničení skúma-



Obr. 1. Vývojový diagram optimalizačnej analýzy využiteľný pri rozhodovaní o optimálnom spôsobe využívania územia Fig. 1. System development scheme for optimizing analysis applicable for decision over optimal land use

ného systému v prírode a v jeho transformácii do adekvátneho modelu tvoriaceho bázu na ďalšie čiastkové operácie optimalizačnej analýzy. Najlepšie vyhovujúcim východiskom na ďalšie spracovanie je mnohoúčelová mapa inžinierskogeologického rajónovania v mierke 1 : 25 000, ktorá predstavuje *syntetický model* systému inžinierskogeologického prostredia.

B. Transformácia modelu na automatizované spracovanie

Automatizácia účelovo zameraných logikomatematických operácií optimalizačnej analýzy predpokladá uloženie tradične graficky spracovanej mnohoúčelovej mapy inžinierskogeologického rajónovania do pamäti počítača v *digitálnej forme*. Na efektívnejšie spracovanie sa mapa digitalizuje vo forme K-počtu analytických máp (napr. typy rajonizačných jednotiek, reliéf, podzemná voda, geodynamické javy). Získané údaje sa uložia na magnetický pás vo forme K-počtu samostatných súborov. Po úprave (t. j. po normalizácii, transformácii do jednotnej súradnicovej siete a oprave) možno tieto údaje spojiť do jedného rozsiahleho súboru v podobe databanky.

Princíp digitalizácie spočíva v prevode grafického podkladu do číselnej formy. Každému bodu množiny prislúchajú viaceré číselné údaje. Dva z nich sú súradnice x a y , ktoré určujú polohu bodu. Ďalšie dáta (ich počet závisí od účelu digitalizácie a typu použitého prístroja) identifikujú charakteristiku, ktorá danému bodu prislúcha. Digitalizácia sa robí na digitalizátoroch (zvyčajne bývajú súčasťou celého grafického systému, napr. TEKTRONIX).

Súčasťou programu „ukladanie mapy“ do pamäti počítača je aj opätovné vytvorenie línií z množiny nespojitých bodov, ako aj vytvorenie K-počtu dvoj-

rozmerných matic ($M_1 \dots M_K$). Prítom každá matica predstavuje jednu analytickú mapu inžinierskogeologického prostredia (typy rajonizačných jednotiek, reliéf, hydrogeologických pomerov atď.). Prvky každej matice zodpovedajú jednému plošnému elementu mapy s rozmerom $2,33 \times 3,50$ mm, čo predstavuje veľkosť znaku tlačiarne. Na ilustráciu uvedieme definície niektorých matic:

M_1 — typy rajonizačných jednotiek — každému plošnému elementu mapy prislúcha typ rajonizačnej jednotky vyjadrený jej kódom;

M_2 — reliéf — každý plošný element mapy znázorňuje povrch územia s istým sklonom vypočítaným interpoláciou zo zdigitalizovaných vrstevníc;

M_3 — hydroizobaty — každý plošný element mapy vyjadruje hĺbku hladiny podzemnej vody vypočítanú interpoláciou zo zdigitalizovaných hydroizobat;

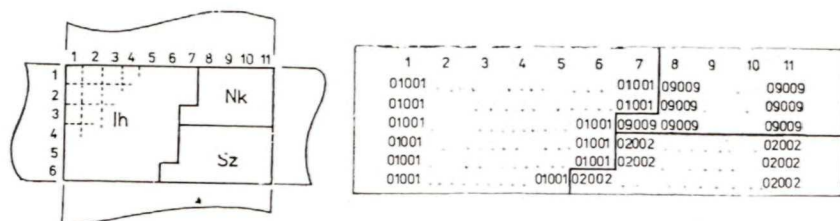
M_4 — geodynamické javy — plošné elementy mapy predstavujú typ geodynamického javu v miestach ich výskytu; tam, kde sa geodynamické javy nevyskytujú, sa hodnoty rovnajú nule. Ukážka z mapy inžinierskogeologického rajónovania (časť typy rajonizačných jednotiek) a jej zodpovedajúcej matice sú na obr. 2.

C. Optimalizácia modelu

Táto etapa je jadrom optimalizačnej analýzy a skladá sa z niekoľkých čiastkových operácií (obr. 3):

a) *Stanovenie konkurujúcich alternatív* ($A_1 \dots A_N$) a *im zodpovedajúceho počtu faktorov inžinierskogeologického prostredia*.

Termínom faktor sa označujú zložky inžinierskogeologického prostredia, resp. ich vlastnosti ovplyvňujúce istým spôsobom využitie územia (napr. hladina podzemnej vody, rozsah ložísk a i.). Realizáciu každej alternatívy podmie-



Obr. 2. Schematický výsek z mapy inžinierskogeologického rajónovania a jej zodpovedajúcej matice M_1 . „Typy rajonizačných jednotiek“. Päťmiestny kód vyjadruje: typ rajónu (prvé dve číslice) a typ podrajónu (ďalšie tri číslice). Napr. kód 02002 rajón deluviálnych sedimentov, typ podrajónu h2G₁.

