

624. 131 (434. 64)

PROBLEMATIKA INŽINIERSKEJ GEOLÓGIE VÝCHODNÉHO SLOVENSKA

V. PIKART — A. GÍRET — M. INGR — J. OSLANEC*

Sur les problèmes géologiques de l'ingénieur en Slovaquie Orientale

L'article apporte un aperçu des travaux hydrogéologiques et géologiques de l'ingénieur effectués dans la région de la Slovaquie Orientale. On présente aussi les méthodes de ces travaux géologiques de l'ingénieur en ce qui concerne la fondation des bâtiments industriels, des constructions hydrauliques et hydroénergetiques aussi que la construction des maisons d'habitation.

Dynamický rast stavebných prác v našej republike je v ostatných desaťročiach úzko spätý so širším uplatnením prírodných vied, osobitne s mladým vedným odborom, ako je inžinierska geológia. Stavebná činnosť, ktorá má nepriaznivý vplyv na rozvoj inžinierskej geológie a geotechnických prieskumných metód, sa najmarkantnejšie prejavuje práve na východnom Slovensku, kde rozsah investičnej činnosti nemá obdobu ani v porovnaní s inými, vysoko priemyselnými oblasťami republiky. Toto uplatnenie a stále väčšia vážnosť inžinierskej geológie pri projekčno-stavebných zámeroch vyplynuli predovšetkým z narastajúcich požiadaviek na podrobnejšiu znalosť horninového prostredia ako základovej pôdy v súvislosti s výstavbou veľkých, odvážnych, ale pritom bezpečných konštrukcií.

Prvá organizačná jednotka inžinierskej geológie v Košiciach, vytvorená v roku 1950, najmä v súvislosti s narastajúcimi úlohami pri budovaní priemyselných a vodohospodárskych stavieb a pri rozsiahlej občianskej bytovej zástavbe ustavične rastie. Vývoj sa však neuberá len kvantitatívnym smerom. Rast úloh a zložitost problémov si nevyhnutne vyžiadali vytvoriť organizačnú jednotku schopnú operatívne a komplexne zabezpečovať inžinierskogeologický prieskum v súlade s národohospodárskymi plánmi pre východné Slovensko. Preto sa v roku 1960 v Košiciach vyčlenila geologická služba a o štyri roky neskôr sa zriadilo laboratórium mechaniky zemín. Postupné dopĺňanie pracoviska geologickými kádrami umožnilo nielen zlepšiť koordináciu výrobnjej a hodnotiacej činnosti, ale aj zachytiť prudký rast požiadaviek v inžinierskej geológii pri takých rozsiahlych a problémovo náročných úlohách, ako bol napríklad prieskum pre Podvihorlatskú nádrž a vodohospodársko-melioračné

* Ing. Vladimír Pikart, Ing. Mikuláš Ingr, Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, Rajecká cesta, 010 51 Žilina.

P. g. Amos Gíret, p. g. Jozef Oslanec, Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, 040 01 Košice-Tahanovce.

úpravy celej Východoslovenskej nížiny, vodné dielo Veľká Domaša, Ružín, širokorozchodná trať, hutnícky kombinát Východoslovenské železiarne ap. To je však iba jedna stránka rozvoja inžinierskej geológie, ktorú by bolo možno vyjadriť napríklad v raste finančného objemu. Oveľa závažnejšie sa však ukázali úlohy späté s potrebou vyššej odbornej úrovne inžinierskogeologických kádrov, s používaním nových prieskumných metód, terénnych a laboratórnych skúšok a s netradičnými metodickými postupmi, ktorými sa získavajú presnejšie geologické informácie, čo sa prejavuje v bezpečnejších a ekonomickejších návrhoch stavebných zámerov.

Na hlavných druhoch stavebných investícií pripravovaných alebo realizovaných na východnom Slovensku dokumentujeme rozvoj inžinierskej geológie predovšetkým z hľadiska zmien v metodike, v nových prístupoch k úlohám a v používaní nových, modernejších a racionálnejších prieskumných metód.

