

BEZPEČNOSTNÍ MONITORING STAVEB D6 LUBENEC A D3 310 TUNEL POHŮRKA

SAFETY MONITORING OF CONSTRUCTIONS D6 LUBENEC AND D3 310 POHŮRKA TUNNEL

Jiří Fuchs¹

Abstrakt

Monitoring je běžnou součástí stavební činnosti, neměl by být v případech podezření negativního vlivu stavby na okolí opomíjen. Neboť i případně získané informace, že se nic neděje a stavba nevykazuje negativní vliv na okolí je pro investora velmi cenná a v souladu s legislativou. Pakliže je okolí stavbou ovlivněno, je investor povinen toto řešit a monitoring mu může poskytnout potřebné informace k návrhu řešení i vyhodnocení fungování uplatnění následných opatření.

Abstract

Monitoring is a routine part of construction activity and should not be neglected in cases of suspected negative impact of the construction on the surroundings. Because even the information possibly obtained that nothing is happening and the construction does not have a negative impact on the surroundings is very valuable for the investor and in accordance with the legislation. If the surroundings are affected by the construction, the investor is obliged to address this and the monitoring can provide the necessary information for the design of the solution and the evaluation of the functioning of the application of subsequent measures.

1 Úvod

Geotechnický monitoring je základním prvkem v systému řízení geotechnických rizik výstavby každého inženýrského díla. Vychází z observační metody, kdy se na základě souboru měření a pozorování, spočívající ve sledování a skutečné odezvy horninového prostředí na výstavbu, upravuje technologie výstavby, případně i celý projekt. Cílem je vždy sledování všech vyvolaných (indukovaných) účinků v okolí stavby, respektive v zóně ohrožení a v zóně sledování. Signalizují v předstihu stavy, které mohou vést ke vzniku mimořádných událostí a negativních skutečností

¹Fuchs Jiří, Ing., Riges, s.r.o., U Stavoservisu 527/1, 100 40 Praha 10, tel.: +420 603 416 103, e-mail: fuchs@riges.cz

z nich vyplývající. Přičemž legislativa striktně předepisuje např., že pro razbu tunelu (štoly) je použita tunelovací metoda využívající spolupůsobení horninového masivu, je vždy nutné provádět měření přetváření nosného systému hornina-ostění. Cílem měření a vhodného vyhodnocení je také předpověď vývoje chování sledovaného systému v budoucnosti a přijímání opatření, kterými by se tento vývoj (a případně existující rizika) udržel v projektem předepsaných mezích (varovné stavy). S tím souvisí i následná kontrola účinnosti těchto opatření a předpověď neočekávaného nebezpečí vzniku nežádoucích a neočekávaných jevů během výstavby. Sledovaným systémem je tedy interakce dopravní stavby s horninovým prostředím, pomocí kterého se také zvyšuje bezpečnost práce i finanční úspory, kdy řešení následků je mnohem dražší než preventivní podchycení v počátku přetvoření. Geotechnický monitoring (dále GTM) je jednou z podmínek pro použití observační metody při návrhu a realizaci zejména tunelových děl a složitých staveb. Aktuální rozsah a četnost měření řídí Rada monitoringu (dále RAMO) zřízená objednatelem. Geotechnický monitoring se dělí na tři základní etapy a vždy je prováděn na základě schváleného projektu:

Předstihový GTM popisuje jevy v sledované oblasti před stavbou v dostatečném období např. dvou let.

Bezpečnostní (operativní) GTM realizovaný v aktivní zóně kolem díla (po celou dobu výstavby díla),

Kontrolní (periodický) GTM v zóně ovlivnění a sledování (realizovaný po celou dobu díla), Trvalý GTM se provádí na vybraných bodech či konstrukcích v zóně ovlivnění po dokončení stavby. Provádí se zpravidla min. po dobu záruky díla.

2 Dokumentace – projekt monitoringu

2.1 Posouzení daného území

V rámci přípravy projektu geotechnického monitoringu je nutné provést pečlivě a úplně průzkumné práce, a to jak šetřením všech dostupných materiálů, tak i vlastní šetření v terénu. Mezi tyto práce patří geologické a hydrologické průzkumy včetně vrtných prací, pasportizace terénu, předběžná pasportizace budov, zjištění stavu a složení podloží. Kvalita a rozsah provedení těchto prací jsou základem k minimalizaci změn a dodatků v průběhu provádění prací. Celkový rozsah posouzení území není jenom rozsah záborů vlastní stavby, ale celého území, na které bude mít stavba a průběh prací vliv (zóna ovlivnění a sledování).

