

Základní korozní průzkum pro SO201 – most přes Zmínku – v rámci akce: "Přeložka silnice II/322 Černá za Bory – Dašice"

Varianta integrálního rámového objektu, bez elektroizolačního oddělení spodní stavby a nosné konstrukce

Závěrečná zpráva



Brno

leden 2022

Zhotovitel:

SIHAYA, spol. s r.o.
Veleslavínova 6
612 00 Brno
web: www.sihaya.cz
mail: sihaya@sihaya.cz
autor zprávy: Viktor Valtr

Zadavatel:

DSP a.s.
Pardubice 53002
Kostěnice 111
dsp-as.cz, michal.svarc@dsp-as.cz
DIČ: CZ 275 55 917 (plátce DPH)
ID schránky: pyxwfx2

SIHAYA, spol. s r.o..
Veleslavínova 6, 612 00 Brno
IČ: 46346414 DIČ: CZ46346414

tel.: +420 549 211 828
mob.: +420 605 265 963
e-mail: sihaya@sihaya.cz

Geofyzikální práce pro inženýrskou geologii, hydrogeologii a ekologii, těžitelnosti, korozní průzkumy

Název zakázky:

**Základní korozní průzkum pro SO201 – most přes Zmínku
– v rámci akce:
"Přeložka silnice II/322 Černá za Bory – Dašice"
Varianta integrálního rámového objektu, tzn. bez
elektroizolačního oddělení spodní stavby a nosné
konstrukce - monolitická konstrukce s možností
provaření konstrukce a bez nevodivého oddělení horní
stavby**

Autor zprávy a zodpovědný řešitel geofyzikálních prací: **Mgr. Viktor Valtr**

Oprávnění k provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou, opravami, údržbou a správou pozemních komunikací číslo 440/2019 v oboru korozního průzkumu

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č.	3:	DSP a.s. (digitálně)
VÝTISK Č.	2:	archiv firmy SIHAYA, spol. s r.o.

LITERATURA

- [1] ČSN 03 8372: Zásady ochrany proti korozi neliniových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě. Praha: ÚNM, 1977.
- [2] CZUDEK T. et al. *Regionální členění reliéfu ČR.* (Mapa 1:500 000). Brno: Geografický ústav ČSAV Brno, 1973.
- [3] MINISTERSTVO DOPRAVY A SPOJŮ. *Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací.* Technické podmínky (TP 124). - Schváleno MDS – OPK č. j.: 30085/99-120 ze dne 20. 12. 1999 s účinností od 1. 1. 2000. - Praha: JEKU s.r.o., PONTEX, s.r.o., 1999.
- [4] ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: *Digitální geologická mapa ČR 1:50 000.* - List citací: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php?> - Praha: ČGS, 2010.
- [5] ČSN 03 8365. *Zásady měření při protikorozi ochraně kovových zařízení uložených v zemi. - Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi.* Praha: Ústav pro normalizaci a měření Praha., 1978
- [6] ČESKÉ DRÁHY, s. o., DIVIZE DOPRAVNÍ CESTY, O. Z., SEKCE TECHNICKÁ, ODDĚLENÍ MOSTŮ A TUNELŮ: *Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů. Služební rukověť ČD SR 5/7 (S).* - Praha: JEKU s.r.o., PONTEX, s.r.o., 1997.
- [7] ČSN 03 8362 Měděná referenční elektroda k měření potenciálu. Podzemní kovová konstrukce – půda (1976).
- [8] ČSN 03 8365 Zásady měření při protikorozi ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi (1988).
- [9] ČSN 03 8375 Ochrana kov. potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi (1972).

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek č. 1: Počty traťových kolejí a systémy trakčních proudových soustav v ČR (výřez)	3
Obrázek č. 2: Širší výřez z geologické mapy ČR 1:50 000 podle mapového serveru ČGS	4
Obrázek č. 3: Geol. profil sondy V-1 (Balůn, Turková, Zpráva IG průzkumu II/322 Černá ..)	5
Obrázek č. 4: Měření VES a SP-BP na bodě ZKP-4:	7
Tabulka č. 1 Klasifikace intenzity bludných proudů podle ČSN 038365	9
Tabulka č. 2 Stupeň agresivity prostředí na ocel podle ČSN 038372	9
Tabulka č. 3 Vyhodnocení stupně agresivity prostředí na ocel dle ČSN 03 8372 a podklad pro stanovení stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů ve smyslu technických podmínek DS „Základní ochranná opatření vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“ /2/ (TP 124):	10
Tabulka č. 4 – tabulka číslo 1 v technických podmínkách MDS „Základní ochranná opatření vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“ [literatura 3] (TP 24):	12
Tabulka č. 5 – tabulka č.1 ve Služební rukověti ČD SR 5/7 (S): Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů. /literatura 6/:	12
Obrázek č. 5: Měřicí bod – vývod výztuže na povrch žb k. (pro stupeň 3 nepovinné):	14
Obrázek č. 6: Schema el.vodivého pospojování výztuže pilot a patek (stupeň 3 nepovinné):	14
Obrázek č. 7: Schema el.vodivého pospojování výztuže opěry-patky (stupeň 3 nepovinné):	14

OBSAH

1. Úvod	4
2. Popis a geologie lokality	4
3. Metodika měření	5
3.1 Metoda vertikálního elektrického sondování (VES)	6
3.1.1 Princip průzkumu VES a použitá aparatura	6
3.1.2 Interpretace křivek VES	6
3.2 Metoda spontánní polarizace – měření bludných proudů (SP-BP)	6
3.2.1 Princip a geometrie průzkumu SP-BP	6
3.2.2 Použitá aparatura, geometrie a zpracování měření	7
4. Průběh terénních prací – podmínky měření	7
5. Výsledky průzkumu	8
5.1 potencionální zdroje bludných proudů lokality	8
5.2 Vyhodnocení zemních odporů a hustoty bludných proudů	8
5.2.1 Hodnocení zemních odporů podle ČSN 038372	8
5.2.2 Hodnocení intenzity a směru BP dle ČSN 03 8365 a ČSN 03 8372	8
5.3 Vyhodnocení ZKP dle technických podmínek MD 124 a stanovení stupně ochranných opatření	11
5.4 Doporučení pro zpracovatele stavby – návrh korozní ochrany	13
6. Shrnutí výsledků ZKP a závěr	15

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1:	Situace s podloženou ortofoto mapou a s výsledky ZKP – s výpočtovou proudovou hustotou J_v (1 x A4)
Příloha 2:	Geologicko-geofyzikální schematický řez s výsledky ZKP (1 x A4)
Příloha 3:	Grafy časových průběhů měřených BP a jejich okamžitých směrů na bodech ZKP (1 x A4)
Příloha 4:	Statistické zhodnocení výsledků měření ZKP (1 x A4)

