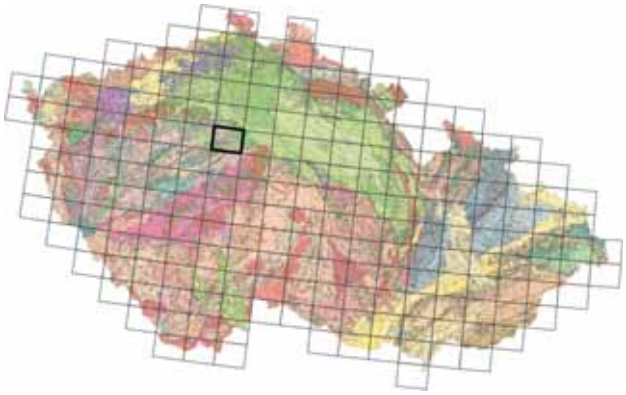
Projekt Příprava komplexu geofyzikálních metod pro diagnostiku, monitoring a analýzu poruch základů staveb a pozemních komunikací vzniklých v důsledku povodní

Project The preparation of a complex of geophysical methods for diagnosing, monitoring and analyzing defects of structures and roads foundations that occured in consequence of the floods

KAREL ŠPAČEK

G IMPULS Praha, spol. s r.o., Přístavní 24, 170 00 Praha 7; karel.spacek@karevic.com

(12-24 Praha)



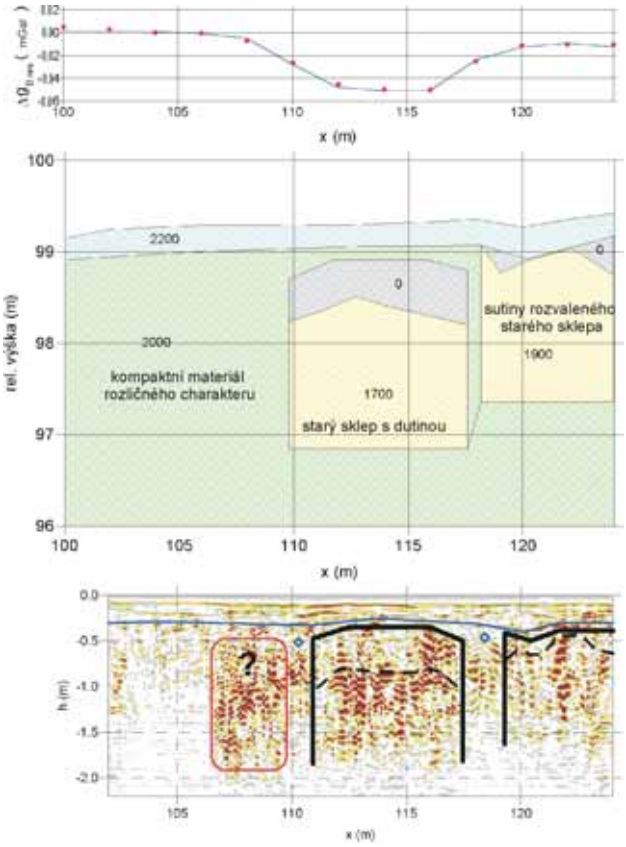
Key words: geophysics, floods, methodology, roads, monitoring, diagnosing

Abstract: After flood events in the Czech Republic in 1997 and 2002, geophysical investigation was applied to a large extent in assessing damage caused by floods. Based on these works, a project „The preparation of a complex…" was prepared, having aimed to prepare and improve the methodology of the geophysical works which would be applicable in the future in potential post-flood works. It is scheduled for the period between 2006 and 2010, significant part of this project is formed by cooperation with a Russian company Geologorazvedka Moscow. The project includes the measurement at six localities. In addition to seeking to find ideal methodology for assessing post-flood damage, a database is being created to allow year-to-year comparison. The frequency of these measurements at the key lokality (the Vltava River embankment, Prague) after its flooding was intensified. The project is to be completed soon, with the final processing of the measured data currently being intensively performed. The results gained so far show that besides the refined methodology also outcomes themselves from the project-related measurement at certain localities will be useful for end-users.

Obr. 1. Georadarový průzkum vozovky poškozené povodní (Praha 2002).