2.2 Varovné stavy

Varovný stav (dále VS) v deformačním chování sledovaných konstrukcí vychází projektové dokumentace příslušné stavební činnosti a měl by být stanoven zadávací dokumentací GTM. Je provázen provedením určitých následujících opatření dopředu doloženým v RDS GTM. Opatření spočívá ve snížení, nebo zvýšení četnosti měření monitorovacích prvků, či přijetím stavebně-technických opatření. Jedná se o opatření organizační, technická, technologická, bezpečnostní. Rozhodnutí (doporučení) o využití těchto opatření přísluší RAMO a objednateli/správci stavby.

Obecně kritéria pro posouzení, zda nastal či nenastal varovný stav, jsou především předem stanovené hodnoty deformačního chování konstrukcí na základě statického výpočtu uvedené v příslušném realizačním projektu díla. Při hodnocení varovných stavů je nutné, přihlížet vždy k celkovému hodnocení trendu ve vývoji sledovaných veličin a ke komplexnímu posouzení všech sledovaných bodů a měření. Při hodnocení varovných stavů, je tedy třeba brát v úvahu, následující informace a podmínky:

- absolutní hodnoty sledované veličiny,
- rychlost růstu hodnot sledované veličiny,
- zrychlení, s jakým rostou hodnoty sledované veličiny,
- možnost vzniku obecného ohrožení

Pokud reálně dojde k nárůstu měřených hodnot mimo předpokládané hodnoty měla by rychlost reakce na tuto skutečnost odpovídat výše uvedeným kritériím.

RDS příslušného stavebního objektu stanoví předpokládaný průběh chování příslušného objektu a horninového prostředí a k nim příslušné varovné stavy (Tab. č. 1):

Stav dostatečné bezpečnosti vyjadřuje, že výsledky měření dosahují max. 60 % projektem předpokládaných hodnot a projevuje se jasná tendence k ustálení deformací.

Stav přípustných změn nastává v případě překročení 60 % projektem předpokládaných hodnot deformací. Pokud vyhodnocené výsledky měření mají tendenci překročit hodnoty určené RDS GTM, musí zhotovitel upravit další postup výstavby doplněním vystrojovacích opatření, obsažených zpravidla v dokumentaci RDS a příslušně doplnit technologický předpis.

Stav mezní přijatelnosti nastává při překročení projektem daných hodnot deformací. Zavede se pohotovostní režim se zvýšenou četností měření a sledování, včetně případného zapojení dalších druhů měření podle

předpokladů geomonitoringu. Zhotovitel ve spolupráci s Radou GTM upraví a doplní vstrojovací opatření případně i o vstrojovací prvky či opatření, která nejsou obsažena v RDS, aby se zabránilo dosažení kritického stavu.

Kritický stav je dosažen při překročení 125% projektem předpokládaných hodnot deformací. Při jeho dosažení je třeba v rámci pohotovostního režimu nasadit mimořádná opatření, která nebyla RDS uvažována, aby se zabránilo havarijnímu stavu. Zhotovitel a odpovědný projektant RDS musí neodkladně v dokumentaci RDS upravit další postup výstavby a příslušně doplnit technologický předpis.

Havarijní stav nastává při destrukci konstrukce, tj. když dojde k mimořádné události. V tomto případě je neprodleně započato s postupem dle havarijního plánu. Z důvodu odvrácení havárie a obecného ohrožení rozhoduje zhotovitel díla (závodní), dodatečně odsouhlasuje projektant a objednatel/správce stavby.

