

Inžinierskogeologická charakteristika územia - významná súčasť tvorby environmentálnych limitov

Geologicko-substrátový komplex je dôležitým prvkom abiotického prostredia. Bližšie ho charakterizujú vlastnosti hornín, kvartérnych sedimentov, substrátu a pôdne pomery. Tvorí pevný základ pre priestorové rozšírenie ostatných krajinných zložiek i rozmiestnenie rôznych ľudských aktivít na zemskom povrchu.

Pri interpretácii geologicko-substrátového komplexu vychádzame hlavne z geologických, hydrogeologických, inžinierskogeologických a pôdnoekologických mapových podkladov. Základné analytické parametre tohto komplexu sú: inžinierskogeologická štruktúra, zloženie, zvrstvenie, vek a zvetrávanie hornín, zvodnenie, hĺbka hladiny a chemizmus podzemnej vody, ako aj agresivita voči stavebným látkam. K analytickým parametrom patria, samozrejme, i súčasné geodynamické procesy prebiehajúce v určitej územnej jednotke (tektonické pohyby a vulkanizmus) atď. Z týchto podkladov môžeme tvoriť environmentálne limity pre rozvoj činností v krajine, ktoré uľahčujú rozhodovanie pri ich plánovaní. Napríklad pri plánovaní výstavby musíme brať do úvahy štruktúrno-fyzikálne a hydrogeologické ukazovatele litosféry, ako aj geodynamické procesy (tab. 1).

Štruktúrno-fyzikálne ukazovatele litosféry

Vyjadrujú geologicko-genetickú charakteristiku hornín a ich fyzikálno-mechanické vlastnosti. Pri posudzovaní podmienok inžinierskogeologickej vhodnosti sa hodnotí predovšetkým zloženie hornín, úložné pomery, porušenie hornín, zvetrávanie, priepustnosť, únosnosť a celkové základové pomery.

- **Zloženie hornín.** O vlastnostiach hornín rozhoduje predovšetkým ich litologická povaha, podmienená genézou. Magmatické a metamorfované horniny sú v neporušenom stave (až na malé výnimky) veľmi pevné a vyhovujú pre všetky stavby. Rozdiely v pevnosti však závisia od mineralogického zloženia, štruktúry a textúry. Pevnosť sedimentárnych hornín závisí od mineralogickej povahy tmelu a spôsobu stmelenia zŕn. Škála sedimentárnych hornín sa pohybuje od nespevnených nesúdržných zemín až po tvrdé skalné horniny, čo zároveň limituje ich vhodnosť na stavebné účely.

- **Úložné pomery.** Vplývajú na kvalitu základovej pôdy z hľadiska spôsobu uloženia, smeru a sklonu rozhrania medzi dvoma horninami. Čím sú zložitejšie, tým viac ovplyvňujú vlastnosti základovej pôdy a samozrejme obmedzujú i jej vhodnosť na výstavbu. V našich geologických podmienkach sú dôležité úložné pomery trefohorných a kvartérnych sedimentov, pretože najmä tu sa môžu striedať polohy hornín s rozdielnymi vlastnosťami. Vtedy sa problematicky určuje hranica medzi podložíom a pokryvnými útvarmi, teda povrch hornín predkvartérneho útvaru (najmä ak sú horniny podkladu intenzívne zvetrané).

- **Porušenie hornín.** Predkvartérne horniny sú na našom území narušené vrásnením, ale vyskytujú sa tu aj tektonické poruchy, pretože prešli zložitým tektonickým vývojom. Pukliny v miestach zlomových zón sú niekedy rozdrvené, čím sa zhoršuje ich celková pevnosť, a to má nepriaznivý vplyv aj na ich únosnosť a stlačiteľnosť (Řezníček a kol., 1980).

- **Zvetrávanie.** Ide o dlhodobý proces spôsobujúci pomalú zmenu hornín (mechanického stavu a vlastností i mineralogického zloženia). Zhoršuje vlastnosti základovej pôdy najmä z hľadiska únosnosti a stlačiteľnosti. Na stavebné objekty môžu nepriaznivo pôsobiť len niektoré pomerne rýchlo prebiehajúce prejavy mechanického zvetrávania.