Inžinierskogeologický prieskum pre vodné diela sa ešte v nedávnej minulosti neuskutočňoval komplexne a nezahŕňal celú problematiku aplikovanej geológie v dnešnom chápaní. Riešili sa najmä otázky geologickej stavby záujmového územia, orientačne tektonické pomery a ich vplyv na stabilitu územia, priepustnosť, hĺbku zakladania ap., ale bez dostatočných priamo zistených kvantitatívnych údajov. V súčasnosti sa inžinierskogeologický prieskum zaoberá nielen geologicko-tektonickou stavbou záujmového územia vo všeobecnom poňatí, ale rieši najmä *vplyv geologického prostredia na stavebné dielo*. V plnom rozsahu obsahuje aj problematiku prieskumu vhodných stavebných materiálov, pretvárania a stabilitu svahov nádrže a priehradného miesta v priebehu výstavby, prieskum náhradných komunikácií, problematiku priepustnosti a tesnenia hornín. V oveľa väčšej miere sa využívajú prieskumné diela na získanie maxima poznatkov o nehomogenite horninového masívu, ako je priebeh plôch mechanickej nespojitosti, litologická zonálnosť a ich geotechnické vlastnosti. Rozširuje sa používanie karotáže, optických metód pri obhliadke stien vrtov (periskop, televízna sonda), geokustické meranie v oblastiach s predpokladanými zmenami napätosti a takto získaný „geologický obraz“ sa dopĺňa o pretvárnú pevnosťnú charakteristiku jednotlivých typov hornín a zón s rozdielnymi vlastnosťami základovej pôdy.

Bežne sú rozšírené *presiometrické skúšky* vo vrtoch Ménardovým presiometrom, zafažovacie skúšky s meraním priebehu deformácií a napätia v horninovom masíve a šmykové skúšky na blokoch horniny a na plochách mechanickej nespojitosti. Väčšina týchto moderných metód sa v poslednom desaťročí použila pri prieskume pre vodné diela situované vo flyšovom prostredí paleogénu alebo v starších horninách paleozoika v etape predbežného a podrobného prieskumu. Výsledky skúšok in situ umožnili spresniť situovanie priehradného telesa a hlavných objektov a navrhnúť optimálny a pokiaľ možno najbezpečnejší technologický postup stavebných prác. Príkladom sú priehrady Veľká Domaša, Ružín, Podvihorlatská nádrž, Bukovec-havarijná nádrž, alebo rozostavané vodné diela, ako je Bukovec-vodárenská nádrž, prípadne v súčasnosti skúmané priehradné miesta Starina a Tichý Potok.

V oveľa väčšej miere ako v minulosti sa využívajú *geofyzikálne merania* na získanie východiskových podkladov na spresňovanie geologicko-tektonických pomerov a na ekonomický návrh terénnych prieskumných prác. Počiatočná nedôvera geológov v presnosť a hodnovernosť výsledkov týchto meraní, ktorú zavinilo nevhodné použitie geofyzikálnej metódy a nesprávna interpre-

tácia, sa postupne rozplynula. V súčasnosti sú geofyzikálne metódy bežné na väčšine vodných stavieb. Prevládajú metódy odporového profilovania, vertikálnej elektrickej sondáže, seizmické a geoakustické merania, ultrazvuková karotáž, seizmické prežarovanie medzi vrtmi ap., a to vždy v kombinácii s klasickými prieskumnými metódami. Mimoriadne úspešné boli geofyzikálne metódy pri zisťovaní rozsahu orientácie krasových dutín a preferovaných filtračných ciest v priehradných profiloch Meliata na rieke Muráň, pri identifikácii poruchových zón a spresňovaní priebehu pliocénnej štrkovej formácie na vodnom diele Bukovec. V mieste priehradného profilu Veľká Domaša preukázala geofyzika (VES, odporové profilovanie) možnosť výskytu agresívnej vody, čo neskôr plne potvrdil vrtný prieskum a stavebné práce.

Ďalšou veľkou úlohou pred výstavbou vodných diel je *overovanie priepustnosti podzákladia a injektovateľnosť hornín*. Sú to otázky, ktorých správne riešenie vo veľkej miere ovplyvňuje nákladovosť a realizovateľnosť stavieb. Dobré vybavenie injekčných súprav modernými prístrojmi, optimálna voľba technológie skúšok a používanie nových injekčných zmesí, závislých od hydraulických vlastností prieskových ciest umožňuje navrhnuť všetky nevyhnutné parametre injekčnej clony v podzákladi priehradného telesa. Laboratórne boli vyskúšané optimálne zmesi injekčných silikátových hmôt, koagulátory na báze živíc, ilocementové a cementopopolčkové zmesi, ktoré sú odolné voči agresívnej vode. Prieskumné práce pri zisťovaní priepustnosti sa nekončia najvyššou prieskumnou etapou, ale pokračujú aj po postavení priehrad kontrolou tesniacich clôn, overovaním stability injekčných hmôt a predpokladov prúdenia vody pod priehradným telesom pred postavením vodného diela a po jeho realizácii.

