

## Rozšírenie poloskalných hornín na území listu Žilina

VLADIMÍR LETKO

### Extension des roches sémi-rocheuses dans le territoire de la feuille de Žilina

On utilise divers critères dans la classification des roches de géologie de l'ingénieur. L'article présente une classification et les indicateurs des propriétés physiques et techniques des roches sémi-rocheuses les plus importants et leurs types pétrographiques et lithologiques. Les roches sémi-rocheuses de la feuille de la carte de Žilina se trouvent dans les formations géologiques de l'ingénieur suivantes: de terrigène inférieur, calcaire-dolomitique, de calcaires marneux variés et de néovolcanites post-orogènes; ces extensions sont représentés sur la carte 1:500 000. L'article indique aussi les exemples de leurs propriétés et des objectifs construits sur elles.

Katedra inžinierskej geológie a hydrogeológie PFUK, pod vedením prof Ing. M. Matulu Dr.Sc., robila inžiniersko-geologický regionálny výskum Slovenska; na území listu Žilina som mal možnosť v poslednom období tohto výskumu sa zúčastniť. Značná časť tohto územia je budovaná poloskalnými horninami, ktoré tvoria základovú pôdu pod mnohými významnými objektami rôznych odvetví stavebníctva. V nasledujúcich statiach je uvedené postavenie poloskalných hornín v inžiniersko-geologických klasifikáciách hornín, ich rozšírenie na území listu, príklady ich vlastností a príklady niektorých objektov na nich založených.

### Klasifikácia poloskalných hornín

Vyčlenenie poloskalných hornín v inžiniersko-geologických klasifikáciách hornín nie je jednotné. Niektoré klasifikácie nevyčleňujú triedu, skupinu poloskalných hornín vôbec, niektoré ich pričleňujú k horninám skalným. Pre ich klasifikáciu a charakteristiku sa používajú rôzne ukazovatele, alebo kombinácie ukazovateľov inžiniersko-geologických vlastností.

Klasifikácia F. P. Savarenského (1936) rozoznáva 5 skupín hornín; druhá skupina patrí *pomerne tvrdým, kompaktným* horninám *poloskalným*. Odlišujú sa od skalných hornín nižšími hodnotami ukazovateľov inžiniersko-geologických vlastností. Sú charakterizované ako dosť pevné, slabo stlačiteľné, s dlhodobou pevnosťou v tlaku 50—500 kp./cm<sup>2</sup>. Sú slabo priepustné najmä po puklinách. Rozpustnosť sa mení v širokých medziach. Medzi poloskalné horniny zaraďuje: degradované (rozpustné, zvetrané, skrasovatené, ap.) skalné horniny, sedimentárne horniny dobre rozpustné vo vode (sadrovec, anhydrid, kamenná soľ), sedimentárne horniny so „slabým“ tmelom, spravidla kombinovaným s ílovitým (kremité: opuky, kremité íly; karbonátové: slienité vápence, krieda, vápnité tufy; organogénne: kamenné uhlie), ďalej tiež vulkanické tufy a zmrznuté sedimenty.

Klasifikácia I. V. Popova (1941) uvádza 6 skupín hornín, rozdelených najmä podľa charakteru štruktúrnych zväzkov. *Poloskalné* horniny patria do druhej skupiny a vyznačujú sa dvomi typmi štruktúrnych zväzkov: *kryštalizačnými a vodno-koloidnými*. Nedegradované poloskalné horniny predstavujú



tvrdú hmotu so zmiešanými kryštalizačnými a vodno-koloidnými zväzkami. Degradované poloskalné horniny predstavujú plastickú, dvoj- alebo trojfázovú hmotu s koloidnými väzbami.

N. M. Vasiljev (1948) považuje za poloskalné horniny všetky stmelené sedimentárne, ktorých medza pevnosti v tlaku v nasýtenom stave je menšia ako  $50 \text{ kp/cm}^2$ .

V klasifikácii V. A. Prikloňského (1949) je vyčlenená spoločná trieda skalných a poloskalných hornín na základe rovnakých pevných zväzkov medzi zrnami a prakticky nulovej stlačiteľnosti.

I. M. Gorkova (1966) vyčleňuje v sedimentárnych vysokodisperzných horninách skupinu hornín vysokého stupňa uľahlosti a litifikácie, ktoré sú charakterizované objemovou hmotnosťou sušiny nad  $1,65 \text{ g/cm}^3$ , pevnosťou v tlaku  $20\text{--}150 \text{ kp/cm}^2$  a veľmi malou stlačiteľnosťou. Skupina s cementačnými štruktúrnymi zväzkami sa vyznačuje často skalným charakterom, anizotropiou a krehkými deformáciami. Patria k nim napr. rôzne druhy slieňov, argility, pelity s karbonátovým tmelom, opuky ap.