Fig. 2. Schematic sector of engineering-geological rayonization map and of its corresponding matrix M_1 „rayonization unit types“. The five-digit code represents rayon type (two first digits) and local subrayon type (further three digits). E. g. the code 02002 — rayon of delluvial sediments, subrayon type h2G₁.

ňujú rozličné faktory, ale vyberajú sa z nich len podstatné, relevantné. Ich počet sa pri alternative A_i označuje m_i ($i = 1 \dots n$; n = počet alternatív).

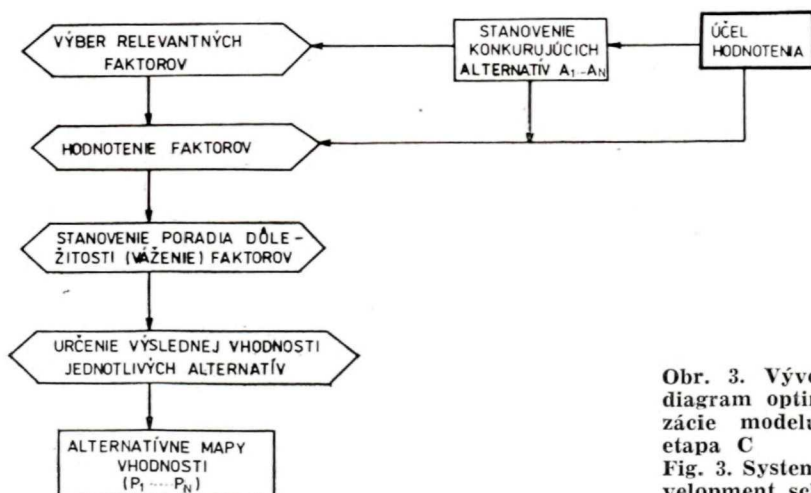
Reálne hodnoty faktorov každého plošného elementu mapy sa vypočítajú zo zdigitalizovaných charakteristík, ktoré sú prvkami matíc $M_1 \dots M_K$. Pri každej alternative dostaneme m_i matíc označených Z_{ij} . Ich celkový počet je

$$\sum_{i=1}^n m_i \text{ a zodpovedá počtu faktorov.}$$

$i=1$

b) Hodnotenie faktorov. Reálne hod-

noty faktorov F_{ij} (prvky matice Z_{ij}) rozdelené do troch kategórií vhodnosti (vhodný, podmienenčne vhodný, nevhodný), a to pre každú alternatívu osobitne, vytvárajú intervaly s hraničnými hodnotami R_1 a R_3 . Pomocou týchto intervalov definujeme funkciu f_{ij} , ktorou transformujeme reálne hodnoty faktorov do intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Dostaneme funkčné hodnoty faktorov, ktoré vyjadrujú mieru vhodnosti každého faktora pre realizáciu uvažovaných alternatív riešenia. Faktor kvalitatívne označený ako *vhodný* má hodnotu 1, *nevhodný* 0,05 alebo 0, a to podľa účelu hodno-



Obr. 3. Vývojový diagram optimalizácie modelu — etapa C
Fig. 3. System development scheme of optimization model, stage C

tenia. Hodnoty ležiace vnútri intervalu $\langle 0; 0,5; 1 \rangle$ vyjadrujú podmienenú vhodnosť a vypočítajú sa podľa vzorca

$$f(F) = \pm \frac{0,95}{R_1 - R_3} (F - R_3 + 0,05)$$

Hodnoty R_1 a R_3 sú uvedené v tab. 1. Výsledkom tejto čiastkovej operácie je redefinícia matic Z_{ij} a zostavenie matic Z'_{ij} , t. j. $f_{ij}(Z_{ij}) = Z'_{ij}$, pričom $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, m_i$.

c) *Stanovenie poradia dôležitosti faktorov.*

Robí sa tzv. binárnym rozhodovacím postupom, t. j. párovým porovnaním stanovených faktorov. Poradie dôležitosti faktora sa definuje ako podiel počtu „prvenstiev“ k celkovému počtu faktorov (za „prvenstvo“ sa pokladá relatívne väčšia dôležitosť jedného z dvojice porovnávaných faktorov). Matematicky sa to vyjadruje takto:

$$v_{ij} = \frac{p_{ij} + 1}{m_i}$$

(p_{ij} = počet prvenstiev), $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, m_i$.

d) *Určenie výslednej vhodnosti uvažovaných alternatív.* Súčin funkčných hodnôt faktorov a ich poradí dôležitosti udáva zväženú hodnotu vhodnosti. Ich suma pre každý element mapy v rámci každej alternatívy, t. j.

$$H_i = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} \frac{Z'_{ij} \cdot v_{ij}}{n}}{m_i}$$

vyjadruje výslednú hodnotu vhodnosti pre $i = 1, \dots, n$. Získaný rozsah hodnôt sa rozdelí do troch (aj viacerých) kategórií vhodnosti, ktoré sú základom na vyčlenenie nových jednotiek na alternatívnych mapách hodnotenia územia

podľa istého účelovo stanoveného kritéria.