Tab. č. 1: Specifikace varovných stavů

Varovný stav	Chování konstrukce	Kritérium deformací	Měření GTM	Činnost
Dostatečné bezpečnosti	Klid, tendence k ustálení deformací	< 60 %	dle projektu	žádná
Přípustných změn	Deformace odpovídající projektu	60 - 100 %	dle projektu	žádná
Mezní přijatelnosti	Tendence ke zvyšování deformací, riziko vývoje kritického stavu	100 - 125 %	zvýšení četnosti, sledování tendence deformací	POHOTOVOSTNÍ REZIM Technická opatření dle projektu a dle rozhodnutí RAMO
Kritický	Skokový nebo setrvalý zrychlený nárůst deformací	> 125 %	Doplnění nových měření, výrazné zvýšení četnosti	ZASTAVENÍ VÝSTAVBY Technická opatření neuvedená v projektu
Havarijní	Destrukce konstrukce		bezodkladné provedení prací dle schváleného havarijního plánu	

2.3 Metody měření, četnost sledování

Metody měření užívané v rámci geotechnického monitoringu tvoří soubor činností, které je nutno brát jako celek a které poskytují dostatečnou informaci o změnách na jednotlivých stavebních objektech a na okolním terénu a zástavbě. Volba metod měření je odvislá od jednotlivých projektů a výsledků předstihových prací (posouzení území, pasportizace, výsledky geologických průzkumů, předstihový monitoring a vychází nutně z hodnot předpokládaného přetvoření s přihlédnutím na danou situaci při volbě správné metody. Převážně používané metody jsou:

Inklinometrická měření, měření pórových tlaků, měření sil v kotvách, měření deformací trhlin, měření svislých posunů, měření náklonů, konvergenční měření, měření vodorovných posunů, hydrogeologický monitoring, pasportizace objektů, inženýrskogeologické sledování terénu, sledování dotvarování násypů (vodorovná inklinometrie).

Četnost sledování je stanovena projektem na základě typu a tvaru konstrukce a geologických podmínek, přičemž četnost měření je upravována podle průběžných výsledků a případného dosažení varovných stavů odpovědnou osobou.

2.4 RAMO

Činnost GTM řídí rada monitoringu (RAMO), která je pomocným orgánem objednatele cestou Správce stavby, který zajišťuje a jmenuje její členy. RAMO projednává výsledky monitoringu a vydává doporučení pro úpravy GTM a technická řešení vyplývající z výsledků GTM. Může navrhnout úpravy a rozsah měření GTM. Členové RAMO se účastní pravidelných nebo operativních jednání RAMO, jejichž součástí je i kontrola stavby.

Pravidelné porady RAMO bývají svolávány v měsíčním intervalu. Jsou na nich souhrnně prezentovány výsledky monitoringu za uplynulé období objednateli, zhotoviteli a dalším zainteresovaným orgánům výstavby např. stavební úřad či přizvaným zástupcům. Je také projednán postup stavby na další období a jeho dopady na činnost monitoringu. Dále jsou řešeny stížnosti vlastníků okolních nemovitostí (otřesy, vznik trhlin, úbytek vody ve studních apod.). Na základě výsledků měření, postupu stavební činnosti je provedeno jejich vyhodnocení a následně dává RAMO doporučení objednateli k rozšíření prací, zvýšení četnosti měření, provedení speciálních měření. V případě dosažení varovných stavů nebo výrazného nárůstu měřených hodnot je bezodkladně svoláno mimořádné jednání RAMO, které zhodnotí zjištěný stav a doporučí případná opatření.

