

Inženýrská geologie a geotechnika dnes a zítra

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal CSc

Resumé:

Autor se zamýšlí nad vztahem mezi inženýrskou geologií a geotechnikou a nad tím co pro ně znamená zavádění Eurokódu č.7. „Navrhování geotechnických konstrukcí“. Rekapituluje stručně některé definice pro oba tyto obory. Pokouší o pojmenování toho, co mají společné a co je jim naopak specifické.

Obojí diskutuje v souvislosti se zpracováváním návrhu nové Národní normy o provádění inženýrsko geologického průzkumu a dokončováním Národní přílohy k Eurokódu č. 7.

Nakonec poukazuje na některé nové možnosti, které oba obory mohou nabídnout dnešní inženýrské praxi.

Smyslem textu není předložit jediný „správný“ výklad těchto otázek. Jde o zamyšlení a náměty k diskuzi, která by měla v době dopracovávání české národní přílohy k Eurokódu č. 7 a české národní normy provádění inženýrsko geologických průzkumů, odbornou veřejnost více sjednotit.

1.Úvod

Inženýrská geologie a geotechnika dnes čelí řadě problémů. Mezi nimi je například klesající užitná hodnota a kvalita inženýrsko geologických, respektive geotechnických průzkumů, stále klesající rozsah výuky inženýrské geologie na technických univerzitách, občasná neschopnost projektantů uplatňovat inženýrskou geologii a geotechniku ve své praxi a nedostatečná provázanost řady specializací v oboru inženýrská geologie a geotechnika při řešení komplexních inženýrských problémů. Někdy se objevují spory mezi inženýrskými geology a geotechniky o tom který obor z kterého pochází, nebo který je kterému nadřazený. Takto kladené otázky ovšem nevychází z potřeb ani jedné z těchto větví našeho oboru a ještě méně z potřeb dnešní inženýrské praxe. Nemohou proto k vyřešení skutečných problémů přispět. Spíše naopak.

Na současném, zdaleka ne ideálním stavu, mají v různé míře „zásluhu“ vnější i vnitřní příčiny.

V první řadě je to působení tržního prostředí, ve kterém se náhle naše obory po roce 1990 ocitly bez náležitých legislativních úprav. Ten vyúsťuje v ekonomický diktát odborným řešením. Inženýrský geolog ani geotechnik nemají dostatečné kompetence v procesu přípravy a výstavby. Trvá výrazný pokles poptávky. Krize fungování státních i společenských institucí je příčinou jejich neschopnosti optimálně využívat potenciálu inženýrské geologie a geotechniky při inženýrských stavbách hrazených z veřejných prostředků.

Ve vztahu k legislativě a státní správě má spolupráce hlavních profesních organizací, (ČSSMZGI, ČGtS a ČAIG) značné rezervy. Podrobně viz. Rozsypal (2013)

Typické původní zárubovské pojetí inženýrské geologie, které bylo tak úspěšné nejen u nás ale i ve světě, se v důsledku těchto faktorů jako by pomalu vytrácelo. Mnozí se dokonce domnívají, že už je překonané. Je tomu ale opravdu tak?

2. Vztah inženýrské geologie a geotechniky

Jako první krok při úvahách na výše uvedená témata je vhodné zrekapitulovat náplň obou hlavních větví našeho oboru, inženýrské geologie a geotechniky. Otázka, jak je definována

inženýrská geologie, a geotechnika je přirozeně aktuální trvale. Jedním z důvodů je neustálý rozvoj nejen jejich metod ale i potřeb, jak jsou, nebo by mohly být, v inženýrské praxi využívány. Tuto otázku si nekladou odborníci jen u nás, ale i ve světě. Odpovídá tomu i skutečnost, že i na mezinárodní úrovni existují v této oblasti samostatně zaměřené odborné společnosti (IAIG, ISSMGE, ISRM a další).

Věcným důvodem pro oživení těchto diskuzí, v České republice, je zavádění Eurokódu č. 7 a zpracovávání jeho národní přílohy. Eurokód č. 7 zavedením nových pojmů a postupů, naši praxi, která nepochybně byla na vysoké úrovni, v některých případech poněkud zkomplikoval. Tohoto si již dříve všiml například Matula (2004). „*V rámci postupující mezinárodní unifikaci normativních dokumentů se presadzujú pre nás často i nové a nie prijateľné prístupy, ktorým treba čeliť zjednotenými názormi „na domácom fronte“ pretože uplatnenie špecifik národných aplikácií se tu prenecháva dostatočný priestor*“

Zmíněné komplikace se sice dají při řešení praktických problémů překonávat konstruktivním přístupem specialistů obou „podoborů“. Značné potíže však začaly činit v legislativní oblasti. Zejména ve vyhláškách usměrňujících, kdo co může provádět, s jakou autorizací či oprávněním. Zrekapitulujme tedy úvodem k této diskuzi některé nejčastěji frekventované definice oboru inženýrská geologie a geotechniky, tak jak jsou uváděny v různých zdrojích.

2.1. Různé definice inženýrské geologie:

Definice IAGE (webové stránky IAEG)

„Engineering geology is the science devoted to the investigation, study and solution of the engineering and environmental problems which may arise as a result of the interaction between geology and works and activities of man as well as to prediction of and the development of measures for prevention or remediation of geological hazards“

Podle Parriaux (2009), „*inženýrská geologie zahrnuje stanovení geomorfologie, stratigrafie, litologie, režimu podzemních vod a geologickou genezi. To znamená:*

- *Charakterizaci mineralogických fyzikálních geomechanických, chemických a hydraulických vlastností horninových materiálů dotčených stavebními konstrukcemi a změnami přírodního prostředí.*
- *Popis mechanického a hydrologického chování horninových masivů.*
- *Předpověď výše citovaných vlastností a chování hornin v průběhu času.*
- *Stanovování parametrů hornin nezbytných k řešení stability a navrhování inženýrských stavebních konstrukcí a zemních konstrukcí.*
- *Zlepšování a udržování vlastností prostředí a terénu.*“

Klasická, u nás dodnes všeobecně uznávaná definice inženýrská geologie, (Pašek, Matula 1995) zní:

„Inženýrská geologie je věda, která zkoumá přírodní i antropogenní geologické procesy a jevy v nejsvrchnějších částech zemské kůry pro optimální využití území, budování stavebních, těžebních, vodohospodářských děl a jiných děl pro ochranu životního prostředí.

Předmětem inženýrské geologie je studium vztahů mezi složkami geologického prostředí (horniny, podzemní voda reliéf) a zákonitostí jejich vývoje z hlediska vzájemných interakcí mezi geologickým prostředím a inženýrskými díly.

Je to hraniční obor mezi vědami přírodními a technickými.“

Výše uvedené definice vychází z prací, které mezi jinými na toto téma dříve publikovali například Legget (1939), Záruba (1964, 1970), Arnould (1970) nebo Fookes (1997).

