

Ako sa naša inžinierska geológia stala vedeckou disciplínou

Milan Matula

Jamnického 6, Bratislava

AGEOS How our engineering geology has become a scientific discipline

Abstract: Author knowledgeable describes the history of the development of Engineering Geology in Slovakia in the second half of the 20th century, the stages of converting of the former „building geology“ to a modern scientific discipline, as a part of the geological sciences. The article briefly characterizes the basic questions and methodological pillars of scientific research, its organizational forms united under the State Plan of Basic Research, as well as transfer of the results to practical applications.

Keywords: engineering geology in Slovakia, transformation to scientific discipline, transfer to practical applications.

1. ÚVOD

Len málokto inžiniersky geológ si uvedomuje ako, kedy a akými krokmi sa naša inžinierska geológia stala vedným odborom, vo všetkých atribútoch vedy rovnocenným so svojimi „staršími sestrami“ – regionálnou geológiou, mineralógiou a petrografiou, paleontológiou a pod., s ktorými ju spája spoločný objekt bádania – horninové prostredie a v ňom sa odohrávajúce geologické procesy.

Vychádzajúc z metodológie vied za základné atribúty samostatného vedného odboru sa považuje, ak daná disciplína má **sformulovaný svoj osobitný predmet i špecifické metódy bádania** (t. j. čo a ako na spoločnom objekte zisťujeme), a že je teoreticky i empiricky zdôvodnenou, historicky vzniknutou a relatívne stálou štruktúrnou jednotkou vedy. Takými boli uvedené „staré“ odbory geológie a mineralógie (a istý čas nám to dávali i znať).

Pre nás, ktorým na začiatku 50. rokov minulého storočia spochýňalo na pleciach budovanie nového odboru na novozriadenej Fakulte geologicko-geografických vied (FGGV), stávalo sa preto čoraz jasnejším, že okrem chodu a zdokonaľovania pedagogického procesu pri výchove nových odborníkov, musíme veľkú pozornosť venovať vedeckému výskumu a touto cestou smerovať ku vytváraniu statusu vedného odboru inžinierskej geológie.

2. ŠTUDIJNÝ ODBOR INŽINIERSKA GEOLÓGIA A HYDROGEOLÓGIA

Musíme sa však vrátiť o šesťdesiat rokov nazad. V období po vojnovnej rekonštrukcie a vytvárania základov ďalšieho hospodárskeho rozvoja na začiatku 50. rokov bol na Slovensku značný nedostatok odborníkov, vrátane geológov, ktorí by spolupracovali so staviteľmi. Preto v roku 1952 v rámci novej geologickej fakulty na UK vznikol tiež nový **študijný odbor Inžinierska geológia a hydrogeológia**, ako aj nová Katedra inžinierskej geológie. Odbor i katedru bolo treba budovať od

základu. História ich vzniku a vývoja sme podrobne opísali v knižke „Pol storočia inžinierskej geológie a hydrogeológie na Univerzite Komenského“ (Matula, 2002).

Prvé učebné plány pre študijný odbor dodalo Ministerstvo školstva. Pre odbor nejestvovali žiadne učebnice a začínajúci mladí učители (M. Matula, A. Nemček, J. Hanáček a J. Šajgalík) len s ťažkosťami realizovali výučbu v jednotlivých odborných predmetoch. Nadväzovali sme na poznatky praktického odboru „stavebnej geológie“, čerpali sme informácie z príbuznej zahraničnej literatúry. Veľa nám pomohla ruská literatúra, už častejšie prichádzajúca zo Sovietskeho zväzu, kde inžinierska geológia bola etablovaná v praxi i vo vede už od dvadsiatych rokov a prvá učebnica „Inženernaja geologija“ od F.P. Savarenského vyšla už v roku 1939 (a mal ju v knižnici aj prof. D. Andrusov). V roku 1954 u nás vyšla učebnica „Inženýrská geologie“ od Q. Zárubu a V. Mencla (čelných predstaviteľov českej „stavebnej geológie“), ktorá predstavovala účelne zosystemizovanú a komentovanú zbierku poučných príkladov využívania geologických poznatkov v stavebnej praxi. Mala viacero českých i cudzojazyčných vydaní a je používaná dodnes. V ďalších rokoch potom rýchlo pribúdali naše učebné texty a učebnice, až v rokoch sedemdesiatych pokrývali už všetky predmety učebného plánu.

Kým v 50. rokoch išlo najmä o vytvorenie možnosti vychovávať dostatočný počet špecialistov potrebných pre nové pracoviská inžinierskej geológie, a to ako inžinierskych geológov a hydrogeológov, tak aj inžinierov-geotechnikov, v období 60. rokov sa do popredia dostávala úloha zvyšovať ich odbornú úroveň a kvalifikáciu stálym zlepšovaním učebných osnov, prednášok a cvičení z jednotlivých predmetov. Profil absolventov sa mal približovať aktuálnym i perspektívnym požiadavkám praxe. Zabezpečovalo sa ďalšie odborné vzdelávanie absolventov a zvyšovanie ich kvalifikácie cestou postgraduálnych kurzov, doktorských rigorózných skúšok a vedeckej prípravy v rámci internej alebo externej aspirantúry. Čoraz častejšie sa uskutočňovalo doplnkové štúdium pracovníkov katedier i podnikov formou krátkodobých stáží na vysokých školách a vedeckých ústavoch, ako aj vysielaním odborníkov na dlhšie študijné pobyty v zahraničí.

V rokoch 1960–1965 sme však museli zväzdať tvrdý boj s ústrednou byrokraciou o samotnú existenciu študijného odboru „Inžinierska geológia a hydrogeológia“. Na neujasnených názoroch v Prahe malo zásluhu najmä zamieňanie nášho odboru s geotechnikou (vyučovanou na Českom vysokom učení technickom v Prahe) a nerozvíjanie inžinierskej geológie na FGGV Karlovej Univerzity, kde pre tento odbor v tom čase nemali ani jediného vyššie kvalifikovaného pedagóga. V dokumentoch ústredných úradov sa striedali návrhy na zredukovanie až zrušenie študijného odboru inžinierskej geológie a na zabezpečenie výchovy odborníkov v rámci postgraduálneho štúdia, alebo preškolením absolventov inžinierskeho staviteľstva na ČVUT. Dokazovali sme, že tieto cesty nie sú správne a za pravdu nám dal najmä list vedenia Ústredného geologického úradu Ministerstvu školstva, kde sa hovorilo, že „na rozdiel od veľmi slabej kvality a úzkej možnosti uplatnenia absolventov inžinierskej geológie z Karlovej univerzity, bratislavskí absolventi tejto špecializácie majú veľmi dobrú úroveň“ a preto sa žiada, aby tu štúdium pokračovalo a vychovávalo absolventov aj pre potreby ÚGÚ – Ústredného geologického úradu v Prahe. Boj sme vyhrali a viac sa už neopakoval.

V 70. rokoch sa na vysokých školách uskutočňovala generálna prestavba vysokoškolskej výučby a jej náročné ciele boli premietnuté i do učebného plánu nášho študijného odboru, ktorý požadoval: – aby sa široký základ geologických disciplín z 1. a 2. ročníka na základe požiadaviek praxe diferencoval v 3. až 5. ročníku na špecializované zamerania (inžinierska geológia, hydrogeológia); – aby sa vo vyučovaní zvyšoval podiel najnovších vedeckých poznatkov zo sveta i z vlastnej vedeckovýskumnej práce katedry; – aby sa rozvíjalo interdisciplinárne myslenie, a objasňovala psychosociálna problematika tímovej práce a riadenia kolektívov v praxi; – aby celý obsah, metodika i formy výučby boli účelne zamerané na prípravu absolventa schopného riešiť úlohy praktickou aplikáciou získaných teoretických poznatkov.

Z početných akcií a kontaktných príležitostí bolo v tom čase už evidentné, že bratislavská škola inžinierskej geológie v príprave absolventov dosiahla vysokú úroveň i medzinárodné uznanie.