V. Mencl (1966) podáva detailné triedenie skalných hornín, medzi ktoré zahrňuje i horniny poloskalné.

ČSN 73 1001 (1966) rozdeľuje horniny ako základové pôdy do 4 skupín, pričom do prvej patria horniny *skalné a poloskalné*. Poloskalné horniny sú charakterizované menšou pevnosťou a väčšou stlačiteľnosťou ako skalné. O podrobnejšom rozdelení rozhoduje stupeň navetrania a stupeň spevnenia. Stupeň spevnenia je charakterizovaný priemerom (z  $15\text{--}25$  skúšok) pevnosti v prostom tlaku na nepravidelných vzorkách o objeme asi  $100 \text{ cm}^3$ . Poloskalné horniny spevnené majú pevnosť  $20\text{--}100 \text{ kp/cm}^2$ , stredne spevnené  $10\text{--}20 \text{ kp/cm}^2$ , slabo spevnené  $3\text{--}10 \text{ kp/cm}^2$ . Ako príklad poloskalných hornín uvádza niektoré tufy, mastencové a chloristické bridlice, ílovce a vápnité bridlice.

Najpodrobnejšiu charakteristiku poloskalných hornín podáva V. D. Lomtatdze (1970), ktorý na základe fyzikálno-mechanických vlastností rozdeľuje horniny do 5 tried. Druhú triedu tvoria horniny *pomerne tvrdé-poloskalné*. Od skalných sa odlišujú menšou pevnosťou a odolnosťou, väčšou deformačnou schopnosťou a značnou až vysokou priepustnosťou. Ďalej sú charakterizované veľkou puklinovitosťou, alebo rozpustnosťou a kaveronóznosťou, veľkou nerovnorodosťou a anizotropiou. Poskytujú spravidla dobré základové pôdy, i keď niekedy vyžadujú zložité inžinierske opatrenia na zabezpečenie trvácnosti stavieb. Z hodnôt ukazovateľov vlastností typických pre poloskalné horniny uvádza: súčiniteľ filtrácie u slabo a stredne priepustných je  $6 \cdot 10^{-6}\text{--}3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ , u silne priepustných i viac, objemová hmotnosť v prirodzenom uložení  $2,20\text{--}2,65 \text{ g/cm}^3$ , pórovitosť do  $10\text{--}15 \%$ , modul deformácie  $20\,000\text{--}100\,000 \text{ kp/cm}^2$ , u „oslabených“ i menší, pevnosť v tlaku u málo pevných pod  $25 \text{ kp/cm}^2$ , u stredne pevných  $25\text{--}150 \text{ kp/cm}^2$ , u pevných  $150\text{--}500 \text{ kp/cm}^2$ .

Medzi poloskalné horniny zaraďuje magmatické zvetralé a puklinovité skalné horniny, sedimentárne pyroklastické (vulkanické tufy, tufity, ap.), úlomkovité s ílovitým tmelom (ílovité pieskovce a zlepenice), pelitické ílovce (bridlice, argility), organogénne a chemické (slienité vápence, sliene, krieda, kremité sedimenty).

Vyčlenenie poloskalných hornín vyžaduje štúdium celého komplexu ich inžiniersko-geologických vlastností, z ktorých najdôležitejšie sú: mineralogicko-petrografické zloženie, úložné pomery, charakter štruktúrnych zväzkov, ap., ktoré



určujú ich odolnosť, tvrdosť, pevnosť v tlaku a v šmyku, schopnosť deformácie, nasiakavosť, priepustnosť, napúčavosť, kašovatenie, ap. Typickými predstaviteľmi poloskalných hornín sú najmä sedimentárne horniny vápnito-ílovité, detritické sedimenty tmelené ílovitým, alebo iným „slabým“ tmelom a horniny vulkanogénne (pyroklastické).

### Rozšírenie poloskalných hornín na území listu Žilina

Komplexnému štúdiu poloskalných hornín, s exaktným zisťovaním hodnôt ich inžiniersko-geologických vlastností, zatiaľ sa u nás nevenovala veľká pozornosť. Všeobecné štúdium poloskalných hornín, spolu s ostatnými skupinami hornín, sa uskutočnilo v rámci regionálneho inžiniersko-geologického výskumu Slovenska. Detailne prebiehal výskum lokálne pri prieskumných prácach pre inžinierske stavby, hlavne hydrotechnické a komunikačné.

Poloskalné horniny na území listu Žilina sú vyčlenené na základe popisných, nepriamych ukazovateľov ich inžiniersko-geologických vlastností, iba sporadicky sú k dispozícii priame ukazovatele, zistené pri detailných výskumných prácach. Rozšírenie poloskalných hornín, niekedy spoločne s horninami na prechode ku skalným, je schématicky vyznačené na mape 1:500 000, zostavenej s použitím prehľadnej geologickej mapy 1:200 000 list Žilina (Maheľ a kol. 1964), prehľadnej inžiniersko-geologickej mapy Slovenska 1:500 000 (Matula 1969) a inžiniersko-geologickej mapy 1:200 000 list Žilina (rukopis — R. Holzer — Letko V. 1970).

V inžiniersko-geologických formáciách, vymedzených na území Slovenska Matulom (1969), sa nachádzajú poloskalné horniny v nasledujúcich formáciách:

- post-orogénnych neovulkanitoch,
- flyšovej,
- pestrej slieňovcovo-vápencovej,
- vápencovo-dolomitckej,
- spodnej terigénnej.

Poloskalné horniny formácie *post-orogénnych neovulkanitov* tvoria pyroklastické, tufogénne varianty komplexu subsekventných stredne bázických neovulkanitov, vystupujúcich vo Vtáčniku a v Kremnickom pohorí. Litologicky patria k nim sarmatské pyroklastiká pyroxenických andezitov — popolové a balvanité tufy, pyroklastiká amfibolicko-biotitických andezitov — brekciovitá aglomeraticko-balvanité tufy a pyroklastiká rhyolitov — suchozemské tufy a tufity.