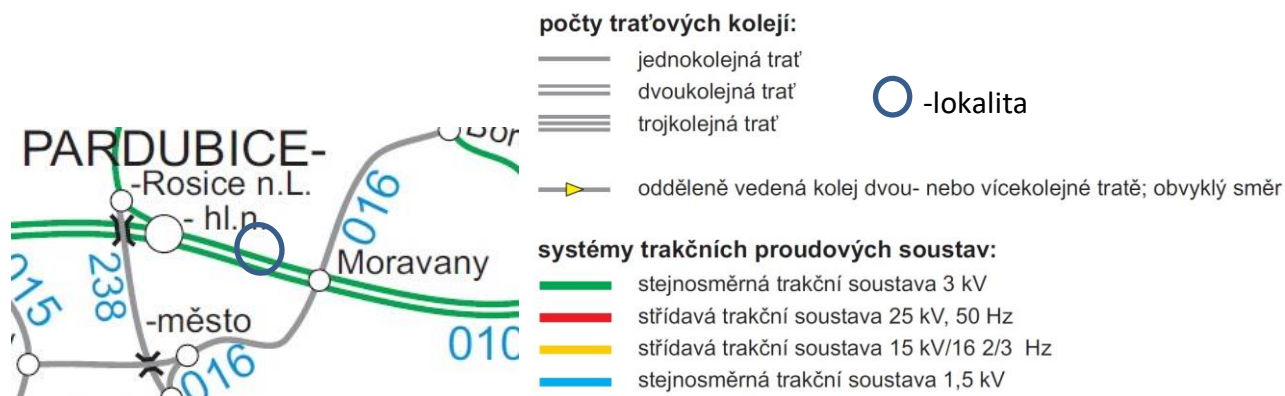
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Fyzikální

symbol	Jednotka	Popis
J	[A/m ²]	výpočtová proudová hustota
J+	[A/m ²]	proudová hustota kladné složky BP
J-	[A/m ²]	proudová hustota záporné složky BP
J _{prevl}	[A/m ²]	proudová hustota převládajících BP
J _v	[A/m ²]	přepočtená proudová hustota
K _s	[]	celkový sací koeficient konstrukce
K _p	[]	koeficient prostředí
K _k	[]	koeficient konstrukce
ρ _z	[Ωm]	rezistivita (elektrická) hornin
ρ _{zd}	[Ωm]	zdánlivá rezistivita hornin

Zkratky	Jednotka	Popis
AB	[m]	rozteč proudových elektrod (metoda VES)
AB/2	[m]	poloviční rozteč proudových elektrod ~ fiktivní hloubka
BP		bludné proudy
DSP		dokumentace k žádosti o vydání stavebního povolení
J		jih
JZ		jihozápad
MN	[m]	napěťové elektrody (metoda VES)
MN/2	[m]	poloviční rozteč napěťových elektrod
S		sever
SP		(metoda) spontánní polarizace
SP-BP		(metoda) spontánní polarizace ve variantě pro měření BP
TP		technické podmínky
V		východ
VES		(metoda) vertikálního elektrického sondování
WP		(metoda) odporové profilování Wenerovým uspořádáním el.
Z / z.		západ / západní
ZKP		základní korozní průzkum

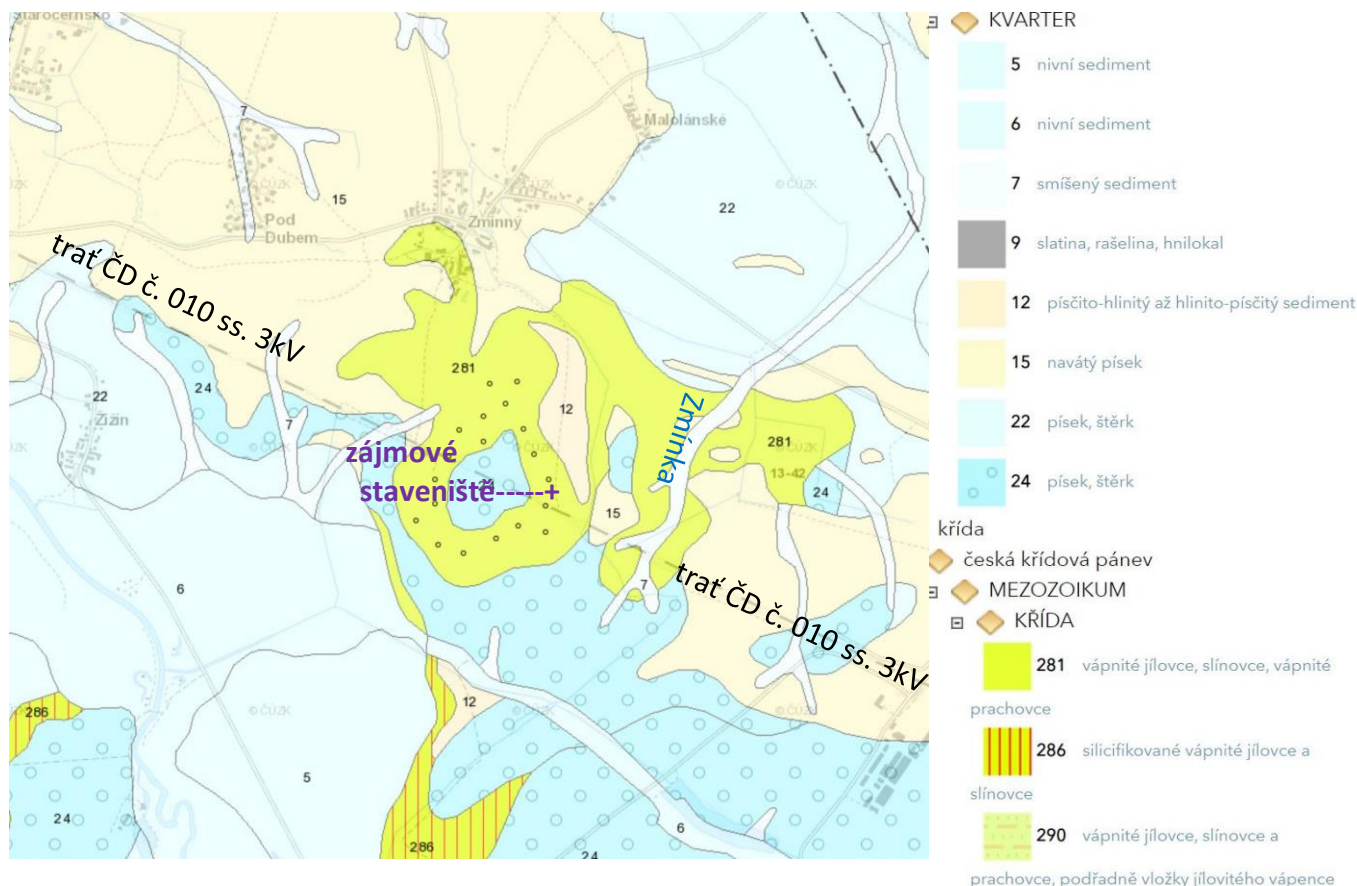
Obrázek č. 1: Počty traťových kolejí a systémy trakčních proudových soustav v ČR (výřez)



