

## NIEKOLKO POZNÁMOK O MERANÍ A O GRAFICKOM ZISŤOVANÍ PRIEBEHU VRSTIEV A PUKLÍN

(Obr. 23—27 v texte)

O tom, že pre geológa je geologický kompas nedoceníteľnou základnou pomôckou, niet sporu; často sa však stretávame s tým, že tento jednoduchý meračský prístroj nevieme dosť správne a plne využívať, aj keď návody pre jeho používanie a pre zapisovanie nameraných hodnôt nájdeme skoro vo všetkých geologických učebniciach a príručkách.

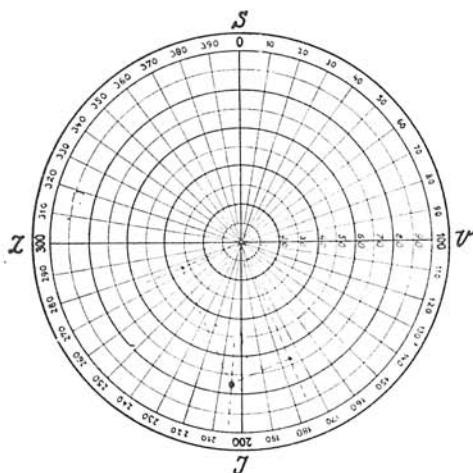
V tomto referáte sa na základe praktických skúseností pokúsime stručne zdôvodniť jeden z najúčelnejších spôsobov zaznačovania úložných pomerov: značenie smeru (azimutu) maximálneho sklonu meranej plochy s využitím uhlových hodnôt plného uhla; tento spôsob hodne používajú v zahraničí a s uznaním sa o ňom zmieňujú aj naše učebnice (pozri napr. Kettner: *Všeobecná geologie I* — 1952, Matoušek: *Geologie* 1940), Ďalej chceme zdôrazniť výhody používania grádovej sústavy pri meraní uhlov, ktorej všeobecné zavedenie pre jej veľké výhody odporúčajú aj československé normy. Konečne na praktických príkladoch chceme ukázať výhody grafických operácií na kruhovom diagrame, zosťrojenom podľa Savarenského (pozri Savarenskij: *Inženernaja geologia*, 1939), ktorý sme si upravili pre grádovú stupnicu.

V inžinierskej geológii kompas neslúži len na zameriavanie úložných pomerov vrstiev, ich bridličnatosti, priebehu jednotlivých puklín a dislokácií; môžeme ho použiť v spojení s jednoduchými grafickými pomôckami k analyzovaniu vzájomných súvislostí rôznych systémov puklín s priebehom vrstevnatosti, so smerom údolia alebo údolnej priehrady, ďalej pre zisťovanie skutočného smeru a sklonu tam, kde tieto nemožno priamo zmerať a pod. Podobné operácie musíme robiť pri praktických prácach veľmi často, napr. keď treba preskúmať možnosti úniku vody po rôznych systémoch puklín, trhlín alebo poruchových zón z vodnej nádrže popod priehradu, prípadne cez boky do susedných údolí; súvislosti medzi priebehom vrstevnatosti alebo puklinovitosti a medzi sklonmi svahov údolia treba zisťovať pri projektovaní svahových zárezov pre kanály a cesty vzhľadom na možnosti zosúvania atď.