D. Experimentovanie s modelom

Číslicové počítače umožňujú mením vstupných parametrov cieľavedome zasahovať do optimalizačného procesu, ovplyvňovať ho, resp. experimentovať s ním. Túto výhodu možno v plnom rozsahu využiť v záverečnej etape aplikovaného metodického postupu. Účelovým mením vstupných parametrov v závislosti od prijatých kritérií optimalizácie sa experimentuje s alternatívnymi mapami vhodnosti, pričom sa najčastejšie využívajú metódy superpozície a kombinácie.

Výsledkom tejto etapy sú cieľové výstupy v podobe mapy optimálneho využitia a ochrany územia, na ktorej sú zhodnotené a vyznačené územné jednotky s rozličným stupňom preferencií a obmedzení na optimálne využitie hodnoteného územia (Matula, 1978).

Prirodzene, pri experimentovaní neplatí nijaká záväzná šablóna. Môže sa tu uplatniť tvorivá aktivita riešiteľov a od nej závisí počet zvolených alternatív riešenia, pružné a účelu podriadené zmeny vstupných parametrov a s tým súvisiaci stupeň kvality cieľového výstupu.

Praktická aplikácia

Ako sme už uviedli, vhodným východiskovým modelom na optimalizačnú analýzu je mnohoúčelová mapa inžinierskogeologického rajónovania zhotovená metódou typologickej rajonizácie (Matula — Hrašna, 1973). Takúto mapu pohronského metropolitného regiónu v mierke 1 : 25 000 zostavilo naše pracoviisko v rokoch 1976—1979 (Matula — Vlčko — Wagner, 1979). Zdigitalizovala sa vo forme piatich analytických máp.

Mapa M_1 predstavuje typy rajonizačných jednotiek (obr. 4), M_2 reliéf, M_3 hydroizobaty, M_4 geodynamické javy (svahové pohyby, erózia, kras), M_5 výskyt geopotenciálov (na príklade ložiska nerastných surovín, konkrétne dolomitu v Rakytovciach, chránenej krajinej oblasti Urpín).*

Vzhľadom na cieľ hodnotenia sa zvolili tri konkurujúce alternatívy:

A_1 — nenáročná sídlisková a účelová výstavba,

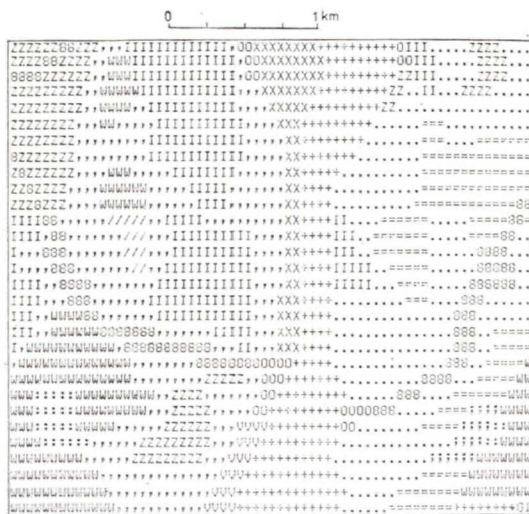
A_2 — náročná sídlisková a priemyslová výstavba,

A_3 — stavebné jamy a cestné zárezy hlbšie ako 5 m.

Za relevantné faktory boli zvolené a klasifikované do rozličných kategórií skutočného prejavu:

- kvalita základovej pôdy — q_0 (na základe odvodeného normového namáhania podľa ČSN 73 1001),
- ťažiteľnosť (na základe zatriedenia podľa ČSN 73 3050),
- hladina podzemnej vody (na základe hydroizobat s gradáciou < 2, 2—5, 5—10, > 10 m),
- sklonitosť územia (s gradáciou < 5, 5—12, 12—20, > 20 ‰ na základe požiadaviek Projektu urbanizácie SSR, 1974),
- seizmicita (na základe zatriedenia podľa ČSN 73 0036),
- svahové pohyby,
- erózia,
- kras,
- geopotenciály.

Ich reálne hodnoty sa pri každom plošnom elemente mapy stanovili z už spomenutých piatich zdigitalizovaných analytických máp (M_1 — M_5). Napr. hodnoty prvých dvoch faktorov (hodnoty q_0 a ťažiteľnosti) sme pomocou zabudovaných podprogramov získali odvo-