3. ROZVOJ INŽINIERSKEJ GEOLÓGIE VO VEDECKOM VÝSKUME

Na poli vedeckovýskumnej práce, ktorá mala vyústiť k etablovaniu inžinierskej geológie ako samostatného vedného odboru (vedeckej disciplíny), sme sa od začiatku stretávali s ťažkými úlohami. Začínali sme doslova len „s kladivom a kompasom“. Najprv sme vo vlastných kolektívoch museli presadiť presvedčenie, že od dovtedy zaužívaného individuálneho „fuškárenia“ na rozptýlených zákazkách pre rôzne podniky a ministerstvá je potrebné sa zapojiť do vznikajúcich systémov celoštátnej i rezortnej organizácie základného i aplikovaného výskumu. Znamenalo to sústreďovanie intelektuálnych síl a kapacít jednotlivých univerzitných a akademických pracovísk na systematický a koncepčný výskum základných a najaktuálnejších problémov inžinierskej geológie v službách rozvoja spoločensko-hospodárskej praxe. K modernej terénnej technike a kompletne vybaveným laboratóriám sme sa dopracovali až koncom šesťdesiatych rokov, kedy sme získali veľký hydraulický integrátor Lukjanova a začiatkom sedemdesiatych rokov aj stolový číslicový počítač Wang 2200 B.

Na začiatku sme však spravili to hlavné: vyjasnili sme si náš súčasný stav v odbore, ako aj zvyšujúce sa nároky projektantov na

dokonalejšie geologické podklady. Konfrontovali sme poznatky z pomaly prichádzajúcej zahraničnej literatúry s naším povojnovým stavom v oblasti účasti geológie na projektovaní stavieb.

Geológovia až do polovice minulého storočia nedávali na otázky projektantov také odpovede, ktoré by mohli priamo slúžiť na inžinierske projektovanie stavieb. Prevládala zvyk ohraničovať úlohu geológa na opísanie všeobecných geologických pomerov oblasti stavby bez konkrétnejšieho skúmania vplyvu týchto pomerov na zakladanie, trvácnosť, bezpečnosť a správnu prevádzku diela. Geológovia si nevypracovali vlastné metódy skúmania hornín ako základovej pôdy, oceňovania významu geologických procesov na stavbu, ani predvídania zmien, ktoré stavba v daných geologických pomeroch vyvolá a navrhovania účinných opatrení proti ich nepriaznivým vplyvom. Týchto úloh sa v značnom rozsahu ujali inžinieri a tak sa úspešne rozvíjala pôdna mechanika, ktorá sa stala nepostrádateľným pomocníkom inžinierskeho staviteľstva. Technická (alebo stavebná) geológia sa postupne rozvíjala ako praktická disciplína, zhrňajúca najmä poznatky a skúsenosti o vlastnostiach rôznych hornín pri zakladaní stavieb v rozličných geologických podmienkach. Svedčil o tom rad príručiek vydávaných pod názvom *Ingenieurgeologie*, resp. *Baugeologie*. Svetlou výnimkou v staršej zahraničnej literatúre boli viacerí vynikajúci geológovia, ktorí pri aplikovaní geológie na prospech inžinierskeho staviteľstva (najmä vodných diel a tunelov) neopúšťali platformu geologických vied a ich metód bádania, ale považovali ich v tomto aplikovanom odbore za prvoradé (napr. M. Lugeon v svojej „*Barrages et Géologie*“, 1933, alebo F. P. Savarenskij v „*Inženernaja geologija*“, 1939). Dobře vzdelaný v geológii bol aj zakladateľ mechaniky zemín K. Terzaghi, ktorý túto náuku pokladal za súčasť inžinierskej geológie.

V 40. rokoch u nás pre študentov inžinierskeho staviteľstva prednášal prof. D. Andrusov kurz *Praktickej geológie*, v ktorom uplatnil mnohé skúsenosti zo svojich posudkov a expertíz pre väčšinu veľkých stavieb na Slovensku. Tieto spolu s poznatkami z kníh Savarenského, Lugeona a i. zhrnul na jar 1953 v prednáške „O význame inžinierskej geológie“ pre bratislavskú geologickú spoločnosť, v ktorej zdôraznil potrebu náležitej matematicko-mechanickej prípravy inžinierskych geológov tvrdením, že „v dnešnej dobe bolo by žiaduce, aby stavebný geológ mal nielen prírodovedné vzdelanie, ale aby bol aj stavebným inžinierom“ (Andrusov, 1953).

Na základe analýzy stavu a úloh nášho odboru sme postavili dlhodobú koncepciu rozvoja inžinierskej geológie, pričom sme definovali strategické úlohy smerujúce ku sformovaniu predmetu a špecifických metodických prístupov nášho vedeckého výskumu.

Koncepcia rozvoja vedného odboru stála v 50. a 60. rokoch na týchto pilieroch:

1. **Regionálny rozmer výskumu**, založený na poznani, že správne zhodnotenie geologických podmienok jednotlivých stavieb nie je možné bez objasnenia ich širších regionálno-štruktúrnych súvislostí.
2. **Komplexnosť skúmania a hodnotenia javov** nás viedla ku dôkladnejšiemu objasňovaniu charakteru, zložitosti i vzájomnej podmienenosti jednotlivých zložiek geologického prostredia (hornín, podzemných vôd, geomorfologických i geodynamických javov).
3. **Vývojovo-dynamický rozmer výskumu** vyplynul z poznania neustálej premenlivosti geologických pomerov a dynamiky geologického prostredia, v ktorom prebieha celý rad

exogénnych i endogénnych procesov, bez hlbokej znalosti ktorých nie je možné kvalifikované hodnotenie a prognóza vplyvu na technické diela.

V etape vývoja v 70. a 80. rokoch ďalšími piliermi moderne rozvinutej koncepcie nášho výskumu sa stali nové metodologické postupy hodnotenia študovaných javov:

4. **Environmentálne prístupy** znamenali cielavedomejšie hodnotenie geologických javov z hľadiska ich nepriaznivých vplyvov na životné prostredie – a nie, ako dovtedy, iba z aspektu ich exploatačných potenciálov v podobe kvalitných základových pôd, využiteľných vodných zdrojov, urbanizačne vhodných území, resp. podmienok budovania alebo ohrozenia technických diel.

5. **Systémové a interdisciplinárne prístupy** sa stali hlavným motorom modernizácie v teórii i praxi inžinierskej geológie i hydrogeológie. Umožnili nám ucelenejší a exaktnejší pohľad na skúmané javy, i využívanie nových metód na ich hlbšie objasňovanie. Metódy systémového modelovania otvorili cestu k regulovaniu a prognózovaniu vývoja javov.

Záveru vyplývajúce z analýz sme sprostredkovali odbornej verejnosti v rozsiahlom článku v akademickom časopise Naša veda (Matula, 1956), kde sa objasňuje pojem inžinierskej geológie ako vedeckej disciplíny. Základnou tézou bolo, že „Inžinierska geológia má byť budovaná ako jedno z aplikovaných odvetví geológie s jasne a správne formulovaným predmetom bádania, s teoretickým obsahom vedy a jej vzťahov k ostatným vedným odborom, s vlastnou vedeckou metodikou výskumu.“

Stručná charakteristika obsahovej a metodologickej náplne, i dosiahnutých výsledkov takto koncipovaného výskumu je v nasledujúcich podkapitolách. Pri historicky náročnom hodnotení sa tu ukazuje, aké prevratné zmeny generovalo uplatňovanie vytýčených princípov v náplni, efektívnosti i interdisciplinárnej prospešnosti inžinierskej geológie.

3.1. Regionálny inžinierskogeologický výskum

Čím väčšie a rozľahlejšie stavby sa budujú, tým menej je možné ich geologické podmienky vysvetliť len na základe bodovej či líniovej interpretácie vrstev, bez pochopenia genézy danej regionálnej štruktúry. Na inžinierskogeologickú interpretáciu regionálnych geologických pomerov však bolo treba si osvojiť špecifickejšie požiadavky a toto bolo východisko k modernému inžinierskogeologickému regionálnemu výskumu a mapovaniu.