Ďalej sú to horniny komplexu stratifikovaných neovulkanitov a sedimentov v prechodnom vývoji, ktoré sa nachádzajú na Vtáčniku, v Kremnickom pohorí a na okrajoch Hornonitrianskej kotliny. Patria k nim pyroklastiká pyroxenických andezitov — tufity s rýchlo sa meniacou sedimentárnou zložkou, pyroklastiká andezitov v prechodnom vývoji — nepravidelne sa striedajúce tufity a subakválne tufy, ktoré obsahujú redeponovaný vulkanický materiál.

Poloskalné horniny *flyšovej* formácie obsahuje:

— komplex flyšoidných, prevažne jemne detritických sedimentov, ktoré sa nachádzajú v Strážovskej hornatine, Bielych Karpatoch, Javorníkoch a Kysuckej vrchovine. Sú reprezentované ílovcami s vložkami kremito-vápenitých ílovcov paleocénu — stredného eocénu a vrchnokriedovými pestrými slieňami a ílovcami,



— komplex neritických až sublitorálnych sedimentov vo vývoji rytmického flyša, ktoré sú v Strážovskej hornatine, Žiari, Bielych Karpatoch, Javorníkoch, Kysuckej vrchovine, Turčianskej, Povážskej i Hornonitrianskej kotline a výbežkoch Podunajskej nížiny. Sú reprezentované strednokriedovými slieňami a slieňovcami, slienitými bridlicami, ďalej vrchnokriedovými flyšovými slieňovcami a eocénnym pieskovcovo-ílovcovým súvrstvom centrálnokarpatského a magurského flyša,

— komplex litorálnych detritických sedimentov, ktoré sú vyvinuté v Strážovskej hornatine, Kysuckej vrchovine a povážskych kotlinách. Litologicky sú to zlepenca a pieskovce santónu — kampanu tmelené prevažne ílovitým tmelom, čiastočne bazálne zlepenca, brekcie a pieskovce eocénu, tmelené prevažne piesčitovápnitým tmelom.

V pestrej *slieňovcovo-vápencovej* formácii sú poloskalné horniny reprezentované:

— komplexom slienitých hlbokomorských až batyálnych sedimentov, nachádzajúcich sa vo Veľkej Fatre, Malej Fatre, Strážovskej hornatine, Bielych Karpatoch a Žilinskej kotline. Sú tvorené najmä kriedovými šedými organogénnymi vápencami so šošovkami bridlíc a pieskovcov, slienitými vápencami až slieňovcami, ako i spodnojurskými bridlicami a škvrnitými slieňovcami,

— komplexom hlbokomorských karbonátovo-pelitomorfných sedimentov, nachádzajúcich sa vo Veľkej a Malej Fatre, Strážovskej hornatine, Žiari, Bielych Karpatoch, Javorníkoch, Kysuckej vrchovine a povážskych kotlinách. Litologicky sú tvorené kriedovými slienitými vápencami a jurskými slieňovcami a slienitými vápencami,

— komplexom detriticko-karbonátových neritických až sublitorálnych sedimentov, ktoré sú vyvinuté v Strážovskej hornatine, Bielych Karpatoch, Javorníkoch a Kysuckej vrchovine. Sú zastúpené najmä jurskými bridlicami, prípadne slienitými vápencami, ďalej ílovcami a *grestenskými bridlicami*,

— komplexom plytkovodných až kontinentálnych detriticko-karbonátových sedimentov, ktoré vystupujú v Malej Fatre, Strážovskej hornatine, Žiari a povážskych kotlinách. Litologicky je to jurské súvrstvie bridlíc a slieňovcov a vrchnotriasové piesčité a organogénne vápence a bridlice.

Vo *vápencovo-dolomitckej* formácii sú poloskalnými horninami:

— komplex hlbokoneritických detritických sedimentov vo flyšovom vývoji — lunzské vrstvy, tvorené piesčitými a ílovitými bridlicami, niekedy i bridličnatými slienitými vápencami. Vystupujú útržkovite v Strážovskej hornatine (v schématickej mape tejto mierky nie sú osobitne vyznačené).

V *spodnej terigénnej* formácii sú horninami poloskalnými werfénske pestré bridlice a slienité bridlice s vložkami rozpukaných pieskovcov, prípadne i vápencov. Vystupujú v malých útržkoch v Malej Fatre a Strážovskej hornatine (v mape nie sú osobitne vyznačené).

Okrem týchto hornín, ktoré majú viaceré znaky charakteristické pre poloskalné horniny, je treba spomenúť horniny, ktoré sú prevažne skalné, no niekedy majú i znaky hornín poloskalných. Takými sú triasové dolomity z komplexu plytkoneritických karbonátových sedimentov. V južnej a juhovýchodnej časti Strážovskej hornatiny sú silne tektonicky podrvené, rozpadané na ostrohranné kúsky a možno ich ako silne puklinovite degradované skalné horniny zaradiť v zmysle klasifikácie V. D. L o m t a d z e h o (1970) medzi horniny poloskalné. Lokálne sa rozpadajú až na dolomitový piesok a prach a nadobúdajú charakter zemín.