1. Úvod

V rámci přípravy výstavby stavebního objektu SO201 – mostu přes Zmínku – v rámci akce: "Přeložka silnice II/322 Černá za Bory – Dašice" jsme byli zadavatelem pověřeni provedením základního korozního průzkumu (ZKP) pro tuto akci. **Úkolem bylo zajistit potřebné podklady pro stanovení korozního ohrožení** projektovaných žb. konstrukcí mostu - integrálního rámového objektu, bez elektroizolačního oddělení spodní stavby a nosné konstrukce, viz příloha 1, a návrh stupně protikorozních opatření. Pravděpodobná hloubka založení je do pevnějšího podloží pod kypré navážky a kvartérní zeminy, asi na piloty (přes 4.5 až i více, maximálně 10 m pod úroveň povrchu terénu). Předkládaná zpráva je sestavena ve formě podle technických podmínek TP124 MDS [viz literatura 3] a služební rukojeti SR 5/7.

Obrázek č. 2: Širší výřez z geologické mapy ČR 1:50 000 podle mapového serveru ČGS



2. Popis a geologie lokality

Vlastní lokalita leží v plochem, rovinatém území České křídové tabule.

Z geologického hlediska leží staveniště v oblasti české křídové pánve v oblasti s předkenozoickým podložím tvořenými jemnozrnnějšími sedimentárními horninami jako je ohárecký vývoj, lužický vývoj, labský vývoj typu vápnitých jílovců, prachovců až slínovců křídového svrchno-coniackého stáří.

Nejsvrchnější část zeminového pokryvu je tvořena místy přítomnými různými navážkami (násep tratě, břehů kanálu, ...), které leží na ornici, níže na nezpevněných sedimentech charakteru jemnozrnného písku až písku se štěrkem (místy zahliněného), níže jílovitých písků a jílu mocných asi 2 až 5 m, viz profil JV V-1 u VES-2 na obrázku 3.

Obrázek č. 3: Geol. profil sondy V-1 (Balůn, Turková, Zpráva IG průzkumu II/322 Černá ...)

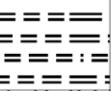

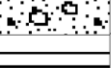

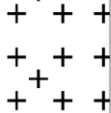
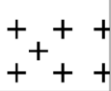
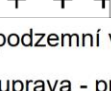
Geologický profil sondou V-1

Název akce: II/322 Černá za Bory – Dašice -
Přeložka silnice

Kóta terénu: 233,1 m

Měřítko 1 : 50

Datum: 2.1. 2020

Hloubka (m)	Grafická značka	Petrografický a geotechnický popis základových půd	Klasifikace ČSN 73 1005 ČSN EN ISO 14688	R _{dt} (kPa)	Těžitelnost ČSN 73 3050 ČSN 73 6133
0,7		Ornice + podorniční vrstva	O,Or	-	2, I
1,2		Písek jemnozrný až středně zrnitý, slabě zahliněný, světle hnědý, ulehlý, suchý	S3-S-F Sa	275	2 I
1,6		Písek se šterky do 1 cm, slabě zahliněný, ulehlý, navlhlý	S3-S-F grSa	275	2 I
2,2		Jíl vysoce plastický, prachový, šedý, místy rezavě hnědý, pevný	F8-CH Cl	160	4 I
4,2		Silně zvětralé skalní podloží - jílovec šedý	R5	400	4, I
5,1		Navětralé skalní podloží - jílovec šedý	R4	450	5, II
5,8 6,0		Téměř zdravé skalní podloží - jílovec šedý	R3	550	6, III

Hladina podzemní vody - navrtaná: -



- ustálená: 2,2 m



Vrtná souprava - profil: UVS 15, profil 137, jádrově, spirál.

3. Metodika měření

Pro řešení zadaných úkolů, (viz úvod), byla vybrána obvyklá kombinace těchto metod:

- vertikální elektrické sondování (VES), jež umožňuje kvantitativně určovat rezistivity (dříve používán termín měrný elektrický odpor) jednotlivých vrstev a hloubky rozhraní těchto vrstev. VES bylo použito v rámci ZKP pro určení rezistivit hornin základových půd projektovaných objektů. Z výsledků metody VES lze sestavit geoelektrický, resp. geologicko-geoelektrický řez a odvodit pravděpodobnou relativní zrnitost, propustnost, anebo i porušenost hornin.
- metoda spontánní polarizace (SP) pro měření velikosti bludných proudů (BP).
- geologický výklad výsledků geofyzikálních měření je opřen o výsledky geologického ohledání okolí lokality a rešerše archivních dat.

3.1 Metoda vertikálního elektrického sondování (VES)

3.1.1 Princip průzkumu VES a použitá aparatura

Tato metoda zjišťuje rezistivitu hornin v různých hloubkách pod bodem měření. Hloubkový dosah zvyšuje vzdalováním proudových elektrod AB. Měřením napětí při vzdalování proudových elektrod AB získáme tzv. odporovou křivku – křivku závislosti zdánlivých rezistivit ρ_{zd} na fiktivní hloubce $AB/2$ – jejíž interpretací získáme skutečné rezistivity a mocnosti jednotlivých vrstev. Při seřazení bodů VES do linie lze sestavit geologicko-geoelektrický řez.

Měření VES bylo provedeno přístrojem GEA VI se zdrojem proudu v obvodu AB s volitelným výstupním napětím až 400 V. Bylo použito Schlumbergerovo uspořádání elektrod při rozestupech proudových elektrod $AB/2 = 1$ až 83 m při třech rozestupech měřících elektrod.

