

# **Střítež u Jihlavy - rekonstrukce mostu 3525-2**

## **Korozní průzkum** Závěrečná zpráva



Ostrava, březen 2022

GEOtest, a.s.  
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942  
tel.: 548 125 111  
fax: 545 217 979  
e-mail: trade@geotest.cz

Pracoviště Ostrava  
Kapitolní 538  
700 30 Ostrava

e-mail: duras@geotest.cz

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: 22 0097 Střítež u Jihlavy – rekonstrukce mostu, korozní  
průzkum  
Objednatel: MIDAKON s.r.o., Na Návsi 18/4, 620 00 Brno  
Evidenční číslo ČGS: Neevidováno

## Střítež u Jihlavy – rekonstrukce mostu ev. č. 3525-2, korozní průzkum

### Závěrečná zpráva

Odpovědný řešitel: Ing. Roman Duras, držitel odborné způsobilosti osv. č. 383/2016

Zpracoval: Ing. Martin Vaculík

Prověřil: Ing. Roman Duras, výrobní manažer (držitel odborné způsobilosti)

RNDr. Lubomír Klímeck, MBA

ředitel společnosti

**GEOtest, a.s.**

Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
DIČ CZ46344942

33

Ostrava, březen 2022

Výtisk č.

# Obsah

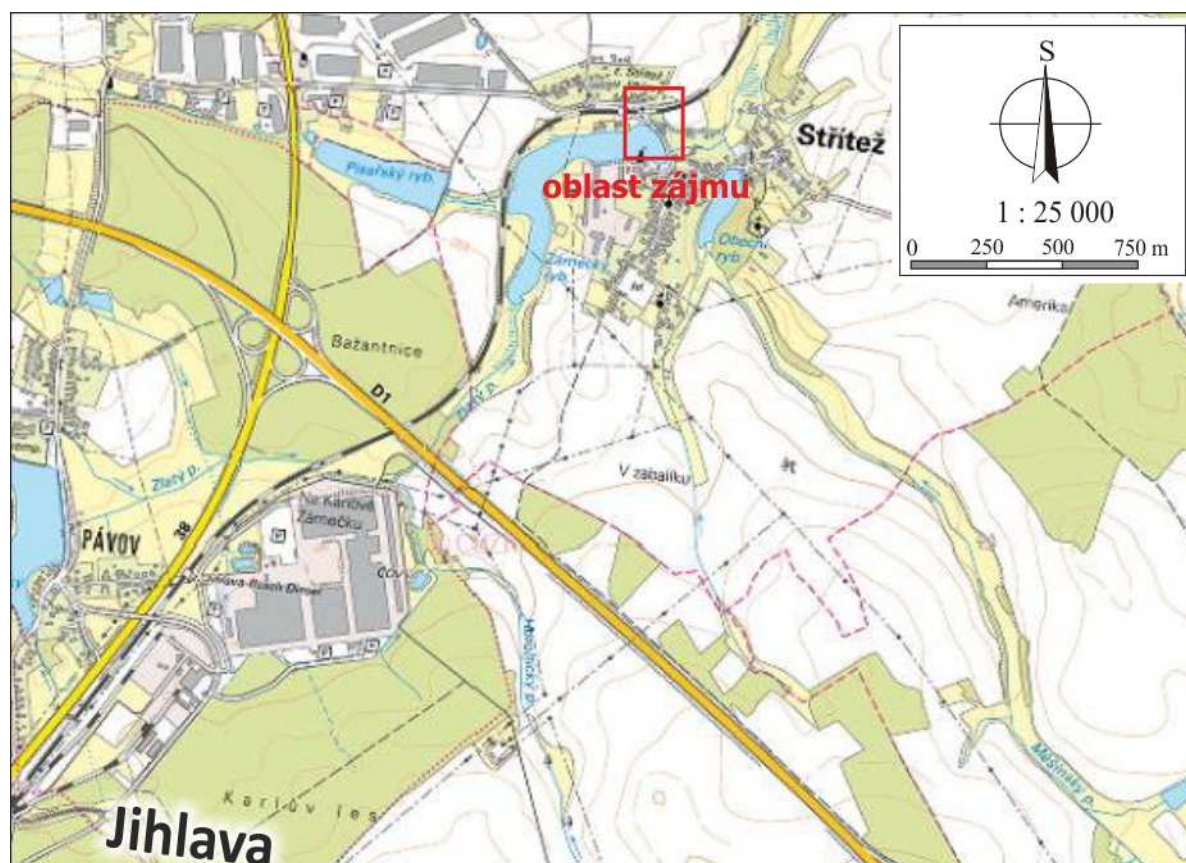
|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Úvod .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2. Metodika stanovení hustoty bludných proudů a měrného odporu prostředí.....</b> | <b>2</b>  |
| <b>3. Průběh a výsledky korozního průzkumu .....</b>                                 | <b>5</b>  |
| 3.1 Měřicí bod (stanoviště) BP 1 .....   | 5         |
| 3.2 Měřicí bod (stanoviště) BP 2 .....   | 8         |
| <b>4. Závěr .....</b>  | <b>10</b> |
| 4.1 Hodnocení agresivnosti prostředí .....   | 11        |



# 1. Úvod

Základní korozní průzkum pro účely stavebního záměru rekonstrukce stávajícího mostního objektu ev. č. 3525-2 na hrázi Zámeckého rybníka byl proveden dne 8. března 2022. Průzkum byl zaměřen na posouzení agresivity prostředí na podzemní konstrukce mostního objektu. Celkem byly v zájmovém území umístěny 2 měřicí stanoviště, viz kapitola 3.