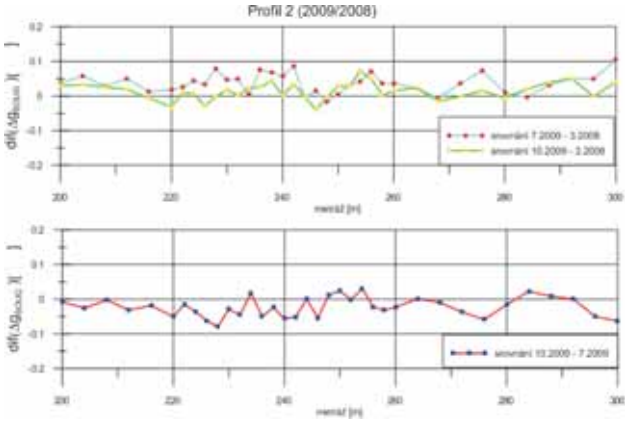
V letech 1997 a 2002 postihly Českou republiku rozsáhlé povodně, které s sebou následně přinesly velké množství práce pro geofyzikální průzkum. Ten byl zaměřen na posuzování nebezpečí dalších pohybů v sesuvných oblastech nebo zjišťování míry poškození protipovodňových hrází (to vše zejména po povodních 1997), po zaplavení centra Prahy v roce 2002 byl kladen důraz také na posouzení míry rizika propadání a jiného poškození ať už silničních komunikací, staveb či podzemních objektů. Velmi důležitým faktorem při posuzování výsledků byl tehdy čas, neboť mnohdy šlo o otázku možnosti uvedení objektů či komunikací zpět do běžného provozu. Geofyzikální průzkum byl proto uskutečněn sice ve velkém rozsahu, avšak s ohledem na jeho akutnost nebyl prováděn zcela systematicky a vycházel z dosavadních zkušeností. V roce 2005 naše společnost navázala kontakty s moskevskou firmou Geologorazvědka v čele s dr. Sergejem Izyumovem, která má mnoho zkušeností ve stejném oboru jako my. Na základě vzájemné spolupráce byl vytvořen projekt kooperace při zkvalitňování metodiky využití geofyzikálních metod při posuzování postpovodňových škod.

Pětiletý projekt „Příprava komplexu geofyzikálních metod pro diagnostiku, monitoring a analýzu poruch základů staveb a pozemních komunikací vzniklých v důsledku povodní" byl zahájen v dubnu 2006 s plánovaným ukončením v prosinci 2010. Projekt má za úkol na vybraných modelových lokalitách vytvářet databázi dat a při její interpretaci vyhledávat nové postupy a zejména zkvalitňovat použitou metodiku terénních i interpretačních prací tak, aby při příštím postižení živly bylo možné metodiku použít. Vybrané lokality by měly vhodně reprezentovat různé typy liniových i pozemních staveb postižených či postižitelných povodněmi. Za základní modelovou lokalitu L1 byla zvolena pražská náplavka na Výtoni, nově opravená po zaplavení v roce 2002. I nadále je občas zaplavována a je sice veřejnou komunikací, ale nepříliš využívanou, a proto vhodnou pro různé experimenty. Dalšími lokalitami jsou Roztocká ulice v Praze 6 (frekventovaná vozovka), chodník na mostě přes Čertovku v Praze 1 (detailní deformace povrchu v přechodové zóně mostu), kino v Horšovském Týně (veřejně užívaná budova v blízkosti řeky) a protipovodňová hráz v Jarošově (opravená po protržení v roce 1997).



Obr. 2. Naměřená gravimetrická data (červené body – naměřené hodnoty, modrá křivka je z nich vypočtená), gravimetrický model (hodnoty vyjadřují objemovou hmotnost v kg/m^3, 0 – volný prostor) a interpretovaný georadarový hloubkový řez (dole) profilu nad dosud neznámými sklepy pod parkovištěm. Změřeno a interpretováno bezprostředně po povodních v roce 2002 v Praze, poté při celkové rekonstrukci parkoviště bylo vše ověřeno výkopovými pracemi.

Obr. 3. Zaplavení části klíčové lokality projektu (L1) v roce 2009 po dlouhých intenzivních deštích v jižních Čechách a následně zvýšené hladině Vltavy.



Obr. 4. Meziroční porovnání výsledků gravimetrie (reziduální Bouguerovy anomálie) z měření na lokalitě L1 (2008–2009). Z grafů je zřejmé, že výsledky měření z podzimu 2009 (po poklesu hladiny řeky) ukazují mírně větší deficit hmot než výsledky z léta 2009 (těsně po záplavě profilu).