V rámci regionálneho výskumu modelovej oblasti Zvolenskej kotliny sme v rokoch 1958–1960 vypracovali novú metodiku zostavovania inžinierskogeologických máp 1:25 000 – 1:50 000 (Matula, 1961). Tieto mapy a nová metodológia ich zostavovania mali medzinárodný ohlas ako „Zvolen maps“. Po fúzii s metodikou Paška a Rybára (Matula & Pašek, 1966) bola naša mapa strednej mierky prijatá ako vzorová do Inštrukcie pre zostavovanie inžinierskogeologických máp v krajinách RVHP (1966) a neskôr aj do metodickej príručky UNESCO (1976).

Na základe poznatkov z výskumu mnohých lokalít a oblastí, ako aj skúseností so zostavovaním máp v stredných a väčších mierkach (1:75 000 až 1:5 000), prišli sme k zostaveniu **súborného obrazu inžinierskogeologických pomerov na Slovensku**. Základným problémom pritom bolo zostavenie

jednotnej taxonomickej klasifikácie hornín, ktorá by umožnila systematicky ich triediť a porovnávať v rámci celého štátneho územia. Vypracovali sme štvorstupňovú geneticko-litologickú klasifikáciu, založenú na hierarchicky odlišných typoch a stupňoch rovnorodosti litologického charakteru a fyzikálneho stavu horninových mas. Na základe rovnorodosti v zoskupení určitých litofaciálnych komplexov sme definovali litologické formácie, na základe rovnorodosti v zastúpení a priestorovom usporiadaní určitých typov hornín sme vyčlenili litologické komplexy. V prehľadnej inžinierskogeologickej mape Slovenska 1:500 000 sme znázornili horninové formácie a komplexy – ako aj bežný výskyt a agresivitu podzemných vôd v základovej pôde a najdôležitejšie geodynamické javy. To všetko bolo podrobne opísané v **monografii Regionálna inžinierska geológia československých Karpát** (Matula, 1967^b, v angličtine 1969^a). Zostavenie a vydanie tejto monografie vytvorilo predpoklady pre hlbšie pochopenie zákonitostí inžinierskogeologických pomerov na Slovensku, pre vedecké zhodnotenie regionálnych osobitností hornín, podzemných vôd, geomorfologických javov i geodynamických procesov. Monografia sa stala základom pre **inžinierskogeologickú rajonizáciu** územia Slovenska, jeho členenie na regióny (založené na podobnosti geotektonického vývoja veľkých štruktúr) – a na oblasti (na základe podobnosti makromorfologie krajinných celkov). Táto schéma sa stala súčasťou mapovacích smerníc Ústredného geologického úradu (ÚGÚ) a zjednocujúcim podkladom pre mapy zosuvov i ďalších geodynamických javov na Slovensku, najmä však jednotným základom pre podrobnejšiu rajonizáciu územia na mapách stredných mierok. Významné zdokonalenie rajonizácie sme presadili neskôr zavedením **typológie územných celkov**: inžinierskogeologických rajónov (podrajónov) a okrskov (Matula & Hrašna, 1976). Metodiku ich jednotného vyčleňovania, spolu s príslušnými symbolmi a kódovou klasifikáciou základových pomerov, si rýchlo osvojili ústredné geologické úrady i odborná prax v oboch republikách.

3.2. Komplexnosť výskumu

V rámci regionálneho výskumu modelovej oblasti Zvolenskej kotliny sme v rokoch 1958–1960 vypracovali **novú metodiku zostavovania inžinierskogeologických máp 1:25 000 – 1:50 000** (Matula, 1961, 1969). Tieto mapy a nová metodológia ich zostavovania mali medzinárodný ohlas ako „Zvolen maps“. Po fúzii s metodikou Paška a Rybára (Matula, Pašek, 1966) bola naša mapa strednej mierky prijatá ako vzorová do Inštrukcie pre zostavovanie inžinierskogeologických máp v krajinách RVHP (1966) a neskôr aj do metodickej príručky UNESCO (1976).

V regionálnom výskume a mapovaní uplatňovaná zásada komplexnosti spočívala najmä v tom, že sme skúmali **všetky zložky geologického prostredia**: horniny, podzemnú vodu, geomorfologické pomery, geodynamické javy. V každej zvlášť i vo všetkých zložkách spoločne sme posudzovali ich **inžinierskogeologicky najvýznamnejšie vlastnosti**. V šesťdesiatych rokoch najväčšiu pozornosť sme venovali podrobnému skúmaniu inžinierskogeologických vlastností hornín.

V rámci **systematického štúdia** inžinierskogeologických vlastností hornín z rôznych regiónov Slovenska sme narádzali na veľké ťažkosti pri vyhľadávaní a spracúvaní nerovnorodých,

neúplných a nevýstižných archívnych hodnôt. Preto sme sa rozhodli pristúpiť k **metodicky jednotnej pasportizácii** ako hlavnej metóde racionálneho výskumu hornín. Naším dlhodobým cieľom pritom bolo zostaviť reprezentatívny **Inžiniersko-geologický atlas hornín** ako podstatnú súčasť Regionálnej inžinierskej geológie Slovenska. Hlavný praktický prínos sme videli v tom, že umožní: (a) rôzne horniny, s ktorými sa stretáva v teréne stavebný a banský inžinier (ale aj inžiniersky geológ), priradiť ku typologicky zhodnoteným a komplexne charakterizovaným atlasovým prototypom; (b) rýchle určovať aproximatívne charakteristiky potrebné v praxi na predbežné posúdenie súboru vlastností danej horniny, ako aj stanoviť rozsah terénnych i laboratórnych skúšok vlastností hornín, potrebných požadovaných pre zadanú technickú úlohu.

V 70. rokoch sme vypracovali **metodiku typologickej klasifikácie horninových masívov** – ako veľmi vhodný nástroj inžinierskogeologického opisu hornín „in situ“ (Matula & Holzer, 1976, 1978). Po mnohoročnom výskume a zbieraní dát bol nedávno dokončený a tlačou vydaný Inžinierskogeologický atlas hornín Slovenska (Holzer et al. 2009), ktorý bol ocenený prémiou Slovenského literárneho fondu (SLF). V Atlase sú jednotne spracované informácie o horninovom masíve i horninovom materiáli z reprezentatívnych lokalít z celého územia Slovenska.

Všetky zmeny prebiehajúce v horninových masívoch počas dlhobehj histórie ich petrogenetického vývoja sa odrážajú aj vo vytváraní (a pretváraní) ich fyzikálnych vlastností, najmä pevnosti, deformability, nerovnorodosti a anizotropie. Preto sme veľkú pozornosť venovali vplyvu petrogenézy na inžinierskogeologické vlastnosti karpatských hornín (Hyánková, 1967; Matula & Hyánková, 1975; Matula et al., 1979). Navrhli sme klasifikáciu rozmerovo odlišných typov nerovnorodosti na úrovni kryštalografickej, mineralogicko-štruktúrnej, petrograficko-textúrnej, geologicko-štruktúrnej a regionálno-geologickej. Každá z týchto taxonomických úrovní má rôzny efektívny význam pri posudzovaní horniny, napr. ako stavebného kameňa a kameniva, pri hodnotení rovnorodých celkov masívu v rámci zaťažovacích skúšok v stavebnej jame, alebo v rozsahu zafaženia základovej pôdy pod stavbou (Matula, 1969^b; Wagner, 1988).

Vo výskumnej práci na katedre v 60. rokoch významné miesto patrilo štúdiu a mapovaniu podzemných vôd z hľadiska stavebníctva (V. Böhm; M. Matula a I. Modlitba), modelovaniu a prognózovaniu režimu podzemných vôd a zmien hydrogeologických pomerov pomocou hydraulického integrátora (D. Duba a I. Mucha), v 70. rokoch sa rozvinulo hodnotenie priepustnosti a prítoku vody do stavebných jám pomocou číslcových počítačov (I. Mucha, O. Ťavoda) atď.