Základní korozní průzkum sestával z měření mezielektrodových potenciálů a stanovení měrného odporu horninového prostředí. Příprava a realizace terénních prací byly provedeny v souladu s ČSN 03 8362 „Měděná referenční elektroda k měření potenciálu podzemní kovová konstrukce – půda“ a ČSN 03 8365 „Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi“. Zpracování a vyhodnocení bylo provedeno v souladu s ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“ a TP 124 „Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“.



Obr. 1-1 Zájmové území (zdroj mapového podkladu [geoportal.cuzk.cz](http://geoportal.cuzk.cz))

## 2. Metodika stanovení hustoty bludných proudů a měrného odporu prostředí

Pro účely projektování budoucí ochrany objektů před účinky bludných proudů byl na určených místech vybraných stavebních objektů realizován základní korozní průzkum. Terénní práce sestávaly z měření mezielektrodových potenciálů (tzv. měření bludných

proudů) a zjišťování měrného odporu horninového prostředí, kterým se zmíněné bludné proudy šíří.

Zjišťování přítomnosti bludných proudů na zvolených stanovištích se opíralo zejména o ČSN 03 8365 „Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi“ a další související předpisy a normy. Na měřičském stanovišti BP1 se provádělo měření rozdílu potenciálu mezi měděnými nepolarizovatelnými elektrodami vzdálenými od sebe 10 m, a to ve dvou na sebe kolmých směrech orientovaných ve směru sever-jih a východ-západ. Doba měření v každém směru činila 30 minut. Odečet měřené veličiny byl realizován s periodou 15 s.

Při měření elektrických potenciálů na stanovišti BP 2 byly měděné elektrody umístěny v terénu s vyosením cca 25° proti směru hodinových ručiček oproti uspořádání sever-jih, východ-západ. Tato situace je zohledněna v grafu na obr.3.2.2.

Na základě naměřených mezielektrodových potenciálů a zjištěných měrných odporů horninového prostředí byla vypočtena hustota proudů v půdě a pomocí tabulek 2-1 a 2-2 zájmové území klasifikováno stupněm agresivity (ČSN 03 8375), nebo specifikováno stupněm ochranných opatření (TP 124).

*Tabulka 2-1 Agresivita půd na ocel (podle ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“)*

| Agresivita prostředí | Hustota proudů v půdě [mA/m <sup>2</sup> ] |
|----------------------|--|
| Velmi nízká          | <0,0004                                    |
| Střední              | 0,0004 – 0,003                             |
| Zvýšená              | 0,003 – 0,1                                |
| Velmi vysoká         | >0,1                                       |

K měření bludných proudů byly použity digitální TrueRMS multimetry UNI-T UT71D a sady referenčních elektrod vyhotovených dle normy ČSN 03 8362 „Měděná referenční elektroda k měření potenciálu podzemní kovová konstrukce – půda“.

*Tabulka 2-2 Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů (podle TP 124 „Základní ochranná opatření...“)*

| Základní ochranná opatření, stupeň č. | Hustota proudů v půdě [mA/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------------------|--|
| 1                                     | <0,0001                                    |
| 2                                     | 0,0001 – 0,003                             |
| 3                                     | 0,003 – 0,1                                |
| 4                                     | 0,1 – 3                                    |
| 5                                     | >3   |

Měření měrného odporu horninového prostředí bylo provedeno metodou VES (vertikální elektrické sondování). Metoda VES obecně umožňuje získat znalosti o rozložení měřené veličiny ve vertikálním směru, tj. specifikovat subhorizontální geoelektrická rozhraní. Změna velikosti hodnot sledované veličiny může být zapříčiněna změnami v litologickém složení proměřovaného prostředí, ale také změnami vlhkosti, změnou mechanických vlastností zastižených hornin atd. Podle měřených odporů je možné prostředí klasifikovat stupněm agresivity, tak jak znázorňuje tabulka 2-3.

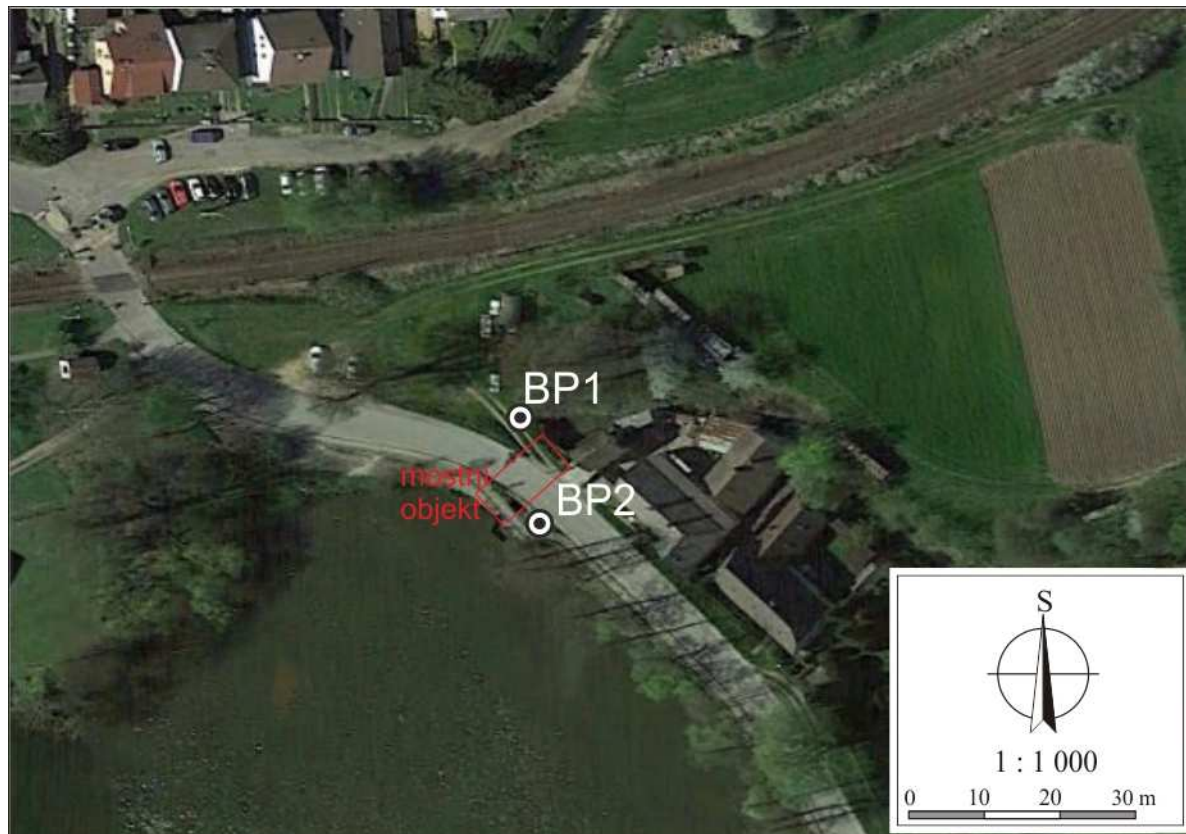
*Tabulka 2-3 Agresivita půd na ocel (podle ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“)*

