



GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM V PROSTŘEDÍ MĚSTSKÉ ZÁSTAVBY (BÝVALÁ JATKA V OSTRAVĚ)

GEOPHYSICAL SURVEY OF URBAN AREA (FORMER SLAUGHTERHOUSE IN THE CITY OF OSTRAVA)

Jaroslav Jirků¹, Karel Špaček², Vojtěch Beneš³

Abstrakt

V roce 2019 proběhl v prostoru bývalých městských jatek v Ostravě geofyzikální průzkum zaměřený na popis geologického prostředí, jeho homogenitu a popis doposud nezmapovaných podzemních prostor. Toto geofyzikální měření uvádíme jako příkladovou studii použití geofyzikálních metod v prostředí městské zástavby, která může přinášet problémy jak při samotném terénním měření, tak při interpretaci naměřených dat. Samotné geofyzikální měření předcházelo navazující celkové rekonstrukci zájmového prostoru, které se z historických důvodů nacházelo ve špatném technickém stavu a nebyl dobře znám stav okolních ploch, který byl třeba ověřit např. pro budoucí pojezd těžké stavební techniky. Výsledky geofyzikálních prací přispěly k úspěšné rekonstrukci budovy jatek a jejího okolí, které současně slouží jako městská galerie moderního umění.

Abstract

In 2019, a geophysical survey focused on the description of the geological environment, its homogeneity and the description of hitherto unmapped underground spaces took place in the area of the former city slaughterhouse in Ostrava. We present this geophysical measurement as a case study of the use of geophysical methods in an urban built-up environment, which can cause problems both in the field measurement itself and in the interpretation of the measured data as well. The geophysical measurement itself was preceded by the overall reconstruction of the area of interest, which for historical reasons was in poor technical condition and the state of the surrounding areas was not well known, which needed to be checked, for example, for the future movement of heavy construction equipment. The results of the

geophysical work contributed to the successful reconstruction of the slaughterhouse building and its surroundings, which currently serve as a city gallery of modern art.