Později Matula (2004) zdůrazňuje:

„Úlohou inženýrského geologa je charakterizovat a zhodnotit vliv přírodního horninového masivu a jeho vlastní dynamiky na danou stavbu“

Podle Inženýrsko geologického a geotechnického slovníku kolektivu autorů Petro, Frankovská et al. z roku 2008 je inženýrská geologie věda, „která se zabývá výzkumem a řešením inženýrských a environmentálních problémů, které mohou vzniknout v důsledku interakcí mezi geologickým prostředím a inženýrskými díly a předvídáním geohazardů.

Vychází zejména z inženýrské petrologie a dynamické inženýrské geologie, které jsou jejími hlavními obory. „

Inženýrsko geologický průzkum je soubor terénních, laboratorních a vyhodnocovacích prací spojených s územním plánováním, realizací a provozováním inženýrských děl a jejich ochranou před geohazardami a nežádoucími antropogenními zásahy. (Zjišťováním negativních účinků těchto zásahů na životní prostředí).

Technické podmínky Ministerstva dopravy ČR TP 76 z roku 2009 o inženýrské geologii píše: *„Inženýrská geologie zpracovává informace pro optimální využití horninového prostředí pro inženýrská díla a předpovídá jejich zpětný vliv na geologické prostředí. Přitom zahrnuje i řešení otázek hydrogeologických spojených se stavební činností. Má přímý vztah k životnímu prostředí.*

Wikipedie definuje inženýrskou geologii obdobně:

„Engineering geology is the application of the geologic sciences to engineering practice for the purpose of assuring that the geologic factors affecting the location, design, construction, operation and maintenance of engineering works are recognized and adequately provided for. Engineering geologists investigate and provide geologic and geotechnical recommendations, analysis and design associated with human development. The realm of the engineering geologist is essentially in the area of earth-structure interactions, or investigation of how the earth or earth processes impact human made structures and human activities.

2.2. Různé definice Geotechniky

Klasická představa geotechnika v Československu byla prezentována v letech 1974 takto (Matula 2004):

„Hlavní úlohou inženýra-geotechnika je zabezpečit dlouhodobou rovnováhu stavebního díla s jeho vonkajším geologickým prostředím“. Dále pak: „Geo-inženýrstvo zahrnuje disciplíny inženýrské geologie, geomechaniky (mechaniky zemin, hornin) a geotechnického inženýrstva“.

Moderní představu geotechniky jako komplexního oboru uvedl Morgenstern (2000)

„Geotechnical engineering is the application of science of soil mechanics and rock mechanics , engineering geology and other related disciplines to civil engineering construction, the extractive industrie and the preservation and enhancement of the environment“.

Geotechnical engineering plays a key role in all civil engineering projects, since all construction is built on, or in the ground.

Tato známá definice navázala na předchozí práci Anona, který navíc zdůraznil že *„The practice of geotechnical engineering encompass a wide variety of skills“ (Anon 1999)*

Jiný pozdější pohled na geotechniku prezentuje například Venkatramaiah (2006) takto:

Soil mechanics is the study of the engineering behaviour of soil when it is used either as a construction material or as foundation material. An understanding of the principles of mechanics is essential to study of soil mechanics. The application of the principles of soil mechanics to design and construction of foundations for various structures is known as Foundation engineering.

Geotechnical engineering may be considered to include both soil mechanics and foundation engineering. Until recently, a civil engineer has been using the term soil in its broadest sense to include even the underlying bedrock in dealing with foundations.

Engineering behaviour of rock distinctly falls in the realm of rock mechanics.

O něco později se v inženýrsko geologickém a geotechnickém slovníku (Petro, Frankovská et al. 2008) stručněji uvádí:

Geotechnika je technická disciplína stavebního inženýrství, která aplikuje vědecké metody a inženýrské principy v problematice stavebnictví prostřednictvím získávání, interpretace a využívání poznatků o horninovém prostředí

Geotechnický průzkum je „průzkum zaměřený na získávání vstupních údajů a geotechnických parametrů pro návrh stavebních a geotechnických konstrukcí.“

Nakonec Technické podmínky Ministerstva dopravy ČR TP 76 z roku 2009 geotechniku i inženýrskou geologii definují následovně:

Geotechnika a inženýrská geologie vyšetřuje vlastnosti zemín a skalních hornin, studuje jejich interakci se stavebními objekty a zjišťuje jejich využitelnost jako stavebního materiálu. Zahrnuje vzájemné propojené specializace jako jsou mechanika zemín, mechanika hornin, inženýrská seismologie, zakládání staveb, podzemní stavitelství, environmentální geotechnika a lomařství.

Geotechnika slouží pro řešení geotechnických úloh tam, kde je zemina nebo skalní hornina stavebním materiálem.

Výstižnou definici geotechniky uvádí i Wikipedie

„Geotechnical engineering is the branch of civil engineering concerned with the engineering behavior of earth materials. Geotechnical engineering is important in civil engineering, but also has applications in military, mining, petroleum and other engineering disciplines that are concerned with construction occurring on the surface or within the ground. Geotechnical engineering uses principles of soil mechanics and rock mechanics to investigate subsurface conditions and materials; determine the relevant physical/mechanical and chemical properties of these materials; evaluate stability of natural slopes and man-made soil deposits; assess risks posed by site conditions; design earthworks and structure foundations; and monitor site conditions, earthwork and foundation construction“.

2.3. Inženýrská geologie a geotechnika z pohledu Eurokódu č. 7 a českého geologického zákona

Eurokód č. 7 Navrhování geotechnických konstrukcí

Eurokód č. 7 ani ve své části 1. ani v části 2. přímou definici pojmu geotechnika neuvádí. Nedefinuje jednoznačně ani další klíčové pojmy jako je geotechnický průzkum, geotechnický návrh a zpracovatel geotechnického návrhu.

Výklad těchto pojmů je možný jen jejich odvozením z obsahu Eurokódu č. 7 část 1. a část 2.

Lze z nich odvodit, že geotechnika je soubor činností spojených přímo i nepřímo s návrhem geotechnické konstrukce. A to včetně volby návrhových postupů ale i pořizování nezbytných informací o mechanických vlastnostech horninového prostředí, které s konstrukcí spolupůsobí

(geotechnických průzkumů). Ty podle dikce Eurokódu č. 7, část 1. i část 2. tak spadají jednoznačně do sféry geotechniky.

Geotechnický průzkum podle Eurokódu č.7. vrcholí zpracováním geotechnického modelu horninového prostředí. Ten uvádí vlastností jednotlivých horninových typů prostřednictvím tzv. odvozených hodnot a prezentuje je v geotechnických řezech.

Odvozené hodnoty se pak ve smyslu obr. č. 1.1. Eurokódu 7 část 2. na str. 19, transformují s ohledem na mezní stavy systému „stavba – hornina“ na hodnoty charakteristické. Konečně pak v rámci geotechnického návrhu upravují na hodnoty návrhové.

Z jiných ustanovení Eurokódu č.7, část 1. (odst. 2.4.5.2. str. 28), však jasně vyplývá, že charakteristické hodnoty není možné navrhnout bez přihlédnutí ke komplexnímu vyhodnocení horninového prostředí s uvážením všech zbývajících nejistot a možných geotechnických rizik. (Viz. požadavek Eurokódu č. 7, část 1. na tzv. obezřetný návrh. (Odst. 2.4.5.2. str. 28)).