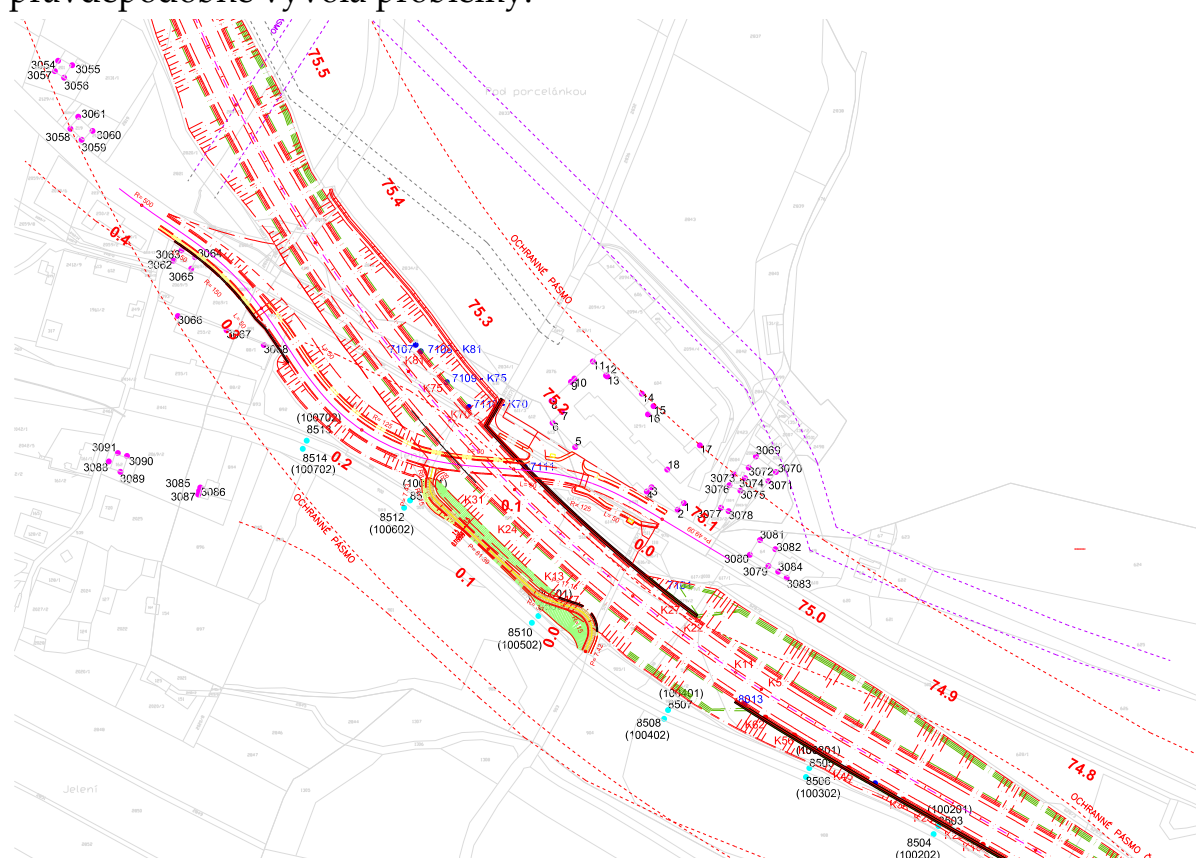
RAMO je důležitou součástí GTM už jako platforma, která zahrnuje zástupce stavby, objednatele a specialisty různých profesí. Jejich společnou činností lze zabránit vzniku závažných škod.

3 Monitoring D6 Lubenec

GTM D6 Lubenec je spojený s výstavbou dálnice D6, obchvat Lubence v km 74,650 – 79,560. Předmětem tohoto monitoring bylo především sledování dopadu stavby na okolní území. Předmětem prací bylo především sledování svislých a vodorovných posunů, sledování hladiny spodní vody, konvergenční měření, měření napětí na kotvách. Práce probíhaly a probíhají po dobu výstavby a po dobu 12 měsíců po dokončení stavby.

Vliv na vyhodnocení výsledků tohoto monitoringu bude mít bezesporu pozdní zahájení prací. Důvodem nezajištění předstihového monitoringu byly problémy v zadání této zakázky objednatelem.

Práce GTM byly zahájeny až v průběhu stavby, nebylo možno zachytit výchozí stav před zahájením prací což vyvolalo a při vyhodnocení stavby ještě pravděpodobně vyvolá problémy.