| Agresivita prostředí | Zdánlivý měrný odpor<br>[ $\Omega\text{m}$ ] |
|----------------------|--|
| Velmi nízká          | >100   |
| Střední              | 50 – 100                                     |
| Zvýšená              | 23 – 50                                      |
| Velmi vysoká         | <23  |

Výsledky odporových měření v zájmovém území byly kvantitativně zpracovány a vyhodnoceny. Maximální rozestup (vzájemná vzdálenost) proudových elektrod A, B dosáhl 50 metrů. Měřeno bylo v rozsahu 10 bodů na dekádu. K měření byla použita geoelektrická aparatura ARES II společnosti GF Instruments s.r.o. Komplexní zpracování a vizualizace výsledků měření probíhalo v prostředí programů Excel, Grapher a Corel.

### 3. Průběh a výsledky korozního průzkumu

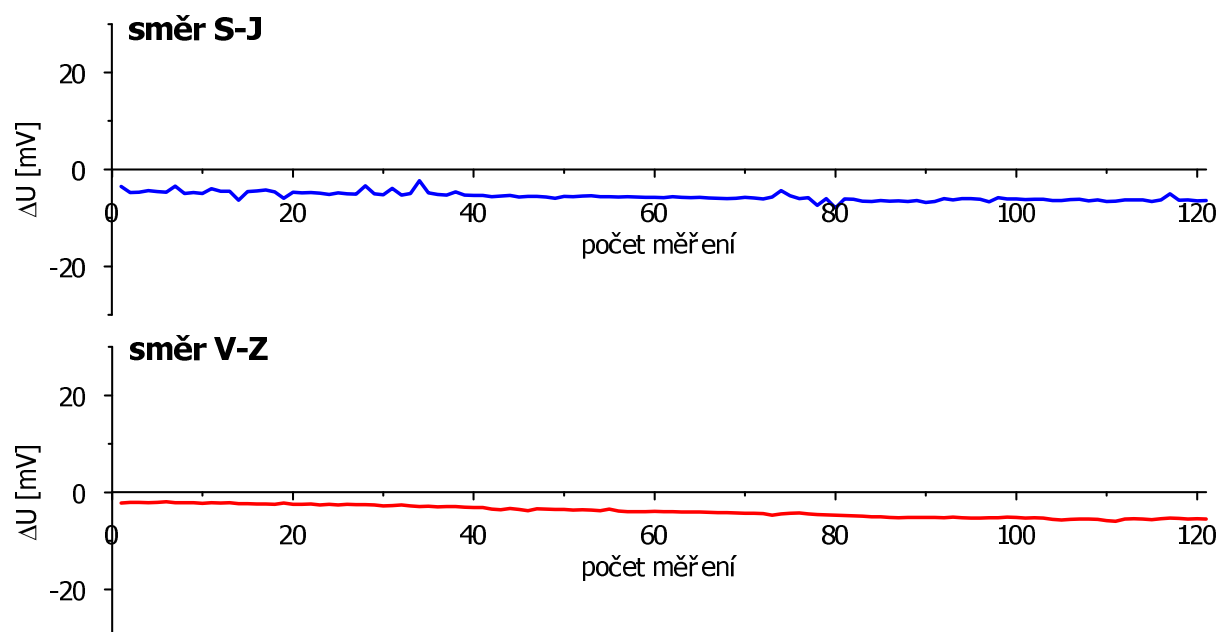
Základní korozní průzkum pro účely záměru rekonstrukce stávajícího mostního objektu na hrázi Zámeckého rybníka v k.ú. Střítež u Jihlavy byl realizován na dvou korozních bodech BP 1 a BP 2, viz obr. 3.1. Měření se uskutečnilo dne 8. 3. 2022, za slunečného počasí a teploty 11 °C. Vítr byl slabý až mírný. Obě měřicí stanoviště byla situována na travnaté plochy v okolí stávajícího mostu, půda na lokalitě byla provlhlá. Z potenciálních zdrojů bludných proudů se na místě měření nachází elektrifikovaná železniční trať (30 m) a veřejné osvětlení.