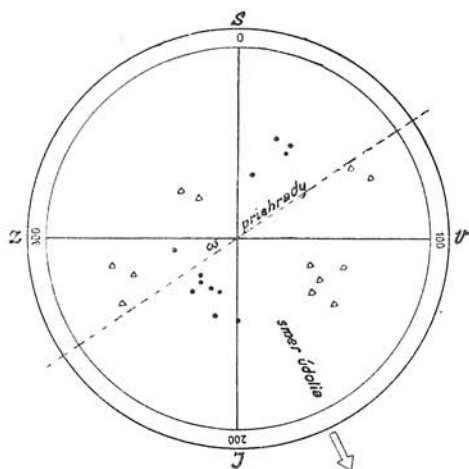
Veľkým nedostatkom je nejednotné a často tiež nesprávne zaznačovanie nameraných hodnôt. Napr. pri zaznačení úložných pomerov vrstvy so smerom presne od severozápadu na juhovýchod, ktorá upadá k juhozápadu pod uhlom  $30^\circ$ , môžeme sa stretnúť s týmito znakmi: smer SO  $225^\circ$ , sklon SW  $135 < 30$ ; lebo N  $45^\circ$  W, sklon  $30^\circ$  SW; h  $9,30^\circ$  JZ; SZ  $45^\circ$ , sklon  $30^\circ$  JZ ap., okrem mnohých iných spôsobov. Už to, že v používaní týchto znakov nie je žiadúca jednota, je samo osebe nevýhodné; často mnohých odrádza zložitost' značiek a vedie ich k zjednodušovaniu, ktoré však prípadne nevystihuje jednoznačne skutočné úložné pomery. Zložitost'ou údaje strácajú na prehľadnosti, čo pociťujeme najmä pri grafických a početných operáciách, ktoré sa čím ďalej tým viac zvládajú, najmä v inžinierskej geológii.

Od udávania oblúkových hodnôt hórami sa už upustilo a dnes sa s týmto zastaralým a málo presným spôsobom stretávame len zriedka. Súčasne sa upúšťa od používania cudzojazyčných znakov pre svetové strany. Najpriateľnejší spôsob dnes hodne používaný je tento: uhlové hodnoty v stupňoch pre smer vrstiev sa udávajú v rozpätí praveého uhla od  $0^\circ$  do  $90^\circ$ , a to od severu k východu alebo k západu, využívajúce len dva, k severu priľahlé kvadranty; pritom znakmi svetových strán vyznačujeme príslušné

kvadranty smeru a sklonu pre hrubú orientáciu (napr. SV 40°, sklon JV 65°). Aj tento spôsob je ešte dosť komplikovaný. Vychádzajúc z faktu, že smer priebehu vrstvy a smer jej najväčšieho sklonu tvoria pravý uhol, môžeme úplne jednoznačne zaznačiť úložné pomery udaním smeru (azimutu) najväčšieho sklonu vrstvy a veľkosti tohto sklonu. Pritom pre udanie smeru sklonu využijeme uhlové hodnoty celého plného uhla (celého kruhu): 0° = S, 90° = V, 180° = J, 270° = Z. Takto napr. miesto SV 40°, sklon JV 65°, píšeme 130°/65°; smer priebehu vrstvy dostaneme jednoducho odpočítaním alebo pri-



Obr. 23. Kruhový diagram.



Obr. 24. Trojuholníčky značia smer sklonu puklín, krúžky smer sklonu kliváže.

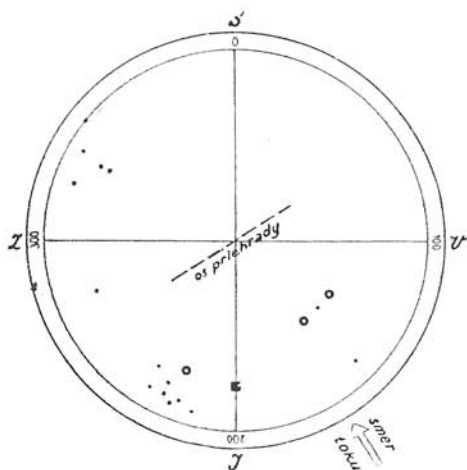
počítaním 90° k smeru jej sklonu, napr. 130°—90° = 40°. I keď týmito dvoma číslami je poloha vrstvy (pukliny) udaná úplne jednoznačne, pre rýchlejšiu orientáciu môžeme k smeru sklonu pridať znak jemu príslušnej svetovej strany alebo príslušného kvadrantu (JV 130°/65° alebo J 190°/30° a poč.).