Rozvoj hydroenergetických stavieb nielenže vplýval na rozvoj inžinierskej geológie, ale kombináciou rozličných prieskumných terénnych a laboratórnych skúšok a meraní sa získali cenné korelačné vzťahy medzi skúškami in situ a laboratórnymi metódami, čo umožnilo riešiť úlohy z rozličného odborného pohľadu, teda komplexnejšie a na vyššej kvalitatívnej úrovni. Rozsah prieskumných prác realizovaných na východnom Slovensku pri projekcii a výstavbe vodných diel je veľký. Bolo preskúmaných 45 priehradných profilov v povodí rieky Hornád, Poprad, Torysa, Topľa, Ondava, Laborec a Cirocha, z toho 8 priehradných miest v etape podrobného prieskumu, 9 v predbežnom prieskume a 28 v nižších stupňoch prieskumu. Aj keď problematika a náplň inžiniersko-geologického prieskumu vodohospodárskych stavieb zostáva vo všeobecnosti rovnaká alebo veľmi podobná, v rozličných geologických formáciách a litologicky odlišných horninových komplexoch vznikajú vždy špecifické problémy. Tak napríklad pri vodných stavbách budovaných v granitoidných a metamorfovaných horninách paleozoika (vodné dielo Ružín, Bukovec) sú problémy s presným vymedzením mylonitových zón a plôch nespojitosti v podloží priehradného telesa a na svahoch a s hodnotením ich vplyvu na stavebnú konštrukciu a stabilitu svahov v priebehu výkopových prác a po napustení nádrže. V okrajových zónach Spišsko-gemerského rudohoria v blízkosti styku so sedimentárnym neogénom kotlín sa prejavujú neogénne zvetrávacie pomery degradáciou pretvárných a pevnostných vlastností starších hornín s vysokou priepustnosťou prostredia do značných hĺbok (vodné dielo Bukovec, Medzev).

V mezozoických karbonátových útvaroch je pri nepriaznivej geologicko-tonickej stavbe základným problémom možnosť úniku vody podzákladím, po

stranách priehrady a z nádrže cez skrasovatené horniny a nedostatok vhodného materiálu na budovanie tesniaceho jadra pri sypaných hrádzach alebo štrku pri betónových priehradách.

Viac ako 80 % skúmaných priehradných miest je situovaných do flyšových hornín paleogénu, pri ktorých v dôsledku viac-menej pravidelného striedania odlišných komponentov s rozličnými mechanickými vlastnosťami ide o zložitejšiu problematiku. Rozsiahle svahové deformácie v priehradných miestach alebo v zátopnom území vyžadujú preskúmať niekoľko alternatív (napríklad pri 3. profile vodného diela Tichý Potok), vznikajú ťažkosti so zabezpečením konštrukčného materiálu do hrádze, s utesňovaním podložia v priehradnom mieste a s agresivitou podzemnej vody, ktorá sa vyskytuje pri väčšine z dosiaľ skúmaných profilov vo flyši.

Veľkú časť východného Slovenska tvorí nížina. Vypĺňajú ju málo únosné a nespevnené neogénne a mladšie sedimenty a celé územie tejto rozsiahlej depresie má tendenciu klesať. V rámci *vodohospodárskych úprav Východoslovenskej nížiny* bolo vybudované jedno z najväčších vodných diel — Podvihorlatská vodná nádrž, ktorá má retenciu 334 mil. m³ a rozlohu 33,5 km². Tá spolu s polderom pri Beši, odvodňovacími a závlahovými kanálmi, čerpacími stanicami a reguláciou spádových pomerov Latorice a Bodrogu zabraňuje škodám, ktoré vznikali v každoročne sa opakujúcich záplav. Z uvedených typov vodohospodárskych úprav je zrejmé, že sa výstavba opierala o zemné práce spojené s premiestnením a spracovaním miliónov m³ zemín. Použité zeminy predstavujú v prevažnej miere netradičný stavebný materiál, ktorý je objemovo nestály, má vyššiu vlhkosť a je ťažko spracovateľný. Rozhodujúcou skupinou otázok, ktoré inžinierskogeologický prieskum riešil po celé obdobie vodohospodárskych úprav Východoslovenskej nížiny, bolo overenie nálezísk najvhodnejšieho stavebného materiálu, stanovenie reprezentatívnych hodnôt fyzikálno-mechanických vlastností a postupov pri spracovávaní zeminy a konečne odporúčenie takých ochranných opatrení, ktoré by zaručili tak stabilitu zabudovaného materiálu, ako aj vlastných objektov.