Klíčová slova

geofyzika, gravimetrie, DEMP, GPR, městská zástavba

Keywords

geophysics, gravimetry, DEMP, GPR, urban areas

Prostor Městských jatek v Ostravě - lokalita

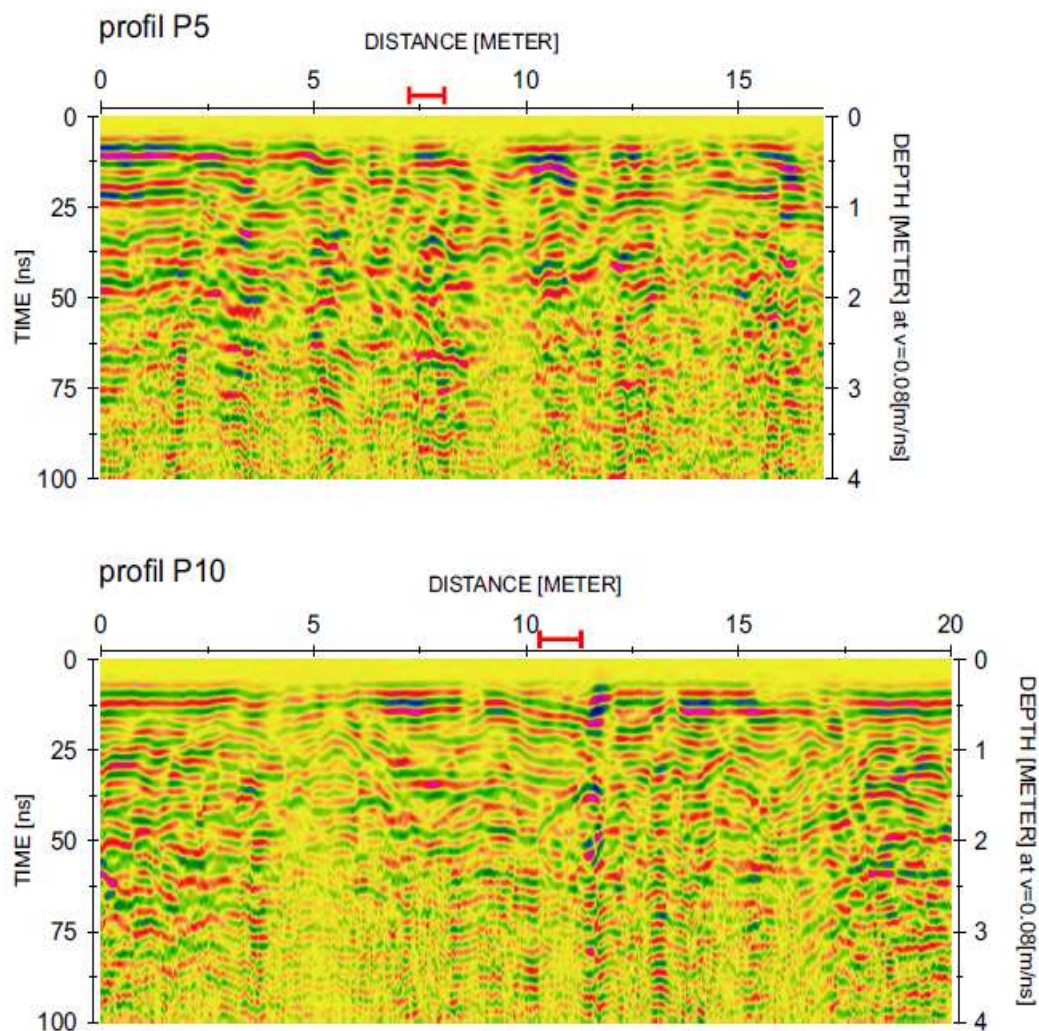
Popsané geofyzikální měření proběhlo v srpnu a září 2019 na základě výsledku výběrového řízení Statutárního města Ostrava, jehož cílem bylo zajištění dodavatele geofyzikálního průzkumu na celkem třech dílčích plochách (A, B a C) obklopujících prostor historických jatek (Obr. 1). Použitá metodologie byla daná na základě projektové dokumentace vypracované zadavatelem a obsahovala měření pomocí gravimetrie, dipólového elektromagnetického profilování (DEMP) a georadaru (GPR). Rovněž byl předem stanoven rozsah měření a charakter profilových sítí (viz níže).

K hlavním cílům geofyzikálního měření patřilo ověření homogenity zkoumaných ploch s ohledem na jejich stabilitu pro budoucí stavební práce (např. únosnost pro pohybující se stavební stroje), zhodnocení dostupných historických pramenů a archivních geofyzikálních měření a ověření přítomnosti a případné polohy tzv. Valchařské štoly, tedy původního odvodňovacího tělesa, které se dle historických pramenů nacházelo východně od plochy A, a které bylo již v minulosti ověřováno v rámci archivního geofyzikálního průzkumu (viz kapitola 1.1). Součástí projektu bylo rovněž katalogové popsání existujících prázdných podzemních prostor na lokalitě, jejich zaměření a zdokumentování.

Objekt historických jatek v Ostravě byl vystavěn kolem roku 1881 v prostoru současné Stodolní ulice. V průběhu následujících desetiletí byl provoz jatek na vzestupné tendenci až do roku 1932, kdy dosáhla jatka vrcholu svého provozu a došlo k poslednímu rozšíření areálu. V roce 1951 došlo ke znárodnění celého areálu a od 70. let minulého století objekt postupně chátral. V 90. letech minulého století došlo k částečné nelegální demolici a po složitých jednáních se objekt stal v roce 2016 majetkem Statutárního města Ostrava.