Postupy komplexného inžinierskogeologického výskumu všetkých zložiek geologického prostredia v našich slovenských pomeroch v tom čase neboli bežné a výsledky kolektívu katedry na tomto poli sa rýchlo prenášali do prípravy študentov i do práce absolventov (vrátane učebníc, diplomových a aspirantských resp. doktorandských prác), do úradných smerníc, štátnych technických noriem (ČSN) atď.

3.3. Výskum geodynamických procesov

Pri regionálnom terénnom výskume a inovovaní metodológie mapovania, ako aj pri rozsiahlom výskume charakteru hornín,

sa pozorne sledovali problémy recentného vývoja geologického prostredia, odrážajúceho sa v celom spektre geodynamických procesov.

V 60. rokoch sme zostavili **schému rozšírenia intenzívnych geodynamických procesov**, z ktorých sme potom hlavnú pozornosť venovali najmä svahovým deformáciám, procesom zvetrávania hornín a neotektonickým pohybom. Zúčastnili sme sa na vypracovaní metodiky celoštátnej terénnej pasportizácie zosuvov, pracovníci katedry zostavili mapu i pasporty jednotlivých zosuvov na území Z a SZ Slovenska. Boli sme spoluautormi Záverečnej správy ÚÚG – Ústredného ústavu geologického v Prahe **Sesuvná území ČSSR** (Matula et al., 1963). Hlavná úloha ŠPZV koordinovaná na našej katedre vždy zahŕňovala aj výskum zosuvov a svahových deformácií, pri realizácii ktorej vedúcu rolu zohrávali naši najbližší spolupracovníci z Katedry geotechniky Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave (A. Nemčok, J. Malgot, T. Mahr, F. Baliak). Metodiku terénneho výskumu a regionálne zhodnotenie výskytu a typu zosuvov v Československu podali Nemčok et al. (1979) v zborníku konferencie o výsledkoch našej hlavnej úlohy ŠPZV 1971–1975. Súhrnnú charakteristiku zosuvov na Slovensku vo svojej knihe spracoval Nemčok (1982).

Pri komplexnom terénnom výskume dlhodobá pozornosť sa venovala zhodnoteniu a rajonizácii typov **kôr neogénneho a kvartérneho zvetrania** na Slovensku (klasifikácia stupňa zvetrania hornín a horninových masívov) a neskôr i **hodnoteniu neotektonických pohybov**, ktoré predstavujú motor všetkých geologických procesov (Ondrášik, 1968, 1992).

3.4. Environmentálne aspekty ochrany životného prostredia

V 70. rokoch sa stále viac do popredia dostávali aspekty ochrany životného prostredia, prognózovania správania technických diel a zabezpečovanie ich optimálnej koexistencie s geologickým prostredím tak, aby sa popri dosahovaní technických cieľov nevyvolávali nepriaznivé environmentálne dôsledky. Osvojenie moderných environmentálnych prístupov vo výskumnej práci sme začali dôkladným rozborom problematiky. Výsledky sme publikovali v monografii **Geológia a životné prostredie** (Matula, 1979), ktorá bola v slovenskej geológii prvou knihou s touto tematikou (bola ocenená prémiou SLF). Potom na základe teoretických analýz i skúseností sme vypracovali konzistentnú definíciu **geofaktorov životného prostredia** a ich klasifikáciu v pojmoch geopotenciálov a geobariér, ktorú si osvojila i štátna geologická služba.

Na základe objednávky Slovenského geologického úradu (SGÚ) kolektív autorov zostavil **Atlas inžinierskogeologických máp SSR 1:200 000**, s obširnými vysvetlivkami s názvom „Využitie a ochrana geologického prostredia Slovenskej republiky“ (Matula et al. 1989). Mapové dielo vzniklo v r. 1984–1988 a v r. 1989–1990 ho vytlačila Slovenská kartografia na 12 listoch novej topografickej osnovy pokrývajúcej celé územie republiky. V tejto mape v zjednodušenej forme sa predkladá komplexný súbor informácií o geologickom prostredí, ktoré sú užitočné pre pracovníkov územnoplánovacích, projektových i prieskumných organizácií v súvislosti s plánovaním účelného využitia územia

a s projektovaním výstavby, pri plnom rešpektovaní rozvoja i ochrany prostredia. V rámci rezortu geológie sa začali zosťavať podrobnejšie **mapy geofaktorov** životného prostredia 1:50 000 pre vybrané oblasti Slovenska.

3.5. Systémové a interdisciplinárne prístupy

V 80. rokoch sa stredom nášho záujmu stali metodológie nových prístupov ku skúmaniu javov geologického prostredia a ich vzťahov s technickými dielami na základe **systémových analýz**. Na celoštátnom seminári sme v zborníku „Systémové prístupy v inžinierskogeologickom výskume“ (1988) zhodnotili výsledky dosiahnuté na tomto poli. Ukázalo sa, že systémové a interdisciplinárne prístupy sa stávajú hlavným motorom modernizácie v teórii i praxi inžinierskej geológie. Umožnili ucelenejší a exaktnejší pohľad na skúmané javy i nové metódy ich hlbšieho objasňovania. **Metódy systémového modelovania** otvorili cestu k prognózovaniu a regulovaniu vývoja javov (veľmi významné pre zákonom požadované hodnotenia EIA).

Systémová analýza sa stala vhodným nástrojom aj na vedecké objasnenie predmetu i metód skúmania, ktoré charakterizujú našu vedeckú disciplínu a súčasne ju odlišujú od iných vedných odborov. Predmetom výskumu v 50. a 60. rokoch boli hlavne technicky významné stránky geologického prostredia a jeho zložiek. Vďaka systémovým prístupom v 70. a neskorších rokoch nastala **podstatná zmena**: miesto skúmania samotného geologického prostredia sa hlavným predmetom inžinierskej geológie stalo skúmanie a zabezpečenie environmentálne prijateľných interakcií medzi stavebnými, ťažobnými i inými dielami a ich geologickým prostredím. Za týmto účelom si inžinierska geológia vytvorila a osvojila veľký arzenál metód, metodických prostriedkov a metodologických prístupov.

V rámci viacerých úloh základného výskumu sme hľadali možnosti **modelovania interakcií medzi reálnym technickým dielom a jeho geologickým prostredím**. V období 80. rokov sme už využívali prostriedky modernej výpočtovej a grafickej techniky, čo sa plne rozvinulo v 90. rokoch. Do popredia vystúpili problémy modelov a ich adekvátnosti realite a s tým aj základná úloha inžinierskej geológie: „prekladať“ relevantnú informáciu z jazyka geológie, hydrogeológie a pod. do jazyka geotechniky a hydrotechniky, ktorý umožňuje výpočtové riešenia.

Metódy systémovej analýzy nám umožnili vysvetliť **interdisciplinárne väzby medzi inžinierskou geológiou a geotechnickým inžinierstvom**, ako aj ich vzťahy v súčinnosti pri získavaní relevantných poznatkov o skúmanom objekte. Týmto objektom spoločného záujmu je „**geologicko-technický systém**“, ktorý reálne vzniká pri spolupôsobení akéhokoľvek technického diela (stavebného, ťažobného atď.) s jeho prírodným geologickým prostredím. Demonštrovaná schéma (Obr. 1) vyjadruje miesto a úlohy inžinierskej geológie i geotechnického inžinierstva na operačnej ose „prieskum – projekty“, odlišnosť predmetov ich skúmania na spoločnom geoinžinierskom objekte, ich odlišné ale ku spoločnému cieľu zamerané postupy v etapovitom vytváraní inžinierskogeologických modelov prostredia, v upresňovaní modelov geotechnických, v postupnom doladovaní projektov a napokon i v realizácii geologicko-technických objektov.