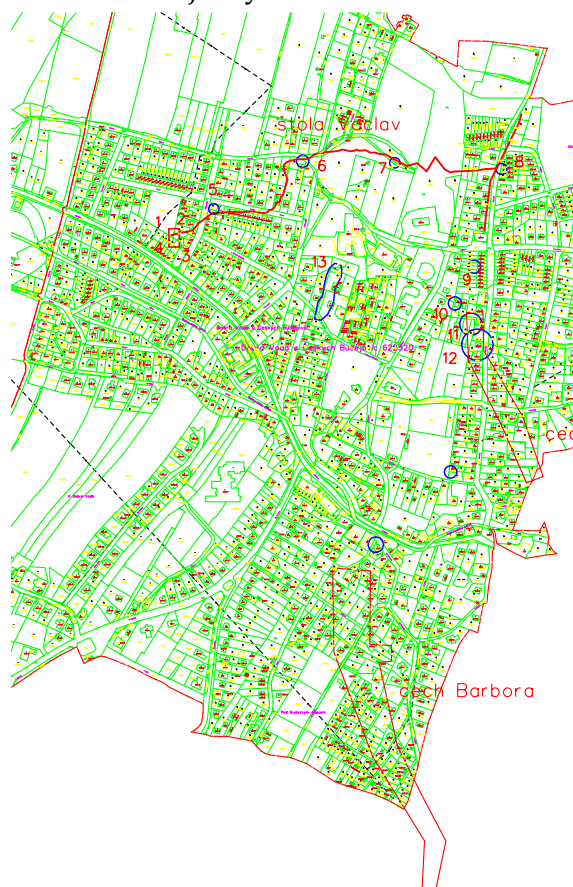


Obr. 1 Schéma místění měřících bodů

4 Monitoring D3 310/I České Budějovice

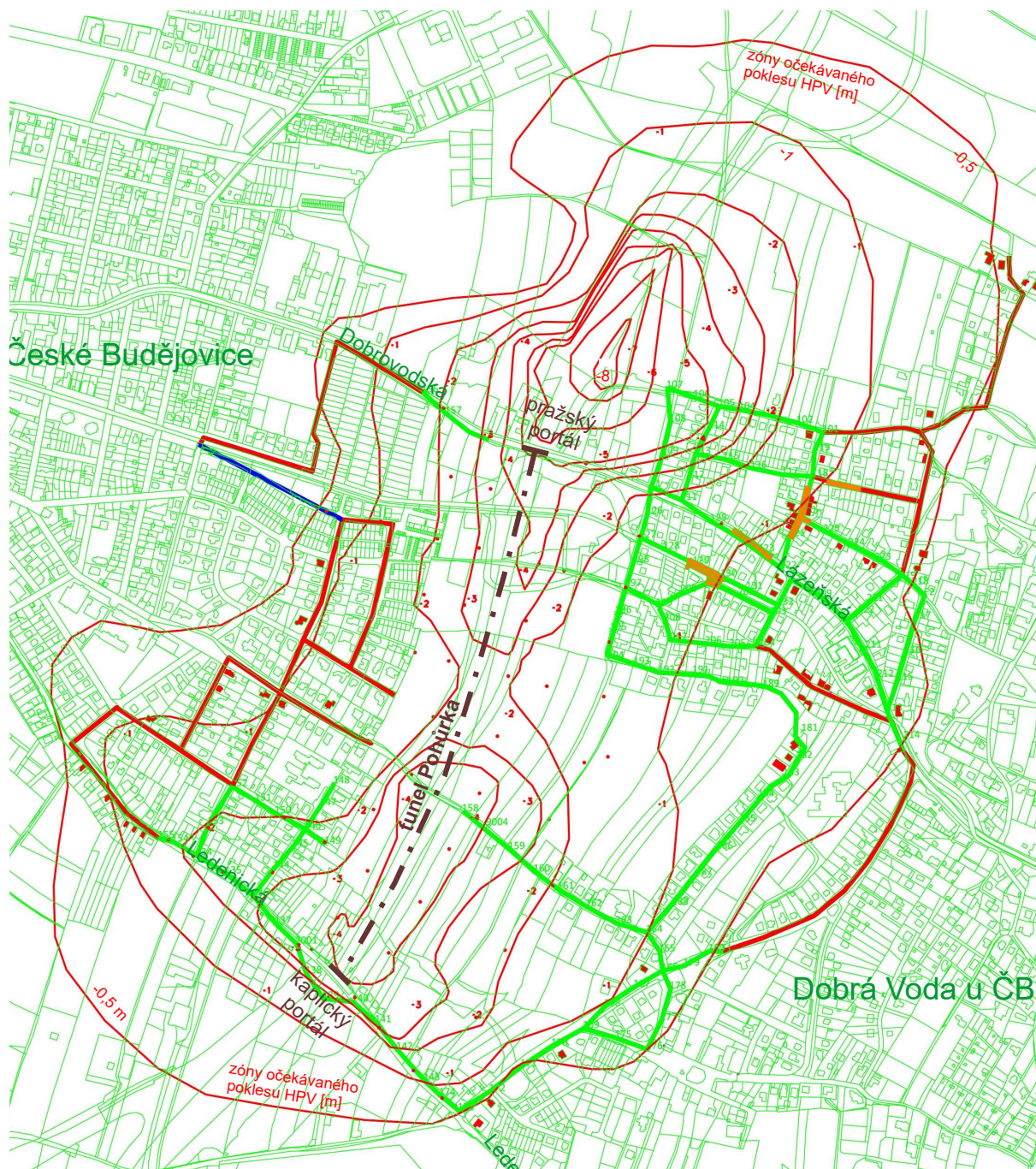
Jedná se rozsáhlý GTM, který je prováděn v rámci stavby D3 310 „obchvat Českých Budějovic“. Zásadním stavebním dílem této stavby je tunel Pohůrka, který přímo navazuje na okolní zástavbu a stavba je prováděna v obtížných geologických podmínkách českobudějovické pánve, zejména s vysokou hladinou spodní vody. S ohledem na tyto skutečnosti byl před zahájením prací prováděn předstihový monitoring, který zdokumentoval stav území i přilehlých stavebních objektů před zahájením stavby v rámci celého roku a zdokumentoval tak nejen vliv klimatických podmínek ale i dalších stavebních činností s výstavbou dálnice nesouvisejících.