- **Priepustnosť.** Závisí od zrnitosti a uľahnutosti zeminy. Najväčšiu priepustnosť majú zeminy hrubozrnné, piesky a štrky. Čím je zemina uľahnutejšia, tým je jej priepustnosť menšia, preto sa zeminy často zhutňujú valcovaním. Aluviálne piesky sú priepustnejšie než tie, ktoré vznikli mechanickým rozpadom hornín. Eluviálne piesky sú nerovnozrnné, ich nepravidelný tvar prispieva k zvýšenej pórovitosti. Najmenej priepustné sú sľovitité zeminy a íly. Vysokou priepustnosťou sa vyznačujú spraše, ktoré nepodľahli zvetrávaniu. Základová pôda by mala byť dostatočne priepustná, aby sa neznižovala jej únosnosť pri hromadení vody

Tab. 1. Prvky horninového prostredia ovplyvňujúce výstavbu

Abiotická zložka krajiny	Formy a prejavy abiotické zložky krajiny	Ukazovatele vlastností abiotické zložky krajiny	Interpretačné výstupy abiotické zložky krajiny
Geologická stavba	štruktúrno-fyzikálne ukazovatele litosféry	geologicko-genetická charakteristika	- zloženie hornín - úložné pomery - porušenie hornín - stupeň zvetrávania
		fyzikálno-mechanické vlastnosti	- priepustnosť - únosnosť - stlačiteľnosť
	hydrogeologické ukazovatele litosféry	typy podzemnej vody	- pórová voda - puklinová voda - krasová voda
		vlastnosti podzemnej vody	- hĺbka hladiny podzemnej vody - pohyb podzemnej vody - napätosť hladiny - agresivita vody
		povrchová voda	- zrážky, výpar, odtok - úroveň hladiny v tokoch a jazerách - kolísanie hladiny - prietokové množstvo
	geodynamické procesy	endogénne procesy	- seizmicita - neotektonické pohyby
		exogénne procesy	- zvetrávanie hornín - výmolová erózia - svahové pohyby - krasové javy - sufózia - eolické procesy
		antropogénne procesy	- ťažba surovín - vodné hospodárstvo - výstavba miest, priemyslu, komunikácií a i.

v nadložných vrstvách a aby táto nadbytočná voda nebola zdrojom mrazových porúch.

- **Únosnosť.** Je to schopnosť základovej pôdy odolávať rôznym druhom zataženia v dôsledku výstavby a závisí od kapilárnej vzĺnavosti. Kapilarita sa nepriaznivo prejavuje pri premŕzaní ílovitých zemín v podloží. Napr. pri jarnom topení snehu rozmŕzajú najskôr zeminy pod vrchnou vrstvou a voda sa hromadí na dosiaľ zamrznutom podloží. Zeminy sa stávajú mazlavé, strácajú svoju únosnosť. Vysychaním ílov napätie stúpa a spôsobuje zmršťovanie zeminy, čo je príčinou nebezpečného sadania stavebných objektov.

- **Stlačiteľnosť.** Je prirodzeným následkom zataženia. Bezpečnosť stavebného diela nemôže ohroziť stlačenie pre-

biehajúce pod celým základom rovnomerne. Poruchy vyvoláva iba nerovnomerné stlačenie základov. Najväčší súčiniteľ stlačiteľnosti majú málo stlačiteľné zeminy - hrubozrnné piesky a štrky. Veľkému stlačeniu podliehajú silne pórovité zeminy eolického pôvodu - viate piesky a spraše. Pri silnom prevlhčení sú veľmi stlačiteľné íly a k mimoriadne stlačiteľným patrí rašelina (Stejskal, 1967).

- **Súdržnosť.** Zdrojom súdržnosti sú vnútorné príťažlivé sily medzi pevnými zrnami a vodnými časticami. Napr. suchý piesok je sypký, ale po navlhčení získava určitú súdržnosť, vysušením však stráca kapilárne sily a tým aj súdržnosť. Opakom suchého piesku je suchý íl, ktorý je pôsobením kapilárnych síl veľmi súdržný, ale po daždi sa íl zvlh-

čí a kapilárna súdržnosť sa stráca. K najspolahlivejším základovým pôdam patria: hrubé piesky, štrky, kamenité suty, polopevné sedimenty a zvetrané pevné horniny. Nevhodné sú zeminy ílovité, íly, sliene, lebo sú málo priepustné, a preto pomaly konsolidujú.

Hydrogeologické ukazovatele litosféry

Určujú vplyv podzemnej a povrchovej vody na základovú pôdu a sú dôležitým faktorom určenia stability územia.