Horniny *molasovej* neogénnej formácie svojim charakterom patria prevažne medzi súdržné a nesúdržné zeminy (v zmysle klasifikácie ČSN 73 1001). Osobitnú pozornosť si však zasluhuje komplex litorálnych sedimentov, ktoré sú litologicky tvorené zlepenkami, pieskovecami a piesčitými slieňami burdigalu. Zlepence a pieskovce sa vyznačujú viacerými znakmi poloskalných hornín: sú tvrdé, lavicovité, miestami sú skrasovatelé, tmel je silne karbonátový, pevný. Mnohé znaky poloskalných hornín majú tiež horniny produktívneho súvrstvia vrchného tortónu — sarmatu.

### **Príklady význačných inžinierskych objektov budovaných na poloskalných horninách a vlastnosti týchto hornín**

Poloskalné horniny obyčajne poskytujú pre pozemné stavby vhodné stavebníka, s dostatočne únosnou a málo stlačiteľnou základovou pôdou, bez nutnosti ochranných inžinierskych opatrení. Pre komunikačné stavby sú vhodnou základovou pôdou, no výkopové práce v trasách komunikácií takmer vždy vyžadujú opatrenia na zaistenie stability svahov. Malá stabilita svahov zárezov, časté zosuny na trasách komunikácií — ciest i železníc, ktoré vedú územiami budovanými horninami flyšovej formácie najmä v severozápadnej časti územia, sú známe už z minulosti. Prihliadalo sa na ne už pri budovaní železničných tratí začiatkom tohto storočia.

1. Malá stabilita zárezov v týchto horninách je známa i z oblastí vnútrokarpatského flyša. Porušenie stability zárezu železničnej vlečky v Bánovciach nad Bebravou (Jakubec 1962) je viazané na poloskalné neritické až sublitorálne sedimenty vo vývoji rytmického flyša. Zosun, ktorý vznikol v zimných mesiacoch 1962 r., postihuje nielen kvartérne a neogénne, v prevažnej miere hlinité sedimenty, ale zasahuje i flyšové slienité a ílovité bridlice s vložkami navetralých slienitých a vápnitých pieskovcov. Pieskovcové polohy sú priepustné a presakujúce vody zhoršili hydrogeologické i fyzikálno-mechanické činitele, spolupôsobiace na stabilitu svahu.

Inžiniersko-geologický výskum bol zameraný hlavne na zistenie hydrogeologických pomerov a možnosti odvodnenia. Boli zistené dva horizonty podzemnej vody: prvý na styku kvartérnych a neogénnych sedimentov, druhý v povrchových partiách paleogénu, najmä v pieskovcových sedimentoch. Súčinitele filtrácie sa v poloskalných horninách menili v rozmedzí  $1,2 \cdot 10^{-5}$  —  $2,9 \cdot 10^{-9}$  m/s. Na zlepšenie stability bolo navrhnuté odvodnenie pomocou odvodňovacích štôlní a zberných rebier a drenov.

Fyzikálno-mechanické vlastnosti sa skúšali na neporušených vzorkách, odoberaných do odberných válcov bežných pre odber neporušených vzoriek zemín. Neporušené vzorky sa preto mohli odobrať len z rozložených, rozvetralých „mäkkých“ polôh poloskalných hornín, ktoré sa skúšali spolu so vzorkami neogénnych a kvartérnych sedimentov metodikou bežnou u zemín.

2. Skúsenosti s budovaním hydrotechnických stavieb na Váhu dokazujú, že poloskalné horniny poskytujú dostatočne únosnú základovú pôdu i pre ťažké objekty priehrad a hydrocentrál, pri zakladaní sú však nevyhnutné mnohé, často zložité inžinierske opatrenia na zabezpečenie stabilnosti objektov. Na poloskalných horninách flyšovej formácie sú napr. vybudované objekty gravitačného priehradového mura a hydrocentrál. Priehrady mládeže v Nosiciach. Inžiniersko-geologické prieskumné práce prebiehali v niekoľkých etapách, robili ich rôzne



organizácie a zisťovanie vlastností poloskalných hornín poľnými i laboratórnymi skúškami bolo metodicky nejednotné (Matula 1961).

Základovú pôdu pre založenie najdôležitejšieho objektu — priehradového múra, tvoria horniny flyšovej formácie: neritické až sublitorálne sedimenty kriedy. Okrem litologicko-petrografickej povahy sedimentov veľký vplyv na inžiniersko-geologické vlastnosti majú ich úložné pomery (flyšové striedanie vrstiev), zložité tektonické pomery (intenzívne stlačenie, zvrásnenie, rozpukanie a poklesovo-zlomové dislokácie), hydrogeologické pomery (výrony agresívnej alkalicko-muriatickej jódo-brómovej kyselky).