3.1.2 Interpretace křivek VES

Naměřené křivky VES byly kvantitativně interpretovány (program VIS, Chyba, Valtr, 2019). Na základě získaných dat o mocnostech a rezistivitách jednotlivých vrstev byl sestaven vertikální řez v příloze 2. Výsledky kvantitativní interpretace křivek VES mají tato mezení:

- v důsledku platnosti tzv. principu ekvivalence lze při interpretaci VES zjistit poměrně přesné hodnoty buď jen příčného odporu, tj. součinu mocnosti a rezistivity příslušné vrstvy, nebo hodnoty podélné vodivosti, tj. podílu mocnosti a rezistivity příslušné vrstvy. Neznáme-li rezistivity jednotlivých vrstev, je určení mocnosti příslušné vrstvy (nebo hloubky jejich rozhraní) zatíženo chybou, úměrnou rozdílu mezi skutečnou a předpokládanou rezistivitou interpretované vrstvy. Přesnou hodnotu rezistivity lze určit z VES v blízkosti archívních vrtů.
- křivky VES (měřené v blízkosti výchozů méně vodivých hornin nebo betonových konstrukcí) mohou být ovlivněny přesahem jedné z elektrod do oblasti, kde vystupují méně vodivé horniny či konstrukce blíže k povrchu. Metoda VES je koncipována na sub-horizontálně zvrstvené prostředí, proto je vliv laterální nehomogenity těžko odstranitelný.
- nezanedbatelný je negativní vliv neizolovaných vodivých sítí na přesnost měření.

Tyto okolnosti mohou vést ke snížení přesnosti geofyzikální i geologické interpretace VES.

3.2 Metoda spontánní polarizace –měření bludných proudů (SP-BP)

3.2.1 Princip a geometrie průzkumu SP-BP

Touto metodou zjišťujeme parametry elektrického pole v zemi – měříme tzv. bludné proudy (BP). Na každém bodě ZKP je stanoven stejnosměrným voltmetrem (s intervalem vzorkování pole až 0,6 s) rozdíl potenciálů mezi dvěma dvojicemi nepolarizovatelných elektrod orientovaných v navzájem kolmých směrech, vzdálených od sebe 10 až 25 m (viz přílohy 1, 3, a 4). Takto bylo na každém bodě měřeno pole BP po dobu delší než 15 minut s intervalem odečtu hodnot potenciálového rozdílu 2 až 5 sekund, vždy ve dvou kolmých směrech. Časové průběhy naměřených rozdílů potenciálů a okamžité směry BP jsou vykresleny v příloze 3.

3.2.2 Použitá aparatura, geometrie a zpracování měření

Pro měření elektrického potenciálu byla použita aparatura GEA VI (kalibrována jednou za rok) a nepolarizovatelné elektrody Cu – Cu SO₄. Měřicí systém nepolarizovatelných elektrod byl kalibrován na každém stanovišti měřením ve srovnávacím prostředí (vždy před zahájením odečítání hodnot a po ukončení odečítání hodnot rozdílu potenciálu). Naměřené hodnoty byly pak při zpracování o zjištěné kalibrační změny opraveny.

Technické parametry aparatury GEA4:

- o přenosná aparatura se snímatelným notebookem
- o převodník 21 bitů, komutační i kompenzační způsob měření
- o rozlišení na 5 μ V a 5 μ A, digitální záznam ve formátu ASCII tabulky
- o vnitřní odpor > 20 M Ω
- o rozsah měření napětí 5 μ V až 2,5 V a rozsah měření proudu 5 μ A až 5 A.

4. Průběh terénních prací – podmínky měření

Terénní práce proběhly 4. ledna 2022 v době od 8:30 do 16:30 hod (v pracovní den a v pracovní době), teplota vzduchu se v průběhu měření pohybovala od 4 do 11° C. Pracovníky byla vytyčena všechna stanoviště pro měření BP v blízkosti plánovaných stavebních objektů. Nepolarizovatelné elektrody byly zapuštěny do hloubky 0,2 m pod spodní hranici vyschnutí zemin a plocha kontaktu byla vlhká s teplotou přes 3° Celsia. Byla proměřena 4 stanoviště ZKP (vždy po jednom bodu SP-BP a VES), přibližně v místech obrysu plánovaného SO, viz tabulka č. 3. Poloha jednotlivých bodů ZKP byla zaměřena laserovým dálkoměrem od objektů v mapě, a je zakreslena v situačních příloze 1.

Obrázek č. 4: Měření VES a SP-BP na bodě ZKP-4:



5. Výsledky průzkumu

5.1 potencionální zdroje bludných proudů lokality

Potencionálními zdroji BP v prostoru projektované stavby jsou:

- o elektrická zařízení asi 20 až 75 m vzdálené tratě ČD č. 010 (elektrifikovaná stejnosměrnou trakcí 3 kV)
- o možné produktovody s katodovou ochranou a jiné inženýrské sítě a blízká uzemněná elektrická zařízení v okolí
- o očekávaná další zařízení vlivem modernizace tratě a opravárenské haly
- o přirozená pole BP.

5.2 Vyhodnocení zemních odporů a hustoty bludných proudů

Pro stanovení agresivity horninového prostředí na kovová zařízení byla v každém měřeném bodě určena:

- o velikost rezistivity v požadovaném intervalu hloubek podle hloubky založení a také
- o velikost intenzity a proudové hustoty bludných proudů, viz kapitola 3.

Naměřené hodnoty byly vyhodnoceny dle ČSN 03 8365 a ČSN 03 8372.

5.2.1 Hodnocení zemních odporů podle ČSN 038372

Zemní odpor ρ_z (rezistivita) je výsledkem interpretace měření VES, která je ve formě vertikálního geologicko-geofyzikálního řezu prezentována v příloze 2 i s vyznačením rozhraní interpretovaných vrstev, s údaji o jejich rezistivitách (černě) a s výsledky ZKP. Na této lokalitě se vyskytují do hloubky založení vrstvy s širokým rozmezím rezistivit ρ_z . Pro výpočet proudových hustot na jednotlivých bodech ZKP je použita nejnižší zjištěná hodnota rezistivity v intervalu od povrchu terénu až do pravděpodobné hloubky založení objektů (kromě stavbou odstraněných vrstev jako ornice a vlivu inženýrských sítí). Tyto nejnižší hodnoty rezistivit jsou pro všechny body ZKP uvedeny v následující tabulce 3.

Stupeň agresivity prostředí podle kritéria rezistivity:

Nejmenší zjištěné hodnoty rezistivity vrstev (kromě vyloučených vrstev ovlivněných sítěmi a vrstvy odstraněné ornice) v hloubkovém intervalu od povrchu podorničního horizontu až do hloubky založení objektů se pohybovaly pod jednotlivými body VES od 8 Ω m do 11 Ω m (jíl, jíl vápnitý). To odpovídá dle kritéria rezistivity zeminy IV. stupni agresivity základového prostředí na ocel, tzn. agresivita prostředí na ocel je zde podle ČSN 03 8372 dle kritéria rezistivity **velmi vysoká**.