- **Podzemná voda.** Zníženie hladín podzemnej vody má za následok nielen zmenšenie jej zásob a vysušenie územia, ale aj rozsiahlu dehydratáciu a zmenšovanie objemu hornín, ich konsolidáciu a zvýšenie pevnosti. Zanedbateľné nie je ani klesanie povrchu terénu vyvolané spravidla poklesom hladín podzemných vôd. Nebezpečenstvo zníženia hladiny nastáva nielen pre vegetačné systémy, ale aj pre všetky stavebné diela (Matula, 1979). Zvýšenie hladín vedie nielen k podmáčaniu, ale aj k zaplaveniu (inundácii) a zabahneniu územia. Spôsobuje hydratáciu hornín, ich napučovanie a zhoršenie povrchu. Vhodnosť územia pre výstavbu z hľadiska základovej pôdy závisí aj od pohybu hladiny podzemnej vody. Ak hladina podzemnej vody kolíše, vytvárajú sa komplikovanejšie podmienky z hľadiska inžinierskogeologickej vhodnosti. Dôležité je aj určenie napätia hladiny. Podzemné vody s napätou hladinou - artézske - pôsobia na podložie vztlakom, pričom sa môže prevaliť dno s nasledujúcimi deformáciami povrchu územia. Niektoré vody svojím chemickým zložením pôsobia na stavebné hmoty agresívne. Môžu to byť vody s veľmi nízkym obsahom rozpustených látok, kyslé vody s nízkym stupňom pH, uhličitú, síranovú, horečnatú a alkalickú vody. Celkové zmeny hydrodynamického režimu majú za následok znehodnotenie územia, horninového prostredia, biosféry, atmosféry a inžinierskych diel.

- **Povrchová voda** tiež vo veľkej miere ovplyvňuje rozhodovanie o vhodnosti územia na výstavbu. Pri posudzovaní vplyvu a intenzity pôsobenia povrchovej vody na základovú pôdu treba poznať tieto hydrologické údaje: zrážky, výpar, odtok, úroveň hladiny v tokoch a jazerách, kóľovanie hladiny a prietokové množstvá. Inundačné územia treba z výstavby vylúčiť. Zvýšená vlhkosť, ktorá sa dostane do stien, zrýchľuje zvetrávacie procesy a poškodzuje stavebné hmoty, čím sa zhoršujú aj hygienické pomery pre človeka.

Geodynamické procesy

Sú významné z hľadiska posúdenia celkovej kvality základovej pôdy. Podľa charakteru pôsobenia na prostredie delia sa na endogénne, exogénne a antropogénne procesy.

- **Endogénne procesy** (*magmatizmus, metamorfizmus, diaforizmus, zemetrasenie*) zapríčiňujú tlaky a napätia v zemskej kôre, čím vznikajú rôzne deformácie povrchu. Týmto procesom sa nedá zabrániť, ale môže sa predchádzať ich škodlivým vplyvom na vybudované diela.

- **Exogénne procesy** (*zvetrávanie, svahové pohyby ako soliflukcia, erózia, lavíny, výmole, zosuny* a i.) spôsobujú rozrušovanie hornín, premiestňovanie materiálu a sedimentáciu.

- **Antropogénne procesy** tvoria najrozsiahlejšiu skupinu geodynamických javov a nadobúdajú čoraz väčší význam. Ich pôsobením dochádza k rozpojovaniu a premiestňovaniu hornín (výkopy, násypy, vyrovnávanie terénu), stlačovaniu podložia vplyvom stavieb a narušeniu únosnosti základovej pôdy, deformáciám nadložia (v dôsledku hĺbenia bankských diel), umelým seizmickým otrasom (od výbuchov, po naplnení vodných nádrží a pod.), zmenám hydrogeologických pomerov atď.

Geologicko-tektonické procesy, ktoré sformovali a formujú systém litosféry, sú základným určujúcim faktorom aj

