

GEOTECHNICKÉ ASPEKTY ZALOŽENÍ ESTAKÁDY NA SILNICI I/38 V ÚZEMÍ S HISTORICKOU DŮLNÍ ČINNOSTÍ

GEOTECHNICAL CHALLENGES IN THE FOUNDATION DESIGN OF AN I/38 ROAD VIADUCT IN A FORMER MINING AREA

Hippolyte Zoglobossou¹, Barbora Hladíková², Jan Kardinál³

¹GeoTec-GS, a. s., Janáčkova 1194/12, 702 00 Ostrava, e-mail: zoglobossou@geotec-gs.cz

²GeoTec-GS, a. s., 8, Legionářská 1085, 779 00 Olomouc, e-mail: hladikova@geotec-gs.cz

³GeoTec-GS, a. s., 8, Legionářská 1085, 779 00 Olomouc, e-mail: kardinal@geotec-gs.cz

Abstrakt: Příspěvek se zabývá geotechnickým posouzením základových poměrů estakády navrhované v rámci přeložky silnice I/38 mezi Jihlavou a Stonařovem. Vzhledem k očekávanému zatížení konstrukce a složitým geologickým poměrům je uvažováno hlubinné založení mostního objektu. Zájmové území je tvořeno především migmatity a pararulami moldanubika, místy překrytými kvartérními sedimenty malé mocnosti. Vrtný a geofyzikální průzkum prokázal výraznou heterogenitu horninového masivu, tektonické porušení a prostorově proměnlivý stupeň zvětrání. Další komplikaci představují projevy historické hornické činnosti, zejména haldy, pozůstatky důlních děl a možné nezdokumentované šachty. Jejich poloha a rozsah byly zpřesněny kombinací archivní rešerše a geofyzikálního měření. Výsledky průzkumu potvrzují nutnost individuálního posouzení jednotlivých podpěr a podrobného zohlednění místních geologických a geotechnických podmínek při návrhu založení.

Abstract: The paper presents a geotechnical assessment of the foundation conditions for a viaduct proposed as part of the relocation of the I/38 road between Jihlava and Stonařov. Due to the character of the geological environment and the expected construction load, the bridge structure is designed with deep foundations. The area is underlain predominantly by Moldanubian migmatites and gneisses, locally overlain by a thin cover of Quaternary sediments. borehole investigations and geophysical surveys revealed significant heterogeneity of the rock mass, tectonic disruption, and spatial variability in the degree of weathering. A further complication is the presence of historical mining activity, particularly spoil heaps, remnants of mine workings, and potentially undocumented old shafts. Their location and extent were refined through a combination of archival research and geophysical surveying. The investigation results confirm the need for an individual assessment of each viaduct support and for detailed consideration of the local geological and geotechnical conditions in the foundation design.

Klíčová slova:

inženýrskogeologický průzkum, geofyzikální průzkum, silniční estakáda, hlubinné založení, historická důlní činnost, poddolované území