Inžinierska geológia i geotechnické inžinierstvo využívajú pritom im vlastné metódy poznávania (geologické, geomechanické, geotechnické). Tieto činnosti (text kurzívou v zaoblených obdĺžnikoch) sú cielavedome zamerané na získavanie takého súboru údajov a informácií (text v lichobežníkoch), ktoré sú potrebné na optimálne „osadenie“ technického diela do geologického prostredia. Cesta vedúca od geologického prieskumu cez tvorbu inžinierskogeologických modelov a geotechnické modelovanie k úspešným projektom (čierne obdĺžniky) je zložitá a etapovitá. Na jej zodpovednej realizácii ale záleží nákladovosť, bezpečnosť i environmentálna prijateľnosť každého diela!

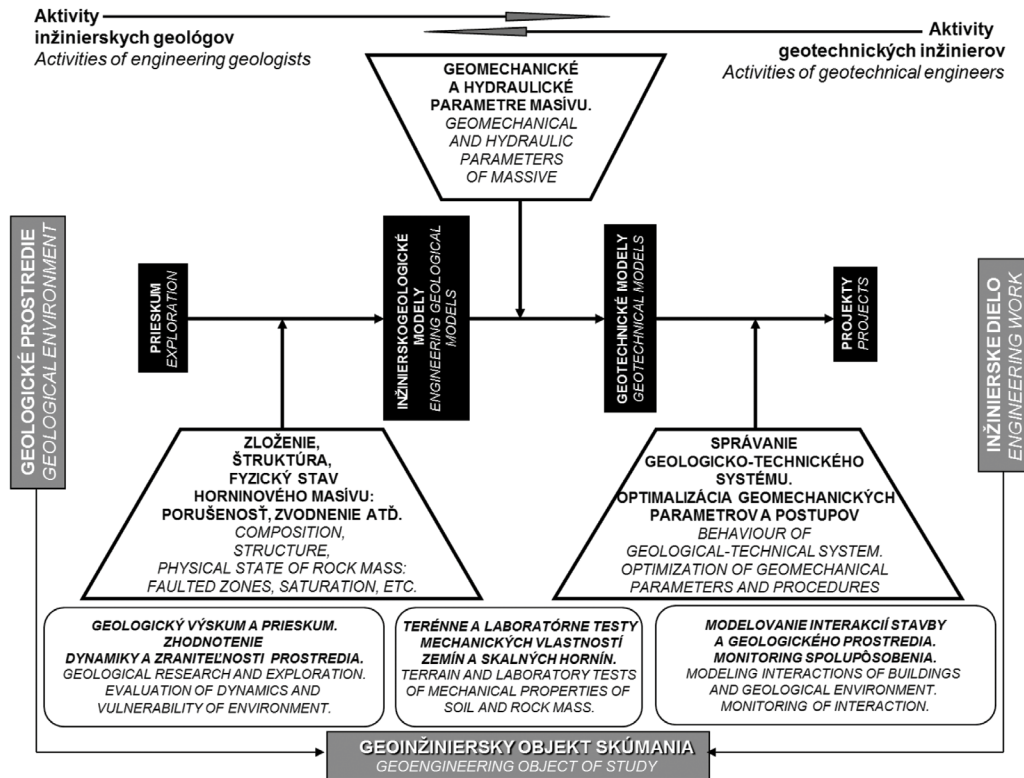
Nové metódy modelovania sa uplatnili aj v nových postupoch práce s mapami, v rôznych **transformáciách obsahu máp podľa potrieb rôznych užívateľov**. Budovanie databáz a rozvoj počítačovo-grafických techník znamenalo nové obdobie pre inžinierskogeologickú kartografiu, umožnilo v reálnom čase vykonávať na mapách valorizačné a optimalizačné operácie, i prognózovanie, bez ktorých si nemožno predstaviť napr. hodnotenia typu EIA (Obr. 2).

Viaceré pokusy na tomto poli vykonali M. Matula s V. Letkom a J. Vlčkom (napr. Letko, 1978; Vlčko, 1982), pri realizácii ktorých získali slubné výsledky. Treba však aj pri takýchto atraktívnych operáciách zdôrazniť, že ani pri používaní seba dokonalejších valorizačných a prognózovacích techník, ani pri transformáciách geologických máp na geotechnické, počítače nám neposkytnú reálne obrazy geologického prostredia. Toto môže byť najvernejšie zobrazené na základe hodnotenia jeho prírodných zložiek len na dobrej mape inžinierskogeologických pomerov, zostavenej na základe originálneho terénneho výskumu a mapovania.

4. INŽINIERSKA GEOLÓGIA V RÁMCI ŠTÁTNEHO PLÁNU VÝSKUMU

Katedra inžinierskej geológie a hydrogeológie UK vďaka cielavedomému úsiliu sa v krátkom čase stala centrom vedeckovýskumnej činnosti vo svojom odbore. Už v období 1961–1965 sa stala koordinačným pracoviskom pre inžinierskogeologický a hydrogeologický výskum v rámci Ministerstva školstva ČSSR. Od roku 1966 boli jej úlohy zaradené už do **Štátneho plánu základného výskumu (ŠPZV)**, v štruktúre ktorého v rokoch 1970–1991 bola hlavným koordinačným pracoviskom inžinierskogeologického výskumu pre obidve republiky (koordinátor prof. M. Matula).

V rámci nami koordinovanej hlavnej úlohy na riešenie jej tematickej náplne boli zaradené čiastkové úlohy jednotlivých riešiteľských kolektívov z vysokoškolských a akademických pracovísk ČSSR. Udržovali sme pritom úzke kontakty so zúčastnenými riešiteľskými pracoviskami v Prahe, Brne, Ostrave, Žiline a i., ale aj s pracoviskami aplikovaného výskumu i praxe, najmä s najväčšími podnikmi Stavební geologie v Prahe a Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum (IGHP) v Žiline. Koordinátor hlavnej úlohy bol náročný a prísny, zabezpečoval vysokú úroveň formulovania výskumných úloh, ako aj pravidelnosť čiastkových i záverečných oponentúr. Toto i dosiahnuté výsledky vysoko oceňovali aj riadiace orgány ŠPZV – rada kľúčovej úlohy



Obr. 1. Vzťahy inžinierskej geológie a geotechnického inžinierstva na operačnej ose „prieskum – projekty“.

Fig. 1. Relationship between engineering geology and geotechnical engineering along the operational axis „geological research – engineering design“.

(pre geologické vedy), i rada II. Programu pri Prezídium ČSAV v Prahe (pre vedy o Zemi a Vesmíre), v ktorých po celý čas sme boli osobne zastúpení.

Koordinátna práca nás stála veľa úsilia a energie, preto boli pre nás veľkým zadosťučinením napr. takéto hodnotenia vyslovené renomovanými vedcami na záverečných oponentúrach:

V roku 1975 prof. V. Mencl, DrSc. z Vysokého učenia technického Brno napísal: „Úroveň riešenia čiastkových úloh vykazuje vedecký prístup. Mimo vlastných riešiteľov prispel k tomu i prístup koordinátora, ktorý s veľkou starostlivosťou diskutoval o náplni jednotlivých čiastkových úloh s riešiteľmi, tak aj s inými pracovníkmi, ktorí by k danej otázke mohli svojimi názormi prispieť... Spoločenský význam riešenia hlavnej úlohy II-8-7 je neobyčajne veľký... Nedostatok inžinierskogeologických znalostí v praxi predstavuje stratu 200 až 400 miliónov Kčs ročne. Okrem ekonomických otázok výskumná práca prispieva aj ku zvyšovaniu metodologickej úrovne práce spracovateľov, k výchove študentov a mladých inžinierskych geológov a konečne i ku zvýšeniu prestíže československých pracovníkov inžinierskej geológie v zahraničí.“

Na záverečnej oponentúre nášho výskumu (12 čiastkových úloh) v roku 1980 vedúci vedecký pracovník pražského Ústavu geológie a geotechniky Československej akadémie vied Dr. Ing. J. Kohoutek, DrSc. uviedol:

