

Josef ALDORF¹, Karel VOJTASÍK²

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ K OCHRANĚ POVRCHU A KONSTRUKCÍ PODZEMNÍCH DĚL
PŘED NÁHODNÝMI ANOMÁLNÍMI JEVY VE STAVBĚ NADLOŽÍ A PORUCHAMI NA
PODPOVRCHOVÝCH INSTALACÍCH INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ

Abstract

Article reports a package of arrangements taking in the full run conservation of a geotechnical structure assembled by ground surface, substratum and manmade utilities embedded in (footings, utility service networks, shallow tunnels). All of these are at a high risk level from the both unforeseen undisclosed ground conditions and emergencies on utility service networks that could be incited by construction and operation of shallow underground works.

Opatření k ochraně povrchu terénu, jeho podloží a v něm umístěných objektů (základové konstrukce, inženýrské sítě, podpovrchová podzemní díla), musí vycházet ze skutečných příčin ohrožení. V praxi se velmi často setkáváme s přístupem, který problematiku řeší až v okamžiku nastalé mimořádné situace (obr.1) a navržené řešení směřuje obvykle k zahlazení důsledků, a nikoliv k odstranění skutečných příčin. Často se tak děje hlavně proto, že důsledky jsou mylně vyhodnocovány a považovány za příčiny mimořádných situací. Příčiny mimořádných situací bývají skryty, zpravidla je jich několik, prochází vývojem, během kterého se integrují a tím i současně znásobují nebezpečí vzniku mimořádné situace, která je poslední fází v tomto vývoji. Preventivní odhalení možných příčin mimořádných situací vyžaduje dokonalou znalost problematiky, lokálních poměrů, provedení geotechnického průzkumu, který respektuje charakteristiku lokality a potřeby stavby. V některých výjimečných případech, i přes dostatečnou prevenci, příčiny mohou zůstat skryty - anomální jevy, které jsou odhaleny až jimi podmíněnou mimořádnou situací. I s touto eventualitou je potřeba počítat, neboť celá problematika geotechniky je determinována vysokým stupněm neurčitosti, vyplývajícím z jedinečnosti a neopakovatelnosti objektivních i subjektivních podmínek, za kterých jsou realizovány a provozovány geotechnické stavby.



obr.1

¹ Josef ALDORF, Dr.Sc., VŠB-TUO, FAST, katedra geotechniky a podzemního stavitelství, Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava - Poruba, e-mail: josef.aldorf@vsb.cz

² Karel VOJTASÍK, CSc., VŠB-TUO, FAST, katedra geotechniky a podzemního stavitelství, Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava - Poruba, e-mail: karel.vojtasik@vsb.cz

Předložený příspěvek si klade za cíl podat souhrnný systematický přehled o ochranných opatřeních, reagujících na potenciální rizika, se kterými je nutno počítat jako s pravděpodobnými příčinami mimořádných situací, ohrožujícími povrch terénu, podloží povrchu terénu a v něm umístěné objekty.

Povrch terénu, podloží a objekty inženýrských sítí a základových konstrukcí pozemních staveb spoluvytváří, permanentně se proměňující, komplexní strukturu, která je výsledkem dlouhodobého chaotického vývoje, poznamenaného mnoha fázemi její výstavby. V první - přírodní fázi je dán této struktuře základ. V následujících fázích – antropogenních, ve svých počátcích, byla přírodní struktura překryta mnoha vrstvami navážek a posléze doplňována implementovanými objekty prováděnými buďto výstavbou spovrchu nebo hloubením. Intenzita vytváření této struktury se stupňuje a s tímto trendem je nutno počítat i do budoucna.

Ochranná opatření, aby měla nějaký význam a byla účinná, musí vycházet z příčin ohrožujících zájmovou strukturu. Je třeba příčiny nejen správně identifikovat, ale poznat jejich fyzikální podstatu a charakteristickými parametry objektivně kvantifikovat. Obojí, znalost fyzikální podstaty i kvantifikace parametrů jsou nezbytné pro řešení a kontrolu problému exaktními prostředky, zejména prognózními výpočty a kontrolním sledováním vývoje situace.