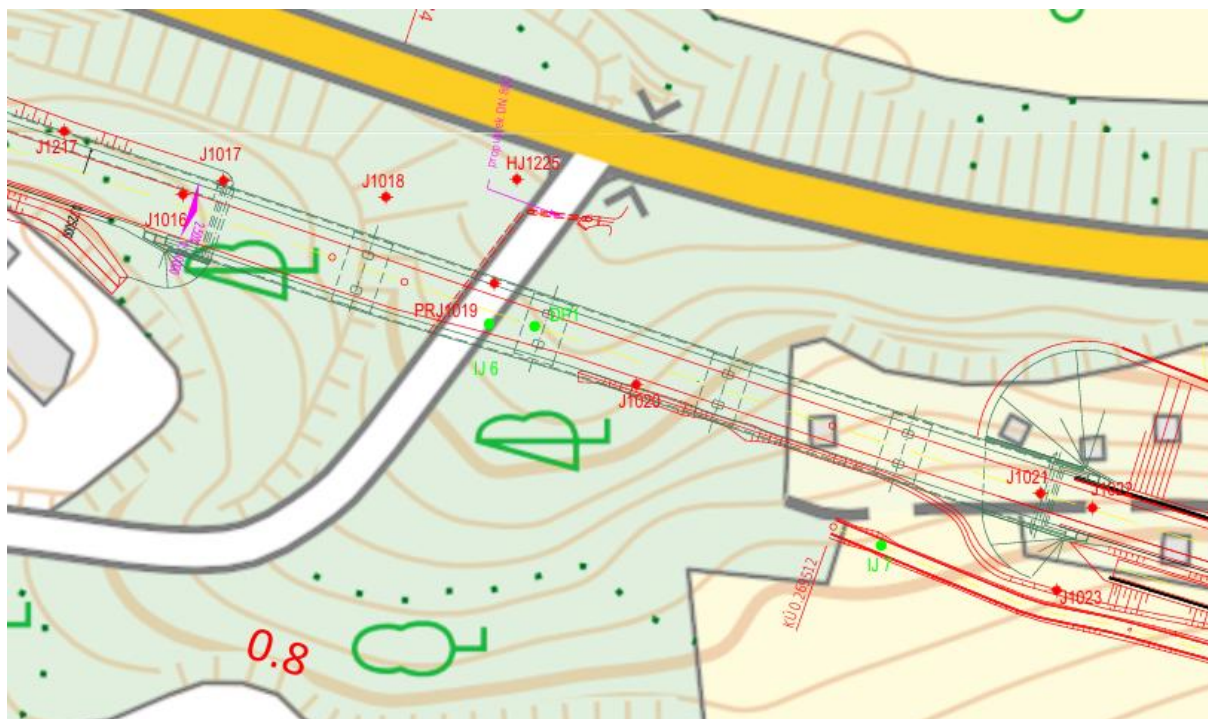
Key words:

geological survey, geophysical survey, road viaduct, deep foundations, historical mining activity, undermined area

1. Úvod

Přeložka silnice I/38 v úseku Jihlava–Stonařov představuje významnou dopravní stavbu v Kraji Vysočina. Jejím cílem je odvést tranzitní dopravu mimo zastavěná území dotčených obcí, zvýšit bezpečnost provozu a zlepšit plynulost dopravy na komunikaci regionálního i nadregionálního významu. Současně má přeložka přispět ke snížení dopravní a emisní zátěže sídel podél stávající trasy silnice I/38.

Mostní objekt SO 202 patří k významným objektům stavby I/38 a je situován v extravilánu obce Rančířov. Objekt se nachází v území s doloženou historickou těžbou stříbrných rud, kde nelze vyloučit výskyt starých důlních děl, zavalených důlních prostor a šachet ani jejich sekundárních projevů na povrchu (Růžička, 2024). Tyto podmínky představují specifické geotechnické riziko zejména z hlediska návrhu založení, dlouhodobé stability spodní stavby a omezení nerovnoměrných deformací. Cílem článku je zasadit výsledky dosavadního geotechnického a geofyzikálního průzkumu do kontextu návrhu založení mostního objektu a upozornit na opatření nezbytná při projektování a realizaci stavby v poddolovaném území.



Obr. 1 Schematická situace projektovaného objektu

Fig. 1 Schematic plan of the projected viaduct

2. Stručná charakteristika stavby a mostního objektu SO 202

Přeložka silnice I/38 je vedena západně od stávající komunikace a postupně obchází obce Rančířov, Čížov, Vílanec, Beranovec, Suchá, Prostředkovice a Stonařov. Mostní objekt SO 202 (viz obr. 1) se nachází v úvodní části trasy přibližně mezi km 0,757-0,950. Objekt zajišťuje přemostění dvou větví mimoúrovňové křižovatky, účelové komunikace a koryta bezejmenného vodního toku.