Stav proměřovaných ploch v době měření (příklad na Obr. 2) byl kombinací šterkových zpevněných ploch a betonových ploch, pod kterými už ovšem docházelo k viditelnému vymílání materiálu.

Rešerše archivních materiálů



Z rešerše dostupných archivních materiálů lze pro účel popisovaného geofyzikálního měření uvést především následující

poznatky. Celá lokalita je dle množství archivních vrtů složena především z navážek o mocnostech 1-2 metry, prachovitých jíílů a šterků o mocnostech 3-5 metrů a neogenním jílovým podložím. Dle archivních map a dokumentů historické plánové dokumentace nebylo možné zjistit zásadnější informace k případným podpovrchovým objektům, u kterých chybí informace - např. o podsklepení a jejich bourání, které probíhalo v průběhu času a bez existující dokumentace. Dle poskytnuté archivní mapy „kanalizace 1941-výběr“ by měla stará Valchařská stoka probíhat napříč jv. částí plochy A a dále částečně přes plochu C (označeno jako „dopravní hala“). Na předělu těchto ploch by měla být stoka zazděná. Dle geofyzikální části zprávy (G-Consult, 2018) by se hledaná štola měla nacházet v hloubce cca 4-5 metrů. Výsledky georadarového měření, které probíhalo v profilové síti napříč předpokládaným průběhem štoly (Obr. 3) jsou spíše nejasné a komplikované a potvrzují složitou strukturní situaci lokality, pravděpodobně mnohokrát v minulosti přebudovávanou.

Obr. 3 Pokus o lokalizaci Valchařské štoly metodou GPR, dle G-Consult (2018)

Rekognoskace stávajících podzemních objektů



Na všech třech zájmových plochách se nachází několik stávajících podzemních objektů. Jedná se o komory, dále byly nalezeny propady terénu. Všechny tyto objekty byly zdokumentovány, jejich pozice byla v závěrečné zprávě projektu vyznačena ve svodné příloze celkových zjištěných výsledků. Charakter zjištěných podzemních objektů se pohyboval od dílčích vymletých poloh v řádech decimetrů až po masivní komory, jejichž technický stav byl v mnoha případech velmi špatný (Obr. 4).

Obr. 4 Ukázka zdokumentovaného podzemního prostoru pod plochou C

Použité geofyzikální metody

Všechny tři plochy byly v pravidelné síti proměřeny metodou tzv. geologického radaru neboli GPR (z angl. ground penetrating radar). Ten funguje obdobně jako klasické radary s tím rozdílem, že na základě vysílání elektromagnetického záření o frekvencích v řádech prvních stovek MHz až prvních jednotek GHz do země registruje rozhraní, na kterých se signál odrazí zpět do přijímací antény. Výsledkem měření je hloubkový řez odrazných ploch. Rozlišení měření stoupá s rostoucí budící frekvencí, se kterou ale i klesá maximální hloubka průzkumu a naopak. Výhodou metody je relativní rychlý postup měření, v elektricky vodivých zeminách (běžných v ČR) ale dochází k rapidnímu tlumení signálu a hloubka zjištěné informace běžně nepřesahuje první metry. Měření proběhlo pomocí aparatury SIR-20 výrobce GSSI s anténami 100 a 400 MHz. Výsledná originální data byla zpracována pomocí vybraných filtrací a úprav do podoby tzv. reflexních

řezů pomocí programu RADAN. Vertikální osa je primárně v tzv. dvoucestném čase, tedy době, za kterou vlna putovala k odrazné ploše a zpět na povrch. Pro přepočítání na hloubky byla použita hodnota permitivity prostředí 5,5.