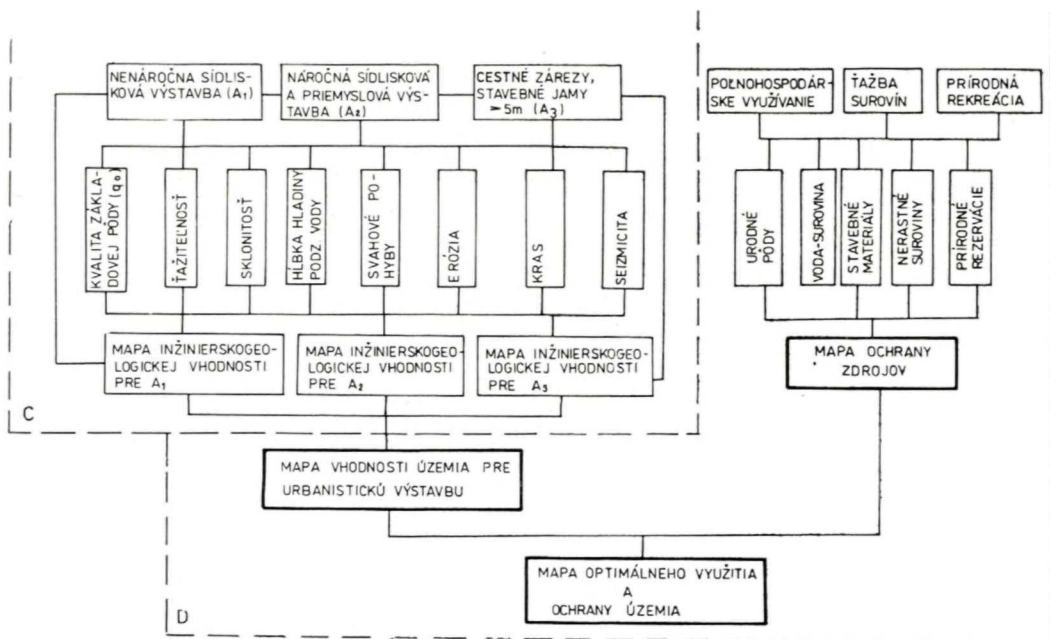


Obr. 4. Typy rajonizačných jednotiek. Typy rajónov predkvartérneho podkladu: ZZZZ — vápencovo-dolomitických hornín, IIII — flyšoidných hornín, WWW — pyroklastických hornín, /// — efuzívnych hornín, ===== — štrkovitých sedimentov. Typy rajónov štvrtorhových pokryvných útvarov. Proluválne kužeľe a plášf: 0000 — podrajón $k3F_2$, VVVV — podrajón $hl3S_2$. Pleistocénne riečne terasy: XXXX — podrajón $h2g2F_2$. Náplavy nížinných tokov: ++++ podrajón $g3B_2$, 8888 — podrajón $b2S_1$. Deluviálne sedimenty: ;;; — podrajón $h2B_1$, ..., — podrajón $k1B_1$, : — podrajón $h2B_1$, ... — podrajón $h1S_1$.

Fig. 4. Rayonization unit types. Rayon type of pre-Quaternary basement: ZZZZ — limestone to dolomite rock, IIII — flyschoid rock, WWW — pyroclastics, /// — effusive rock, ===== — gravel. Rayon types of Quaternary cover. Proluvial conus and mantle: 0000 — subrayon $K3F_2$, VVVV — subrayon $hl3S_2$. Pleistocene river terrace: XXXX — subrayon $h2g2F_2$. Plain flood deposit: ++++ — subrayon $g3B_2$, 8888 — subrayon $b2S_1$. Delluvial sediment: ;;; — subrayon $h2G_1$, ..., — subrayon $k1B_1$, ... — subrayon $h1S_1$.

* V komplexnom systéme hodnotenia územia sa zobrať do úvahy aj geopotenciálové faktory, ktorých neobnoviteľnosť a vysoká celospoločenská hodnota si to vyžadujú.

dením zo symboliky typov rajonizačných jednotiek z mapy M_1 . Obdobne sa postupovalo pri získavaní hodnôt ďalších faktorov z máp M_2 až M_5 . Pri každom faktore sa určili okrajové podmienky vyjadrujúce mieru jeho vhodnosti na realizáciu uvažovanej alternatívy rieše-



Obr. 5. Vývojový diagram optimalizačnej analýzy (etapy C a D) využitý pri výbere optimálneho spôsobu využitia územia priestoru súmestia Banská Bystrica–Zvolen
 Fig. 5. System development scheme of optimization analysis (stages C and D) used for selection of optimal land use in the Banská Bystrica–Zvolen metropolitan area

nia a priradili sa, resp. výpočtom stanovili jeho funkčné hodnoty. Napr. pri alternatíve A₁ hodnota $q_0 \geq 0,15$ MPa vyjadruje vhodný faktor, $q_0 \in (0,05; 0,15)$ MPa podmiennečne vhodný a $q_0 \leq 0,05$ nevhodný faktor atď.

Obdobne, ako uvádza tab. 1, sa postupuje pri hodnotení všetkých stanovených faktorov uvažovaných alternatív.

Poradie dôležitosti faktorov sa stanovilo binárnym rozhodovacím postupom (obr. 6), v ktorom horné čísla z dvojice čísiel predstavujú poradové číslo porovnávaného faktora, dolné čísla poradie ostatných faktorov. Poradové číslo dôležitejšieho faktora („prvenstvo“) je označené zakrúžkovaním. Poradie dôležitosti jednotlivých faktorov sa pri uvažovaných alternatívach riešenia vypočítalo podľa vzorca

$$v_{ij} = \frac{p_{ij} + 1}{m_i}$$

Výsledné hodnoty inžinierskogeologickej vhodnosti, vyjadrené pri každej alternatíve osobitne sumou súčinov funkčných hodnôt faktorov a poradia ich dôležitosti, sa rozdelili do troch kategórií:

A — územie vhodné na realizáciu uvažovanej alternatívy,

B — územie podmiennečne vhodné na realizáciu uvažovanej alternatívy,

C — územie nevhodné na realizáciu uvažovanej alternatívy

Získali sa tri alternatívne mapy inžinierskogeologickej vhodnosti (na obr. 7 je mapa inžinierskogeologickej vhodnosti alternatívy A₁), tie sa ďalej superponovali a podľa zvolených kritérií

vznikla mapa vhodnosti územia na urbanistickú výstavbu (obr. 8). Na nej sa vyčlenené územné jednotky definujú ako:

A — územie vhodné na všetky uva-

žované druhy urbanistickej výstavby,

B — územie vhodné na výstavbu priemyslových objektov, sídliskovú výstavbu, ale s výnimkou stavebných jám a cestných zárezov hlbších ako 5 m,

Tab. 1

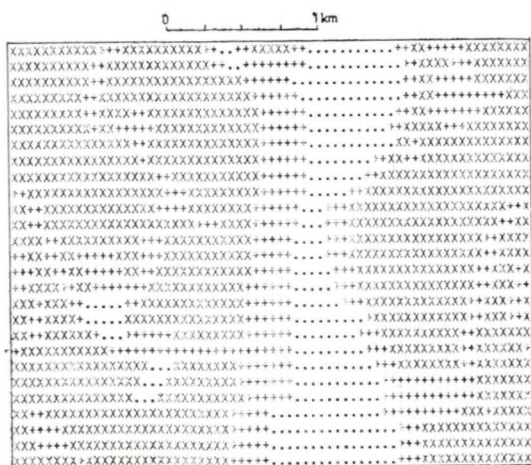
Faktory	Kategorizácia vhodnosti	Nenáročná sídlisková a účelová výstavba - A_1			Náročná sídlisková a účelová výstavba - A_2			Stavebné jamy a cestné zárezy hlbšie ako 5 m - A_3		
		Hraničné hodnoty kategórií	Funkčné hodnoty	Váha	Hraničné hodnoty kategórií	Funkčné hodnoty	Váha	Hraničné hodnoty kategórií	Funkčné hodnoty	Váha
Kvalita základovej pôdy - q_0 /MPa/ +	F_{ij} je väčšie a rovné ako R_1	$R_1 = 0,15$	1		$R_1 = 0,35$	1		$R_1 = 0,1$	1	
	F_{ij} je z intervalu $\langle R_1, R_2 \rangle$	R_2	fR_2	$\frac{5}{8}$	$R_2 = 0,15$	fR_2	$\frac{3}{8}$	$R_2 = 0,05$	fR_2	$\frac{3}{8}$
	F_{ij} je menšie a rovné ako R_3	$R_3 = 0,05$	0,05		$R_3 = 0,15$	0,05		$R_3 = 0,05$	0,05	
Triedy pre zemné práce podľa ČSN 73 3050	F_{ij} je z tried $\langle 1, R_1 \rangle$	$R_1 = 3$	1		$R_1 = 3$	1		$R_1 = 3$	1	
	F_{ij} je z tried $\langle R_1, R_3 \rangle$	R_2	fR_2	$\frac{3}{8}$	R_2	fR_2	$\frac{1}{4}$	R_2	fR_2	$\frac{1}{2}$
	F_{ij} je z tried $\langle R_3, 7 \rangle$	$R_3 = 6$	0,05		$R_3 = 7$	0,05		$R_3 = 5$	0,05	
Hĺbka hladiny podzemnej vody /m/	F_{ij} je hlbšie a rovné ako R_1	$R_1 = 3$	1		$R_1 = 5$	1		$R_1 = 5$	1	
	F_{ij} je z intervalu $\langle R_3, R_1 \rangle$	R_2	fR_2	$\frac{7}{8}$	R_2	fR_2	$\frac{7}{8}$	R_2	fR_2	1
	F_{ij} je menej a rovné ako R_3	$R_3 = 1$	0,05		$R_3 = 2$	0,05		$R_3 = 5$	0,05	
Sklonitosť /%	F_{ij} je menej a rovné ako R_1	$R_1 = 12$	1		$R_1 = 5$	1		$R_1 = 12$	1	
	F_{ij} je z intervalu $\langle R_1, R_3 \rangle$	R_2	fR_2	$\frac{3}{8}$	R_2	fR_2	$\frac{5}{8}$	R_2	fR_2	$\frac{3}{4}$
	F_{ij} je viac a rovné ako R_3	$R_3 = 20$	0,05		$R_3 = 12$	0,05		$R_3 = 20$	0,05	
Seizmická q_{MCS}	F_{ij} je z tried $\langle 5, R_1 \rangle$	$R_1 = 7$	1		$R_1 = 6$	1		$R_1 = 7$	1	
	F_{ij} je z tried $\langle R_1, R_3 \rangle$	R_2	fR_2	$\frac{3}{8}$	R_2	fR_2	$\frac{5}{8}$	R_2	fR_2	$\frac{1}{8}$
	F_{ij} je z tried $\langle R_3, \infty \rangle$	$R_3 = 9$	0,05		$R_3 = 8$	0,05		$R_3 = 9$	0,05	
Svahové pohyby	neprítomná : $F_{ij} = R_1$	$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1	
	prítomná : F_{ij} je väčšie a rovné ako R_3	$R_3 = 1$	0	1	$R_3 = 1$	0	1	$R_3 = 1$	0	1
Erozia	neprítomná : $F_{ij} = R_1$	$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1	
	prítomná : F_{ij} je väčšie a rovné ako R_3	$R_3 = 1$	0	$\frac{3}{8}$	$R_3 = 1$	0	$\frac{1}{8}$	$R_3 = 1$	0	$\frac{1}{8}$
Krasové javy	neprítomná : $F_{ij} = R_1$	$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1	
	prítomná : F_{ij} je väčšie a rovné ako R_3	$R_3 = 1$	0	$\frac{1}{2}$	$R_3 = 1$	0	$\frac{5}{6}$	$R_3 = 1$	0	$\frac{5}{6}$
Geopotenciály	neprítomná : $F_{ij} = R_1$	$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1		$R_1 = 0$	1	
	prítomná : F_{ij} je väčšie a rovné ako R_3	$R_3 = 1$	0		$R_3 = 1$	0		$R_3 = 1$	0	