Tab. 2. Zmeny v geosférach

Geosféry	Zmeny v geosférach	
	globálne zmeny	čiasťkové zmeny
Litosféra	zmeny reliéfu	- výkopy - násypy - jamy - skládky - svahové deformácie - poklesy - erózne tvary - akumulčné tvary
	zmeny horninového prostredia	- zvetrávanie - spevňovanie - zmršťovanie - napučovanie - rozpad - vysychanie - podmáčanie - presedávanie
Hydrosféra	zmeny povrchovej a podzemnej vody	- infiltrácia - znečistenie mechan., chemické, toxické - hladina povrchovej a podzemnej vody - mineralizácia - teplota - agresivita - priepustnosť - odtokový režim
Pedosféra a biosféra	zmeny vyplývajú zo zmien v litosfére a hydrosfére	- čiastočná alebo úplná deštrukcia vegetačnej a kultúrnej vrstvy
Atmosféra	zmeny vyplývajú zo zmien v litosfére a hydrosfére	- znečistenie ovzdušia (napr. vulkanizmus) - zmeny režimu vlhkosti vzduchu

Tab. 3. Inžinierskogeologická vhodnosť územia

Vhodné stavenisko	Podmienečne vhodné stavenisko	Nevhodné stavenisko
<ul style="list-style-type: none"> - základová pôda musí pozostávať z únosných a málo stlačiteľných hornín - povrch územia musí byť približne vodorovný - hladina podzemnej vody leží trvalo pod úrovňou základov 	<ul style="list-style-type: none"> - základová pôda je málo únosná alebo neúnosná - ak je hladina podzemnej vody dočasne v dosahu základov, je nevyhnutná izolácia základových konštrukcií a ochrana proti chemickým účinkom - pevné skalné horniny, ktoré vystupujú na povrch alebo tesne pod povrch územia, čím sa zvyšujú náklady na hĺbenie základov 	<ul style="list-style-type: none"> - záplavové údolné nivy, bažiny, slatiny - územia s plytkou hladinou podzemnej vody - územia ohrozené zosúvaním - skalnaté plochy - poddolované územia - územia ležiace na zásobách nerastných surovín - prírodné a historické rezervácie

pre vývoj ostatných systémov geosféry, v ktorých rámci človek žije a tvorí (tab. 2). Človek je významným geologickým činiteľom, schopným pretvárať reliéf, meniť zloženie (fyzikálny a chemický charakter) hornín, meniť vlastnosti a režim podzemných vôd a využívať aj nepriaznivé geodynamické procesy. V dôsledku výstavby nastávajú zmeny v jednotlivých geosférach. Ide o globálne a čiastkové zmeny, ktoré spätne vplyvajú na niektoré geologické procesy, napr. na pôdotvorný proces, infiltráciu, premŕzanie atď.

Záver Tristárskej doliny (Belianske Tatry) - zvrásnenie neokómskych slieňov a muránskych vápencov



Dnes možno zakladať stavby prakticky na každom geologicko-substrátovom podklade, vďaka vysokej úrovni geotechniky, ale často s obrovskými nákladmi a niekedy aj s trvalými následkami na životné prostredie. Stručnú charakteristiku inžinierskogeologickej vhodnosti územia uvádza tab. 3.

* * *

Pri výstavbe by sa nemal brať do úvahy iba spomínaný geologicko-substrátový komplex, ale celkový stav krajiny, pretože v mnohých prípadoch sa zničili prírodné krásy, ktoré sa už do pôvodnej podoby nedostanú. Existencia človeka závisí od vzájomných vzťahov medzi ním a prostredím, ktoré ho obklopuje. Musí si uvedomiť, že každý zásah do životného prostredia by mal robiť až po ujasnení si dôsledkov, ktoré by mohli nastať v ekologickej rovnováhe.

Veľmi výhodné by bolo vypracovať katalógy obsahujúce dôležité vlastnosti podložia a kvartérnych sedimentov, s určením limitov, resp. vhodnosti pre jednotlivé aktivity v krajine. Využívali by ich nielen geologickí inžinieri pri navrhovaní rôznych stavebných objektov, ciest, železníc atď., ale aj iní odborníci, napr. v oblasti ekológie, pedológie, biológie, ktorí by tieto poznatky uplatnili v inom smere (pôda a jej vlastnosti, znečistenie podzemných vôd v závislosti od charakteru horninového prostredia, znečistenie atmosféry a pod.).

Literatúra

- Matula, M., 1979: Geológia a životné prostredie. Obzor, Bratislava, 296 pp.
- Matula, M., Pašek, J., 1986: Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Alfa, Bratislava, 296 pp.
- Nemček, A., 1982: Zosuny v Slovenských Karpatoch. Veda, Bratislava, 320 pp.
- Řezníček, T., Pašek, J., Zeman, M., 1980: Geologie v územním plánování. Academia, Praha, 228 pp.
- Stejskal, J., 1967: Zemědělská geologie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 358 pp.