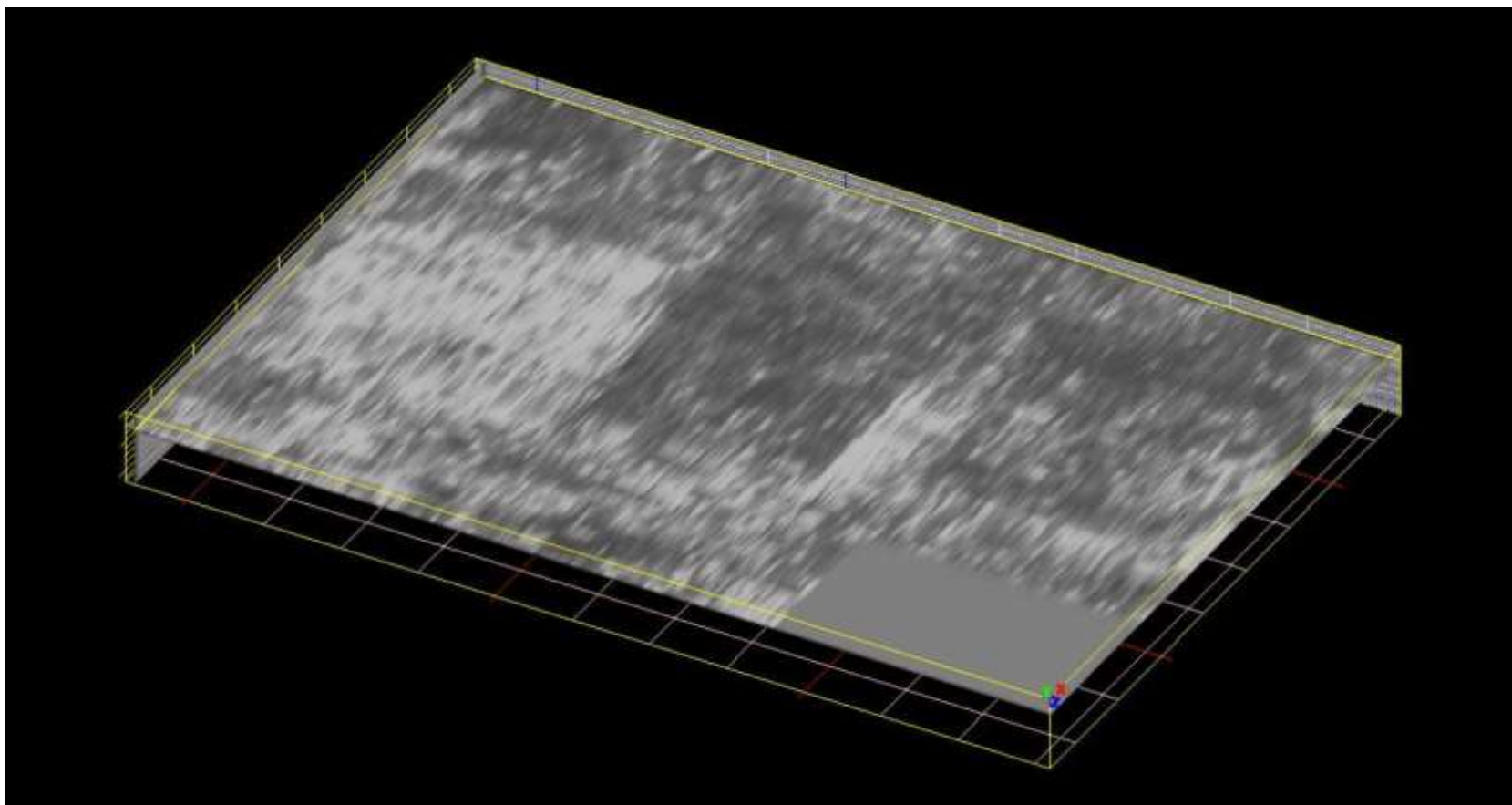
Na základě výsledků metody GPR bylo provedeno měření metodou gravimetrie k ověření vybraných anomálních míst dle georadaru. Gravimetrie zkoumá rozložení tíhového zrychlení Země a jeho změny pomocí velice citlivých a přesných akcelerometrů, tzv. gravimetrů. Měřená data jsou pomocí sady základních korekcí přepočítána do podoby tzv. Bouguerových anomálií, které dávají nejvíce představu o rozložení hmot v podzemí a hustotních změnách. Na základě odečtu měřených hodnot od regionálního trendu měřeného pole získáváme tzv. reziduální anomálie, které vypovídají o přípovrchových hustotních anomáliích, kdy platí, že záporné anomálie indikují nedostatek hmot, tedy např. dutiny, šachty, zlomy nebo místa s větší mocností lehčích materiálů (navážky apod.). Gravimetrické měření proběhlo pomocí přístroje CG-6 výrobce Scintrex. Naměřená data byla přepočítána do podoby Bouguerových anomálií opravami např. na nadmořskou výšku přístroje nebo vlivu slapových sil.