V základovej špáre (Matula 1961) vystupujú tri litologicko-petrografické typy hornín, ktoré predstavujú poloskalné až skalné horniny:

*Slieňovce* sú ílovito-karbonátové poloskalné horniny, od masívnych až po veľmi silne zbridičnatené a detailne zvrásnené. Miestami obsahujú vložky masívnych a hrubolavicovitých pieskovcov. Silné tektonické porušenie, stlačenie a zbridičnatenie podmieňuje výraznú anizotropiu a zníženie pevnosti, odporu proti ušmyknutiu, odolnosti proti zvetrávaniu (Matula 1961). Pri zafažových skúškach boli trvalé deformácie u slieňovcov kompaktného uloženia 86 % celkovej deformácie. Celková stlačiteľnosť je malá — moduly stlačiteľnosti sa pohybovali v rozmedzí 21 500—77 000 kp/cm<sup>2</sup>, moduly deformácie zisťované seizmickou metódou šikmo na vrstevnatosť 70 000—118 000 kp/cm<sup>2</sup>. Pevnosť v prostom tlaku u nezvetralých slieňovcov šikmo k bridličnatosti dosahovala 190—550 kp/cm<sup>2</sup>. To zodpovedá hodnotám poloskalných hornín. Slieňovce až na ojedinelé otvorené pukliny sú nepriepustné, v styku s vodou sú však náchylné na kašovanie, vo vode sa rozpadajú, sú zamrzavé.

*Pieskovce* sú poloskalné až skalné horniny, lavicovité až hrubolavicovité, s tenkými vložkami slieňov medzi lavicami. Sú jemno až strednozrnné, z ostrohranných zŕn kremeňa, kalcitu, rohovcov a metamorfitov. Tmel je väčšinou bazálny, pevný, v menšej miere bazálny i pórovitý, slienitý a prachovito-slienitý, miestami vyluhovaný alebo limonitizovaný. Stlačiteľnosť pieskovcov je malá, súvisí s puklinovitosťou a poruchovými pásmami — modul stlačiteľnosti je v rozmedzí 345 000—486 000 kp/cm<sup>2</sup>; seizmickou metódou zisťovaný modul deformácie 119 000 — 200 000 kp/cm<sup>2</sup>. Pevnosť v tlaku (na kockách 6x6x6 cm) u limonitizovaných pieskovcov s časovo vyluhovaným tmelom bola okolo 700 kp/cm<sup>2</sup>, u zdravých pieskovcov 1500—1900 kp/cm<sup>2</sup>.

*Zlepence* sú poloskalné až skalné hrubolavicovité horniny, hrúbka lavíc dosahuje 3—4 m, s polohami slieňov, slieňovcových bridlíc a pieskovcov. Veľkosť okruhliakov a ich pomer k tmelu je veľmi premenlivý. Sú tmelené vápnito-pieskovcovým alebo slienitým až ílovitým tmelom. Zlepence s vápnito-pieskovcovým tmelom sú veľmi málo stlačiteľné — moduly stlačiteľnosti 612 000—780 000 kp/cm<sup>2</sup>, seizmicky zisťované moduly deformácie 92 500—105 000 kp/cm<sup>2</sup>. Pevnosť v tlaku je 690—1190 kp/cm<sup>2</sup>.

3. S poloskalnými až skalnými horninami flyšovej formácie sa stretávame tiež pri budovaní ďalšieho hydrotechnického diela na Váhu — objektov hydrocentrality Hričov — Mikšová. Pri budovaní prírodného kanála vznikli na svahu zosuvné pohyby, ktoré boli sanované odvodnením. Pri razení odvodňovacej štólne môžeme sledovať vývoj upohlavských zlepencov. Vývoj začína bazálnou litofáciou, charakteristickou chaotickým nahromadením blokov zlepencov, ílovcov s vložkami a šošovkami pieskovcov. Balvany a bloky zlepencov utopené v ílovcovej hmote dosahujú veľkosti až 2,5 m.



Ďalej nasleduje 100 m hrubé súvrstvie ílovcovo-zlepenčové. Vo vývoji prevažne ílovčovým sú sivé až tmavošedé masívne nevrstevnaté ílovce miestami tektonicky porušené, premiesené, rozpadajúce sa na tabličky, čriepky. Pieskovce v nich tvoria vložky hrúbky 3–4 cm. Ílovčové polohy sú prakticky nepriepustné, podzemná voda sa objavila iba ojedinele pri puklinách vo forme „slzenia“ za 1–2 dni po vyrazení štólne. Vo vývoji prevažne zlepenčovým sú usadené tri typy pieskovcových zlepenčov:

a) *drobnozrnné* so slabo opracovanými úlomkami, okruhlíkmi o veľkosti 5–25 centimetrov, tmelené piesčito-ílovitým tmelom, ktorý dosahuje až 50 % objemu; vytvárajú iba pretiahle šošovky malej hrúbky,

b) *hrubozrnné* s piesčito-ílovitým tmelom, kde slabo opracované úlomky a balvany tvoria až 75 % objemu, sú nepravidelne rozložené, navzájom sa dotýkajú,

c) *hrubozrnné* s hrubo- až jemnozrnným piesčitým (pieskovcovým) tmelom, kde slabo opracované balvany a bloky o veľkosti 0,5–1,0 m dosahujú asi 75 % objemu.

Najpriepustnejšie sú hrubozrnné zlepenč s piesčitým (pieskovcovým) tmelom, kde podzemná voda vyvierala v sústredených výronoch, pramienkoch o výdatnosti asi do 0,1 l/s. V ostatných zlepenčoch však presiakovala iba vo forme prevlhnutých stien spodnej časti štólne. Postupné zvyšovanie prítokov sa ustálilo asi za 1–3 hodiny po vyrazení štólne.