„Československo je v disciplíne Inžinierska geológia svetovou veľmocou. Predstaviteľom modernej inžinierskej geológie u nás i v zahraničí je koordinátor hlavnej úlohy II-8-7. Pod jeho vedením vytvorili riešitelia čiastkových úloh a ich spolupracovníci teoretické základy regionálneho inžinierskogeologického výskumu a prieskumu, zvýšili úroveň exaktného

kvantitatívneho hodnotenia geologického prostredia a prognóz jeho prírodných i antropogénnych zmien. Existuje dostatok dôkazov, že vo svete je málo tak komplexne vykonaných a doložených výskumov, ako je súbor tu oponovaných správ.“

Výsledky päťročných cyklov výskumu po oponentúrach sme vždy predkladali odbornej verejnosti na **celostátnych vedeckých konferenciách** s publikovanými zborníkmi referátov: „Inžinierskogeologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov“. 336 strán. Vyd. SAV, Bratislava, 1979. – „Inžinierskogeologické problémy horninového a krajinného prostredia“. 204 strán. Dom techniky ČSVTS Košice, 1981. – „Progressívne smery v inžinierskogeologickom výskume“. 295 strán. Vyd. UK Bratislava, 1986. – „Inžinierska geológia – veda a prax“. 204 strán. SAIG Bratislava, 1991.

Podrobné informácie o výskume sú v už spomenutej publikácii k 50. výročiu inžinierskej geológie a hydrogeológie na Univerzite Komenského (2002). O inováčných trendoch výskumu sa pojednávalo v obsiahlom referáte (Matula, 2004). Dosiahnuté výsledky sme všetci využívali v referátoch na **medzinárodných konferenciách** doma i v zahraničí. Vďaka tomuto získala „firma“ – Department of Engineering Geology, Comenius University, Bratislava – dobré medzinárodné renomé.

Významným medzníkom v úsilí zapojiť sa efektívne do medzinárodnej vedeckej spolupráce bol 23. Medzinárodný geologický kongres v lete 1968 v Prahe. Naša aktívna účasť na organizovaní jeho podujatí a najmä veľmi vydarenej inžinierskogeologickej

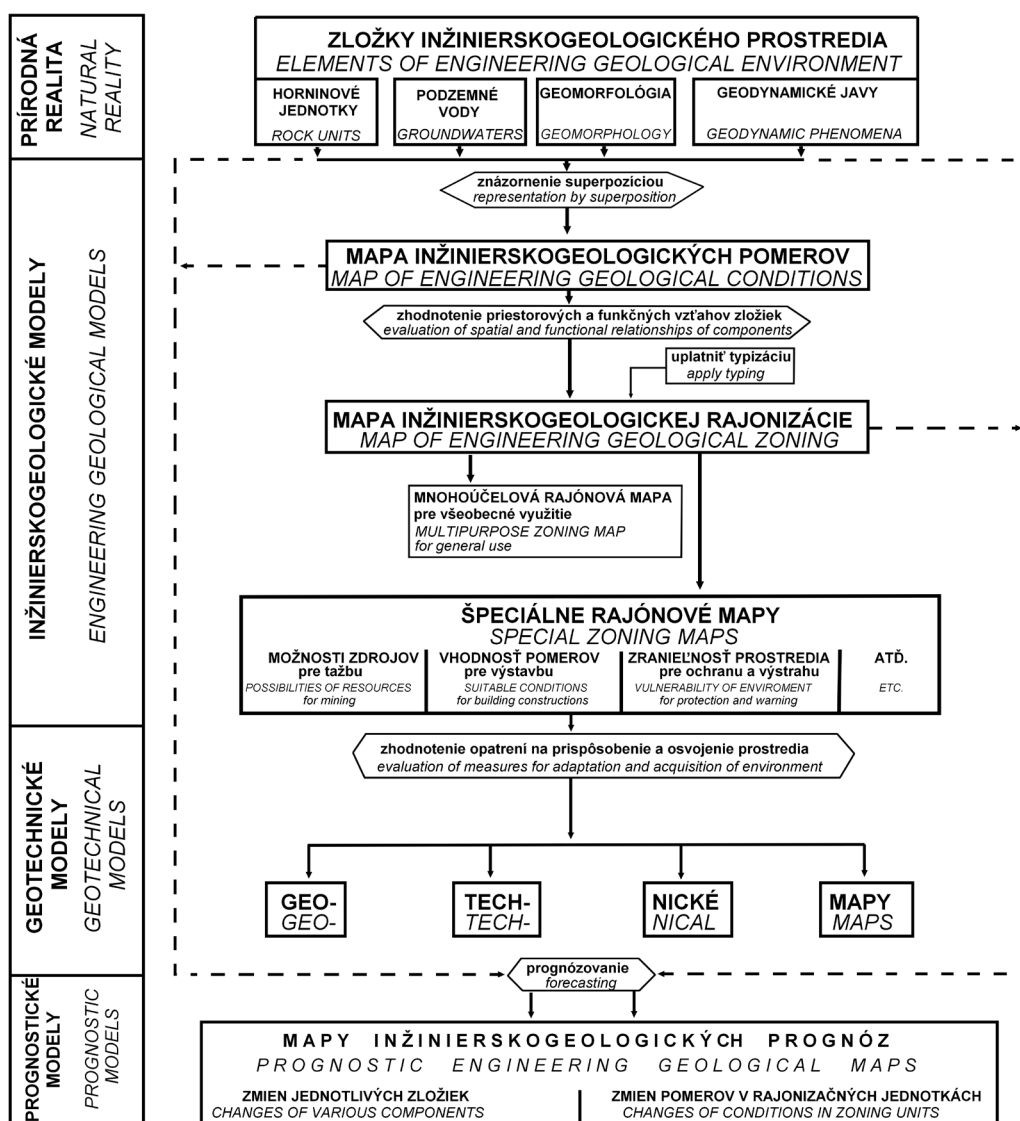
exkurzie po čs. Karpatoch (vedúci M. Matula, A. Nemček a V. Mencl), priniesla nám nielen uznanie dosiahnutých výsledkov, rozšírenie osobných kontaktov i efektívnych foriem spolupráce so zahraničnými pracoviskami, ktoré vyvrcholili aktivitami našich inžinierskych geológov v najvyšších orgánoch Medzinárodnej asociácie inžinierskej geológie – IAEG (prezident Q. Záruba, predsedovia stálych komisií M. Matula – mapovanie a J. Pašek – zosuvy).

Výsledky výskumných prác boli po celoštátnej oponentúre pravidelne odovzdávané do **Geofondu**, sú k dispozícii v archívoch výskumných pracovísk a boli použité v mnohých publikáciách ich pracovníkov (bibliografické zoznamy sú na katedre). Väčšina z nich predstavuje zaujímavé originálne prínosy, ktoré aj dnes sú užitočné nielen na ich priame využitie v praxi, ale tiež ako odrazové body pre rozvíjanie ďalšieho výskumu (Matula,

1989). Netreba zabúdať, že ani dnešná „remeselná“ fáza nemôže pretrvávajúť bez toho, že by sa tento vedný a profesionálny odbor neoploďoval novými poznatkami a metodickými prístupmi vedeckého výskumu. Toto sa ukáže vždy najmä pri riešení zložitejších problémov (niekedy aj nepredvídaných !) súvisiacich s realizáciou väčších akcií a náročných stavieb.

5. UPLATNENIE VÝSLEDKOV VÝSKUMU V PRAXI

V popredí našej pozornosti vždy bola využiteľnosť a uplatnenie výsledkov výskumu v riešení úloh praxe. Výskumné úlohy sme formulovali, riešili i hodnotili v úzkej spolupráci s odborníkmi prieskumných a projektových organizácií, výskumníci svoje



Obr. 2. Postupná transformácia údajov o geologickom prostredí v tvorbe inžinierskogeologických máp rôzneho obsahu a účelu.