V pravidelné síti po dvou metrech v jednom směru byla změřena metoda dipólového elektromagnetického profilování (DEMP). Tato metoda zkoumá geologické prostředí např. na základě změny zdánlivého měrného odporu pomocí frekvenčního měření, kdy je budící cívkou zaváděno elektromagnetické pole a zkoumá se jeho odezva a interakce se zemním prostředím. Metoda je velice citlivá na přítomnost rušících umělých objektů jako jsou kabely, ploty apod. a proto je pro měření ve městech poměrně nevhodná. Měření proběhlo pomocí přístroje GEM-2 výrobce Geophex. Výsledná data odpovídají frekvenčně závislým zdánlivým měrným odporům. Zobrazovaná data musela být silně filtrována z důvodu množství extrémně vysokých, resp. nízkých hodnot způsobených přítomností umělých vodičů ve svrchní vrstvě sedimentů a v betonu.

Výsledky geofyzikální měření a jeho zhodnocení

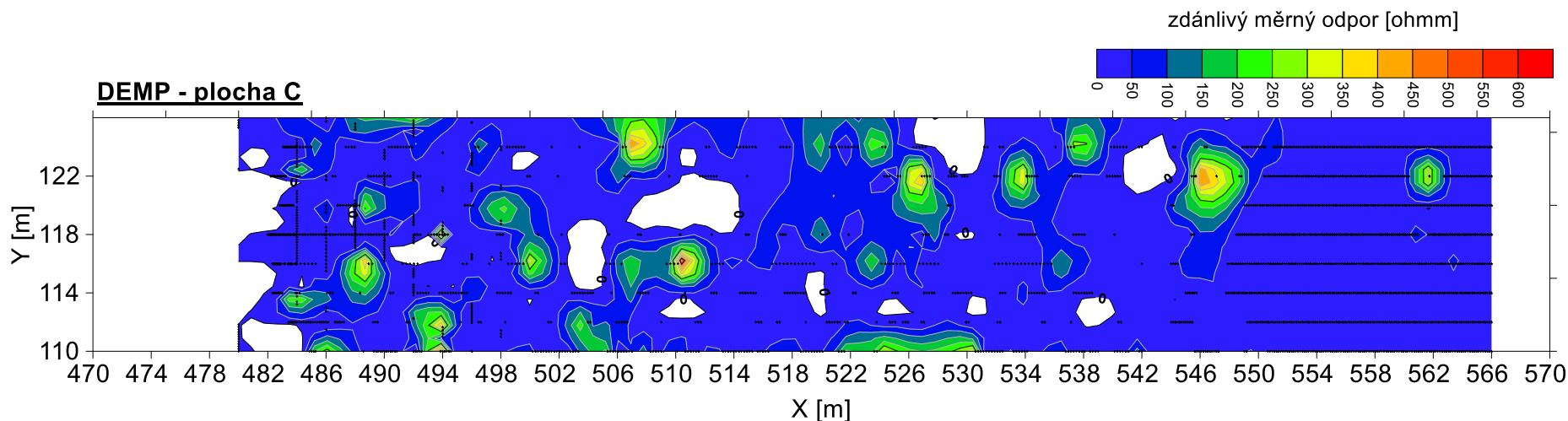
Většina geofyzikálních měření byla zobrazována pomocí programu Surfer 13 do podoby hloubkových radarových řezů nebo plošných map izolinií. Na všech třech zájmových plochách byla pro účely měření vytyčena lokální měřičská pravoúhlá síť v metrech. Metráže souřadnicového systému se chovají dle kartézských souřadnic, tedy stoupají směrem k severu a k východu. Všechny výsledky byly také převedeny z lokálních souřadnic do systému S-JTSK pomocí přesně nivelace.