Český Geologický zákon

Zákon upravuje podmínky pro projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, jejich kontrolu a sankce. Geologickými pracemi se podle tohoto zákona rozumí geologický výzkum a geologický průzkum na území České republiky. Ten kromě jiného zahrnuje:

- *zkoumání, hodnocení, dokumentování a zobrazování vývoje a složení geologické stavby území*
- *zjišťování a ověřování inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů území, zejména pro účely územního plánování, dokumentace a provádění staveb včetně stabilizace sesuvných území,*
- *zjišťování a ověřování geologických podmínek pro zřizování, provoz a likvidaci zařízení k uskladňování plynů, kapalin a odpadů v horninovém prostředí a podzemních prostorech, pro průmyslové využívání tepelné energie zemské kůry a pro zajišťování a likvidaci starých důlních děl*
- *zjišťování a hodnocení geologických činitelů ovlivňujících životní prostředí,*
- *zjišťování a odstraňování antropogenního znečištění v horninovém prostředí,*

Podle geologického zákona „geologický výzkum zahrnuje soubor prací, jimiž se zkoumá vznik a působení geologických procesů, zkoumá, hodnotí a dokumentuje geologická stavba území, její prvky a zákonitosti“

„Geologický průzkum pak zahrnuje účelově zaměřené geologické práce, jimiž se zkoumá území v podrobnostech přesahujících geologický výzkum. Geologický průzkum se podle účelu prací člení na ložiskový, průzkum pro zvláštní zásahy do zemské kůry, hydrogeologický, inženýrsko geologický a průzkum geologických činitelů ovlivňujících životní prostředí“

2.4. Rozbor definic inženýrské geologie a geotechniky

Je patrné, že do okamžiku zavádění Eurokódu č. 7 bylo vzájemné vymezení inženýrské geologie i geotechniky zřejmé. A to přesto, že existovaly rozličné definice, popisy obou oborů byly někdy dost obecné (zejména v případě inženýrské geologie) a přirozeně docházelo k jejich větším či menším průnikům.

Stanovování fyzikálních a mechanických vlastností hornin bylo vždy považováno za součást inženýrsko geologických průzkumů (tedy i inženýrské geologie) i když samotné měření, zkoušení a používání výsledků měření vlastností hornin při řešení jejich interakce se stavebními konstrukcemi už je přirozenou náplní geotechniky.

Za klíčovou činnost inženýrské geologie, při které je třeba používat specifické postupy, je dnes považováno vytváření komplexního inženýrsko geologického modelu horninového prostředí. (Baynes et al. 2014). Tato klíčová oblast náplně inženýrské geologie však

v definicích inženýrské geologie, zejména pokud jsou tvořeny „geotechniky“ bývá zmiňována jen velmi obecným způsobem.

Geotechnika se naproti tomu stále více profiluje jako souhrn činností směřujících ke konečnému řešení interakce mezi stavební konstrukcí a horninou ve formě geotechnického návrhu. S horninou se ale také pracuje jako se stavebním materiálem. Geotechnika se proto zabývá se i technologiemi jejich zlepšování, zpracováváním atp.

Inženýrská geologie i geotechnika, nehledě na to, že někdy jedna bývá zahrnována do druhé a obráceně, tvoří dvě paralelně se rozvíjející vzájemně propojené disciplíny, každá s řadou specializací. Občas se sice objevily návrhy na zavedení společného pojmu pro inženýrskou geologii i geotechniku. Například Matulův pojem „Geoinžinierstvo“ (Matula 2004). Nebo „Stavební geologie“ či „Geotechnologie“. Tyto pokusy, ač logické, se ale neujaly.

Rovnováha mezi inženýrskou geologií a geotechnikou se však poněkud ztrácí zavedením Eurokódu č. 7. Ten prezentuje geotechniku jako technickou disciplínu, v níž inženýrská geologie (stejně jako některé další, např. mechanika zemin, mechanika hornin, zakládání staveb atd.) má roli speciální disciplíny. Eurokód č. 7. se prezentuje jako garant správného provádění všech činností vedoucích ke návrhu geotechnické konstrukce. A to včetně geotechnického (inženýrsko geologického) průzkumu horninového masivu.

Toto zahrnutí by bylo přirozené a logické, pokud by však klíčová náplň inženýrské geologie, kterou je vypracování komplexního inženýrsko geologického modelu, byla v Eurokódu č. 7. dostatečně vzata v úvahu.

To se však, alespoň podle názoru řady specialistů na inženýrskou geologii, nestalo. V souvislosti s tím se navozují některé nejasnosti a otázky. Především:

Pracovali autoři Eurokódu č. 7 s představou, že pojmy Geotechnika a Inženýrská geologie jsou synonyma? Tedy, že geotechnika jako soubor specializovaných disciplín je totéž co inženýrská geologie? Rozhodli se jen z pragmatismu, v rámci evropské strategie sjednocování terminologií, pro jediný název obou větví oboru? Tedy pro geotechniku.

Anebo autoři Eurokódu č. 7 považují inženýrskou geologii nadále jako speciální disciplínu se zvláštním obsahem, kterou však zařadili pod širší obor Geotechnika? A pokud ano, pojednali toto zahrnutí inženýrské geologie jako obor, z hlediska metodických postupů garantovaný Eurokódem č. 7 tak, aby nedošlo ke ztrátě toho nejvlastnějšího, co inženýrská geologie může pro řešení interakce horniny a stavby přinášet? Jednoznačné odpovědi na tyto otázky nebyly zatím dány.

3. Úskalí platnosti Eurokódu č. 7 pro inženýrskou geologii

3.1. Negace českého geologického zákona

Objektivní skutečností je zásadní rozpor mezi dikcí geologického zákona, který vymezuje hlavní podmínky pro způsob provádění inženýrsko geologických průzkumů a dikcí Eurokódu č. 7. a to včetně rozpracovaného návrhu jeho české národní přílohy. Návrh národní přílohy k Eurokódu č. 7 (k 31.12.2014) postupuje nezávisle na ustanoveních geologického zákona. První návrhy zahrnují do své kompetence geotechnický průzkum, který zřejmě mlčky považuje za synonymum pro průzkum inženýrsko geologický průzkum. Geologický zákon i národní příloha k Eurokódu č. 7 předjímají však jiné předpoklady a podmínky pro udělování oprávnění pro provádění inženýrsko geologických, respektive geotechnických průzkumů a prací. V jednom případě se například jako základní předpoklad pro udělení oprávnění

vyžaduje vzdělání geologické a v druhém (k udělení autorizace geotechnika) vzdělání technické.

Zřejmým důsledkem může být vznik právních sporů při vypisování výběrových řízení na provádění inženýrsko geologických – geotechnických průzkumů.

To bych tam nedával. Inženýřtí geologové měli možnost se vyjádřit.

3.2. Nové pojmy a postupy, odvozené a charakteristické hodnoty

Jsou to především pojmy zpracovatel geotechnického návrhu, geotechnický návrh ve vztahu ke stavebnímu zákonu, odvozené hodnoty geotechnických parametrů a charakteristické hodnoty geotechnických parametrů a podmínky pro jejich zpracovávání, kde přetrvávají některé nejasnosti při jejich výkladu.