5.2.2 Hodnocení intenzity a směru BP dle ČSN 03 8365 a ČSN 03 8372

Měření BP bylo provedeno a zpracováno dle ČSN 03 8365, viz kapitola 3.2. Časové průběhy opravených naměřených elektrických potenciálů BP [V/m] mezi odpovídajícími elektrodami

na všech stanovištích ZKP jsou v příloze 3 (podle TP124), kde jsou i grafy okamžitých směrů měřených BP, z nichž lze soudit i na proměnlivost zdrojů BP i jejich směrů v čase.

Průběh měřených hodnot byl většinou lokálně i časově proměnlivý, nepravidelně stoupající od jihu k severu (což ukazuje na více antropogenních zdrojů BP).

Statistické zhodnocení měření ZKP a výpočtu proudových hustot je v příloze číslo 4.

Z hodnot rozdílu potenciálů na příslušných dvou elektrodách (M1, N a M2, N) byl pro každé stanoviště vypočten aritmetický průměr. Tato hodnota podělená vzdáleností elektrod představuje velikost rozdílu potenciálů na 1 m (intenzitu) a její extrémy jsou vypsány v příloze 4. Hodnota označená v tabulce č. 3 jako $U_{stř}$ je geometrický průměr (vektorový součet) hodnot z obou navzájem kolmých směrů. Pokud byly naměřeny v jednom směru jak kladné, tak záporné hodnoty, byly geometrické průměry počítány pro hodnoty stejného znaménka samostatně (v tab. č. 3 označeny $U_{stř+}$ a $U_{stř-}$). Pro hodnocení velikosti BP uvádí ČSN 03 8365 tři kategorie, viz tabulka č. 1. Na bodech ZKP byly zjištěny **slabé BP**.

Tabulka č. 1 Klasifikace intenzity bludných proudů podle ČSN 038365

Naměřená intenzita elektrického pole podle postupu z ČSN 03 8365		Vyhodnocení intenzity bludných proudů podle ČSN 03 8365
<0.5	mV/m	slabé bludné proudy
0.5 až 5	mV/m	střední bludné proudy
>5	mV/m	silné bludné proudy

Tabulka č. 2 Stupeň agresivity prostředí na ocel podle ČSN 038372

Stupeň agresivity prostředí na ocel podle ČSN 03 8372		Rezistivita (měrný elektrický odpor) [Ωm]	Proudová hustota	
			[$\mu A/m^2$]	[mA/m ²]
I.	velmi nízká	>100	<0.1	<1•10 ⁻⁴
II.	střední	50 až 100	0.1 až 3	1•10 ⁻⁴ až 3•10 ⁻³
III.	zvýšená	23 až 50	3 až 100	3•10 ⁻³ až 0.1
IV.	velmi vysoká	<23	>100	>0.1

Z nejnižších hodnot rezistivit v zájmové oblasti do hloubky založení stavby a z velikosti intenzity elektrického pole (opravených o polarizaci elektrod), byla pro jednotlivé body určena velikost proudové hustoty J (pro kladné a záporné BP) a směr výsledného vektoru intenzity elektrického pole BP (pro kladné, záporné a v určitých případech i pro převládající BP). Hodnoty vypočtených proudových hustot jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Pokud byly v obou směrech naměřeny kladné i záporné BP, ale počty naměřených kladných a záporných hodnot BP v různých směrech si navzájem neodpovídají a převládající BP mají směr do kladných hodnot v jednom a do záporných hodnot v kolmém směru, (viz pravá část přílohy 3), pak by mohlo dojít vyhodnocením podle normy ke snížení výsledné hodnoty proudových hustot oproti skutečné hodnotě.

Proto byla v těchto případech vypočtena i hodnota proudové hustoty z převládajících složek BP bez ohledu na znaménko (při formálním otočení směru příslušné elektrody M1 nebo M2 to normovému postupu neodporuje).

Tato proudová hustota je v příloze č. 4 označena J_{prevl} . Pokud byla tato proudová hustota J_{prevl} větší než proudová hustota vypočtená z kladných a záporných složek BP, pak byla použita jako

výpočtová proudová hustota v tabulce č. 3 pro výpočet přepočtených proudových hustot dle TP124 [3].

Tabulka č. 3 Vyhodnocení stupně agresivity prostředí na ocel dle ČSN 03 8372 a podklad pro stanovení stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů ve smyslu technických podmínek DS „Základní ochranná opatření vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“ /2/ (TP 124):

ZKP p ro výstavbu mostu přes Zmínku: "Přeložka silnice II/322 Černá za Bory – Dašice"		zpracováno podle ČSN 03 8365			podle ČSN 03 8372							podle TP 124 /literatura 2/				dle SR 5/7 /lit.6/
bod ZKP název	stav. objekt km tratě	napětí změřené		bludné proudy jsou zde:	minimální rezistivita do hl. zákl. [Ωm]	stupeň agresivity prostředí na ocel dle rezistivity		proudová hustota kladné složky J _k [μA/m ²] záporné složky J _p [μA/m ²]		stupeň agresivity prostředí na ocel dle proudové hustoty		výpočtová proudová hustota J _p [μA/m ²]	celkový sací koef. K _s	přepočtená proudová hustota J _v [μA/m ²]	Základní pasivní ochranná opatření pro omezení vlivu BP stupeň číslo:	Základní pasivní ochranná opatření pro omezení vlivu BP stupeň číslo:
		Ustř+ [mV/m]	Ustř- [mV/m]													
ZKP-1	SO201 most přes Zmínku: "Přeložka silnice II/322 Černá za Bory – Dašice"	0.054	0.473	slabé	9	IV.	velmi vysoká	6.03551	52.5107	III.	zvýšená	53	3	159.0	4	4
ZKP-2		0.191	0.076	slabé	9	IV.	velmi vysoká	21.18832	8.48436	III.	zvýšená	23	3	69.0	3	3
ZKP-3		0.394	0.044	slabé	9	IV.	velmi vysoká	43.80501	4.86543	III.	zvýšená	44	3	132.0	4	4
ZKP-4		0.28	0.355	slabé	9	IV.	velmi vysoká	31.13142	39.4103	III.	zvýšená	51	3	153.0	4	4
průměr pro SO201:		0.35		=>slabé	9.0	IV.	=>velmi vysoká			III.	zvýšená<=	51.0		128.3	=>4	=>4

Poznámka: S pomocí empiricky stanoveného koeficientu Ks na hodnotu 3 byla Přepočtená proudová hustota J_v počítána dle vztahu: $J_v = J \cdot K_s$. Hodnota J_v se pohybuje u plánovaného objektu SO 201 most přes Zmínku v rozmezí od 69 $\mu A/m^2$ po 159 $\mu A/m^2$ (průměr 1281 $\mu A/m^2$) a z toho a z tabulky výše plyne, že pro tento zkoumaný mostní objekt SO201 platí dle TP124 i SR 5/7 základní ochranná opatření stupně číslo 4 (mezi ZKP-1 až ZKP-4), viz tabulka výše.