Příčiny problémů lze rozdělit do dvou základních skupin :

- objektivní příčiny (faktory), jsou předem dány, nelze je zásadním způsobem transformovat a mohou být pouze rozpoznány a do opatření vstupovat jako pasivní údaje, kterými je definována – popsána situace. Šíře a hloubka jejich poznání jsou nebytným požadavkem pro návrh opatření. Bez jejich znalosti, nebo při neúplných a kusých informacích, se navrhovaná opatření zpravidla mají účinkem. K hlavním představitelům objektivních příčin náleží všechny okolnosti přírodní a dále okolnosti antropogenní zahrnující všechny předchozí aktivity člověka.
- subjektivní příčiny, souvisí s aktuální činností člověka, která je nebo by měla být plně pod jeho kontrolou. Subjektivní příčiny mohou být aktivně ovlivňovány, tj. minimalizovány například modifikací realizačních parametrů, nebo zcela eliminovány volbou jiných vhodnějších realizačních metod nebo dalším zdokonalováním a vývojem realizačních metod, podmíněným nastalým stavem. Mezi nejvýznamnější subjektivní příčiny problémů náleží nevhodný návrh ochranných opatření, technologické nedostatky při provádění ochranných opatření, apod..

Princip hodnocení rizikovosti příčin problémů a současně i účinnosti navržených opatření spočívá na deformační analýze horninového prostředí, tj. exaktním stanovení deformací a na jejich základě odvozených následcích, které tyto budou mít na příslušný typ objektu instalovaného v tomto prostředí. Využití deformací vyplývá z jejich univerzální adaptability vyjádřit a v nich integrovat všechny činitele (objektivní, subjektivní), kvalitativními a kvantitativními parametry, jimiž je tento komplexní problém determinován.

Důvodem, pro volbu deformací horninového prostředí, jako výchozího parametru k určování rizik, jsou následující skutečnosti:

- výpočty lze stanovit jejich očekávaný vývoj – pravděpodobný vývoj v závislosti na procesu realizace díla a dalších předpokládaných objektivních a subjektivních - individuálních realizačních okolnostech
- průběžně sledovat vývoj skutečných deformací probíhajících v horninovém prostředí

- na základě vypočtených i skutečně zaznamenaných hodnot deformací, odvozovat další parametry (úhlové přetvoření, poloměr křivosti), které jsou standardně vyžadovány při posouzení statiky stavebních objektů, nacházejících se v nadloží, nebo v blízkém okolí podzemních staveb
- hodnoty deformací lze dále uplatnit, jako vstupní parametry ve statických výpočtech konstrukcí (tj. stanovovat hodnoty vnitřních sil a napětí v konstrukcích inženýrských sítích), které posuzují jejich funkční stav

Hodnotit rizika příčin i účinnost navržených opatření stávajících i aktuálně realizovaných objektů v prostředí na základě deformace odpovídá současnému trendu projektovat a provádět geotechnické stavby v souladu dle zásad observační metody.

V následujících tabulkách jsou shrnuty poznatky o základních geotechnických příčinách rizik a k nim doporučená technologická opatření, jak tato rizika efektivně překonávat. Tabulka č.1 uvádí problematiku ochranných opatření z pohledu na příčiny deformací, které jsou permanentní součástí každé geotechnické realizace (podzemní podpovrchová díla). Tabulka č.2 přistupuje k problematice ochranných opatření z pohledu druhů rizik.

ZÁVĚR

Účinná ochrana povrchu a konstrukcí geotechnických objektů před možnými negativními přírodními i člověkem indukovanými jevy spočívá ve zpracování rizikové analýzy k dané situaci.

Výsledky rizikové analýzy jsou podkladem pro návrh ochranných opatření.