Pri stanovení hodnoty q_0 sa uvažuje šírka základu 1 m, ako aj vplyv hladiny podzemnej vody a hĺbky zakladania. Pre alternatívu A_1 platí hĺbka zakladania 1,5 m; pre A_2 - 3 m; pre A_3 - 5 m.

1. kvalita základovej pôdy	① 1 ① ① 1 ① 1 2 ③ 4 5 ⑥ 7 ⑧	počet prvenstiev 4
2. ťažiteľnosť	2 ② ② ② ② ② ③ 4 5 ⑥ 7 ⑧	2
3. hĺbka hladiny podz. vody	③ ③ 3 ③ ③ 4 5 ⑥ 7 8	6
4. sklonitosť	④ 4 ④ 4 5 ⑥ 7 ⑧	2
5. seizmicita	5 ⑤ ⑤ ⑥ 7 8	2
6. svahové pohyby	⑥ ⑥ 7 8	7
7. erózia	⑦	2
8. kras	8	3

Obr. 6. Poradie dôležitosti faktorov geologického prostredia na základe binárneho rozhodovacieho postupu pre prvú uvažovanú alternatívu A_1 . Navzájom boli porovnané: 1 — kvalita základovej pôdy (q_0); 2 — ťažiteľnosť; 3 — hĺbka hladiny podzemnej vody; 4 — sklonitosť; 5 — seizmicita; 6 — svahové pohyby; 7 — erózia; 8 — kras

Fig. 6. Determination of factor scores of geological environment applying binary decision technique for the first assumed alternative A_1 . Factors of comparison: 1 — ground soil quality (q_0), 2 — exploitability, 3 — ground water table level, 4 — inclination, 5 — seismicity, 6 — slope movements, 7 — erosion, 8 — carst phenomena



Obr. 7. Mapa inžinierskogeologickej vhodnosti pre alternatívu A_1 — Nenáročná sídlisková a účelová výstavba. XXXX — územie vhodné, ++++ — územie podmienene vhodné, ... — územie nevhodné

Fig. 7. Engineering-geological suitability map for the alternative A_1 , simple settlements and industrial constructions. XXXX — suitable area, ++++ — conditionally suitable area, ... — unsuitable area

C — územie vhodné iba na nenáročnú sídliskovú výstavbu,

D — územie podmienene vhodné na všetky uvažované druhy urbanistickej výstavby.

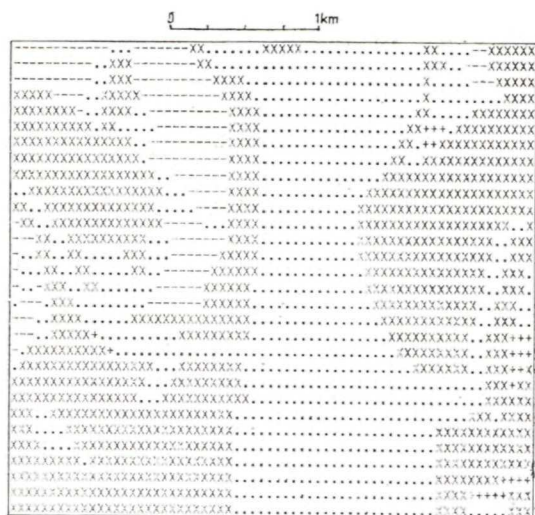
V našom riešení sme výsledný výstup procesu optimalizácie — mapu optimálneho využitia a ochrany územia (obr. 9) — získali vhodnou kombináciou mapy vhodnosti územia na urbanistickú výstavbu s mapou výskytu geopotenciálnych faktorov. Územné jednotky, ktoré sú na nej vyčlenené, sa definujú takto:

A — územie vhodné na všetky druhy urbanistickej výstavby,

B — územie vhodné na všetky druhy urbanistickej výstavby, ale vyžadujúce vysoký stupeň ochrany,

C — územie vhodné na výstavbu priemyselných objektov, sídliskovú výstavbu s výnimkou stavebných jám a cestných zárezov hlbších ako 5 m,

D — územie vhodné na nenáročnú sídliskovú výstavbu,



Obr. 8. Mapa vhodnosti územia pre urbanistickú výstavbu. XXXX — územie vhodné pre všetky uvažované druhy urbanistickej výstavby, ++++ — územie vhodné na výstavbu priemyslových objektov a sídliskovú výstavbu s výnimkou stavebných jám a cestných zárezov hlbších ako 5 m, --- — územie vhodné na nenáročnú sídliskovú výstavbu, ... — územie podmienečne vhodné pre všetky uvažované druhy urbanistickej výstavby