Pri používaní uvedeného spôsobu značenia úložných pomerov je najúčelnejšie geologický kompas používať takto: 1. Sklonomerom kompasu zameriame bežným spôsobom veľkosť sklonu. 2. Kompas potom kratšou hranou priložíme na meranú plochu vo vodorovnej polohe tak, aby nulové čítanie (čiže S na kompase) bolo obrátené smerom upadania meranej plochy; smer (azimut) najväčšieho sklonu určíme odčítaním hodnoty pri severnom póle magnetky.

Inžinier-geológ pri svojej práci musí často použiť aj zložitejšie meracie prístroje, ako teodolit, nivelačný stroj a pod.

Novšie typy geodetických prístrojov majú namiesto dosiaľ všeobecne používaného stupňového šesťdesiatinného delenia uhlov oveľa výhodnejšie grádové delenie centesimálne (stotinné). Pri tomto delení plný uhol má namiesto 360° 400 grádov a pravý uhol namiesto 90° 100 grádov. Najväčšia výhoda grádovej sústavy je v tom, že ďalšie delenie grádu je analogické všeobecne používanému a jednoduchému desatinnému deleniu metrickej sústavy dĺžok alebo sústavy váhových jednotiek: 1 g (grád) = 10 ćg (decigrádov) = 100 cg (centigrádov) = 1000 mg (miligrádov). Nahradenie dosiaľ používanej a pri výpočtoch pomerne nepohodlnej stupňovej sexagínálnej sústavy novou grádovou sústavou je veľmi žiadúce a odporúčané tiež normami ČSN-1295. Meranie a počítanie uhlov v grádovej stotinnej sústave poskytuje veľa vý-

hod jednak pri samom meraní, odpočítavaní a pri odhače hodnôt, jednak vo výpočtoch. Grádová sústava uhlových mier má tiež jednoduchú súvislosť s metrickou dĺžkovou sústavou, lebo uhlu 1cg zodpovedá meridiánový oblúk o dĺžke 1 km na povrchu zemegule (teda stredovému uhlu 100 cg = 1 g zodpovedá na zemskom povrchu poludníková dĺžka 100 km).



Obr. 25. Plné krúžky: smer maximálneho sklonu puklín; prázdne krúžky: smer maximálneho sklonu výraznejších dislokácií; štvorčeky: smer sklonu poruchového pásma.

### S T U P N E

270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
400									

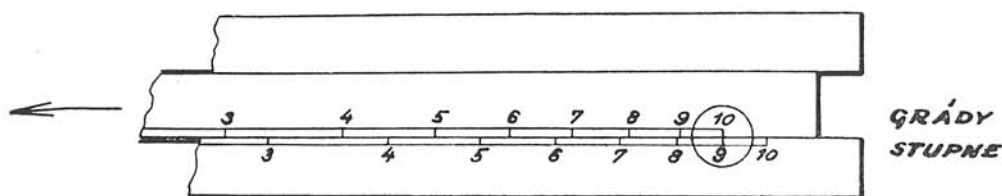
### G R Á D Y

Obr. 26. Jednoduchá pomôcka pre prepočítanie stupňov na grády a naopak.

Toto vzali do úvahy aj pri výrobe niektorých nových geologických kompasov, ktoré majú delenie na 400 g. Používanie takéhoto kompasu je výhodné najmä pri používaní uvedeného spôsobu vyznačovania úložných pomerov pomocou uhlových hodnôt plného kruhu, totiž oveľa ľahšie si zapamätáme súvis medzi číselnými hodnotami uhlov a ružicou svetových strán na kompase (napr., že smery o hodnote od 200 do 300 g ležia v JZ kvadrante a poč.) Ľahšie môžeme tiež zistiť horizontálny smer priebehu vrstvy odpočítaním alebo pripočítaním čísla 100 (miesto 90°) od hodnoty udávajúcej smer sklonu vrstvy. Nie je preto odôvodnené často odmietavé stanovisko geológov ku kompasu s grádovým delením, ktorý si získava domovské právo vo všetkých meračských odvetviach.