Stupeň agresivity prostředí závisí především na velikosti rezistivity a velikosti vektoru proudové hustoty v měřeném místě a určuje se podle tabulky č. 2.

Stupeň agresivity prostředí podle kritéria proudové hustoty dle ČSN 03 8372:

Zjištěné hodnoty výpočtových proudových hustot převládajících BP na všech bodech ZKP odpovídají III. stupni agresivity podle kritéria proudové hustoty (čtyřstupňové škály dle ČSN 03 8372), agresivita prostředí na ocel je zde tedy z hlediska proudové hustoty **zvýšená**, viz tabulka č. 3 a přílohy 1 a 2.

Situace měření s výsledky:

Poloha projektovaných objektů, bodů VES a ZKP s výsledky je vykreslena v situační příloze 1. Do ní jsou zakresleny polohy jednotlivých stanovišť měření ZKP i jednotlivých elektrod (M1, M2 a N) při měření potenciálových rozdílů. U každého stanoviště jsou žlutooranžově zakresleny zjištěné vektory elektrického pole převládajících bludných proudů nebo i záporné a kladné složky jsou-li významné.

Směry výsledných vektorů intenzity elektrického pole (převládajících) BP jsou v přílohách 1 zakresleny žlutooranžovou šipkou s délkou úměrnou velikosti proudové hustoty převládajících BP a jsou většinou silně proměnlivé v čase (viz přílohy 3 a 1) a mírně i v místě a naznačují vliv BP s větším množstvím antropogenních zdrojů poblíž bodů ZKP (hlavní zdroj je trať ČD a provozovny v blízkosti). Na bodech ZKP se vyznačují různými směry i velikostmi BP, což naznačuje více antropogenních zdrojů BP (mají i více složek) někde v prostoru kolejiště, viz přílohy 1, se rostoucí intenzitou BP od J k S.

5.3 Vyhodnocení ZKP dle technických podmínek MD 124 a stanovení stupně ochranných opatření

Hodnoty výpočtových proudových hustot jsou uvedeny v tabulce č. 3. i s výsledky hodnocení agresivity zemního prostředí na ocel na jednotlivých stanovištích.

Pokud jde o stanovení stupně ochranných opatření pro navrhovanou konstrukci, je třeba (pokud má alespoň určitá část konstrukce vyšší vodivost než podloží, železné konstrukční prvky, a uzemnění na více než jednom místě) postupovat ve smyslu tabulky č. 1 technických podmínek MD (TP 124) „Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“ [3], která je prezentována v této zprávě v tabulce č. 4.

Podle této tabulky „Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu BP“ jsou zkoumané oblasti členěny do 5 skupin (základní ochranná opatření stupeň č. 1 až 5) podle kritéria přepočtené hodnoty proudové hustoty J_v , která je dána vztahem:

$$J_v = K_s \cdot J$$

kde K_s je celkový sací koeficient konstrukce (mostu, žb. objektu)

a J je výpočtová proudová hustota stanovená v souladu s ČSN 03 83 72.

Sací koeficient konstrukce (mostu) je vyjádřen empirickým vzorcem:

$$K_s = K_{sm} + K_k + K_p$$

kde K_s je celkový sací koeficient (mostní) konstrukce (může nabýt hodnot 0 až 10, přičemž 0 je pro kamenné mosty či jiné mosty bez ocelové výztuže)

K_{sm} je vlastní sací koeficient mostu a pro nové mosty nabývá dle rozměru a použitého typu konstrukce hodnot 1 až 5. K_k je koeficient konstrukce a nabývá hodnot:

0... pro elektricky izolačně oddělené konstrukce

1... částečné oddělení nebo rozdělení konstrukce

2... konstrukce tvoří elektricky vodivě nedělitelný celek

K_p je koeficient prostředí, který umožňuje zohlednit při hodnocení ZKP další případná nebezpečí koroze BP, jako např. blízkost měnirny.

Celkový sací koeficient konstrukcí K_s byl pro přepočet v tabulce č. 3 stanoven empiricky na hodnotu $K_s = 1+2+0 = 3$ (pro očekávaný rozvoj tratě ČD a města).

Přepočtené proudové hustoty se na bodech **ZKP-1 až ZKP-4** u plánovaných stavebních objektů mostu SO 201 sil. II/322 přes Zmínku obsahujících žb se pohybují v úzkém intervalu od 69 $\mu\text{A}/\text{m}^2$ do 159 $\mu\text{A}/\text{m}^2$ a průměrná hodnota přepočtené proudové hustoty je 128.3 $\mu\text{A}/\text{m}^2$. Z toho a z tabulky č. 3 plyne, že pro stavební **objekt mostu SO 201 sil. II/322 (integrální rámová konstrukce mostu, bez elektroizolačního oddělení spodní stavby a nosné konstrukce)** přes Zmínku platí základní ochranná opatření stupně číslo 4 dle TP124 MD [literatura 3] i dle SR 5/7 [literatura 6], viz tabulka č. 3 výše.

Tabulka č. 4 – tabulka číslo 1 v technických podmínkách MDS „Základní ochranná opatření vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“ [literatura 3] (TP 24):

Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů		
Základní ochranná opatření stupeň č.	Proudová hustota [A/m ²] hodnoty změřené nebo přepočtené koeficientem sacího efektu mostu K _s	Provedení základních ochranných opatření. Opatření dle číslic a písmen lze kombinovat na základě odborného posouzení.
1	$<1 \cdot 10^{-7}$	1. Primární ochrana dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 A - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
2	$1 \cdot 10^{-7}$ až $3 \cdot 10^{-6}$ $0.1 \cdot 10^{-6}$ až $3 \cdot 10^{-6}$	2. Kombinace primární ochrany dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 a případné sekundární ochrany dle TP, čl. 5.2 B - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
3	$3 \cdot 10^{-6}$ až $1 \cdot 10^{-4}$ $3 \cdot 10^{-6}$ až $100 \cdot 10^{-6}$	3. dtto ad 2 plus C - konstrukční opatření dle TP, čl. 5.3, bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
4	$1 \cdot 10^{-4}$ až $3 \cdot 10^{-3}$ $100 \cdot 10^{-6}$ až $3000 \cdot 10^{-6}$	4. dtto ad 2 plus D - konstrukční opatření dle TP, čl. 5.3, včetně propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
5	$> 3 \cdot 10^{-3}$	5. dtto ad 4 plus E - dokumentace "Elektrické rozvody a zařízení pro kontrolu vlivu bludných proudů" umožňující elektrická a geofyzikální měření (DEM) včetně realizace ev. návrhu následných ochranných opatření.