V průběhu výstavby navíc došlo k zásadní změně projektu a způsobu výstavby na kterou GTM musel reagovat. Některé části RDS GTM bylo nutno zcela přepracovat, změnit rozsah případně doplnit metody měření. Bylo nutno provést doplňující průzkumy rozšířeného území. V rámci rozšířeného území byla např. zjištěna existence historických důlních děl a štol, bylo nutno provést novou hydrogeologickou studii možného proudění spodní vody k posouzení dopadů na stavbu i na okolní objekty.



Obr.2 Historická důlní díla

Předmětem GTM v rámci této stavby je měření svislých posunů okolní zástavby. Jedná se o vybrané objekty v závislosti na provedených pasportizacích a lokalitou objektu (dle zóny očekávaného poklesu hladiny spodní vody). Současně je v širším území prováděno sledování hladiny spodní vody ve studních a hydrogeologických vrtech. Na vlastních objektech stavby jsou potom prováděna měření svislých a vodorovných posunů, měření pórových tlaků, konvergenční měření, měření napětí na kotvách, inklinometrická měření.



Obr. 3 Rozsah GTM v prostoru tunelu Pohůrka,
výsledky hydrogeologické studie

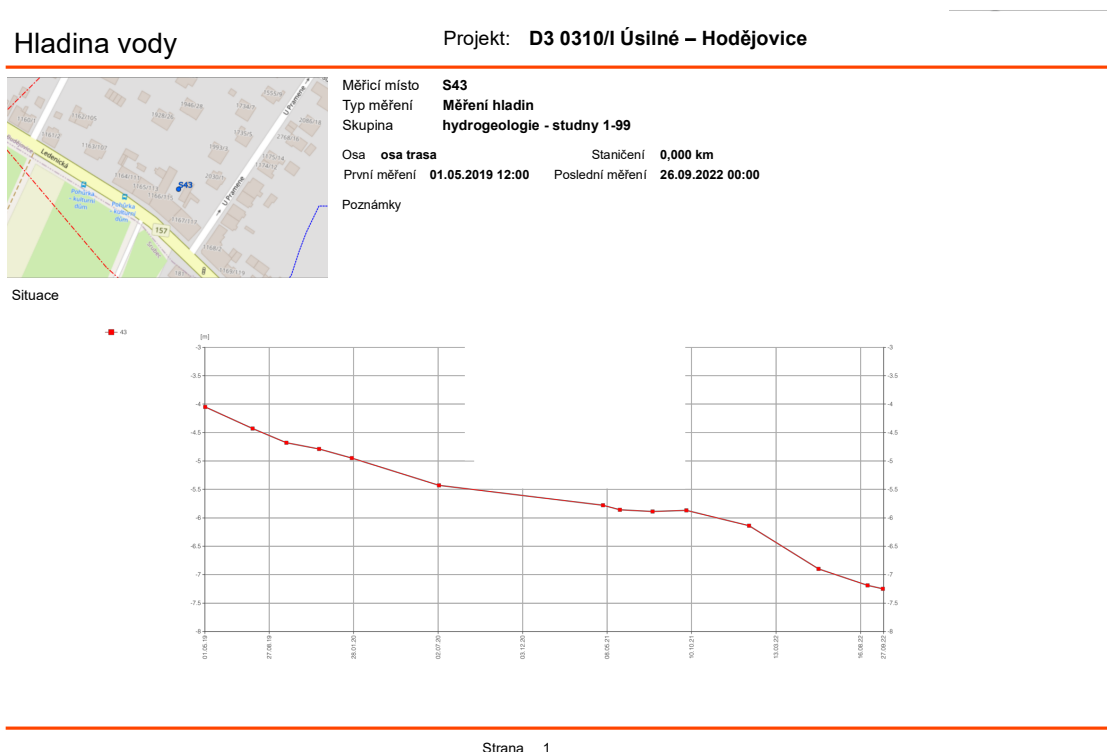
5 Vyhodnocení výsledků měření, prezentace