Obr. 3.1 Situace rozmístění korozního měření v zájmovém území připravované stavby (zdroj mapového podkladu GoogleEarth)

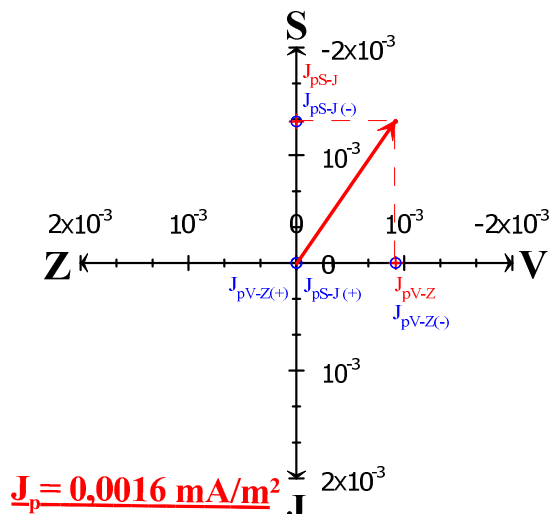
#### 3.1 Měřicí bod (stanoviště) BP 1

Sběr dat na stanovišti BP 1 probíhal ve směrech S-J a V-Z s periodou odečtu 15 s. Data byla v každém směru registrována po stabilizaci měděných elektrod celkem půl hodiny. Průběhy měřené veličiny v čase jsou znázorněny na obrázku 3.1.1. V průběhu měření byly registrovány v severojižním směru pouze záporné hodnoty potenciálů  $\Delta U$  v řádu jednotek milivolt (od -7,97 do -2,35 mV, průměrná hodnota -5,6 mV). Ve směru východ – západ byly naměřeny záporné hodnoty potenciálu opět v řádu jednotek milivolt (-5,97 až -1,95 mV, průměr -3,92 mV). V průběhu měření byly rovněž registrovány průjezdy vlaků a sledován jejich vliv na změny elektrických potenciálů. Zjištěné odchylky  $\Delta U$  při průjezdu vlakové soupravy nevybočovaly z průměrných hodnot (viz obr. 3.1.1., hodnoty měření č. 2 až 10).

Obr. 3.1.1 Grafický průběh měření  $\Delta U$  na stanovišti BP 1

### Výsledky měření bludných proudů na stanovišti BP 1 (vyhodnoceno podle ČSN 03 8375)

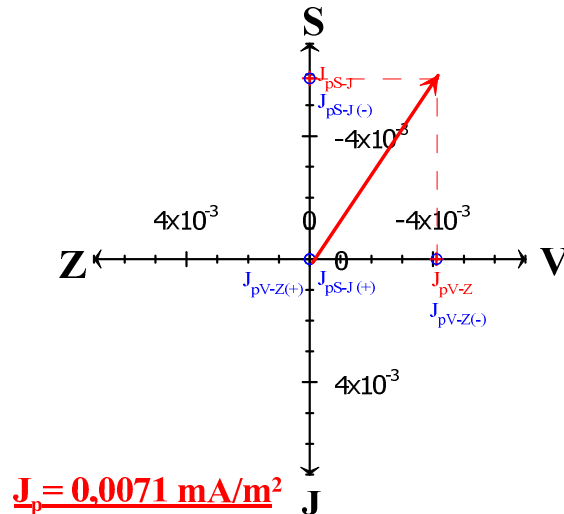
- hustota bludných proudů ve vrstvě  
o nejvyšším měrném odporu (474  $\Omega\text{m}$ )



$J_{pS-J(\pm)}$  hustota bludných proudů v zemi ve směru sever (-) a jih (+) [ $\text{mA}/\text{m}^2$ ], vč. polarity

$J_{pV-Z(\pm)}$  hustota bludných proudů v zemi ve směru východ (-) a západ (+) [ $\text{mA}/\text{m}^2$ ], vč. polarity

- hustota bludných proudů ve vrstvě  
o nejnižším měrném odporu (106  $\Omega\text{m}$ )



$J_p$  výsledný vektor hustoty bludných proudů v zemi [ $\text{mA}/\text{m}^2$ ]

$J_{pV-Z/S-J}$  velikost složek výsledného vektoru  $J_p$  ve směru východ - západ, sever - jih [ $\text{mA}/\text{m}^2$ ]