Tabulka č. 5 – tabulka č.1 ve Služební rukověti ČD SR 5/7 (S): Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů. //literatura 6/:

Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů (dle Služební rukověti ČD SR 5/7 (S))		
Základní ochranná opatření stupeň č.	Proudová hustota [A/m ²] hodnoty změřené nebo přepočtené koeficientem sacího efektu mostu K _s	Provedení základních ochranných opatření. Opatření dle číslic a písmen lze kombinovat na základě odborného posouzení.
1	$<1 \cdot 10^{-7}$ $<0.1 \mu\text{A}/\text{m}^2$	1. Primární ochrana dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 A - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
2	$1 \cdot 10^{-7}$ až $3 \cdot 10^{-6}$ 0.1 až $3 \mu\text{A}/\text{m}^2$	2. Kombinace primární ochrany dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 a případné sekundární ochrany dle SR, kapitola III B - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
3	$3 \cdot 10^{-6}$ až $1 \cdot 10^{-4}$ 3 až $100 \mu\text{A}/\text{m}^2$	3. dtto ad 2 plus C - konstrukční opatření dle SR, kapitola III, bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
4	$1 \cdot 10^{-4}$ až $3 \cdot 10^{-2}$ 100 až $30000 \mu\text{A}/\text{m}^2$	4. dtto ad 2 plus D - konstrukční opatření dle SR, kapitola III, včetně propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
5	$> 3 \cdot 10^{-2}$ $> 30000 \mu\text{A}/\text{m}^2$	5. dtto ad 4 plus E - dokumentace "Elektrické rozvody a zařízení pro kontrolu vlivu bludných proudů" umožňující elektrická a geofyzikální měření včetně realizace ev. návrhu následných ochranných opatření.

5.4 Doporučení pro zpracovatele stavby – návrh korozní ochrany

Pro všechny žb součásti plánovaných stavebního objektu **mostu SO 201 sil. II/322 (integrální rámová konstrukce mostu, bez elektroizolačního oddělení spodní stavby a nosné konstrukce)** přes Zmínku platí **základní ochranná opatření stupně číslo 4** podle TP124 MD [literatura 3], i podle SR 5/7 [literatura 6], tj.:

o v případě železobetonové konstrukce s předpokladem sacího efektu BP (žb. konstrukce mostu) - provést kombinaci primární ochrany dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab. 3 a případné sekundární ochrany dle TP, čl. 5.2 a konstrukční opatření podle TP124 článek 5.3, a konstrukční opatření podle SR 5/7 (S), kapitola III, **s propojením výztuže a s jejím vyvedením na povrch konstrukce**

→ *předpokládáme snahu o (pokud možno) nevodivé oddělení stavby od spodní stavby základů (nevodivé dilatační/ hydroizolační zařízení/zálivka trnu nevodivým betonem), které je zároveň součástí ochrany horní stavby proti BP a snižuje sací efekt BP (v tom případě by konstrukce výše nad těmito prvky byly méně ohrožené BP).*

→ nutnost provést povinné spojení výztuží v jednotlivých žb základových konstrukcích elektrickým svárem (pro minimalizaci počtu článků výztuž-beton-výztuž). (Mělo by být provedeno po obvodu tělesa armokoše bodovými sváry Ø 5 mm u křížujících se výztuží, oboustranným svárem délky 100 mm u podélně svařovaných výztuží a koutovým oboustranným svárem 4 mm * 10 mm v případě spoje výztuže s ocelovou deskou), ideálně postupovat podle nejnovějšího nalezeného přiloženého článku v pdf: „Ochrana proti účinkům BP-ochranná opatření, část konstrukční opatření – provařování výztuže“ od B. Kučery, který kvůli snížené pevnosti armovacích prvků v místech svárů přistupuje na bodové sváry

→ nutno provést povinné vyvedení spojené výztuže žb na povrch konstrukce SO do měřících bodů na kovovou desku s kontaktem, (viz obr. 5)

→ optimální je izolovat tělesa železobetonových prvků základů od vodivějších (jílovitých/hlinitých) zemin svislou izolační fólií, nátěrem, či impregnací betonu v kontaktu se zemínou (eventuálně je možné při malé hmotnosti stavby použít i nekovové výztuže základů – plasty, dle zkušeností projektanta, např.: <http://www.benda-trade.cz/>) nebo vodonepropustných nevodivých betonů. Pokud jde o založení konstrukcí na piloty spoléhající na třetí únosnost, tak by mělo postačit zvýšení krytí armování

→ zajistit dostatečné krytí kovové výztuže použitím nevodivých (betonových, plastových) distančních podložek proti kontaktu armování – zemina

o při eventuálních přeložkách úložných zařízení, pokud možno užívat nevodivé materiály:

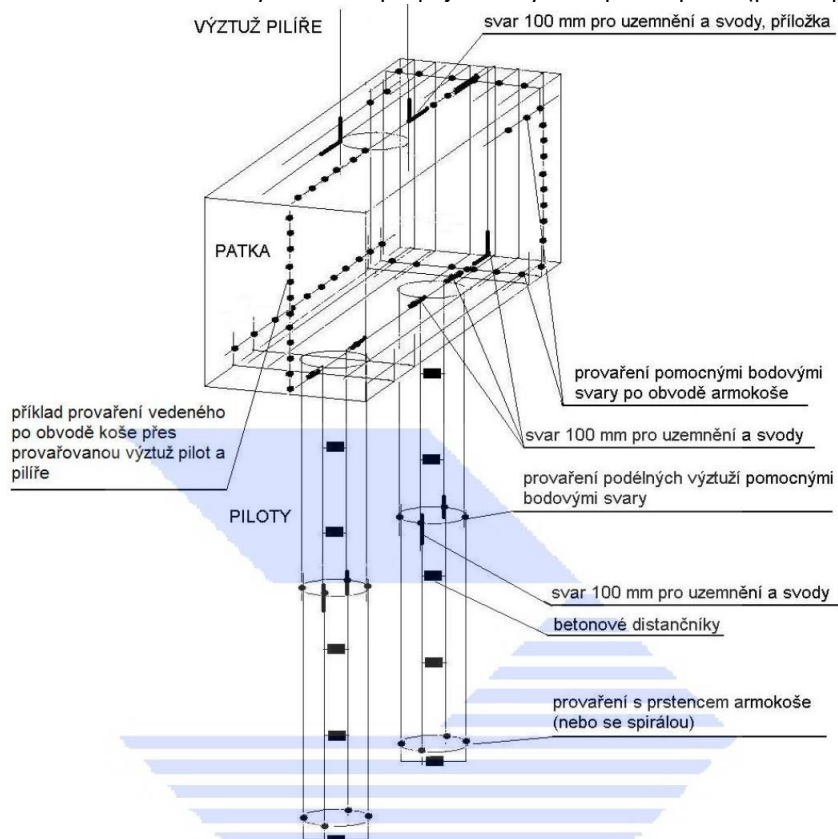
→ u všech překládaných ocelových potrubí používat vnější izolaci „zesílenou“ u ocelových plynovodů nejlépe potrubí dle DIN 30670 N-v (extrudovaný polyetylén). Svárové spoje izolovat pomocí smršťovacích manžet či pásek.