V současné době proto z iniciativy TNK 41 a ČAIG vzniká návrh nové české národní normy na provádění inženýrsko geologických průzkumů. Tato norma by měla být provázána jak s Eurokódem č. 7, tak i s Geologickým zákonem.

Eurokód č. 7. se ve své části 1. mimo jiné soustřeďuje na způsob, jak stanovovat charakteristické a návrhové hodnoty geotechnických parametrů a na návrhové postupy pro různé typy geotechnických konstrukcí. V části 2 se pak podrobně věnuje podmínkám provádění průzkumů. Soustřeďuje se především na postupy vedoucí k získávání geotechnických dat a označuje je proto jako geotechnické průzkumy. Ze strany inženýrských geologů je vznášena oprávněná námitka, že se podstatně vyhýbá definování podmínek pro vytváření komplexního inženýrsko geologického modelu. Příliš se soustřeďuje na metodiku charakterizace horninového masivu prostřednictvím mechanického přístupu, zkoušení a generaci odvozených a charakteristických hodnot.

Všeobecně platný princip inženýrské geologie, že *„vztah inženýrského díla s horninovým prostředím se musí nejdříve řešit v abstraktní rovině, teprve pak technicky a inženýrsky“* (Matula 2004), Eurokódu č. 7 nebere dostatečně na vědomí.

Eurokódu č. 7, lze v této souvislosti vytknout, že vytváří prostor pro tendenci k příliš rychlému a zjednodušenému převádění komplikovaných a komplexních vlastností horninového masivu do geotechnického modelu.

Aby ale zjednodušení jakéhokoli komplikovaného komplexního systému nebylo zcela zavádějící, je třeba nejdříve pochopit příslušný systém v celé jeho komplikovanosti. Teprve pak je naděje, že zjednodušení bude pro účel, pro který se provádělo dobře použitelné. A to je právě úloha inženýrsko geologického modelu ve vztahu k horninovému prostředí.

Nelze také nevzít v úvahu, že návrh charakteristických hodnot bývá účelový. Vztahuje se ke způsobu a rychlosti zatížení základové půdy, velikosti přetvoření a mnohdy i výpočetnímu modelu. Pro stejné horninové prostředí tak mohou někdy být charakteristické hodnoty jeho geotechnických parametrů různé. A to i rozdělení do vrstev (nezávisle na litologickém zhodnocení) tvořených stejnými charakteristickými hodnotami.

Komplexní inženýrsko geologický model (viz odst. 4.2.) proto musí být pro stanovení charakteristických hodnot vždy východiskem Nedokonalé, rychlé a příliš zjednodušené mechanistické zpracování informace o horninovém prostředí jen s pomocí geotechnických řezů, nemůže být spolehlivým podkladem pro návrh charakteristických hodnot ve smyslu požadavků Eurokódu č. 7. část 1. (odst. 2.4.5.2. str. 28)

3.4. Deterministický přístup Eurokódu č. 7 a geotechniky

Filosofie Eurokódu č. 7 je logicky postavena především na deterministickém přístupu. (Předpokládá se, že zákonitosti, podle kterých se chová horninový masiv i systém „stavební

konstrukce - jeho podloží“, lze dostatečně spolehlivě popsat matematickými modely a prostřednictvím předepsaných návrhových postupů). Deterministický přístup přichází k hodnocení celého systému na základě studia chování jeho částí, zatímco komplexní přístup studuje chování systému v celé jeho komplexnosti.). Existující zbytkové nejistoty se v Eurokódu č. 7. řeší jednak „obežretým“ návrhem charakteristických hodnot, jednak předepsanými součiniteli, kterými se charakteristické hodnoty upravují na hodnoty návrhové. Deterministický přístup Eurokódu č. 7 je zcela na místě při řešení interakce horninového prostředí se stavební konstrukcí. Tedy při vlastním návrhu geotechnické konstrukce. Má však logicky mnohá omezení. Ta vyplývají z velkých zjednodušení, kterými jsou vůči skutečným přírodním podmínkám postiženy jak geotechnické modely, tak i transformace skutečných vlastností horninového prostředí v jeho původním stavu do návrhových parametrů ve výpočetních modelech. Stejně tak jsou zdrojem velkých nejistot a geotechnických rizik nevyhnutelná zjednodušení vždy složité reálné interakce horninového prostředí se stavební konstrukcí, které nastávají při používání vždy relativně jednoduchých matematických modelů a předepsaných návrhových postupů.

3.5. Komplexní přístup inženýrské geologie k řešení interakce horninový systém stavba

Složité a komplexní horninové prostředí téměř není nikdy možné popsat s obdobnou spolehlivostí jako materiály stavební konstrukce. Chování horninového masivu není sumou chování jeho částí. Kromě toho může být ovlivňováno celou řadou vnějších i vnitřních nahodilostí. Komplexní popis horninového prostředí proto nelze nikdy zcela nahradit pouze systémem složeným z čísel charakteristických hodnot nebo návrhových hodnot geotechnických parametrů. A k tomu deterministický přístup Eurokódu č. 7 poněkud svádí. Totéž se týká i zjednodušených hranic mezi jeho relativně quazihomogeními celky.

Kompenzovat všechna tato zjednodušení, bez nichž se provedení geotechnického návrhu nemůže obejít, je možné právě jen důslednou aplikací inženýrsko geologických postupů. Ty jsou na rozdíl od přístupu geotechnického založeny na komplexním přístupu a na komplexním zhodnocení horninového masivu i jeho vztahu k stavební konstrukci jako celku.

Inženýrská geologie svými metodami a nástroji a schopností abstraktního přístupu má daleko lepší možnosti pro zkoumání systému s velkou mírou zbytkových nejistot, kterým každé horninové prostředí je. Inženýrská geologie také může, na rozdíl deterministického přístupu, lépe využívat koncept pravděpodobnosti. Ten může komplexněji popsat celkové chování horninového masivu, než schematizované deterministické postupy, s kterými musí pracovat geotechnika.

S využitím komplexního inženýrsko geologického přístupu lze oceňovat pravděpodobnosti vzniku nepředpokládaných událostí, které mohou být příčinou vzniku anomálních reakcí horninového masivu na zásah stavbou do jeho přirozeného stavu. To znamená identifikovat zdroje rizik a hodnotit nebezpečí jejich uskutečnění.

Proto jen prostřednictvím komplexních inženýrsko geologických modelů lze oceňovat nejistoty spojené s popisem horninového prostředí a následně je pak uplatňovat při stanovování charakteristických hodnot geotechnických parametrů ve smyslu Eurokódu č. 7.část 1. (odst. 2.4.5.2. str. 28).

3.6. Prolínání inženýrské geologie a geotechniky

Je tedy zřejmé, že inženýrskou geologii a geotechniku (ve smyslu činností spojených s navrhováním geotechnické konstrukce) nelze označit za zcela identické. Liší se nejen obsahem ale i formou a přístupem k řešení specifických problémů, které před nimi stojí.