Pri súbornom vyhodnocovaní tektonických pomerov je spravidla nevyhnutné pristupovať ku grafickým metódam znázornenia priebehu vrstevnatostí, puklinovitosti a pod. Používa sa viac spôsobov zobrazenia nameraných hodnôt. Veľmi známe sú u nás najmä Cloosove ružice puklín, ktoré však majú veľkú nevýhodu, najmä v tom, že udávajú iba prevládajúce horizontálne smery puklín bez vyznačenia ich sklonov.

Pri našej práci sa nám najlepšie osvedčil kruhový diagram podľa Savarenského, ktorý sme si upravili pre grádovú sústavu (obr. 23). Tento kruhový diagram umožňuje presne vyznačiť úložné pomery vrstiev, rôznych systémov puklín, porovnávať ich s priebehom údolia, so smermi technických objektov atď. Kruhový dia-



Obr. 27. Nastavenie logaritmického pravítka pre prepočítanie stupňov na grády a naopak.

gram je zostrojený tak, že lúče kruhu udávajú smer (azimut) sklonu vrstvy a sústredné kružnice udávajú veľkosť sklonu, pričom O v strede kruhu značí nulový sklon (horizontálna poloha vrstvy, pukliny) a najväčšia kružnica udáva sklon 100 g (t. j. poloha vertikálna).

Jedným krúžkom, štvorčekom, trojuholníčkom zaznačíme v tomto diagrame úplné údaje jedného merania úložných pomerov určitej vrstvy. Tu sa nám najlepšie prejaví výhoda už navrhnutého jednoduchého zapisovania údajov merania využívaním číslovania plného uhla. Ako príklad uvádzame obr. 24, kde sú znázornené súvislosti medzi klivážou, priebehom hlavných systémov puklín a medzi smerom údolia v oblasti projektovanej vodnej nádrže na rieke Slanej; na obr. 25 sú znázornené pomery v základovej jame jedného z gravitačných blokov údolnej priehrady v Nosiciach.

Kruhový diagram nám však umožňuje riešiť tiež rad iných úloh: napr. vo výkope stavebnej jamy pre hydrocentrálu istej priehrady sme zamerali v dvoch susedných stenách jamy zdanlivé sklony význačnej dislokácie. Pre zhustenie injekčných vrtov plošnej injektáže v oblasti poruchy bolo však treba zistiť jej skutočný smer a sklon, ktorý sa nedal zmerať. Úlohu sme ľahko vyriešili pomocou kruhového diagramu: zanesli sme do neho (pozri obr. 23) azimuty oboch stien základovej jamy a hodnoty zdanlivých sklonov dislokácie. Získali sme tak bod A a B. Priesečník C kolmíc, vztýčených z radiálnych lúčov v bodoch A a B, udáva nám azimut a veľkosť sklonu skutočnej plochy.

Aby niekoho od používania grádovej sústavy merania uhlov neodradila perspektíva prípadného prevádzania stupňových hodnôt na grády alebo naopak, uvádzame tiež návod pre jednoduché prepočítavanie, ktoré je úplne spoľahlivé v rámci presnosti 2—5 g, ktorá je bežná pre udávanie úložných pomerov. Prvou najpresnejšou pomôckou je prepočítavacia tabuľka (pozri napr. R y š a v ý: Nižšia geodézia); v druhom prípade môže poslúžiť pripojený graf (obr. 26) a v treťom prípade prepočítanie vykonáme jedným nastavením logaritmického pravítka, ktoré má byť pre každého inžiniera-geológa nevyhnutnou pomôckou (obr. 27).