Fig. 2. Subsequent transformation of data on the geological environment in the preparation of engineering geological maps of different contents and purpose.

postupy a výsledky preverovali pri riešení zložitých úloh výstavby. Na prenášanie výsledkov výskumu do oblasti ich využitia slúžili pravidelné konferencie, široká publikačná činnosť, vydávanie metodických príručiek (v rámci edície IGHP n. p.), účasť na vypracovaní metodických smerníc ústredných geologických úradov i štátnych noriem ČSN, ako aj účelný výber zmluvných úloh a naša priama expertná spolupráca na príprave výstavby veľkých technických diel. Trvalú hodnotu pre prax majú publikované mapové diela, najmä súborný atlas inžinierskogeologických máp SSR (Matula et al. 1989). V úzkej nadväznosti na riešenie úloh základného výskumu, na získané vedecké poznatky a osvojené nové metódy, vykonávala sa tiež naša široká expertná spolupráca na príprave výstavby veľkých technických diel v rámci účelne uzatváraných zmluvných úloh s rezortmi praxe. Oceňovaná bola aktívna účasť predstaviteľov výskumu v rozhodovacích a poradných vládnych i akademických orgánoch.

Základný výskum vytváral východiská pre výskum aplikovaný a smeroval k riešeniu fundamentálnych problémov v praxi:

1. Výskum regionálnej inžinierskej geológie a prehĺbenie metodológie mapovania pomohli vytvoriť ucelený obraz inžinierskogeologických pomerov na území Slovenska. Ich rajonizácia bola zjednocujúcim rámcom pre ďalšie špecializované regionálne výskumy. Dosažené výsledky slúžili na realizáciu rozsiahleho štátneho programu zostavovania podrobnejších máp a typologickú rajonizáciu územia na účely územného plánovania a projektovania.
2. Štandardizovaný výskum vlastností hornín a horninových masívov, ich podstaty a genetickej podmienenosti našiel praktické využitie v zdokonalení inžinierskogeologických a geotechnických klasifikácií hornín, ako podkladov pre nové normy a technické postupy komplexného hodnotenia horninového prostredia. Vytvoril základ zostavovania Inžinierskogeologického atlasu hornín Slovenska.
3. Výsledky výskumu vývoja a rozšírenia geodynamických procesov dôležitých z hľadiska výstavby i ochrany prostredia sú využívané najmä v celoštátnej registrácii zosuvov a v programe výskumu a prieskumu zosuvov na Slovensku. Nové poznatky boli podkladom na zdokonalenie hodnotenia procesov i profylakticko-sanačných opatrení.
4. Syntetizácia poznatkov inžinierskej geológie z hľadiska rozvoja i ochrany životného prostredia bola predpokladom pre racionalizáciu geologickej prognostiky a regulácie interakcií stavieb s ich prostredím. Poskytuje metodické východiská pre hodnotenia EIA.

Veľký význam pri prenose výsledkov základného výskumu do programov aplikovaného výskumu a do oblasti ich realizácie v praxi prieskumných závodov malo zriadenie „**Oborovej rady Ústredného geologického úradu pre aplikovaný inžinierskogeologický a hydrogeologický výskum**“ v roku 1964.

Pracovali v nej profesori Q. Záruba, V. Mencl a M. Matula za vysoké školy, J. Pašek za ČSAV, zástupcovia „odberateľských“ rezortov, ako aj predstavitelia hlavných pracovísk odboru v rámci rezortu ÚGÚ. „Oborová rada“ na základe rozboru vývojových tendencií obidvoch geologických odborov u nás i v zahraničí vypracovala koncepciu ich ďalšieho vedecko-technického rozvoja, ako aj plán hlavných smerov vedeckého výskumu.

Medzirezortne koordinovala plány základného a aplikovaného výskumu, spoluprácu s RVHP, uplatňovanie skúseností z medzinárodných stykov. Presadzovala zásadné opatrenia v systéme výchovy a zvyšovania kvalifikácie odborníkov. Z článku predsedu „Oborovej rady ÚGÚ“ (Matula, 1967) je zrejme, že strategické ciele základného výskumu ŠPZV sa stali kostrou smerovania aplikovaného výskumu na rezortných i mimorezortných inžinierskogeologických pracoviskách.

Realizáciu jednotlivých návrhov vypracovaných „Oborovou radou“ zabezpečoval zo štátneho rozpočtu Ústredný geologický úrad. Príkladom môžu byť rozsiahle projekty systematického zostavovania prehľadných inžinierskogeologických máp pre územie celého štátu i podrobnejších máp pre investične exponované oblasti, ako aj vládny projekt dopĺňovania registra zosuvov a zostavovania špeciálnych máp zosuvných oblastí.

6. ZÁVERY

Vráťme sa k názvu tohto príspevku: Ako sa naša inžinierska geológia stala vedeckou disciplínou. Kedy sa sformovala požadovaná predmetná a metodologická jednota výskumu v oblasti skúmania vzťahov medzi technickým dielom a jeho prírodno-geologickým prostredím, s cieľom dosiahnuť ich harmonickú koexistenciu. Ako sa u nás vyvíjal systém vedeckých poznatkov v tejto oblasti reality a ako sa vytvárala tomu zodpovedajúca forma organizovania vedeckej práce. A ako sa formovala vedecká škola modernej inžinierskej geológie na Slovensku.

Vznik a rýchly rozvoj inžinierskej geológie ako samostatného odboru geologických vied po druhej svetovej vojne bol historickou nevyhnutnosťou, vyvolanou explozívnym rozvojom moderného stavebníctva a jeho nástojčivých požiadaviek. Bolo treba, aby sa na vedeckých základoch usporiadal celý systém poznatkov o geologických podmienkach budovania technických diel, ako aj špecifických metód ich získavania a hodnotenia.

Na základe analýzy stavu a úloh nášho odboru sme najprv vytýčili a potom dlhodobo realizovali koncepciu vedeckého rozvoja inžinierskej geológie, pričom sme sa sústredili na strategické úlohy, smerujúce k formovaniu predmetu a špecifických metodických postupov nášho vedeckého výskumu. Podstatný význam mala skutočnosť, že s napredujúcim spoločensko-technickým vývojom sa postupne preformovali a spresnili aj definície základných úloh nášho vedného odboru. Predmetom výskumu v 50. a 60. rokoch minulého storočia boli tie stránky geologického prostredia a jeho zložiek, ktoré významne ovplyvňovali podmienky budovania stavieb, ťažobných diel, resp. využívanie hornín ako stavebných materiálov. V 70. rokoch sa však predmet nášho bádania rozšíril a stal sa ním výskum a zabezpečenie technicky i environmentálne prijateľných interakcií medzi stavebnými, ťažobnými i inými dielami a ich geologickým prostredím. O hlavných oblastiach a osobitých metódach bádania sme stručne pojednali v jednotlivých podkapitolách vyššie. Postupne sa upevnilo všeobecné uznanie, že naša inžinierska geológia už v tom období mala všetky atribúty samostatného vedného odboru.

Dlhodobá skúsenosť potvrdzuje, že vedecký výskum a umné uplatňovanie jeho výsledkov je zdrojom i motorom pokroku v každom odbore ľudskej činnosti. Nové vedecké poznatky i metódy posúvajú vpred aj schopnosti inžinierskej geológie pri riešení zložitých problémov harmonického spolupôsobenia

medzi prírodným geologickým prostredím a dielami i aktivitami človeka. Vzrastajúci počet informácií o úspešných riešeniach dosiahnutých aj v súčasnej dobe našimi inžinierskymi geológmi v praxi dokazuje, že to platí aj na Slovensku.