Tak ako pri vodných stavbách aj v oblasti industrializačných zámerov — *pri výstavbe priemyselných areálov* — stúpajú požiadavky na hodnovernejšie geologické a najmä geotechnické podklady, ktoré by charakterizovali horninové prostredie ako základovú pôdu, jej reakcie na vyvolané zmeny napätosti od stavieb a vzájomné vzťahy medzi zmenami v základovej pôde a stavebnou konštrukciou. Potreba stále komplexnejších výsledkov z prieskumných prác, laboratórneho a terénneho skúšobníctva vystupuje do popredia s narastajúcou hmotnosťou a zložitou stavieb, s vyšším špecifickým zafarbením základovej pôdy, so zemnými technologickými postupmi a so zavádzaním prefabrikácie do stavebnej praxe.

Prieskum pre priemyselné objekty a areály sa musí do značnej miery opierať o *laboratórne skúšky*, ktoré pri väčšom počte umožňujú uvádzať v geologických informáciách výpočtové hodnoty vlastností základovej pôdy získané na základe štatistického spracovania. Klasické metódy so svojimi jednotlivými fázami (vrtné — odber vzoriek — laboratórne skúšky) nie sú však schopné natrvalo plne uspokojovať požiadavky projektanta. Preto v niekoľkých posledných rokoch zavádzame pri prieskume pre priemyselné stavby práve v oblasti východného Slovenska nové, progresívne metódy, ktoré umožňujú priamo v teréne rýchlo, spoľahlivo a lacnejšie získať informácie o základovej pôde.

Z nových metód sú to presiometrické skúšky a najmä hĺbková kontinuálna penetrácia. Moderné mechanizované prístroje na dynamickú a statickú penetráciu umožňujú robiť sondy do hĺbky 20–30 m a riešiť celý rad úloh, napr.:

- stanoviť úložné pomery stavenísk a posúdiť homogenitu prostredia,
- určiť parametre fyzikálno-mechanických vlastností zemín,
- určiť výpočtové namáhanie základovej pôdy,
- upresniť hĺbku zarazenia a nosnosti pilót.

Tak ako niektoré nepriame prieskumné metódy aj penetrácia sa musí opierať o výsledky klasických foriem prieskumu. S úspechom sa použila v oblasti Čiernej n/Tisou, kde bolo závažným problémom určiť uľahnutosť piesku, vo väčšej miere pri geotechnickom prieskume staveniska turbocentrály vo Vojanoch, pri stanovení únosnosti pilótových základov v oblasti Vranova, Košíc a na celom rade menších stavenísk v oblasti Východoslovenskej nížiny, kde sú relatívne najpriaznivejšie podmienky na jej uplatnenie.

V súvislosti s prieskumom pre priemyselnú zástavbu na východnom Slovensku nemožno obísť rozsiahly prieskum pre hutnícky kombinát VSŽ, ktorý spočíval okrem poznania základnej geologickej stavby v určení priebehu, mocnosti a hĺbky stlačiteľnej ílovitej zeminy a predovšetkým v zistení jej pevnostných a pretvárnych vlastností. Základná sieť vrtov, usporiadaná do štvorcovej siete (so spresnením v mieste zložitejších objektov, umožnila vyčleniť rajóny s rovnakými základovými podmienkami pre rozličné typy objektov.

Východné Slovensko je z inžinierskogeologického hľadiska veľmi citlivou oblasťou na trasovanie *liniových stavieb*, a to v dôsledku silne rozvinutých geodynamických pomerov, akými sú svahové deformácie. Ich vznik je tu podmienený sériou vzájomne sa dopĺňajúcich faktorov, akými sú geologicko-tektonické a klimatické pomery, a v súvislosti so všestranným rozvojom tejto oblasti predovšetkým ako negatívny dôsledok stavebnej činnosti. Stavebné zásahy do prírodných podmienok v minulosti boli nepomerne menšie ako v súčasnosti, a preto aj opatrenia proti aktivizácii svahových pohybov a pozornosť venovaná týmto problémom nie je porovnateľná s dnešným stavom, keď stavebné práce menia doslova ráz krajiny.

Projekčné zámery, ktoré sa posudzujú prevažne podľa ekonomických hľadísk, často nedovoľujú vyhnúť sa *zosuvným oblastiam*. Príkladom môže byť projektovaná trasa diaľnice, ktorá v okolí Prešova prechádza cez rozsiahle potenciálne aktívne svahové deformácie, širokorozchodná trať v priestore Slanského pohoria, z mimolíniových stavieb napríklad sídlisko Furča v Košiciach a i.