Pro geotechniku, pokud jejím finálním výstupem je návrh geotechnické konstrukce, je typický a logický deterministický přístup. Přitom vychází ze zjednodušeného modelu horninového prostředí, kde se hornina popisuje především čísly a horninový masiv je zjednodušen do systému quazihomogenních celků se stejnými mechanickými vlastnostmi. Hornina se považuje za stavební materiál a při hodnocení a modelování jejího chování se využívají znalosti mechaniky, případně jiných technických oborů.

Těžištěm a specifikem inženýrské geologie je naproti tomu hodnocení všech dostupných, průzkumem získaných poznatků do komplexního inženýrsko geologického modelu. Při tomto hodnocení se v potřebném rozsahu používá znalosti dotčených geologických disciplín.

Oblastí, kde se ale inženýrská geologie s geotechnikou prolínají je ale několik. Především jde jistě o:

- Transformaci komplexního inženýrsko geologického modelu do modelu geotechnického
- Transformaci odvozených hodnot geotechnických parametrů (získaných na základě hodnocení výsledků zkoušek a měření) do hodnot charakteristických.
- Řízení geotechnických rizik v různých fázích přípravy a realizace projektu včetně hodnocení výsledků geotechnického monitoringu a hodnocení odlišností mezi skutečně zastiženými inženýrsko geologickými poměry a skutečností.
- Volbu technologie provádění, a ocenění zemních prací

Všude tam, kde dochází k prolínání, je nezbytná úzká spolupráce specialistů obou podoborů. Specialisté s geotechnikou erudicí, kteří v různých fázích přípravy a realizace stavby řeší interakci mezi horninovým prostředím a stavbou, (geotechnický návrh) musí spolupracovat se specialisty s erudicí v poznávání a hodnocení horninového prostředí, se všemi jeho nejistotami a proměnlivostí.

4. Použití modelů v inženýrské geologii a geotechnice

Řada specialistů v inženýrské geologii se dnes věnuje teorii a rozvoji metodik tvorby modelů inženýrsko geologického prostředí. V poslední době například Parry, Baynes, Novotný et al (2014), nebo Harding (2004).

V Československu se teorií inženýrsko geologických modelů mezi jinými zabýval i Matula (2004). Podle něj má, „*inžinierskogeologický model vyjadrovať litologický charakter horninového materiálu, jeho štruktúrne charakteristiky, druhotné premeny (zvetrávanie, alteráciu) a charakteristiku pevnosti horniny. Hlavné však priestorovu štruktúru horninového masivu, jeho štruktúrne nerovnorodosť a fyzickú diskontinualnosť (pukliny, zlomové plochy), stejně jako priepustnosť a zvodnení*“. Osobitnú pozornosť je treba venovať zhodnoceniu geologických procesov“ atd.

Inženýrsko geologické model je vždy do určité míry zjednodušený. Za daných možností ale musí být, co možná nejvýstižnějším obrazem skutečných inženýrsko geologických podmínek.

V souvislosti s přípravou podkladů pro návrh geotechnické konstrukce je vhodné inženýrsko geologický model vnímat v posloupnosti modelů, lišících se podle stupně výstižnosti modelovaného prostředí a podle cíle, ke kterému jsou určeny. Podle toho je například možné mluvit o:

- Geologickém modelu
- Inženýrskogeologickém modelu
- Hydrogeologickém modelu

- Geotechnickém modelu
- Analytickém (matematickém) modelu

Tvorba každého modelu v průběhu přípravy a výstavby inženýrského díla je vždy proces postupného přibližování se skutečnosti a jejího následného zjednodušování. Je navázaný na různé etapy přípravy stavby a její výstavby, na množství poznatků, které jsou dané fází k dispozici a k cíli pro který se model zpracovává.

4.1. Geologický model

V procesu poznávání horninového prostředí je geologický model prvním krokem. Geologický model spolu se základní představou o zamýšleném inženýrském díle je podkladem pro projekt dalšího zkoumání dotčeného horninového prostředí. Jeho cílem je zpřesnit představu nejen o celkovém prostředí ale i o jeho vlastnostech.

Toto zkoumání se vede s ohledem na jeho cíl. Reakce horninového masivu (i jeho mechanické vlastnosti) jak známo ve značné míře závisí právě na způsobu, jakým byl vytvořen a jak byly jeho původní podmínky narušeny. Prvotní geologický model má zpravidla ještě jen nepřímý vztah k zamýšlenému inženýrskému dílu.

4.2. Inženýrsko geologický model

Inženýrsko geologický model je již rozvinutím a prohloubením geologického modelu ve vztahu ke konkrétnímu inženýrskému dílu a jeho zasahování do původního stavu přírodních podmínek.

Bere v úvahu jeho možné parametry, různé varianty způsoby výstavby. Zamýšlí se nad konkrétním způsobem, jak bude budoucí stavební dílo během výstavby a provozu horninový masiv ovlivňovat. Tvorba inženýrsko geologického modelu má charakter poznávací i tvůrčí činnosti. Vychází tak na jedné straně z výsledků inženýrsko geologických průzkumů a jejich celkového hodnocení a na straně druhé z komplexní a hluboké znalosti základních zákonitostí vývoje horninového prostředí a jeho vlastností. S tím jak se prohlubují a rozšiřují poznatky o skutečném prostředí se inženýrsko geologický model rozvíjí, prohlubuje se jeho výstižnost, spolehlivost a zvětšuje se jeho užitečnost.

Vznik inženýrsko geologického modelu se děje zpravidla v určitých fázích. Komplexně metodiku jeho tvorby popisuje Baynes et al (2014). Podle něj je první fází úprava čistě geologického modelu vzhledem k plánovanému inženýrskému záměru, pro který se bude model vypracovávat, ještě bez průzkumných prací (tzv. konceptuální model) Ten je pak podkladem pro podrobný projekt inženýrsko geologického průzkumu, který se povede s ohledem na konkrétní inženýrské dílo. (Baynes et al. 2014)

Inženýrsko geologický model je vytvářen s ohledem na konkrétní typ inženýrského díla, či procesů, které se mohou dostat do interakce s modelovaným prostředím. Model se doplňuje podrobným popisem všech poznatků získaných průzkumem, které jsou relevantní nejen pro geotechnický návrh, ale i pro technologie provádění inženýrského díla, stanovení rozpočtu stavby atp.

Podstatnou částí inženýrsko geologického modelu je také identifikace všech zdrojů rizik, které mohou v souvislosti s budováním a provozem díla vzniknout a které musí vzít autor geotechnického návrhu a projektant v úvahu. Tím se rozumí výčet procesů a jevů, které mohou vést ke škodám a ohrožení plánovaného záměru či nepřijatelnému vývoji samotného horninového prostředí a odhad pravděpodobnosti jejich vzniku za různých podmínek, které mohou nastat.

Důležité je, že inženýrsko geologický model není jen podkladem pro vlastní geotechnický návrh (výběr vhodného typu geotechnické konstrukce, například základů), statický výpočet a dimenzování konstrukce.

Je také stejně významným podkladem pro předchozí rozhodování o celé koncepci projektu jak z hlediska jeho návrhu, tak i provádění, pro volbu použitých technologií, pro identifikaci a řízení geotechnických rizik, i pro rozpočet stavby a její průběžné financování.