Fig. 8. Suitability map for urban construction purposes. XXXX — area suitable for all purposes of urban construction, ++++ — area suitable for individual construction and for urban construction except of ditches and road cuts over 5 m depth, --- — area suitable for simple settlement construction, ... — area conditionally suitable for all kinds of construction

E — územie vhodné na nenáročnú sídliskovú výstavbu, ale vyžadujúce vysoký stupeň ochrany,

F — územie podmienečne vhodné na výstavbu uvažovaných druhov urbanistickej výstavby,

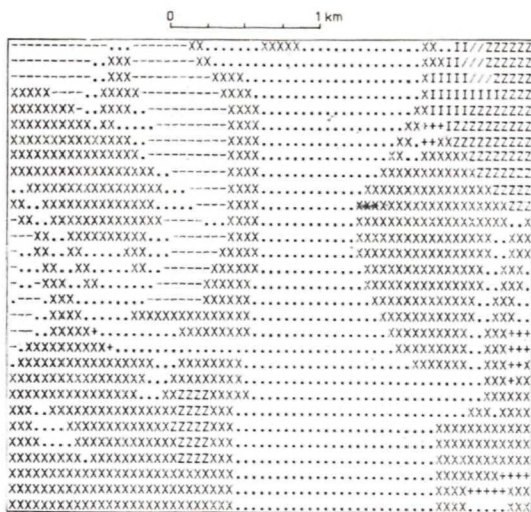
G — územie podmienečne vhodné na výstavbu uvažovaných druhov urbanistickej výstavby, ale vyžadujúce vysoký stupeň ochrany.

Je prirodzené, že kombináciu možno robiť aj s inými účelovými mapami, ktoré vyjadrujú rozličné iné špecifické charakteristiky súvisiace s využiteľnosťou

územia, napr. s mapou citlivosti geologického prostredia a i., a tak dosiahnuť vyšší stupeň kvality cieľového výstupu.

Vypracovaný metodický postup treba ešte vo väčšom rozsahu overiť v praxi na rozličných typoch územia a pri väčšom počte alternatív využitia územia, spresniť výber faktorov a ich kvantitatívne hodnotenie.

Do inžinierskogeologického hodnotenia



Obr. 9. Mapa optimálneho využitia a ochrany územia. XXXX — územie vhodné na všetky druhy urbanistickej výstavby (A), ZZZZ — detto; vyžaduje však vysoký stupeň ochrany (B), ++++ — územie vhodné na výstavbu priemyselných objektov, sídliskovú výstavbu, s výnimkou stavebných jám a cestných zárezov hlbších ako 5 m (C), --- — územie vhodné na nenáročnú sídliskovú výstavbu (D), /// — detto; vyžaduje však vysoký stupeň ochrany (E), ... — územie podmienečne vhodné na výstavbu uvažovaných druhov urbanistickej výstavby (F), IIII — detto; navyše vyžaduje vysoký stupeň ochrany

Fig. 9. Map of optimal land use and protection. XXXX — area suitable for all kinds of urban construction (A), ZZZZ — the same requiring high-level protection (B), ++++ — area suitable for individual and urban construction except of ditches and road cuts over 5 m depth (C), --- — area suitable for simple settlement construction (D), /// — the same requiring high-level protection (E), ... — area conditionally suitable for assumed kinds of urban construction (F), IIII — the same requiring high-level protection

nia možno zahrnúť aj ďalšie faktory negeologického charakteru. Automatizované spracovanie optimalizačnej analýzy pri hodnotení najvýhodnejšieho spôsobu využitia územia môže poskytnúť pracovníkom z územnoplánovacej sféry a riadiacich orgánov všetkých stupňov rýchle a pohotové informácie.

Recenzoval M. Zeman

LITERATÚRA

- Matula, M. — Hrašna, M. 1979: Inžinierskogeologické mapovanie a typologická rajonizácia. Inžinierskogeologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. Bratislava, Veda, VSAV, s. 261—278.
- Matula, M., 1978: Engineering geological evaluation for regional and urban development — General report, Section I, Proceed. 3rd Int. Congress IAEG, Madrid.
- Matula, M. — Vlčko, J. — Wagner, P. 1979: Základná inžinierskogeologická mapa Zvolen—Banská Bystrica. Manuskript — KIG PFUK Bratislava.
- Mrázik, A. 1974: Projekt urbanizácie SSR do roku 2000 — makroriešenia. Manuskript — URBION Bratislava. 200 s.
- Vlčko, J. 1980: Využitie kvantitatívnych metód pri inžinierskogeologickom hodnotení prostredia. *Mineralia slov.*, 12, s. 43—52.

Special maps of engineering geological rayonization designed using computer technique

MILAN MATULA — JÁN VLČKO — ZUZANA RYCHLÍKOVÁ

Engineering geology meets today broadly the user's demands for information concerning complex and exact evaluation of larger territorial units. This target is followed by the selection of progressive methodic procedures used hitherto rarely in engineering-geological planning. The methodics includes several optimizing procedures which, being part of the decision technique proper, could contribute considerably to the decision on rational use of the geological environment.