→ při uložení ocelových potrubí v ocelových chráničkách použít nevodivé uložení a utěsnění čel chrániček podle požadavků ČSN 03 8376.

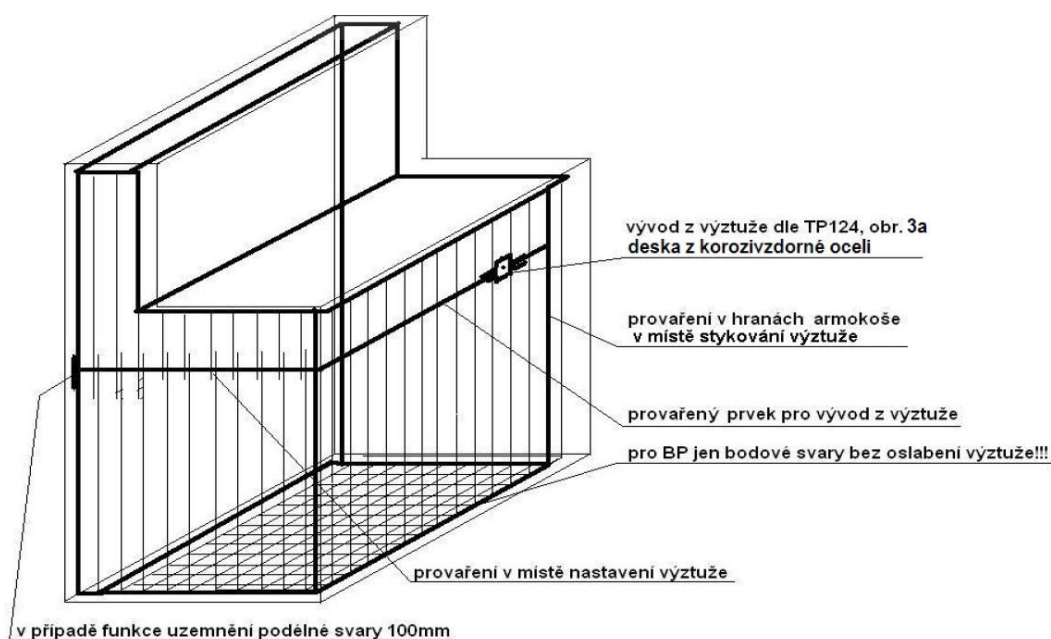
Obrázek č. 5: Měřicí bod – vývod výztuže na povrch žb konstrukce (pro stupeň 4 povinné):



Obrázek č. 6: Schema elektricky vodivého pospojování výztuže pilot a patek (pro stupeň 4 povinné):



Obrázek č. 7: Schema elektricky vodivého pospojování výztuže opěry-patky (pro stupeň 4 povinné):



6. Shrnutí výsledků ZKP a závěr

V lednu 2022 v době od 8:30 do 16:30 hod byla pracovníky vytyčena všechna stanoviště pro měření BP v blízkosti zájmových plánovaných stavebních objektů a byla zde proměřena 4 stanoviště ZKP (po jednom bodu SP-BP a VES), viz tabulka č. 3. Poloha bodů ZKP byla zaměřena dálkoměrem od objektů v mapě, a je zakreslena v situační příloze 1.

Vyhodnocení stupně agresivity základového prostředí na ocel dle ČSN 03 8372:

Metodou VES zjištěné nejmenší hodnoty rezistivity vrstev (jíl) v hloubkách od povrchu až po založení objektu odpovídají dle kritéria rezistivity zeminy IV. stupni – agresivita základového prostředí na ocel je zde tedy dle kritéria rezistivity velmi vysoká (dle ČSN 03 8372).

Metodou SP-BP byly zjištěny slabé bludné proudy, viz tab. č. 3.

Hodnoty výpočtových proudových hustot převládajících BP bodů ZKP odpovídají III. stupni agresivity – je zde tedy podle kritéria proudové hustoty (čtyřstupňové škály dle ČSN 03 8372) zvýšená agresivita prostředí na ocel.

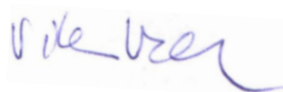
Vyhodnocení stupně základních ochranných opatření podle TP124 MD:

Návrh stupně základních ochranných opatření byl v souladu s TP 124 MD proveden podle hodnoty přepočtené proudové hustoty, která je daná vztahem: $J_v = K_s \cdot J$, kde J je proudová hustota výpočtová a K_s je sací koeficient konstrukce. Celkový sací koeficient konstrukce K_s byl pro přepočet v tabulce č. 3 empiricky stanoven na hodnotu 3. Tímto K_s přepočtené proudové hustoty (J_v) se na bodech **ZKP** u plánovaných stavebních objektů mostu SO 201 sil. II/322 přes Zmínku obsahujících žb pohybují v úzkém intervalu od $69 \mu\text{A}/\text{m}^2$ do $159 \mu\text{A}/\text{m}^2$ a průměrná hodnota přepočtené proudové hustoty je $128.3 \mu\text{A}/\text{m}^2$. Z toho a z tabulky č. 3 plyne, že pro stavební objekt mostu SO 201 sil. II/322 přes Zmínku platí **základní ochranná opatření stupně číslo 4** dle TP124 MD [literatura 3] i dle SR 5/7 [literatura 6], viz tabulka č. 3 výše.

Výsledky ZKP jsou podrobně popsány v kapitole 5 a doporučením pro zpracovatele stavby se zabývá **kapitola 5.4**.

Zprávu vypracoval zodpovědný řešitel geofyzikálních prací: Mgr. Viktor Valtr

V Brně, dne 6. leden 2022



SIHAYA GEOLOGICKÝ
spol. s r.o. PRŮZKUM
Veleslavínova 6, Brno 612 00, ČR
Mgr. Viktor Valtr- jednatel
tel. / fax: 549 211 828, www.sihaya.cz
DIČ: CZ46346414 IČO: 46346414