Nosná konstrukce je navržena jako spojitý nosník o čtyřech polích. V příčném směru se jedná o dvourámovou konstrukci z dodatečně předpjatého betonu. Spodní stavbu tvoří železobetonové krajní opěry a mezilehlé pilíře. S ohledem na geologické a geotechnické poměry lokality, požadavky na únosnost a možné deformace horninového masivu je založení všech podpěr navrženo jako hlubinné, na vrtaných pilotách vetknutých do únosnějších poloh předkvartérního skalního podloží.

3. Stručné geologické a důlní poměry zájmového území

Kvartérní pokryv je v prostoru mostního objektu SO 202 vyvinut pouze omezeně. Tvoří jej převážně fluvialní až deluviofluvialní sedimenty, jejichž mocnost zpravidla nepřesahuje 1,5 m. V některých úsecích kvartérní pokryv zcela chybí a předkvartérní podloží vystupuje bezprostředně pod humózními půdami. Ojediněle jsou přítomny antropogenní navážky o mocnosti až 3,0 m.

Předkvartérní podloží je tvořeno metamorfovanými horninami. V přípovrchové zóně jsou horniny silně až zcela zvětřalé tř. R5-R6 a s hloubkou přecházejí do mírně zvětřalých až navětřalých poloh R4-R3. Z hlediska návrhu založení je proto rozhodující nejen hloubka dosažení únosnějších horninových poloh, ale také stupeň jejich tektonického porušení, zvětřání a případného ovlivnění historickou důlní činností.

Do prostoru plánované trasy zasahuje poddolované území č. 2906, v němž jsou evidovány tři historické těžební šachty. Dvě z nich, Česká jáma a jáma Tří králů, se nacházejí přímo v trase přeložky nebo v její bezprostřední blízkosti. Třetí šachta leží západně od plánované komunikace, avšak stále v území relevantním pro hodnocení geotechnických rizik. U dvou uvedených šachet jsou doloženy projevy částečných propadů, přičemž informace o způsobu jejich likvidace nejsou k dispozici. Důsledky historické těžby jsou v území patrné také na současném povrchu terénu, zejména v podobě lokálních propadů, terénních depresí a pinek (obr. 2). Rudní mineralizace v zájmovém území je převážně vázána na křemenné žilné struktury, které představují hlavní nositele zrudnění. Dominantní složku zrudnění jsou sulfidy, zejména galenit, sfalerit, tetraedrit, chalkopyrit, pyrargyrit apod. (Malý a Vávra, 1998).



Obr. 2 Povrchový projev historické důlní činnosti patrný v terénu

Fig. 2 Surface evidence of historical mining activity

4. Metodika geotechnického a geofyzikálního průzkumu

Za účelem ověření základových poměrů a rizik spojených s historickým poddolováním byl v prostoru mostního objektu SO 202 proveden podrobný geotechnický průzkum. Jeho součástí bylo celkem 11 ks vrtných sond,

kteře umožnily ověřit litologickou skladbu, mocnost kvartérních sedimentů, charakter zvětralinového pláště a hloubkový průběh poloskalního a skalního podloží.

Vrtný průzkum byl doplněn cíleným geofyzikálním průzkumem zejména v lokalitách potenciálně ovlivněných historickou důlní činností. K identifikaci možných podzemních anomálií byla využita kombinace tří metod: mikrogravimetrie, mělké refrakční seismiky a multielektrodové odporové tomografie. Jednotlivé metody reagují na odlišné fyzikální vlastnosti horninového prostředí, jejich kombinace proto umožňuje zvýšit spolehlivost interpretace. Mikrogravimetrie byla využita zejména k identifikaci oblastí s deficitem hmoty, které mohou souviset s dutinami, starými šachtami, štolami nebo rozvolněnými zónami. Mělká refrakční seismika (MRS) poskytla informace o rychlostním členění horninového prostředí a průběhu rozhraní mezi méně kompaktními a kompaktnějšími polohami. Multielektrodová odporová tomografie umožnila vyhodnotit odporové kontrasty související s litologickou proměnlivostí, zvodněním, porušením horninového masivu nebo antropogenními zásahy.