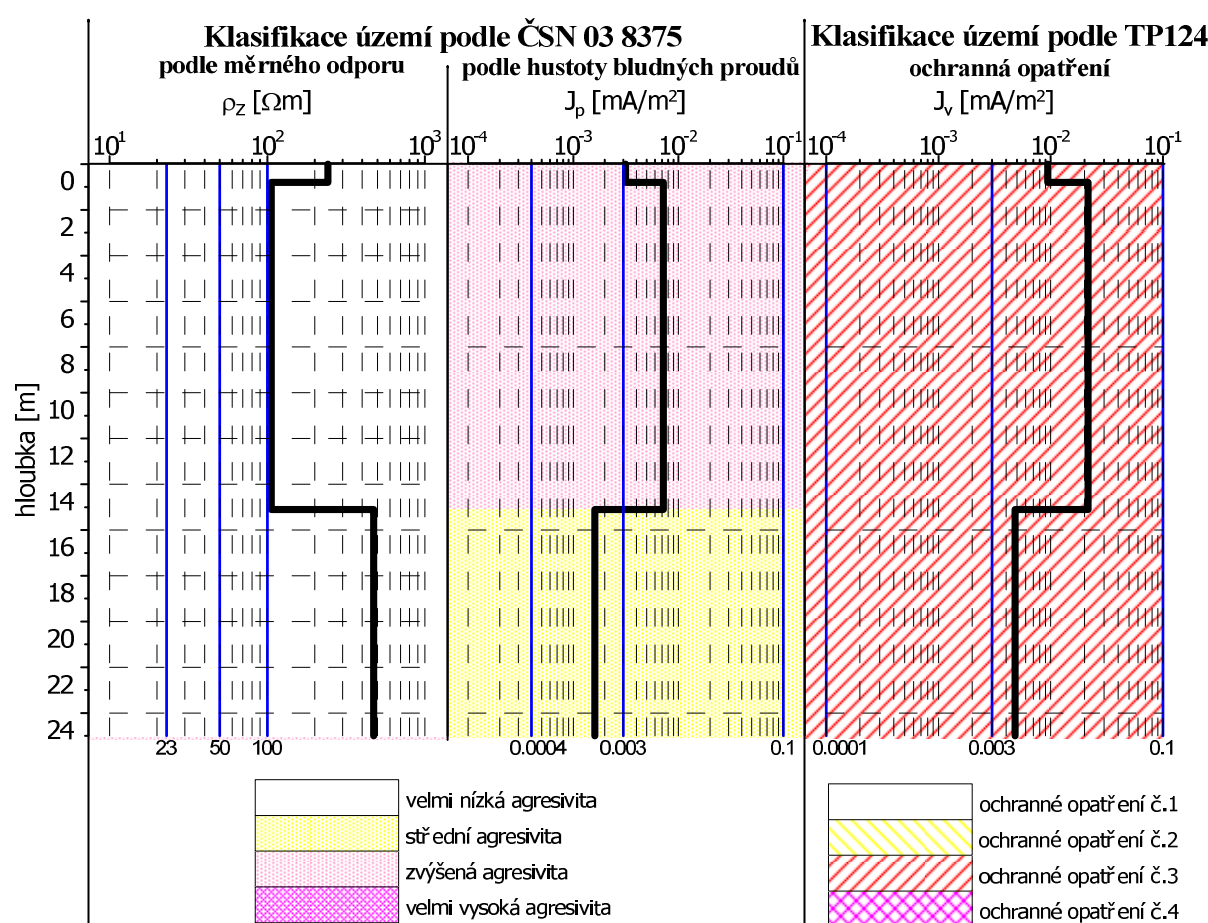
Obr. 3.1.2 Výsledky měření bludných proudů na stanovišti BP 1 (podle ČSN 03 8375)

Elektrický odpor prostředí v okolí měřicího stanoviště byl zjišťován metodou vertikálního elektrického sondování (VES). Naměřené hodnoty byly posléze kvantitativně interpretovány.



Stanovené složky plošné hustoty bludných proudů  $J_{px(S-J)}$ ,  $J_{px(V-Z)}$  ve zjišťovaných směrech sever – jih a východ – západ a výsledné vektory plošné hustoty bludných proudů  $J_p$  jsou vyneseny do vektorových diagramů na obrázku 3.1.2. Pro zobrazení výsledků měření bludných proudů byly vytvořeny dva diagramy, které demonstrují směr a velikost vektoru bludných proudů, šířících se částí horninového prostředí o maximálním a minimálním měrném odporu zjištěném měřením metodou VES.

Klasifikaci území z hlediska měrných odporů získaných pomocí VES názorně přibližuje levý graf na obrázku 3.1.3. Vyhodnocení prostředí z hlediska hustoty bludných proudů podle ČSN 03 8375 přehledně přináší prostřední graf obrázku 3.1.3. Hodnocení prostředí v souladu s TP 124 přináší pravý graf stejného obrázku. Zatřídění ovlivňuje, kromě tabulkových hodnot, také tzv. sací koeficient „Ks“, což je parametr, kterým se násobí výpočtová proudová hustota „ $J_p$ “ stanovená postupem v souladu s ČSN 03 8372. Sací koeficient může nabývat hodnot 1 až 10, v případě stanoviště BP 1 byl stanoven ve výši 3.