Literatúra

- Andrusov D., 1953: O význame inžinierskej geológie. Rukopis prednášky na plenárnej schôdzi odbočky Čs. spoločnosti pre mineralógiu a geológiu v Bratislave.
- Holzer R., Laho M., Wagner P. & Bednarik M., 2009: Inžinierskogeologický atlas hornín Slovenska. ŠGÚDŠ, 532 p.
- Hyánková A., 1967: Formovanie inžinierskogeologických vlastností stredoslovenských andezitov v jednotlivých štádiách ich petrogenézy. Dizertačná práca, PriF UK Bratislava.
- IAEG-UNESCO, 1976: Engineering geological maps. A guide to their preparation. UNESCO Press Paris, 79 p.
- Letko V., 1978: Inžinierskogeologické hodnotenie prostredia pre urbanizáciu na príklade Bratislavy. Dizertačná práca, PriF UK Bratislava.
- Lugeon M., 1933: Barrages et Géologie. Lausanne.
- Matula M., 1956: Rozvoj inžinierskej geológie v posledných 30 rokoch. Naša veda, Vyd. SAV, 3, 2, 75–80.
- Matula M., 1961: Nový spôsob zostavovania základnej inžinierskogeologickej mapy. *Acta geologica Universitatis Comenianae*, 7, 7–25.
- Matula M., 1967^a: Koncepcia ďalšieho vedeckotechnického rozvoja inžinierskej geológie v ČSSR. *Geologický průzkum IX*, 5, 147–148.
- Matula M., 1967^b: Regionálny inžinierskogeologický výskum Slovenska (doktorská dizertácia DrSc.), PriF UK Bratislava, 288 p.
- Matula M., 1969^a: Regional Engineering Geology of Czechoslovak Carpathians. Vydavateľstvo SAV, 255 p.
- Matula M., 1969^b: Engineering Geologic Investigation of Rock Heterogeneity. *Rock Mechanics – Theory and Practice*. (Proceeding of Symposium on Rock Mechanics, Berkeley), 25–42.
- Matula M., 1979: Geológia a životné prostredie. Osveta Bratislava, 291 p.
- Matula M., 1988: Systémový prístup v inžinierskej geológii. Systémové prístupy v inžinierskogeologickom výskume, Vydavateľstvo UK, 4–16.
- Matula M., 1989: Progresívne prístupy a metódy v inžinierskej geológii. *Acta Polytechnica*, ČVUT Praha, 7 (5, 1), 31–40.
- Matula M., 2002: Pol storočia inžinierskej geológie a hydrogeológie na Univerzite Komenského. SAIG Bratislava, 126 p.
- Matula M., 2004: Inovačné témy výskumu v rozvoji inžinierskej geológie. *Mineralia Slovaca*, 36, 2, 107–118.
- Matula M., Nemčok A., Pašek J., Řepka K. & Špůrek M., 1963: Sesuvná území ČSSR. Súhrnná záverečná správa s mapou registrovaných zosuvných území. Ústredný geologický ústav a Geofond, Praha.
- Matula M. & Pašek J., 1966: Zásady inženýrskogeologického mapování. Sborník geologických věd, řada HIG, Academia Praha. 5, 161–174.
- Matula M. & Hyánková A., 1975: Dependence of Engineering Geological Properties of Igneous Rocks in Czechoslovak Carpathians on their Petrogenesis. *Bulletin IAEG*, 11, 9–12.
- Matula M. & Hrašna M., 1976: Typologická rajonizácia v inžinierskej geológii. *Acta geologica Universitatis Comenianae*, 29, 5–29.
- Matula M. & Holzer R., 1976: Návrh metodiky inžinierskogeologickej typizácie horninových masívov. *Acta geologica Universitatis Comenianae*, 29, 29–57.
- Matula M. & Holzer R., 1978: Engineering Geological Typology of Rock Masses. Grundlagen und Anwendung der Felsmechanik. Karlsruhe-Clausthal. TransTech Publications, 107–121.

- Matula M., Hyánková A. & Pokorný M., 1979: Petrogenetická podmienenosť mechanických vlastností hornín. Inžinierskogeologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. VEDA, 41–53.
- Matula M., Hrašna M. & Ondrášik R., 1989: Využitie a ochrana geologického prostredia SSR. Vysvetlivky k inžinierskogeologickej mape SSR 1:200 000. GÚDŠ a Slovenská kartografia, Bratislava, 48 p.
- Nemčok A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. VEDA, 319 p.
- Nemčok A., Pašek J. & Rybář J., 1979: Regionálne zhodnotenie svahových pohybov v ČSSR. Inžinierskogeologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. VEDA, 111–131.
- Ondrášik R., 1968: Výskum kóry zvetrávania skalných hornín na Slovensku. *Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae*, 16, 5–24.
- Ondrášik R., 1992: Regionálne zákonitosti inžinierskej geodynamiky v slovenských Karpatoch (doktorská dizertácia). PriF UK, Bratislava.
- RVHP, 1966: Instrukcija po sostavlenu unificirovannyh osnovnyh inženerogeologičeskich kart. 44 p. Súbor vzorových máp. SEV Moskva.
- Savarenskij F. P., 1939: Inženernaja geologia. Moskva.
- Vlčko J., 1982: Optimalizačná analýza v inžinierskogeologickom hodnotení pohronskeho metropolitného regiónu (dizertačná práca). PriF UK, Bratislava.
- Wagner P., 1988: Nerovnorodosť a anizotropia. Moderné metódy hodnotenia horninového a životného prostredia. Vyd. UK, I, 157–167.
- Záruba Q. & Mencl V., 1954: Inženýrská geologie. ČSAV, 475 p.

Summary: A scientific discipline meets the basic scientific attributes, provided the given field of science has formulated its special subject and specific methods of investigation, and it is also theoretically and empirically justifiable, historically incurred and relatively stable structural unit of science. For us, who in the second half of the 20th Century were in charge of building a new department of Engineering Geology at the newly established Faculty of Geological and Geographical Sciences (FGGV), it became increasingly obvious that in addition to running and improving the educational process, we must pay primary attention to the scientific research and in this way proceed to the creation of the scientific status of engineering geology.

The emergence and rapid development of engineering geology as a separate field of geological sciences after World War II was a historical necessity, caused by explosive development of modern construction and its insistent demands for creating a system of organized knowledge on geological conditions of engineering construction works, as well as specific methods of data acquisition and evaluation.

Starting from these requirements, we built a long-term conception for the development of advanced engineering geology, where we defined strategic tasks that would lead to the formation of the subject and the specific methodological approaches of our scientific research. In 50ties and 60ties, the conception rested on the following pillars:

- The regional dimension of research, based on the knowledge that the correct assessment of site conditions for individual buildings can not be done without clarifying their regional-structural geology contexts and specificities.
- The necessity of the complex examination and evaluation of individual phenomena resulted from a greater degree of versatility, variegated development and mutual conditionality of individual geological environmental components (rocks, groundwater, geomorphology and geodynamic phenomena).
- Developmental dynamic dimension of research emerged from the knowledge of the constant variability of geology and dynamics of

geological environment, which involves a number of exogenous and endogenous processes with implications for technical works.

In the 70ies and 80ies as other pillars of modern research have become new methodological procedures for evaluating the studied phenomena:

- d) The environmental approaches, it means purposeful assessment of geological phenomena in terms of their environmental impact – and not only, as previously, the aspect of their exploitability in terms of good foundation grounds, exploitable water resources, urbanization of appropriate areas, respectively, in terms of building or engineering works threats.
- e) System and interdisciplinary approaches have become the main engine of modernization of engineering geology, in theory and practice. They allow a more accurate and complete view of the phenomena studied and new methods for their further upgrade. System modeling methods have opened the way to regulate and forecast the future development of phenomena studied (EIA).

Characteristics of content, methods and results, achieved by this kind of conceptual research are briefly given in the relevant subsections. Highly appreciated is the inclusion of engineering geology in long-term Government Plan for Basic Research, which has become for us a stable form of the organization of scientific work. Theoretical and practical relationships of our discipline to other geological sciences, and mainly to geotechnical engineering have crystallized, which has contributed to the removal of long-lasting rivalries in ensuring optimum coexistence of technical works with their geological environment.