Podrobnejší prieskum zosuvných území urýchlil prehĺbenie poznatkov o správaní sa zeminy pri zvýšenom a dlhodobom napätí, najmä otázky reziduálnej pevnosti, zmeny mechanických vlastností pri iontovej výmene ílovitých minerálov, rozšíril používanie geofyzikálnych, špeciálnych geodetických metód, nových prístrojov na presné meranie svahových pohybov a zmien napätosti, ďalej rádiometrických skúšok pri zisťovaní hlavných filtračných parametrov v zosuvnom prostredí. Prvý raz sa na Slovensku s úspechom použili geoakustické merania pri overovaní hĺbky šmykových plôch a pri analýze svahovej aktivity na vodnom diele Ružín.

Kombinácia rozmanitých prieskumných metód umožňuje spresniť hlavné údaje o svahových deformáciách a na ich základe aj navrhnúť optimálne spôsoby sanácie, či už odvodňovacích vrtov, oporných múrov alebo stabilizáciou zemnými prácami.

Pre smerný územný plán sústredenej bytovej a rekreačnej výstavby, optimálne vedenie trás komunikácií a na komplexné riešenie životného prostredia sme v minulých rokoch spracovali *inžinierskogeologické mapy* 1 : 25 000 z oblasti Vysokých Tatier. V súčasnosti realizujeme na východnom Slovensku prieskumné práce v širšej oblasti Košíc. Inžinierskogeologické mapy s náplňou a zobrazovacou metódou jednotnou v rámci štátov RVHP umožňujú dať do súladu plány ďalšej stavebnej činnosti a investičných zámerov s prírodnými a geologickým prostredím. V podrobnejších mierkach (1 : 2000 a 1 : 1000) boli spracované mapy viacerých miest kraja, v ktorých došlo prakticky k úplnej prestavbe starších centier a k značnému plošnému rozšíreniu mestskej zástavby. Inžinierskogeologické mapy rozličných mierok sú a aj v budúcnosti budú jedným z najdôležitejších grafických dokumentov, ktoré prehľadnou a zrozumiteľnou formou a pritom komplexne znázorňujú hlavné údaje o úložných pomeroch a vlastnostiach základovej pôdy veľkých územných celkov.

Podľa uvedeného náčrtu problematiky a zložitosti problémov, ktoré už teraz v hlavných druhoch stavebno-investičnej činnosti plne zabezpečuje inžinierska geológia v Košiciach, je nádej a dobrá perspektíva aj do budúcich rokov. Pri skvalitnení odbornej úrovne a ďalšom nevyhnutnom kádrovom dobudovaní bude inžinierska geológia schopná plniť ešte náročnejšie úlohy, ktoré ju čakajú v 6. päťročnom pláne. Priaznivé geografické podmienky východného Slovenska sa odzrkadľujú aj v národohospodárskych plánoch ďalšieho rozvoja priemyslu, najmä chemického a metalurgického, a s nimi je úzko spätý program vodohospodárskych investícií na pokrytie deficitných oblastí pitnou a úžitkovou vodou.

Začiatkom ďalšej päťročnice očakávame prudký rast inžinierskogeologických prác v geologicky a morfológicky zložitých pomeroch na vedenie trasy diaľnice a ďalšie rozšírenie prieskumnosanačnej činnosti tých svahových deformácií, ktoré ohrozujú jestvujúce stavebné investície.

Pre potreby rozvoja a výstavby dôležitých priemyselných centier a sústredenej bytovej výstavby miest Východoslovenského kraja budeme pokračovať v spracovaní inžinierskogeologických máp v mierke 1 : 25 000. Inžinierskogeologický prieskum na urbanistické účely a životné prostredie väčších území sa bude týkať najmä oblasti Košíc, Prešova, Vranova, Michaloviec, Popradu, Čiernej n/Tisou a ďalších perspektívnych aglomerácií (15 listov inžinierskogeologických máp).

Zvládnuť tieto náročné úlohy pri skvalitňovaní geologických informácií bude možno iba zavádzaním nových racionálnych prieskumných metód, rozšírením sortimentu prác v oblasti geotechnického prieskumu, automatizáciou pri spracovávaní meraných veličín a najmä vyššou odbornou pripravenosťou všetkých pracovníkov inžinierskej geológie.