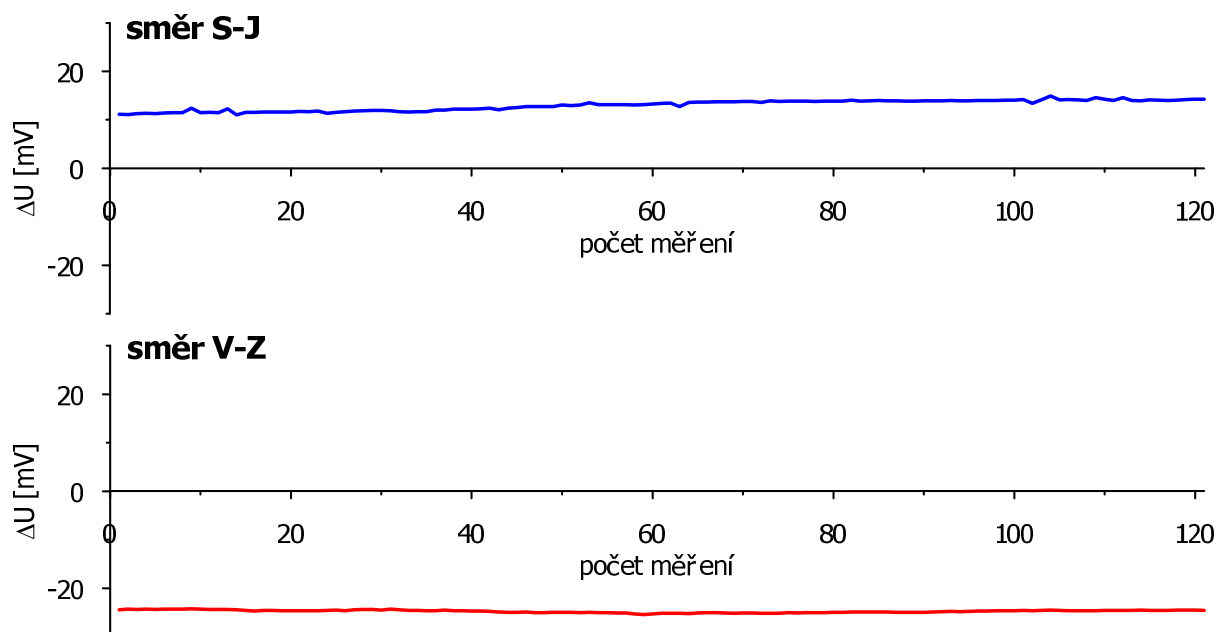


Obr. 3.1.3 Agresivita území v okolí stanoviště BP 1 podle ČSN 03 8375 a TP 124

### 3.2 Měřicí bod (stanoviště) BP 2

Měřicí bod BP 2 byl situován do zatravněných ploch na hrázi Zámeckého rybníka na jižním okraji stávajícího mostu. S ohledem na terénní dispozice byly měřené elektrody rozmístěny s odchylkou 25° proti směru hodinových ručiček od uspořádání sever-jih, východ-západ.

Sběr dat na stanovišti BP 2 probíhal ve směrech S-J a V-Z s periodou odečtu 15 s. Data byla v každém směru registrována 30 minut. Průběhy měřené veličiny v čase jsou zachyceny na obrázku 3.2.1. V průběhu měření byly registrovány v severojižním směru potenciály v rozsahu od +11,04 do +14,91 mV s průměrnou hodnotou +13,0 mV, v západovýchodním směru -25,46 až -24,24 mV, průměr -24,76 mV. Při průjezdu vlaků (měření č. 60 až 63 a 94 až 98) nebyly zjištěny výchyly hodnot  $\Delta U$  nad rámec průměrných hodnot.



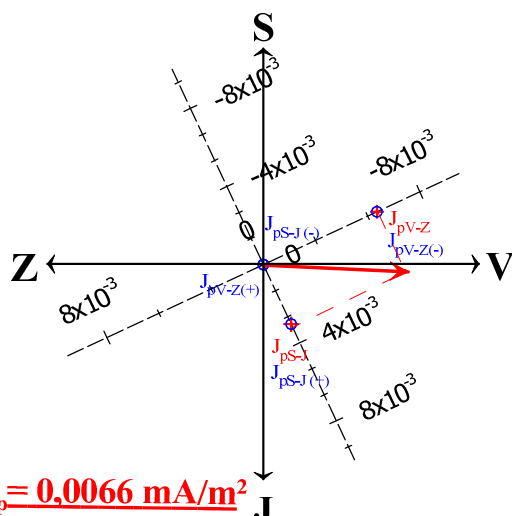
Obr. 3.2.1 Grafický průběh měření  $\Delta U$  na stanovišti BP 2

Elektrický odpor prostředí v okolí měřicích stanovišť byl opět zjišťován metodou VES. Naměřené hodnoty byly kvantitativně interpretovány. Klasifikaci území z hlediska měrných odporů názorně přibližuje levý graf na obrázku 3.2.3. Prostřední graf znázorňuje vyhodnocení prostředí z hlediska hustoty bludných proudů podle ČSN 03 8375 a hodnocení prostředí v souladu s TP 124 přináší pravý graf stejných obrázků. Stanovené složky plošné hustoty bludných proudů  $J_{px(S-J)}$ ,  $J_{px(V-Z)}$  ve zjišťovaných směrech sever – jih a východ – západ a výsledné vektory plošné hustoty bludných proudů **Jp** jsou vyneseny do vektorových diagramů znázorněných na obrázku 3.2.2. Pro zobrazení výsledků měření bludných proudů byly vytvořeny dva diagramy, které demonstrují směr a velikost vektoru bludných proudů, šířících se částí horninového prostředí o maximálním a minimálním měrném odporu zjištěném měření metodou VES. Vektorové grafy jsou pootočený o 25°.

Sací koeficient „Ks“, kterým se násobí výpočtová proudová hustota „Jp“ stanovená postupem v souladu s ČSN 03 8372, byl stanoven pro stanoviště BP 2 rovněž ve výši 3.

## Výsledky měření bludných proudů na stanovišti BP 2 (vyhodnoceno podle ČSN 03 8375)

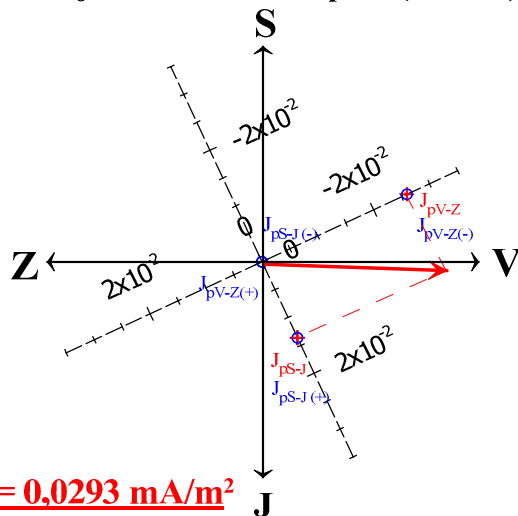
- hustota bludných proudů ve vrstvě  
o nejvyšším měrném odporu (474  $\Omega\text{m}$ )



$J_{pS-J(\pm)}$  hustota bludných proudů v zemi ve směru sever (-) a jih (+) [ $\text{mA/m}^2$ ], vč. polarity

$J_{pV-Z(\pm)}$  hustota bludných proudů v zemi ve směru východ (-) a západ (+) [ $\text{mA/m}^2$ ], vč. polarity