Pro velké inženýrské stavby je vypovídající inženýrsko geologický model i nezbytným nástrojem pro průběžné posuzování odlišností mezi inženýrsko geologickým modelem a zastiženými inženýrsko geologickými podmínkami.

Hodnocení těchto odlišností inženýrským geologem je nejen operativním nástrojem pro rozhodování při řízení výstavby a kontrole rizik, ale i podkladem pro vypracování dokumentace skutečného provedení stavby. Její součástí totiž musí být skutečně zastižená inženýrsko geologická skutečnost, nikoliv původní inženýrsko geologický model, který byl podkladem pro projekt stavby.

Viz také návrh nové české IG normy. (Novotný et al. 2014)

4.3. Geotechnický model

Geotechnický model je výsledek transformace inženýrsko geologického modelu. V něm je horninový masiv již více méně zjednodušeně prezentován ve formě hodnot geotechnických parametrů přítomných hornin. Rozsahy hodnot geotechnických parametrů hornin jsou také klíčovým kritériem pro volbu poloh rozhraní jednotlivých horninových geotechnických typů. Ty jsou definované podle důležitých fyzikálních vlastností hornin, zatímco pro model inženýrsko geologický byla pro volbu rozhraní určující především litologie. Fyzikální vlastnosti hornin se pak prezentují zpravidla v charakteristických hodnotách.

Geotechnický model je účelový. Je především podkladem pro návrh konkrétní geotechnické konstrukce i případně specifický postup jejího statického posuzování. K hornině se přistupuje jako ke stavebnímu materiálu. Podle typu konkrétní konstrukce i způsobu jejího posuzování se může geotechnický model v případě potřeby korigovat.

Ze stejných důvodů, ale určitý geotechnický model nemusí být vhodný pro jiné účely. Například pro volbu celkové koncepce projektu stavby, kdy je nutno přihlédnout ke komplexním inženýrsko geologickým poměrům, k identifikaci a kvantifikaci geotechnických rizik, posuzování variant technologií provádění některých geotechnických konstrukcí (injektáže, kotvení, pažení, ražba tunelů atp.), k oceňování zemních prací atp. K tomu je vhodnější komplexní model inženýrsko geologický.

To jsou důvody proč by neměl být geotechnický a inženýrsko geologický model zaměňován a měly by být prezentovány samostatně.

Transformace inženýrsko geologického modelu v model geotechnický, by se měla provést ještě v rámci inženýrsko geologického průzkumu. A to včetně návrhu charakteristických hodnot příslušných geotechnických parametrů.

Dokončit tuto transformaci ale nelze provést bez dostatečné technické erudice. Jsou třeba i dostatečné znalosti projektu stavby, pro kterou se geotechnický model provádí. Dále i použité návrhové postupy doprovázené nezbytnými znalostmi z oblasti mechaniky, zakládání staveb, realizace speciálních geotechnických konstrukcí, případně matematického modelování geotechnických konstrukcí

Proto je tato transformace oblast, kde se inženýrsko geologický komplexní pravděpodobnostní přístup, (identifikace geotechnických rizik, obezřetný návrh charakteristických hodnot),

propojuje s deterministickým geotechnickým přístupem na bázi znalosti mechaniky a návrhových postupů (zohlednění mezních stavů).

4.4. Matematický model

Model matematický (analytický, výpočetní) je v kontextu procesu geotechnického návrhu prostředkem k návrhu, statickému posouzení a dimenzování příslušné geotechnické konstrukce. Vychází proto z matematických modelů chování příslušného systému hornina – stavební konstrukce (konstituční vztahy), transformovaných do konkrétních výpočetních postupů. Kromě nezbytných východisek v mechanice, teorie pružnosti plasticity atd. využívá v minulosti nashromážděných empirických poznatků z chování konstrukcí v obdobných podmínkách. A to prostřednictvím návrhových součinitelů a návrhových postupů.

Matematický model proto zpravidla vzniká na bázi transformace a dalšího zjednodušení geotechnického modelu.

Vlastnosti hornin se prezentují hodnotami návrhových hodnot geotechnických parametrů. Ty jsou přepočítávány z hodnot charakteristických, a to s pomocí předepsaných součinitelů. V této souvislosti si je třeba uvědomit, že projektant – autor geotechnické konstrukce, nemůže volit návrhové hodnoty nezávisle. Musí je vždy odvozovat z hodnot charakteristických s pomocí předepsaných návrhových součinitelů.

Proto musí mít autor geotechnického návrhu, který je za jeho návrh koncově odpovědný, možnost charakteristické hodnoty upravit. Například v případě použití jiných výpočetních metod či postupů, neodstranitelných rozdílů mezi matematickým modelem interakce konstrukce s horninou a skutečnou interakcí horniny s konstrukcí a podobně. Úpravu by však měl provádět konzultativně s autorem inženýrsko geologického modelu a měla by být ve zprávě o geotechnickém návrhu zdůvodněna.

5. Současný pohled na inženýrskou geologii a geotechniku

5.1. Obor jako komplex provázaných specializací

Pokud mají inženýrská geologie i geotechnika úspěšně plnit své, poslání musí být schopny využívat podle potřeby všechny své specializace, které se v minulosti vyvinuly. Mechanika zemin, mechanika hornin, laboratorní zkušebnictví, terénní zkušebnictví, stavební fyzika, vedení inženýrsko geologického (geotechnického) průzkumu, zpracovávání komplexních inženýrsko geologických modelů horninového prostředí a jeho interakce se zásahy stavby, zpracovávání geotechnických modelů, geotechnického monitoringu a aplikace observační metody včetně matematického modelování geotechnických problémů. Musí zvládat postupy, které jsou spojeny se zlepšováním zemin injektáže, kotvení, urychlování konsolidace, provádění podzemních staveb, provádění zakládání staveb a dalších inženýrských a geotechnických konstrukcí, včetně řízení geotechnických rizik.

Kvalifikované provádění každé z těchto činností vyžaduje svého specialistu, s vyhraněnými znalostmi a hlavně hlubokými zkušenostmi.

Při budování velkých inženýrských staveb ve složitých inženýrsko geologických podmínkách, je třeba využívat většinu nebo téměř všechny z těchto specializací v rozsahu větším, než tomu bylo v minulosti. Proto inženýrská geologie i geotechnika při budování velkých inženýrských staveb ve složitých geologických podmínkách musí dnes disponovat také odborníky se širokým spektrem znalostí ze specializací, které se při tom mohou uplatňovat.

5.2. Komplexní inženýrský geolog komplexní geotechnik

To předpokládá existenci „komplexního inženýrského geologa“ nebo „komplexního geotechnika“. Ti, ač specialisty v některém z výše uvedených podoborů, musí mít zároveň dostatečně široké odborné znalosti ve všech, pro řešení daného problému, v úvahu připadajících specializacích.

A nejen to, musí být schopni zvolit v daném projektu průzkumu nejen jejich optimální složení a rozsah z hlediska jeho cíle, ale musí být schopni přebírat výsledky všech specializací a hodnotit je v souvislostech a zapracovat je do výsledného komplexního inženýrsko geologického modelu.