V prvních dvou letech byla zahájena spolupráce s ruskou stranou zahrnující jednak vzájemné návštěvy a výměny zkušeností, jednak ale už i srovnávací měření aparaturami používanými pro geofyzikální průzkum v obou zemích. Co se týče ryze české strany projektu, byla v těchto letech založena databáze výsledků změřených obvyklým způsobem na systémech profilů standardizovaných pro jednotlivé lokality. Tato měření byla opakována i v letech 2008 a 2009, v tomto období už ale docházelo i k postupné optimalizaci metodiky měření i jejich zpracování. Nebyla kompletně opakována měření, která nevykazovala zřetelné meziroční změny (např. refrakční seizmika), naopak byl zvýrazněn (zahuštěním profilové sítě) význam metod, u kterých došlo k zjevným diferencím naměřených hodnot (např. mikrogravimetrie). Profilová síť u některých metod byla navíc doplněna o příčné a další profily tak, aby se ještě dále zkvalitnila komplexnost použité metodiky. K tomuto období je nutné doplnit, že v období od jara 2006 do jara 2009 nebyla žádná z lokalit postižena zaplavením, meziroční změny naměřených hodnot tak byly díky stabilním podmínkám skutečně jen minimální.

Jak již bylo zmíněno, i přes tyto malé změny vnějších podmínek bylo již v prvních letech možné sledovat některé změny v naměřených datech, posuny byly zaznamenány zejména na lokalitě L1 (náplavka). S ohledem na jejich malé hodnoty (diference byly zaznamenány zejména v nivelaci a gravimetrii) bylo ještě nutné prověřit, zda nejdou pouze na vrub chyb měření či drobných odchylek pozic měřených bodů. *(Klíčové profilové body však byly fixovány hřebíky, navíc i po několika měsících je např. na náplavce možné dohledat většinu sprejem označených profilových bodů.)* Jeden z prvních skutečně zřetelných výsledků projektu (ač výsledkem neplánovaným) byla meziroční diference výsledků po předláždění chodníku u mostku přes Čertovku, který je další z modelových lokalit. Po porovnání výsledků měření před a po této opravě povrchu je totiž dobře patrné, že pouhé předláždění povrchu nikterak nevyřešilo klíčový problém zdejšího prosedání dláždění. Zejména z radarových záznamů je patrné, že po opravě se pouze zvýšila mocnost mělkých vrstev nad zprohýbanými pevnějšími hlubšími konstrukčními vrstvami, tudíž lze v brzké budoucnosti očekávat další prosedání povrchu. Už z tohoto příkladu je dobře zřejmé, že vedlejším produktem projektu je i vznikající databáze naměřených výsledků, která může posloužit jako základ pro porovnání změn při případném

zaplavení některého ze zájmových objektů v období po ukončení projektu.

V roce 2009 došlo k dalšímu posunu projektu vpřed, když byla díky zvýšené hladině Vltavy dokonce dvakrát zaplavena část klíčové lokality L1. Díky tomu mohla být naplněna další z původních vizí projektu, zvýšená frekvence opakovaných měření po záplavě některého z objektů. Důraz byl opět kladen zejména na opakování metod, u kterých bylo možné měření velmi přesně opakovat v identických pozicích a bylo u nich zároveň možné očekávat sledovatelné změny. Z těchto důvodů byly pro monitoring zvoleny metody mikrogravimetrie (včetně přesné nivelace) a odporová tomografie (ERT). Zatímco výsledky měření ERT byly velmi výrazně ovlivňovány i momentálními přírodními podmínkami a v současné době nadále probíhá jejich zpracování a vyhledávání zákonitostí změn naměřených hodnot např. při různé výšce hladiny řeky, u mikrogravimetrie a nivelace již byl zaznamenán určitý trend dat. Tento trend naznačuje mírně se zvyšující deficit hmot v zaplavované (a zároveň nejnižší) části náplavky, který byl zachycen již v meziročním srovnání s měřeními z minulých let, po zaplavení se však dále zintenzivnil. Také výsledky měření nivelace ukazují na postupné mírné klesání povrchu (v řádech milimetrů) v těchto místech. Tyto výsledky byly konzultovány se správci komunikace a je pravděpodobné, že přinejmenším v úseku s největšími změnami naměřených hodnot bude sledování geofyzikálním způsobem pokračovat i po ukončení projektu. Pro závěrečný rok projektu je v plánu další zopakování základního setu měření, důraz bude kladen ale zejména na dokončení zpracování dat a jejich přesnou analýzu a také na další zveřejnění výsledků projektu. Proběhne též další porovnání možností přístrojů a programů používaných českou a ruskou stranou, v plánu je též prohloubení výměny informací a možností jejich uplatnění v obou zemích.

Poděkování. Projekt je realizován v rámci programu KONTAKT Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR, kde je veden pod označením ME869.

Literatura

ŠPAČEK, K. (2007–2010): Průběžná zpráva o realizaci projektu. – G IMPULS Praha.

MAREŠ, S. et al. (1979): Úvod do užité geofyziky. – St. nakl. techn. lit. Alfa, Praha.