Interpretace geofyzikálních dat zohledňovala heterogenitu horninového prostředí, proměnlivou mocnost pokryvných útvarů, tektonické porušení i možné litologické změny. Tyto faktory mohou vyvolávat anomálie, které nemusí jednoznačně souviset s přítomností důlních děl. Výsledky geofyzikálního průzkumu je proto nutné, pokud možno, ověřovat přímými průzkumnými metodami.

5. Interpretace výsledků průzkumu a identifikované anomálie

Geofyzikální průzkum identifikoval několik lokalit, v nichž lze na základě zjištěných anomálií předpokládat možný výskyt reliktních starých důlních děl nebo souvisejících poruch horninového prostředí. Přehled vybraných lokalit situovaných v trase silnice I/38 nebo v jejím bezprostředním okolí je uveden v následující tabulce 1.

Tab. 2 Přehled odhadovaných pozic s výskytem důlních děl

Tab. 2 Overview of estimated mine affected locations

Y	X	KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ	PARCELNÍ ČÍSLO
670055,07	1132920,20	Rančívov	340/21
670068,36	1132915,81	Rančívov	340/21
670044,84	1132830,37	Rančívov	340/1
670022,92	1132840,03	Rančívov	340/1
669873,83	1132445,69	Jihlava	5589
669880,03	1132437,85	Jihlava	5589
669949,56	1132587,65	Jihlava	5571
669960,43	1132582,57	Jihlava	5571

Z hlediska návrhu estakády bylo nejvýznamnější zjištění identifikováno v prostoru mezi pilíři P3 a P4. Gravimetrická měření zde prokázala anomálie, které mohou indikovat přítomnost starého důlního díla, například šachty, nebo rozvolněné zóny související s historickou těžbou. Vzhledem k poloze anomálie ve vztahu k podpěrám mostu je tento úsek považován za nejkritičtější část objektu SO 202.

Historické poddolování může v zájmovém území vést ke dvěma základním typům nepříznivých geotechnických jevů. Přímé rozvolňovací procesy mohou způsobit náhlé lokální propady nad starými důlními díly. Nepřímé rozvolňovací procesy se naopak projevují pozvolnými, plošně spojitými deformacemi terénu, často ve formě kruhových až eliptických poklesových depresí. V oblasti rančívovských žil jsou tyto tvary místy patrné, jejich interpretaci však komplikují pozdější terénní úpravy, původní morfologie terénu a relikty historických zemních prací.

Je třeba zdůraznit, že geofyzikální anomálie představují interpretační výstup, nikoli přímý důkaz existence důlního díla. Přesnost jejich lokalizace a interpretace je ovlivněna geologickou stavbou, variabilitou hustoty hornin, stupněm zvětrání, tektonickým porušením i antropogenními zásahy. Výsledky geofyzikálního průzkumu je proto nutné ověřit cílenými doplňujícími vrty, případně dalšími průzkumnými metodami.

6. Dopady zjištění na návrh založení objektu

Zjištěné projevy historického poddolování a potenciální podzemní anomálie mají přímý vliv na návrh založení mostního objektu. Hlubinné založení na vrtných pilotách představuje v daných podmínkách vhodné řešení, neboť umožňuje přenos zatížení do hlubších a únosnějších poloh horninového masivu. Současně je však nutné zajistit, aby piloty nebyly ukončeny v rozvolněných, dutinových nebo jinak geotechnicky nevhodných zónách.