Navíc musí být i manažery, kteří takový odborný tým řídí nejen odborně, ale i organizačně. Projekt je třeba sledovat i z finanční stránky, protože ta souvisí s rozsahem a komplexem prováděných prací, jejich rozpočtem a smluvními podmínkami.

V době, kdy provádění průzkumů je i podnikatelskou záležitostí, nejen řešením odborného problému, musí tedy být komplexní geotechnik či inženýrský geolog i manažerem v plném slova smyslu. Průzkumy pro třetí geotechnikou kategorii zpravidla vždy vyžadují týmový přístup řady specialistů. Vyžadují tedy vždy i dobré manažerské řízení.

5.3. Aplikace metodiky řízení geotechnických rizik

Pokud má být o geotechniku a inženýrskou geologii v odborné stavební veřejnosti zájem, musí být dnes, stejně jako v minulosti, schopna reagovat na problémy, které dnes investoři a projektanti mají.

Ti dnes nepotřebují jen dostatečné informace o geologickém prostředí. Potřebují i návod, jak se při projektu ale i při provádění stavby vypořádávat s riziky vyplývajících z přirozených nejistot o vlastnostech horninového prostředí.

Potřebují návod, jak optimalizovat často protichůdné požadavky na ekonomiku, bezpečnost a technickou kvalitu díla v podmínkách, ve kterých vždy existují větší či menší nejistoty o vlastnostech horninového prostředí a k dispozici jsou i různé varianty, jak jim čelit.

A právě zde je velká příležitost pro inženýrskou geologii i geotechniku.

Geotechnická rizika jsou v intencích moderní metodiky řízení geotechnických a inženýrských rizik definována jako souběh pravděpodobnosti vzniku nežádoucích jevů v oblasti interakce stavby a jejího horninového prostředí s důsledkem (škodou), který tento jev znamená. Geotechnické riziko může být tedy vyjádřeno ve finančních jednotkách. Jako takové se může přímo uplatnit při rozhodování o různých koncepcích projektu nebo konkrétních řešení geotechnických konstrukcí či situací.

Eurokód č. 7 pro takový přístup dostatečný prostor otevírá.

Identifikace a kvantifikace geotechnických rizik ale musí vycházet z provázané spolupráce inženýrsko geologických a geotechnických postupů. I zde musí být východiskem inženýrskogeologický model, na jehož základě se rizika identifikují a stanovuje se prvotní pravděpodobnost, s jakou mohou potenciální nežádoucí jevy za různých podmínek, které při výstavbě připadají v úvahu, nastat. To je úlohou inženýrskogeologických modelů.

Ke kvantifikaci rizika je třeba znát charakter interakce mezi horninou a konstrukcí a její parametry. Snižování rizik se může dít jak snižováním pravděpodobnosti vzniku nežádoucích jevů, tak i případně vzniklých škod. To je zase většinou doménou geotechnických řešení.

Prostřednictvím práce s geotechnickými riziky tak může inženýrská geologie s geotechnikou daleko účinněji vstupovat přímo do rozhodovacího procesu přípravy i výstavby. Účinněji a ve větší míře se může podílet na volbách jakou konkrétní variantu či koncepci daného stavebního

díla realizovat, či jaké konkrétní postupy v průběhu výstavby vybrat. Mají tak šanci stát se podstatně „váženějšími i žádanějšími“ partnery pro investory i ostatní stavební obory.

6. SOUHRN

- Inženýrská geologie i geotechnika je propojení řady vzájemně úzce provázaných příbuzných disciplin. Většina z nich vznikala samostatně v průběhu dlouhé historie inženýrského stavitelství jako reakce na řešení praktických problémů inženýrského stavitelství.
- Nelze jednoduše vést rovnítko mezi inženýrskou geologií a geotechnikou. Takové rovnítko by bylo možné vést mezi inženýrsko geologickým průzkumem a geotechnickým průzkumem. Ovšem jen za předpokladu, že i klíčovým výstupem geotechnického průzkumu bude komplexní inženýrsko geologický model ve smyslu odst. 4.2 tohoto článku.
- To, co je vlastní inženýrské geologii, to je tvorba komplexního inženýrsko geologického modelu a s tím související metody a postupy. Charakteristický je pro ni také komplexní a pravděpodobnostní přístup a souvislost s geologickými vědami
- To, co je vlastní geotechnice je inženýrské řešení interakce horninového prostředí se stavební konstrukcí a postupy směřující k jejímu bezprostřednímu návrhu. S geotechnikou souvisí metody zkoušení hornin v laboratoři i v terénu a matematické modelování geotechnických problémů. Charakteristický je deterministický přístup a souvislost s inženýrskými disciplinami. (Mechanikou atp.).
- Inženýrská geologie i geotechnika se velmi úzce prolínají při vytváření závěrů pro většinu geotechnických a inženýrských úloh. Není myslitelné, aby se přitom isolovaly.
- Současné divergence mezi inženýrskou geologií a geotechnikou jsou způsobeny faktory, které lze v kratším či delším horizontu překonat, pokud přitom budou specialisté obou těchto odvětví cílevědomě spolupracovat.
- Je třeba respektovat nezpochybnitelnou skutečnost, že komplexní inženýrsko geologický model ve smyslu odst. 4.2. tohoto článku je základem pro řešení všech geotechnických úloh a to včetně návrhů geotechnických konstrukcí ve smyslu Eurokódu č. 7.
- Existují oblasti, ve kterých se inženýrsko geologický přístup a geotechnický přístup tak prolínají, že bez negativních důsledků pro řešení konkrétní geotechnické úlohy je nelze oddělit. Oba výše citované připravované normativní podklady je proto třeba připravit tak, aby to umožňovaly a nikoliv aby tomu kladly překážky.
- Oblastí prolínání je především transformace komplexního inženýrsko geologického modelu do modelu geotechnického. V praxi to mimo jiné znamená transformaci odvozených hodnot geotechnických parametrů do hodnot charakteristických.
- Návrh charakteristických hodnot by měl provést autor inženýrsko geologického modelu s přihlédnutím k celkovému charakteru očekávané interakce horninového prostředí se stavební konstrukcí. Návrh charakteristických hodnot pak případně upraví autor geotechnického návrhu podle podmínek, za kterých se bude návrh geotechnické konstrukce zpracovávat, zvoleného návrhového postupu a s ohledem na použitý postup výpočtu dimenzování atd. (mezni stavy).
- Inženýrsko geologický model by se neměl (alespoň v případech druhé a třetí geotechnické kategorie) zaměňovat s modelem geotechnickým. Při přípravě i realizaci inženýrského díla má totiž inženýrsko geologický model další úlohy než model geotechnický. Proto musí být vždy samostatnou částí zprávy o inženýrsko

geologickém průzkumu. Případný geotechnický model, pokud bude součástí inženýrsko geologického průzkumu, (což je vždy žádoucí), musí být proto vždy prezentován samostatně.