The automatized methodic procedure designed by the authors is aimed at decision about optimal land use of different territorial units. The procedure has been tested for a part of the Hron Riverside metropolitan region between Banská Bystrica and Zvolen towns in Middle Slovakia.

The optimizing analytical procedure comprises four stages (fig. 1).

A) Model presentation of the investigated system relies in delimitation of the land unit in the nature and in its transformation into an adequate model. Multi-purpose engineering geological rayonization maps in 1:25,000 scale may serve for such models as appropriate base.

B) Transformation of the model for automatized processing consists of digitalization of the map into K-number of analytical maps (e. g. types of rayonization units, sur-

face a. o.). Each map represents a single two-dimensional matrix (fig. 2).

C) Optimization of the model represents the main point of analytical procedure and comprises several partial operations (fig. 3). These are the determination of concurrent alternatives and their relative factor scores, evaluation of factors, determination of factor importance and ordering (fig. 6). The stage results in alternative engineering geological maps of suitability.

D) Experiments with the designed model allow, by changes of input parameters, to influence purposefully the optimization procedure. The final map of optimal land use and protection is the result of experiments with alternative maps of engineering geological suitability designed by their combination with, and/or superposition over, further special purpose maps.

In the applied case, a multi-purpose engineering-geological rayonization map designed using methodics of hydrogeological rayonization in scale 1:25,000 served as base model. The map has been digitalized into five analytical maps, one of which is in fig. 4. Considering the target of evaluation (fig. 5), three concurrent alternatives were chosen and eight relevant factors determined which are tabled in order of importance in tab. 1.

Optimizing procedure resulted in three alternative maps of engineering geological suitability of the area one of which is in fig. 7. Superposition of these maps according to selected criterions yielded the territorial suitability map for urbanization (fig. 8). The map

combined with that of geopotential occurrences represents final output of the entire decision procedure designed as final engineeringgeological map of optimal land use and protection (fig. 9).

Preložil I. Varga

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

I. Hric — E. Plško: **Aplikácia štatistických metód pri štúdiu distribúcie obsahu stopových prvkov v horninách z oblasti Zlatá Baňa** (Bratislava 26. 2. 1981)

Pri štúdiu distribúcie obsahu prvkov Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Ba v horninových typoch (andezitový komplex, komplex ryolitových vulkanoklastík, komplex dioritových porfýritov a sedimentárnych hornín) zlatobanského vulkanického komplexu sa porovnala distribúcia uvedených prvkov s modelom normálneho a logaritmicke-normálneho rozdelenia. Analytické výsledky 1319 vzoriek sa testovali pri použití Pearsonovho χ^2 -testu, či možno považovať súbor hodnôt koncentrácií hmotnostných pomerov vyjadrených v g/t za výber zo základného súboru, ktorý má normálne rozdelenie.

Pre každý súbor koncentrácií daného prvku boli vypočítané údaje na zostrojenie radu histogramov, a to na základe zvyšovania, resp. znižovania počiatocného počtu tried (bol vypočítaný podľa vzťahu $k = 2 \cdot (n)^{1/3}$, kde

k je počet tried a n počet vzoriek) až o 50 %, ako aj na základe posúvania triedy smerom doľava až o pol triedy. Tak bola vypočítaná séria χ^2 , čo umožnilo výber najoptimálnejšej hodnoty χ^2 v porovnaní s kritickou tabelovanou hodnotou.

Z výsledkov testovania vychodí, že distribúcia prvkov v horninových typoch je rozdielna. Horniny andezitového komplexu (pyroxenický andezit, tufobrekcie pyroxenických andezitov a propylitizovaný pyroxenický andezit) tvoria homogénny celok, v ktorom majú dekadické logaritmy koncentrácií normálne rozdelenie.

Rôznorodé rozdelenie obsahu prvkov v dioritových porfýritoch môže byť dôsledkom ich variabilného petrografického a minerálneho zloženia. Charakter rozdelenia obsahu uvedených prvkov v ryolitových tufoch a vulkanosedimentárnych horninách môže odrážať heterogénne zloženie týchto dvoch horninových typoch. Prehľad typu distribúcie prvkov v horninách zlatobanského vulkanického komplexu je v nasledujúcej tabuľke:

Horninový typ	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Cr	Ba
	c log c	c log c	c log c	c log c	c log c	c log c	c log c
Pyroxen. andez.	— +	— +	— —	— +	+ +	— +	+ +
Tufobrek. pyr. a.	— +	— +	— +	— +	+ +	— +	— —
Propylitiz. p. a.	— +	— +	— +	— +	+ +	— +	— —
Dior. porfýrit	— +	x x	— —	— +	+ —	— +	— —
Vulkanosed.	— +	— —	— —	+ —	+ +	+ —	— +
Ryolit. tufy	— —	— —	— +	— —	— —	— —	— +

c — koncentrácia v g/t, log — logaritmus koncentrácie, — vybraný súbor nemá normálne rozdelenie, + vybraný súbor má normálne rozdelenie, x vybraný súbor nebol testovaný (počet výsledkov nižších ako hranica dôkazu bol väčší ako 12 %)