4. V podzákladi hydrocentrály Sučany sa nachádzajú neogénne jemne piesčité slieňe a slieňité sily, ktoré sú na rozhraní poloskalných hornín a zemín. Základová špára leží na slieňitých siltov, pod ktorými sa nachádza šošovka zvodnených štrkov. Pri zakladaní boli nutné inžinierske opatrenia najmä na zníženie napätia hladiny podzemnej vody a zamedzenie prítoku vody do stavebnej jamy, kde spôsobovala kašovanie slieňitých siltov. Základovú špáru nebolo možné upraviť do zložitejších tvarov a základové konštrukcie bolo nutné navrhnuť pomerne mohutných rozmerov.

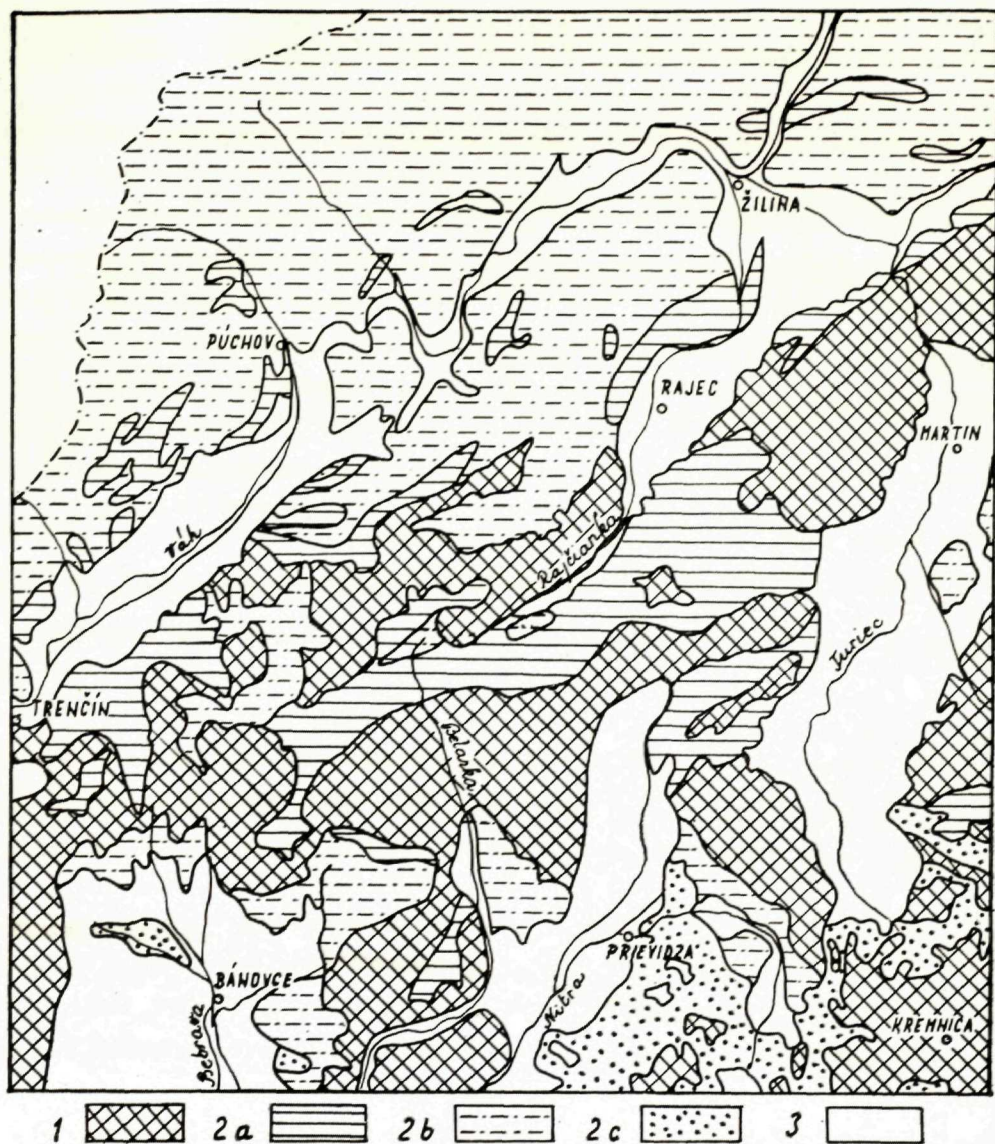
Neogénne sedimenty (Q. Záruba, V. Mencl 1956) majú povahu siltov s obsahom 8–34 % ílovitých častíc illitického charakteru. Vlhkosť zeminy je o 5–13 % nižšia ako medza plasticity, pórovitosť je nízka – 24–34 %, stupeň nasýtenia takmer 100% – zeminy sú prekonsolidované značnými tlakmi. Stlačiteľnosť siltov je malá – súčiniteľ stlačiteľnosti pri napätí do 1,2 kp/cm<sup>2</sup> je 119–397, pri napätí 1,2 – 2,3 kp/cm<sup>2</sup> je 51–197. Pevnosť v tlaku pri prirodzenej vlhkosti bola vyššia ako 4–5 kp/cm<sup>2</sup>. Pevnosť v šmyku pri šmykovej skúške na blokoch horniny je daná uhlom vnútorného trenia 31°, kohéziou 0,68 kp/cm<sup>2</sup>. Pri styku s vodou sú sily kašovité, za suchého počasia sa veľmi rýchlo vysušujú.