Výsledky radarových měření lze primárně zobrazovat ve formě jednotlivých hloubkových řezů s interpretací dílčích odrazných ploch. S ohledem na hustou měřičskou síť těchto profilů ovšem bylo přistoupeno k tzv. pseudo-3D interpretaci, kdy jsou naměřená data v pravidelném rastru spojena dohromady do 3D kostky, ze které lze extrahovat horizontální řezy z vybraných hloubkových úrovní. Ukázka takto zpracovaných dat je zobrazena na Obr. 5. Místa s výraznější kumulací zvýšených amplitud byla vybrána k ověření metodou gravimetrie, která tyto polohy začlení podle míry oslabení, teda zda se např. jedná pouze o koncentrované heterogenní navážky, nebo by se mohlo jednat až o prázdný prostor v podobě např. dutiny.



Obr. 5 Ukázka zpracování GPR dat do podoby pseudo-3D kostky s řezem z vybrané hloubkové úrovně, plocha A

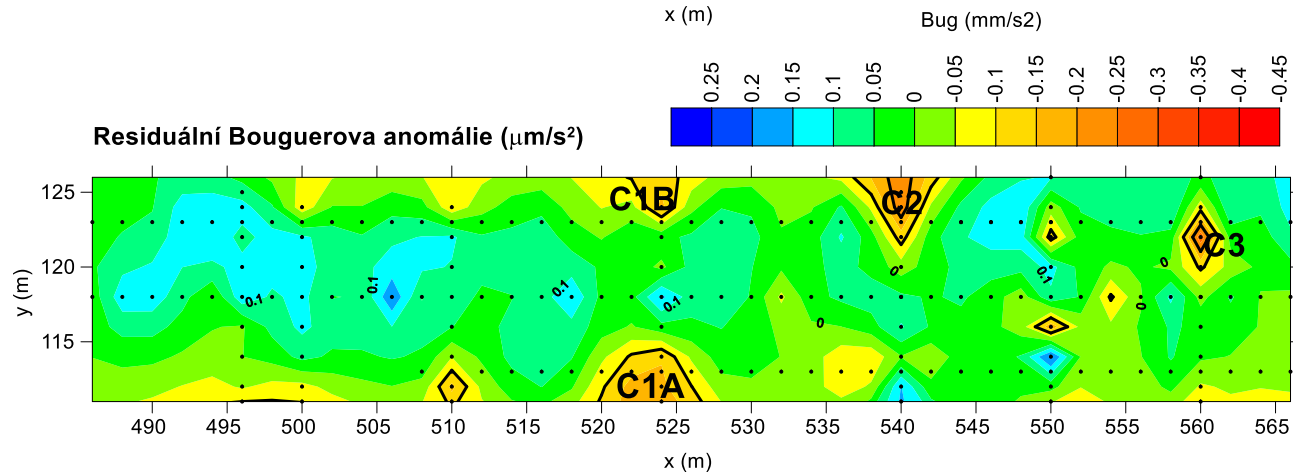
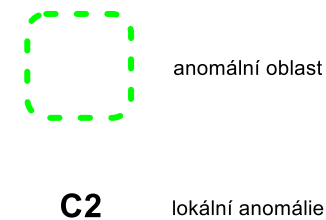
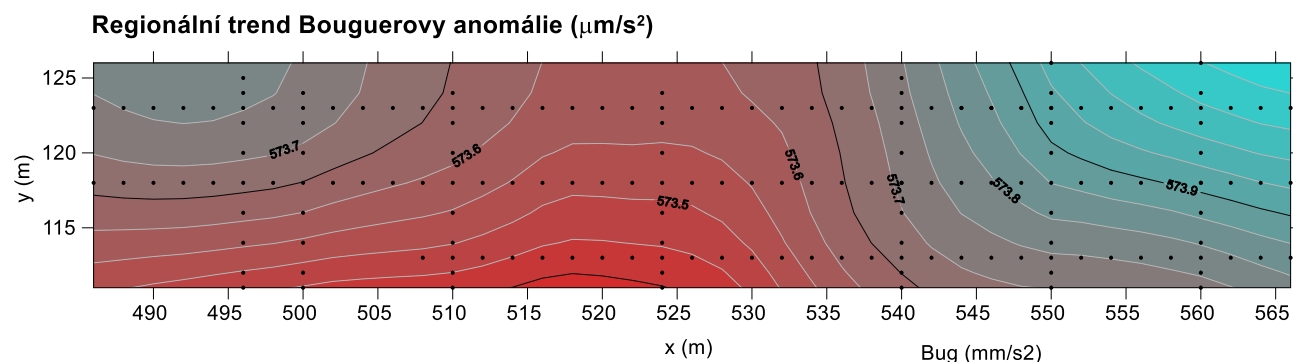
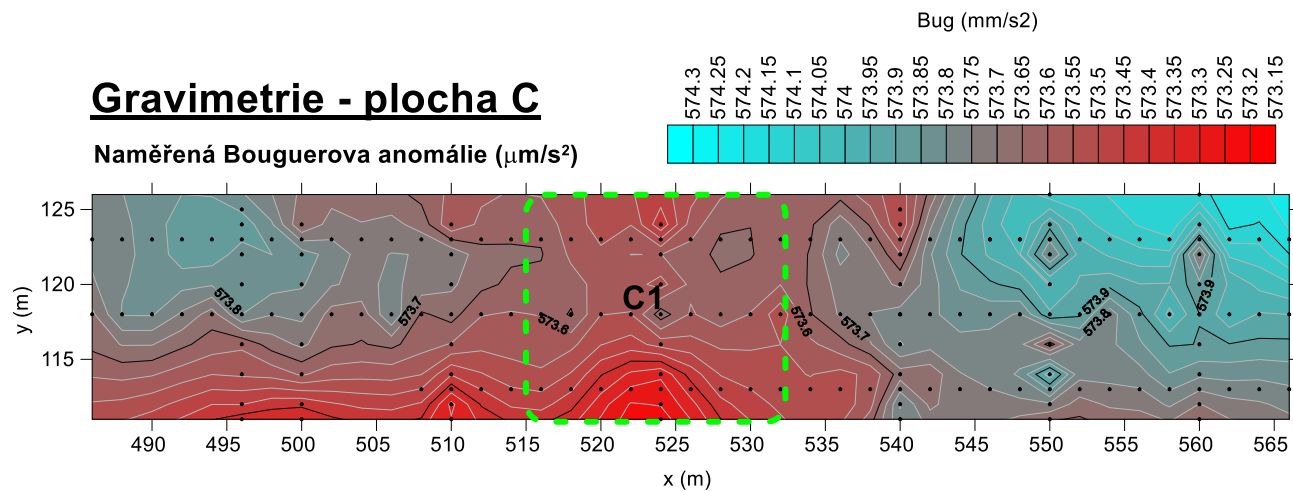
Naměřená data metodou DEMP byla zobrazována do podoby plošné mapy vybraných měřených parametrů, v případě tohoto projektu se jednalo o frekvenčně závislý zdánlivý měrný odpor, přepočtený z původně naměřených hodnot zdánlivé měrné vodivosti. Poznamenáváme, že se jedná o multi-frekvenčně měřený parametr, který v případě ukázky výsledků na Obr. 6 odpovídá budící frekvenci 6 525 Hz. Metoda DEMP byla silně postižená vysokou koncentrací umělých vodičů na lokalitě. Na základě tohoto faktu se ovšem podařilo na betonových plochách rozčlenit místa s čistým litým betonem a odlišit je od železobetonových poloh, která se projevovala vysokou chybovostí měřených bodů, jak je vidět na Obr. 6.