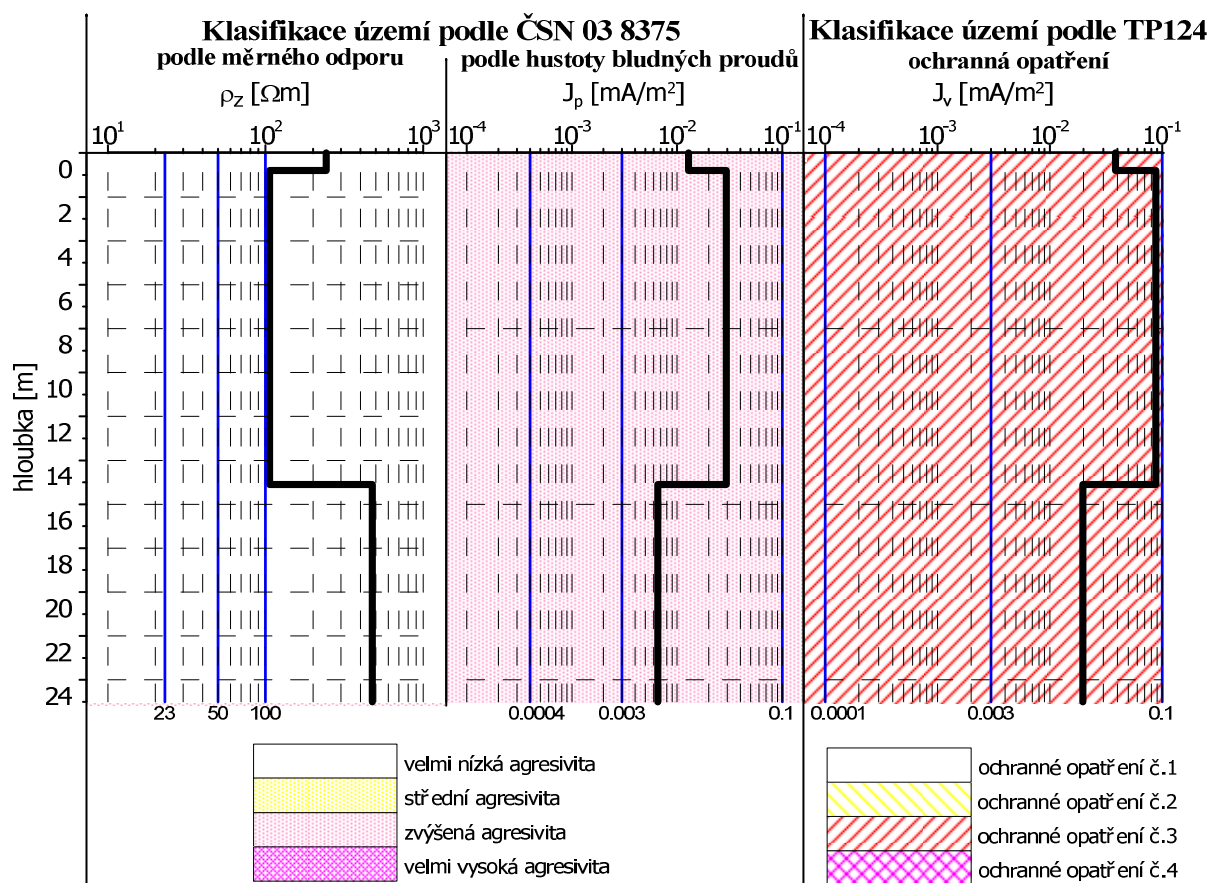
- hustota bludných proudů ve vrstvě  
o nejnižším měrném odporu (106  $\Omega\text{m}$ )



$J_p$  výsledný vektor hustoty bludných proudů v zemi [ $\text{mA/m}^2$ ]

$J_{pV-Z/S-J}$  velikost složek výsledného vektoru  $J_p$  ve směru východ - západ, sever - jih [ $\text{mA/m}^2$ ]

Obr. 3.2.2 Výsledky měření bludných proudů na stanovišti BP 2 (podle ČSN 03 8375)



Obr. 3.2.3 Agresivita území v okolí stanoviště BP 2 podle ČSN 03 8375 a TP 124

## 4. Závěr

Základní korozní měření pro účely rekonstrukce mostu ev. č. 3525 v obci Střítež u Jihlavy byl proveden za příznivých povětrnostních podmínek v březnu 2022. Polní práce sestávaly z měření elektrického potenciálu mezi nepolarizovatelnými elektrodami ve směrech S-J a V-Z (na stanovišti BP2 byl měřicí kříž vyrotován – viz kapitoly 2 a 3), a dále ze stanovení elektrického odporu půdy. Měření bylo realizováno na dvou stanovištích. Obě měřicí stanoviště byla situována na travnaté plochy v blízkosti stávajícího mostu.

Příprava, měření a vyhodnocení výsledků měření probíhaly v souladu s ČSN 03 8375 „*Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi*“ a dalšími souvisejícími předpisy a Technickými podmínkami TP 124 „*Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací*“.

Předkládaná zpráva je členěna do logických celků, kdy kapitola 2 obsahuje popis metodiky měření a kapitola 3 prezentuje průběh a výsledky měření.

Prezentace výsledků měření je zejména grafická, kde pro každý měřený bod je k dispozici trojice obrázků. První obrázek představuje časový průběh měření elektrických potenciálů mezi nepolarizovatelnými elektrodami ve směrech S-J a V-Z. Na křivkách měřené veličiny je možné sledovat, kromě velikosti i případnou změnu polarity tekoucích bludných proudů, demonstrující vlivy různých zdrojů. Druhý obrázek přináší informaci o převládajícím směru toku bludných proudů (a také jejich velikosti) a třetí obrázek je pro účely projekce protikorozních ochranných opatření nejdůležitější, protože přináší informaci o kategorizaci území z hlediska působení bludných proudů. Levý a prostřední graf ve třetím obrázku přinášejí kategorizaci podle ČSN 03 8375 „*Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi*“ a pravý graf podle TP 124 „*Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací*“.