5. Závěr

Základní závěr je, že Zárubovský koncept komplexního inženýrského přístupu k horninovému prostředí zdaleka není překonaný. Stejně tak nejen trvá, ale ještě více se prohlubuje, potřeba provázaného postupu všech nových, v rámci inženýrské geologie a geotechniky rychle se rozvíjejících specializací. Důsledné respektování těchto základních myšlenek je cesta jak inženýrskou geologii i geotechniku nadále rozvíjet.

Aby tato cesta byla otevřená je ale třeba odstranit některé stávající normativní překážky. To je možné a účelné koordinovaným dopracováním české národní přílohy k Eurokódu č. 7 a české národní normy pro inženýrsko geologický průzkum.

Tyto normativní podklady by však neměly omezovat některé nové možnosti, které inženýrská geologie, ruku v ruce s geotechnikou, může dnes svým klientům nabídnout ve srovnání s minulostí.

Především je to uplatnění metodiky řízení geotechnických rizik. Tato metodika může vtáhnout inženýrskou geologii i geotechniku přímo do rozhodovacího procesu při přípravě a výstavbě inženýrských staveb a učinit ji tak daleko přitažlivější.

Předurčuje ji proto bouřlivý rozvoj nových technologií v inženýrských stavbách, zvětšující se disproporce mezi sofistikovanými projektovými a výpočetními postupy na straně jedné a nejistotami, tkvícími ve znalosti skutečných vlastností horninového prostředí, na straně druhé.

Obvyklou příčinou nedostatečnosti inženýrsko geologických průzkumů a tím i výstižnosti inženýrsko geologických modelů sledovaného prostředí stále zůstává způsob výběrových řízení na provádění průzkumů. (Rozsypal 2013).

I když se leckde leccos zlepšilo, stále je třeba působit jak prostřednictvím profesních organizací, tak i úpravou technických předpisů, aby se v tomto trendu pokračovalo. Způsob zadávání inženýrsko geologických či geotechnických průzkumu, jejich projekt ani výběrová kritéria pro výběr zhotovitelů průzkumů nesmí být zkreslován požadavkem na nejnížší cenu průzkumu.

V současné době, v případech velkých inženýrských staveb, je také nezbytné při projektování a zejména řízení a zpracovávání výsledků inženýrsko geologických průzkumů respektovat zkušenost, že se musí uplatnit týmový přístup. Řízení průzkumu je náročné i z hlediska manažerského a ekonomického zajištění. Špatně řízený a vedený průzkum může být příčinou, že se nevyužijí lidské, technické, ani finanční zdroje, které do něho byly investovány.

Inženýrská geologie i geotechnika dnes rozhodně pro inženýrské stavitelství nepostrádá svůj význam. A bude ho mít i v budoucnu. Musí však stále hledat nové cesty jak jej uplatňovat. Pružně se adaptovat na nové podmínky a nepropadat sklonu k ochrannářskému „cechovnímu“ přístupu jednotlivých specializací. To by se v budoucnu vymstilo celému oboru.

V nových evropských normách je třeba hledat to co je tam pozitivního, nové možnosti a inspiraci. Nikoliv slepě aplikovat i to co může být v rozporu s naší legislativou, naší zkušeností a na škodu naší ověřené praxi v tuzemských podmínkách.

7. Použitá literatura

- Anon. (1999) . Definition of geotechnical engineering. Ground Engineering . Vol. 32. No. 11. p. 39
- Arnould, A. (1970) The International Association of Engineering Geology History. Bulletin of the IAEG No. 1. p. 22-28
- Fookes P.G. (1997), Geology for Engineers: The Geological model, prediction and performance. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology Vol. 30. p. 293-424
- Harding C. (2004) Site investigation and Site Conceptual Models. The Link between Geology and Engineering. Advances in geotechnical engineering: The Skempton Conference Vol. 2. T.T. London. P. 1304-1315
- Kiersch G.A. (1991), The heritage of Engineering Geology. The first Hundred Years. Ed. By G.A. Kiersch, Centennial, Special Volume 3, Geological Society of America, p. 1- 50
- Legget R.F. (1939) Geology and Engineering Mc Graw Hill B.C. New York, London
- Matula, M. (2004) Problémy a vzťahy inžinierskej geológie a geotechnického inžinierstva, Sborník 4 konferencie Geológia a životné prostredie, Bratislava
- Morgenstern, N.R. (2000) Common Ground, GeoEng. International Conference on Geotechnical-Geological Engineering, Melbourne,
- Novotný et al. (2014) Návrh nové Národní normy „Inženýrsko geologický průzkum“, verze 12/2014
- Parriaux A. Geology. (2009) Basics for Engineers. CRC Progress Balkema Book.
- Pašek J., Matula M., + kol. (1995) Inženýrská geologie, Česká matice technická, Technický průvodce sv. 76, Praha
- Pašek J. 2014, Profesor Quido Záruba, zakladatel československé inženýrské geologie Stavebnictví č. 5, s. 14-17
- Parry S., Baynes F.J., Culshaw M.G., Eggers, M., Keaton J.F., Lentfer K., Novotný J., Paul D., (2014) Engineering models: An Introduction „IAEG Commission 25 . Bulletin of the IAEG Vol. 73 Num. 3
- Petro L., Frankovská J., Matys M., Wagner P. a kol. (2008), Inžiniersko geologický a geotechnický terminologický slovník. Štátny geologický ústav Dionýsa Štúra, Bratislava
- Rozsypal, A. (2011) Právní odpovědnost za znalost geologického prostředí při stavbě tunelu Tunel 2011, č. 1 s. 74,
- Rozsypal, A. (2013), Je budoucnost inženýrské geologie temně fialová? Geotechnika nč. 2 s. 30-32
- Rozsypal, A. (2013) Odpovědnost za geotechnický průzkum pro projekty 3 geotechnické kategorie a Eurokód č. 7. Sborník konference Zakládání Staveb Brno
- Steenfelt J.S. Teaching for the Millenium – or for the Students? Key note Lecture , GeoEng. International Conference on Geotechnical-Geological Engineering, Melbourne 2000,
- Tomášek, J. Inženýrsko geologický dozor na stavbách, Sborník příspěvků II Inženýrsko geologického kongresu Liberec 2014
- Venkatramiah C. (2006) Geotechnical Engineering, New Age International Publisher, New Delhi
- Vybíral, R. Postavení inženýrského geologa v předprojektové přípravě, ve fázi projektu, při zemních pracích a při zakládání staveb Sborník příspěvků II Inženýrsko geologického kongresu Liberec 2014
- Záruba, Q. (1964) Úkoly inženýrské geologie a otázky výchovy inženýrských geologů. Sborník geologických věd, HIG I. 1964 Praha
- Zaruba Q. (1970) Engineering Geology, Some Experiences and consideration. The International Association of Engineering Bulletin of the IAEG No. 1. p.15-21
- Eurokód č. 7 část 1 a 2.

Technické podmínky 76/2009 MDČR „Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace.

Dále byly využity poznatky z diskuzí vedených při přípravě Národní přílohy k Eurokódu č. 7 (vedoucí zpracovatelského týmu prof. i. Vaníček) a z diskuzí vedených při přípravě Národní normy Inženýrsko geologický průzkum (vedoucí zpracovatelského týmu ing J. Novotný) v letech 2013 a 2014