Před zahájením a během realizace geotechnických objektů je vhodné průběžně sledovat stav situace, zda se skutečnost neodlišuje od předpokladů. Velmi vhodné je stav na kritických místech monitorovat.

Pokud se skutečná situace odlišuje od očekávané, operativně modifikovat ochranná opatření. V případě, že se situace předpokládaná i skutečná neliší, nepodlehout rutinně při provádění ochranných opatření a kontrole chování prostředí a trvale počítat s možností skrytých rizik.

Po ukončení realizace geotechnického objektu výsledky analyzovat a prezentovat, aby přispěly k dalšímu doplnění a rozšíření poznatků o rizicích a k dalšímu zdokonalení ochranných opatření.

PODĚKOVÁNÍ

Článek byl zpracován v rámci řešení úkolu GAČR 105/05/2712 Ražení kolektorů v oblastech dotčených hornickou činností a projektu ČBÚ 38-05 Vedení podzemních děl v souvislé městské zástavbě.

Recenze: Ing Karel FRANCZYK, SUBTERRA, a.s.

Tabulka č. 1 Přehled příčin deformací horninového prostředí při výstavbě geotechnických objektů (podpovrchových podzemních děl).

geotechnická příčina		riziko	opatření
přetváření prostředí v místě loka- lizace inž. sítě	pružno- plastické	poklesy, denivelace	- realizace klasickým postupem po zabírkách: změna délek zabírek; dočasná stabilizace čelby; členění čelby
	plastické	narušení konstrukce (ojedinělé trhliny na konstrukcích sítě)	- realizace klasickým postupem doplněným o zajištění nadloží, příp. boků zabírky hnaným pažením – ochranný deštník - štítování
	nakypření - tvorba hor- ninové klen- by	poškození konstrukce (narušení konstrukce sítě)	- štítování se zajištěním čelby díla - preventivní úprava horninového prostředí (zpevnění) nadloží, boků eventuálně podloží
	zával	devastace sítě	
změna režimu podzemních vod v podloží inž. sítě, způsobená realizací nebo přítomností podzemního díla	pokles hladiny podzemní vody, plochá hladina	vertikální pokles vyvo- laný přírůstkem efek- tivních napětí	- zabránění změnám (poklesům) hladiny podzemních vod během realizace díla: zeminový štít (EPB); hydroštit
	lokální odvodnění, vytvoření depresní kotliny,	vertikální a hori- zontální posuny směru inž. sítě, (ojedinělé trhliny, narušení konstrukce průřezu sítě)	
	proudění vody prostředím	nebezpečí náhlého ob- jemového přetvoření následkem sufoze popř. eroze devastace sítě	- zabránění proudění podzemních vod okolím podzemního díla provedením těsnící injektáže - zaplnění vzniklých pórů a erozních kanálů výplňovou injektáží

Pokračování - tabulka č. 1 Přehled příčin deformací horninového prostředí při výstavbě geotechnických objektů (podpovrchových podzemních děl).

geotechnická příčina		riziko	opatření
nadvýlom	technologický (předpokládaný)	pokles, denivalace úměrné hodnotě technologického nadvýlomu,	- snižování popřípadě zabránění nadvýlomu pravidelným zaplňováním vznikajících volných prostor mezi konstrukcí výztuže a horninovým prostředím výplňovou injektáží
	nenadálý (neočekávané geotech. situace např.: anomálie v geologické stavbě prostředí - čočky vyplněné směsí klastických materiálů s vodou, erozní dutiny; neevidované objekty antropogenního původu – staré inž.sítě, studny, podzemní prostory)	dle rozsahu mimořádné situace denivelace, narušení, poškození, devastace sítě, průval vody, vytvoření kráteru v nadloží, nestabilita čelby	- provádění pravidelného průzkumu a doprůzkumu k došetření stavu horninového prostředí v předpolí zabírky (nadloží, čelba) a jeho vyhodnocení, individuální opatření dle stavu situace