Obr. 6 Ukázka výsledků zpracování dat metody DEMP

Naměřená gravimetrická data, jejichž umístění bylo určeno dle výsledků GPR, byla zpracována klasickým způsobem, tedy spočítáním naměřené Bouguerovy anomálie, určením regionálního trendu této anomálie a odečtením těchto dvou parametrů získání výsledné reziduální Bouguerovy anomálie, popisující přípoверхové rozložení hustotních anomálií. Ukázka tohoto postupu zpracování dat je zobrazena na Obr. 7, kdy byly na zobrazení reziduální anomálie vybrány dílčí záporné anomálie, které měly překryv se zjištěnými nehomogenitami dle GPR.

Na základě celkového zpracování naměřených dat bylo vypracováno souhrnné zhodnocení měřených ploch, ze kterých vyplývaly níže uvedené hlavní poznatky: Metoda GPR identifikovala větší množství dílčích anomálií odpovídající především strukturním nehomogenitám typu narušení vrstev nebo změnám v mocnosti navážek. Do těchto míst byla směřována gravimetrická měření pro ověření původu těchto anomálií. Metoda GPR a DEMP potvrdila částečný výskyt železobetonu na ploše C, projevující se silným úbytkem změřitelných bodů metody DEMP. Výběr metody DEMP se ukázal jako problematický vzhledem k silnému rušení umělými vodiči. Nejvýrazněji je tento fakt viditelný kolem plotů a na zjištěné železobetonové desce. Lokální zvýšení hodnot měrného odporu (první stovky ohmm) dle metody DEMP přisuzujeme změnám ve složení přípoверхových sedimentů, pravděpodobně se jedná o snížený obsah vody nebo větší obsah hrubozrnějšího materiálu. Tyto oblasti by neměly být kritické vzhledem k hlavnímu úkolu tohoto projektu. Měření gravimetrií nezastihlo žádnou oblast vykazující charakter dutiny nebo nějakého podobného prázdného prostoru. Na všech plochách se vyskytuje po jedné oblasti s lokálním poklesem Bouguerovy anomálie. Může se jednat o zavezenou terénní nerovnost (příkop), zasypaný sklep, případně místa se zvýšenou mocností navážek. Tato místa korelují se zjištěnými anomáliemi metody GPR. Těmto místům bylo doporučeno se vyhnout při umísťování jakékoliv těžké techniky. Valchařská stoka nebyla žádnou metodou jednoznačně identifikována, domníváme se, že je již, vzhledem k předpokládané hloubce a stáří, zasypaná a neměla by představovat vážnější riziko.



Obr. 7 Ukázka formy zpracování gravimetrických dat

Reference

G-CONSULT, Závěrečná zpráva geologicko-průzkumných prací „OSTRAVA – Městská jatka, průzkumy“, G-Consult, spol. s r.o., 2018.

Autoři

¹ Mgr. Jaroslav Jirků, Ph.D., G IMPULS Praha spol. s r.o., J. Nerudy 232, Jeneč, 252 61, jirku@gimpuls.cz

² RNDr. Karel Špaček, Ph.D., INSET s.r.o., Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3, spacek.karel@inset.com

³ RNDr. Vojtěch Beneš, G IMPULS Praha spol. s r.o., J. Nerudy 232, Jeneč, 252 61, benes@gimpuls.cz