5. V horninách neogénnej molasovej formácie sú razené banské diela hnedouhoľného revíru Handlovsko-nováckej pánvy. Produktívne súvrstvie vrchného tortónu – sarmatu sa skladá (Sluka – Hučko 1966) z bridličnatých ílov, uhoľných slojí, tufitických pieskovcov a ílov až piesčito-ílovitých tufitov v sladkovodnom a suchozemskom vývoji. Uhoľné sloje sú reprezentované petrograficky rôznorodými humitmi, najčastejšie: hemidetrítom, xylitickým hemidetrítom, páskovým detritom, xylitickým detritom a xylitom. Pre porovnanie s inými druhmi poloskalných hornín udávame v nasledujúcej tabuľke príklady hodnôt niektorých typov sedimentov (spracované podľa: Sluka – Hučko 1966).

Uhoľné sloje patria medzi poloskalné horniny pevné až stredne spevnené (v zmysle klasifikácie Lomta dze 1970), rozdiely hodnôt je možné pripísať značnej petrografickej rôznorodosti uhlia. Nadložné íly sú stredne pevné, ich

| sedim.                                  | uhelný sloj |           |           | podložné íly |       |           | tufity    |       |          |
|-----------------------------------------|-------------|-----------|-----------|--------------|-------|-----------|-----------|-------|----------|
| baňa                                    | Nováky      | Cígeľ     | Handlová  | Nováky       | Cígeľ | Handlová  | Nováky    | Cígeľ | Handlová |
| merná hmota<br>g. cm <sup>-3</sup>      | 1,48—2,00   | 1,48—1,60 | 1,39—1,62 | 2,42—2,68    | 2,52  | 2,53—2,61 | 2,57—2,67 | 2,67  | 2,67     |
| objem. hmotn.<br>g. cm <sup>-3</sup>    | 1,25—1,45   | 1,21—1,25 | 1,24—2,32 | 1,70—1,92    | 1,88  | 2,00—2,04 | 1,90—1,92 | 1,76  | 1,76     |
| ob. hm. sušiny<br>g. cm <sup>-3</sup>   | 0,80—1,09   | 0,77—0,85 | 0,91—1,10 | 1,18—1,51    | 1,40  | 1,63—1,70 | 1,49—1,58 | 1,56  | 1,63     |
| pórovitosť %                            | 35—47       | 43—52     | 23—43     | 44—51        | 44    | 33—38     | 41—42     | 42    | 39       |
| prir. vlhk. %                           | 33—56       | 46—60     | 20—40     | 27—44        | 34    | 20—23     | 22—28     | 13    | 8        |
| pevnosť v tlaku<br>kp. cm <sup>-2</sup> | 130—201     | 191—294   | 153—307   | 40—63        | 46    | 50—107    | 78        | 98    | 96       |





1. Skalné horniny formácií: prekambriických metamorfítov, variských intruzívnych granodioritov, spodnej terigénnej, vápencovo-dolomitckej, post-orogénnych neovulkanitov.
2. Poloskalné horniny formácií: 2a pestrej slieňovcovo-vápencovej, 2b flyšovej, 2c post-orogénnych neovulkanitov.
3. Súdržné a sypké zeminy formácií: molasovej, pokryvných štvrťohorných sedimentov.

pevnosť v tlaku rastie so znižovaním prirodzenej vlhkosti a pórovitosti (Handlová). Pomerne veľkú rovnorodosť na všetkých lokalitách vykazujú tufity, či už v pórovitosti alebo v pevnosti; patria medzi poloskalné horniny stredne pevné.

### Záver

Vyčlenenie polosklaných hornín je spracované hlavne na základe viacerých popisných znakov, ukazovateľov, ktoré uvádzajú rôzne klasifikácie pre poloskalné horniny. Zároveň, pokiaľ to bolo možné, sú uvedené príklady vlastností niektorých typov sedimentov, ktoré majú charakter poloskalných hornín. Vlastnosti niektorých, napr. piesčitých vápencov titónu-aptu, pieskovcov kriedy, paleogénu sú na prechode k horninám skalným, iné, napr. slieňovce vrchnej kriedy, ale i uholné sloje miocénu majú vlastnosti typické pre horniny poloskalné a miocénne nadložné íly a tufity sa blížia k rozhraniu hornín poloskalných a zemín. Presnejšia charakteristika, ako i členenie poloskalných hornín je možné po komplexnom systematickom štúdiu a doplnení ich vlastností (najmä objemovej hmotnosti, pevnosti, stlačiteľnosti) poľnými i laboratórnymi skúškami. Upresnenie hranice medzi horninami skalnými — poloskalnými a — zeminami, ako i detailnejšie členenie poloskalných hornín vyžaduje tiež vypracovanie jednotnej záväznej klasifikácie poloskalných hornín s uvedením hodnôt charakteristických inžiniersko-geologických vlastností.

Doručené: 27. 1. 1971

K tlačí doporučil: prof. M. Matula, DrSc.

Katedra inžinierskej geológie  
a hydroológie PF UK Bratislava.