Vyhodnocení a prezentace výsledků GTM dnes probíhá v prostředí webovských aplikací. Tento způsob řešení je běžným požadavkem objednatele. Prezentace probíhá na SW vybavení zhotovitele GTM a jediným požadavkem objednatele je jeho dostupnost, přehlednost a zálohování dat. Na trhu je možné kromě profesionálních SW aplikací možno zaznamenat i několik SW aplikací, které jsou vyvíjeny zhotoviteli GTM a jsou součástí jejich firemních know-how.

Není předmětem této přednášky ani výčet, ani hodnocení jednotlivých aplikací, které jsou rozdílné svým rozsahem zobrazovaných grafických podkladů i způsobem zobrazení výsledků prací GTM. Jedno, to podstatné, mají společné. Výsledky činností GTM jsou na nich neustále dostupné, přístup k výsledkům mají členové RAMO a další specialisté. A kromě výsledných číselných hodnot prezentují tyto systémy výsledky prací i formou grafů.

Zhotovitel GTM je zodpovědný za prezentaci výsledků měření a jeho činnost v tomto směru spočívá v umístění dat do příslušné aplikace a zajištění její nepřetržité dostupnosti.

Většina těchto aplikací umožňuje i vyhodnocení a prezentaci dat přenášenou přímo on-line z jednotlivých měřidel.



Obr. 4 Ukázka výstupu výsledků měření

6 Závěr

Je nutno podotknout, že v současné době nemá ŘSD k dispozici žádný předpis, který by upravoval nebo stanovoval podmínky, kdy je z pohledu objednatele nutno tyto práce provádět, jaké činnosti je nutno provádět a to včetně nezbytných návazností jednotlivých měření mezi sebou. Dle dostupných informací z ŘSD tento předpis připravuje.

Další opomíjenou věcí z pohledu geodeta je, že není v rámci PD často dostatečně řešena vztažná síť mimo vliv stavby, chybí stanovení hodnot předpokládaných posunů, případně jsou stanoveny nereálné požadavky na přesnost a metody měření.

V posledních letech prochází bezesporu obor geodézie velkým rozvojem možností v oblasti technologií, automatizace a digitální komunikace. S tím souvisí i činnosti GTM a jejich provádění, které je nutno také počítat jako jeden ze vstupů BIM. Je nutno si uvědomit, že na výsledky GTM by měla navazovat periodická bezpečnostní měření v celém průběhu životnosti stavby, ať již budou prováděna jakýmkoli způsobem. Jedná se o prvotní, vstupní data a popisné informace, který již nikdy nebude možné zpětně získat. Způsob předání výsledných dat objednateli a stanovení výměnného formátu je nutnou částí, které by budoucí předpis měl řešit.

Pokud mám hodnotit oba prezentované GTM, ani v jednom z nich nebylo řešení bezproblémové. Vyskytly se zásadní změny v projektové dokumentaci, bylo nutno dopracovat v rámci RDS GTM chybějící návaznosti prací a měření GTM

V obou prezentovaných GTM se podařilo a daří díky vzájemné komunikaci objednatele, zhotovitele stavby, zhotovitele GTM a dalších specialistů úspěšně překonávat vzniklé problémy.

Zde je nutno v každém případě znovu zdůraznit důležitost existence RAMO, jako platformy pro řešení vzniklých problémů a neočekávaných situací.

*Lektoroval: Ing. Kamil Alferi
(Ředitelství silnic a dálnic ČR)*