Tabulka č. 2 - Přehled příčin rizik ohrožujících výstavbu geotechnických objektů (podpovrchových podzemních děl).

geotechnická příčina		riziko
objektivní - přírodní	pravděpodobný stav	<ul style="list-style-type: none"> - geotechnický průzkum, předcházející projekt a realizaci díla, v rozsahu nerespektujícím geotechnickou situaci a potřeby plynoucí z parametrů a účelu podzemního díla - při značné proměnlivosti výsledků geotechnického průzkumu (nejasná stavba prostředí, proměnlivé vlastnosti horninového prostředí), provedení doplňkového průzkumu k objasnění stavby horninového prostředí a prognóza očekávaných anomálních jevů, které by mohly ohrozit realizaci podzemního díla (zvodnělé erozní rýhy zaplněné nezpevněným materiálem, izolované čočky zaplněné tekoucím materiálem, apod.), nedostatečný nebo neprováděný průzkum vedení a stavu inž. sítí. - pro pravděpodobný stav objektivních – přírodních podmínek vymezit zóny ohrožující realizaci díla a stanovit typ ohrožení (nesoudržné prostředí – zával z nadloží; erozní rýhy a čočky zaplněné tekoucími materiály – závaly, zaplavení díla materiálem) a pro tento pravděpodobný stav navrhnout vhodnou realizační metodu výstavby díla, pokud možno takovou, která je schopna v celém rozsahu stavby integrovat všechny očekávané stavy - průzkumem prokázaná složitá geotechnická stavba prostředí vyžaduje do realizačního procesu výstavby podzemního díla zahrnout pravidelné provádění doplňkového průzkumu
	stavy nezjištěné geotechnickým průzkumem, které se projeví až během realizace díla	<ul style="list-style-type: none"> - pravidelné ověřování stavu horninového prostředí v předpolí podzemního díla, tak aby každá mimořádná situace mohla být zachycena s dostatečným předstihem, aniž by vážně ohrozila realizaci podzemního díla a mohla být předstihu eliminována (sanace prostředí - odčerpání vody, zpevnění nestabilních zón; modifikace, nebo změna realizační technologie)

Pokračování - tabulka č. 2 - Přehled příčin rizik ohrožujících výstavbu geotechnických objektů (podpovrchových podzemních děl).

geotechnická příčina		riziko
antropogení	předvídatelné	<ul style="list-style-type: none"> - studium archivních materiálů a dokumentace k stavebním objektům (inženýrské sítě, pozemní stavby, provedené terénní úpravy, dopravní komunikace, podzemní objekty) a vytvoření mapy (3D modelu) situace - v trase podzemního díla vymežit v horninovém prostředí možné konfliktní zóny (např. přiblížení podzemního díla k objektům) a pro zóny stanovit druh ohrožení (zával, zaplavení podzemního díla materiálem z narušené inženýrské sítě, apod.) - pro vytypované konfliktní zóny a možný typ mimořádné situace navrhnout úpravu realizační technologie, která snižuje, nebo eliminuje riziko vzniku mimořádné situace a rovněž připravit i havarijní plán pro případ, kdyby mimořádná situace skutečně nastala
	nepředvídatelné - oblasti trvale obývané po řadu století a opakovanou výstavbou na zbytcích předcházejících stavebních etap	<ul style="list-style-type: none"> - navážky (skládky) tvořené heterogenním materiálem (stavební odpad, komunální odpad, zbytky po řemeslné malovýrobě), nakypřené, s organickým podílem v různém stupni rozkladu - staré zavalené (částečně) podzemní chodby, nevyužívané kanalizační vedení, studny, zbytky sklepů a prostor staveb, díla po těžbě surovin <p>Lokalizace zbytků antropogeních objektů z minulých dob je ve většině případů dílem náhody a pokud je podzemní dílo realizováno v tomto typu prostředí je zde nutno postupovat stejným způsobem, jako je tomu v případě očekávání výskytu anomálních jevů ve stavbě horninového prostředí.</p>