TP 124 principiálně vychází z ČSN 03 8375 „*Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi*“ a odpovídajících předpisů, avšak kromě úpravy klasifikace území zavádějí do výpočtu hustoty bludných proudů tzv. sací koeficient  $K_s$ , což představuje možnost hodnotit rizika, jež jsou prostými výpočty nepostižitelná. Koeficient  $K_s$  může nabývat hodnot od 1 do 10, kdy pro předmětné zájmové území byl po zvážení podmínek platných pro jednotlivé měřicí body  $K_s$  stanoven ve výši 3. V průběhu vlastního měření na lokalitě byly rekognoskací okolí zjištěny v dosahu možného působení jako významnější zdroje bludných proudů železnice se zapojenou trakční soustavou stejnosměrného proudu a veřejné osvětlení. Při vlastním měření nebyl zjištěn významný vliv projíždějících vlakových souprav na naměřené hodnoty elektrických potenciálů.

Podle dostupné literatury a na základě zkušeností (realizovaného měření) je obvyklé na území ČR aplikovat podle TP 124 ochranná opatření stupně 3 nebo 4. Jedná se o soubor opatření snižujících účinek bludných proudů na betonovou / železobetonovou konstrukci, tj. zavedení primárních a sekundárních ochranných opatření, kdy primární ochrana představuje zvýšení odolnosti betonu proti působení bludných proudů a sekundární ochrana představuje aplikaci izolačních materiálů oddělujících betonové konstrukce od okolního prostředí.

Při aplikaci ochranných opatření stupně č. 3 se zavádějí primární a sekundární ochrany a navrhuje taková konstrukční opatření (dle TP 124), která minimalizují tvorbu článků, průchod bludných proudů stavbou atd.



Při aplikaci ochranných opatření stupně č. 4 se zavádějí analogická opatření jako v případě ochranných opatření č. 3, včetně provaření výztuží jednotlivých celků a jejich vyvedení na povrch konstrukce.

## 4.1 Hodnocení agresivnosti prostředí

Základní korozní průzkum byl proveden v zájmové lokalitě na dvou měřicích stanovištích. Hodnocení území přináší tabulka 4.1.

Obě stanoviště BP 1 i BP 2 se nacházejí na nezpevněné ploše. V blízkosti zájmové lokality se nachází několik potenciálních zdrojů bludných proudů – zejména železniční trať, vč. napájecího trakčního vedení. Dále se v místě měření nachází rovněž veřejné osvětlení. Tyto skutečnosti se však významněji neprojeví na úrovni naměřených hodnot elektrických potenciálů nebo jejich výrazném kolísání.

Tabulka 4.1. Hodnocení agresivnosti prostředí a ochranná opatření

| bod  | hloubkový interval (m) | klasifikace území (agresivita) podle ČSN 038375 |                               | klasifikace území podle TP 124 |
|------|------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
|      |                        | podle $\rho_z$                                  | podle hustoty bludných proudů |                                |
| BP 1 | 0-0,8                  | velmi nízká                                     | zvýšená                       | ochranné opatření č. 3         |
|      | 0,8-15,1               | velmi nízká                                     |                               |                                |
|      | 15,1-25                | velmi nízká                                     | střední                       |                                |
| BP 2 | 0-0,8                  | velmi nízká                                     | zvýšená                       | ochranné opatření č. 3         |
|      | 0,8-15,1               | velmi nízká                                     |                               |                                |
|      | 15,1-25                | velmi nízká                                     |                               |                                |

Metodou VES bylo v místě identifikováno třívrstevné prostředí s vyšším měrným odporem 106–474  $\Omega$ m ve všech vrstvách, což nasvědčuje o zastižení převážně písčitých a štěrkových vrstev eluvia s nízkým podílem jílovitých složek. Z hlediska ochrany podzemních konstrukcí před korozí bludnými proudy je zájmové území v místě zamýšlené rekonstrukce mostního objektu charakterizováno podle měrného odporu v souladu s klasifikací dle ČSN 038375 jako prostředí s velmi nízkou agresivitou. Z hlediska hustoty bludných proudů podle ČSN 038375 se jedná v hloubkovém profilu do 15 m o lokalitu se zvýšenou agresivitou a podle podmínek TP 124 bude nezbytné zakládané objekty chránit souborem technických **opatření stupně č. 3**.

V Ostravě dne 14. 3. 2022

Ing. Roman Duras

Ing. Martin Vaculík

## LITERATURA

- (1) ČSN 03 8362 Měděná referenční elektroda k měření potenciálu. Podzemní kovová konstrukce – půda (1976).
- (2) ČSN 03 8365 Zásady měření při protikorozní ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi (1988).
- (3) ČSN 03 8375 Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi (1972).
- (4) Technické podmínky TP 124, Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací, Jeku s.r.o., Praha, 2008.

**Sídlo společnosti / Headquarters:**

**GEOtest, a.s.**  
Šmahova 112  
627 00 Brno  
tel.: +420 548 125 111

**Pobočky / Branches:**

**Praha**  
Olšanská 3  
130 00 Praha  
tel.: +420 222 514 060

**Ostrava**  
28. října 287  
709 00 Ostrava  
tel.: +420 596 622 772

**České Budějovice**  
Kubatova 6  
370 04 České Budějovice  
tel.: +420 387 202 284

**Bratislava**  
Stavbárska 27  
820 08 Bratislava  
Slovensko  
tel.: +421 245 640 075

**Utrecht**  
Hooghiemstraplein 115  
3514 AZ Utrecht  
Nizozemsko  
tel.: +31 302 769 160

[info@geotest.cz](mailto:info@geotest.cz)  
[www.geotest.cz](http://www.geotest.cz)