### LITERATÚRA:

- ČSN 73 1001 Základová pôda pod plošnými základmi.  
DEMIREV A., 1955: Metodika laboratornych issledovanij poloskalnych porod pri inženerno-geologičeskich rabotach. Godišnjik na Minno-geološkia institut Sofia.  
GORKOVA I. M., 1966: Teoretičeskije osnovy ocenki osadočnyh porod v inženerno-geologičeskich celach. Nauka Moskva.  
INGR M., 1966: Mikšová — dokumentácia štôlne. Inžiniersko-geologický a hydrogeologický prieskum Žilina. Archív Geofondu.  
JAKUBEC L., 1962: Tatra Bánovce — priemyselná vlečka. Inžiniersko-geologický a hydrogeologický prieskum Žilina. Archív Geofondu.  
HOLZER R. — LETKO V. 1970: Správa o inžiniersko-geologickom výskume na liste Žilina (rukopis). Katedra inžinierskej geológie a hydrogeológie Bratislava.  
LOMTADŽE V. D., 1970: Inženernaja geologia. Inženernaja petrologia. Nedra Leningrad.  
MAHEL M. a kol., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape. 1:200 000 list Žilina. Geofond Bratislava.



### Semi-hard Rocks in the Territory of the Žilina Map Sheet 1:500 000

1. Hard rocks of Pre-Cambrian metamorphites, Variscan instructive granodiorites, lower terrigenous, limestone-dolomitic and post-orogenic neovolcanites formations.
2. Semi-hard rocks of varied marlstones-limestones (2a), flysch (2b) and post-orogenic neovolcanites (2c) formations.
3. Cohesive and loose soils of molasse and Quaternary covering sediments.



- MATULA M., 1961: Inžiniersko-geologické skúsenosti z výstavby vodného diela pri Nosiciach na Váhu. Acta geologica et geographica Nr. 7. Bratislava.
- MATULA M., 1969: Regional Engineering Geology of Czechoslovak Carpathians. SAV Bratislava.
- MENCL V., 1966: Mechanika zemín a skalných hornín. Academia Praha.
- POPOV I. V., 1948: Inženerno-geologičeskije issledovania dla gidrotechničeskogo stroitelstva. NIS MGRI Moskva.
- PRIKLONSKIJ V. A., 1949: Gruntovedenie I. Moskva.
- SAVARENSKIJ F. P., 1936: Opyt inženerno-geologičeskoi klasifikacii gornych porod i gruntov. Hidrogeologia i inženernaja geologia No. 2. Moskva.
- SLUKA J., HUČKO A., 1966: Výskum fyzikálno-mechanických vlastností uhlia a sprievodných hornín v revíroch SUB. Banský výskumný ústav Prievidza.
- ŠUBJAKOVÁ M., WINDT D., 1964: Strečno — vápenec pre priemyslové a stavebné účely. Geologický prieskum Žilina. Archív Geofondu.
- VASILJEV N. M., 1948: Proekt techničeskich uslovij na issledovanie skalnych i poluskalnych gruntov v kačestve osnovania sooruzenij. Fondy N I I — 1000. Moskva.

### Extension of Semi-hard Rocks in the Territory of the Žilina Map Sheet

In the engineering-geology classification of rocks there can be distinguished semi-hard (semi-firm) rocks following various indicators of their properties. F. P. Savarenskij characterizes relatively hard, compact semi-firm rocks by the compression strenght of 50 — 500 kp. cm<sup>2</sup>. I. V. Popov characterizes the semi-hard rocks as mixtures of crystalline and water-coloidal packages. The Czechoslovak Standard ČSN 73 1001 characterizes the semi-hard rocks by the compression strenght of 3 — 100 kp. cm<sup>-2</sup>. V. D. Lomtadze who characterizes the semi-firm rocks by important stratification and permeability changes (filtration coefficient  $6.10^{-6}$  —  $3.5.10^{-4}$  m.s<sup>-1</sup>), medium mass 2,20 — 2,65 g.cm<sup>-3</sup>, little compressibility (deformation modulus 20 000 — 100 000 kp. cm<sup>-2</sup>), good copression strenght (25 — 500 kp. cm<sup>-2</sup>) is presenting the most detailed characteristics.

To semi-firm rocks there belong the degradated hard rocks, pyroklastic sedimentary rocks, fragments with clayey cement, pelitic clayey, organogenous and chemical rocks.

As semi-hard rocks the territory of the Žilina Map sheet comprises the rocks of the following engineering-geological formations:

- lower terrigenous: detritic carbonaceous neritic
- limey-dolomitic: detritic deep-neritic in flysch formation
- varied marlstones-limestones: deep-sea marly, carbonaceous
- pelitomorphous neritic to sublitoral and shallow-water to continental
- flysch: fine detritic to detritic neritic to litoral in flysch development
- post-orogenic neovolcanites: pyroclastics (tuffs and tuffites) andesites and rhyolites.

Transition to hard rocks is formed by flawy dolomites of the Middle-Triassic transition to soil by the neogenous litoral detritictic-carbonaceous sediments.

The semi-hard rocks are extended foundation soil for ground, transport and hydrotechnical constructions. For instance the foundation soil of the Priebrada mládeže Dam on the river Váh is formed by the Middle and Upper Cretaceous sediments: marlstones, clayey sandstones and conglomerates. The clayey-sandy conglomerates are also found in the slide drainage adit of the intake channel to the Hričov — Mikšová Dam.

A more detail characteristics of the semi-hard rocks requires a complex engineering-geological investigation and determination of values of their properties.