V prostoru mezi pilíři P3 a P4 je nezbytné provést cílený doplňující inženýrskogeologický průzkum. Ověřovací vrtby by měly zpřesnit polohu, hloubkový rozsah a charakter identifikované anomálie a umožnit posouzení, zda souvisí s historickým důlním dílem, rozvolněnou zónou, tektonickou poruchou nebo litologickou změnou. Na základě výsledků průzkumu lze následně upravit délku a uspořádání pilot, případně navrhnout lokální sanační opatření. Při návrhu konstrukce je vhodné zohlednit také možnost omezených deformací podloží. Konstrukční řešení mostu by mělo umožnit bezpečné přenesení účinků případných nerovnoměrných sedání a lokálních deformací. Z tohoto hlediska je důležité zejména vhodné řešení dilatačních konstrukcí a napojení mostu na přilehlé násypy a komunikace.

7. Doporučený postup během výstavby

Během realizace stavby je nezbytné zajistit průběžný geotechnický dohled. Dohled by měl zahrnovat kontrolu výkopů a základových spár, dokumentaci skutečně zastižených geologických poměrů, sledování změn horninového prostředí a vyhodnocení případných anomálií.

Za rozhodující opatření lze považovat zejména:

- průběžnou kontrolu výkopů a základových spár;
- dokumentaci změn litologie, stupně zvětrání a porušení horninového masivu;
- identifikaci reliktních starých důlních děl, dutin, navážek a rozvolněných zón;
- bezodkladné přizvání specialisty při zjištění nestandardních geologických poměrů;
- provedení cílených ověřovacích vrtů v místech identifikovaných geofyzikálních anomálií;
- návrh sanačních opatření v případě potvrzení dutin nebo rozvolněných zón.

V případě potvrzení existence dutin nebo reliktních důlních děl je nutné zvolit sanační postup s ohledem na jejich rozsah, hloubku, stabilitu a vztah k navrženým základovým prvkům. V úvahu přichází zejména výplň dutin vhodnou směsí, injektáž rozvolněných zón, lokální úprava návrhu pilot nebo kombinace těchto opatření.

8. Závěr

Mostní objekt SO 202 na přeložce silnice I/38 v úseku Jihlava-Stonařov je situovaný v území s historickou důlní činností a souvisejícími riziky. Přítomnost evidovaného poddolovaného území, historických šachet a geofyzikálně identifikovaných anomálií vyžaduje zvýšenou pozornost při návrhu založení i při realizaci stavby. Kombinace vrtného a geofyzikálního průzkumu umožnila identifikovat potenciálně rizikové lokality a vymezit jako nejkritičtější prostor mezi pilíři P3 a P4. Zjištěné anomálie však musí být dále ověřeny přímými průzkumnými metodami. Teprve na základě výsledků doplňujících vrtů bude možné spolehlivě posoudit jejich charakter a navrhnout konečná geotechnická a případná sanační opatření.

Pro bezpečnou realizaci a dlouhodobou spolehlivost mostního objektu je zásadní koordinace projektového návrhu, doplňujícího průzkumu, geotechnického dohledu a operativního rozhodování během výstavby. Tento přístup umožňuje minimalizovat riziko nerovnoměrných deformací, lokálních propadů a dalších nepříznivých projevů historického poddolování.

Seznam literatury

- Bouška M., 2018: *Jihlava - Stonařov, silnice I/38 - předběžný geotechnický průzkum*. – GeoTec-GS, a. s.
- Dušek L., 2021: *I/38 Jihlava - Stonařov, DÚR, IČ, mostní objekt SO 202*. – PRAGOPROJEKT, a. s.
- Malý K., Vávra V., 1998: *Ryzí stříbro z jihlavského rudního revíru*. – Acta mus. Moraviae, Sci. Geol., str. 49-52
- Níkl P., Alemán M., Gürtler R., Chalupník T., 2025: *Jihlava - Stonařov, I/38, podrobný GTP a HGM, geofyzikální průzkum*. – GEONIKA, s.r.o.
- Růžička J., 2024: *I/38 Jihlava – Stonařov, baňský posudek*