

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM A JEHO VERIFIKACE BĚHEM VÝSTAVBY – PROJEKT VINOHRADSKÁ 8, AREÁL BÝVALÉHO TRANSGASU

ENGINEERING GEOLOGICAL INVESTIGATION AND ITS VERIFICATION DURING CONSTRUCTION
– VINOHRADSKÁ 8 PROJECT, FORMER TRANSGAS COMPLEX

Anna Vojtěchovská¹, Jiří Rout¹ a Aleš Vídeňský¹

¹ SG Geotechnika a.s., Geologická 988/4, 152 00 Praha 5 – Hlubočepy – jmeno.prijmeni@geotechnika.cz;

Abstrakt: Příspěvek se zabývá realizací inženýrskogeologického průzkumu a následným ověřením skutečných poměrů během výstavby administrativně-rezidenčního komplexu “Vinohradská 8“, situovaného v areálu bývalého Transgasu na pražských Vinohradech. Lokalita se nachází v hustě urbanizovaném území s komplikovanou stavební historií a výraznými antropogenními zásahy do horninového prostředí, což klade zvýšené nároky na rozsah i metodiku průzkumných prací. Území je specifické mimo jiné svým umístěním nad portály vinohradských železničních tunelů. Složitost inženýrskogeologických poměrů se zde projevila již při jejich ražbě, kdy došlo k poškození řady okolních objektů. Horninové prostředí lokality je tvořené libeňským souvrstvím pražského ordoviku. V prostoru stavební jámy prochází výrazná litologická hranice mezi řevnickými křemenci a libeňskými břidlicemi, doprovázená projevy tektonického porušení. Porovnání výsledků průzkumu s reálně zastíženými podmínkami v průběhu hloubení stavební jámy přispělo k upřesnění inženýrskogeologického modelu lokality a potvrdilo význam průběžné verifikace průzkumných předpokladů během realizace staveb.

Abstract: This paper presents the implementation of an engineering geological investigation and the subsequent verification of actual ground conditions during the construction of the “Vinohradská 8“ administrative and residential complex, located on the site of the former Transgas complex in the Vinohrady district of Prague. The site is situated within a densely urbanized area characterized by a complex construction history and significant anthropogenic disturbance of the rock mass, placing increased demands on both the scope and methodology of the site investigation. The locality is particularly notable for its position above the portals of the Vinohrady railway tunnels. The complexity of the engineering geological conditions became evident already during tunnel excavation, when damage occurred to a number of surrounding structures. The geological setting of the site consists of the Libeň Formation of the Prague Ordovician. A distinct lithological boundary between the Řevnice Quartzite and the Libeň Shale, accompanied by signs of tectonic disturbance, runs through the area of the excavation pit. Comparing the site investigation results with the conditions actually encountered during excavation helped refine the site's engineering geological model and confirmed the importance of continuous verification of the initial investigation assumptions during construction.

Klíčová slova: inženýrskogeologický průzkum, verifikace průzkumu, geologický model, libeňské břidlice, řevnické křemence, Vinohradské železniční tunely, Transgas.

Key words: engineering geological investigation, verification of the investigation, geological model, Libeň Shale, Řevnice Quartzite, Vinohrady railway tunnels, Transgas.

1. Úvod

Dobře provedený inženýrskogeologický průzkum představuje jeden ze základních předpokladů pro bezpečný a hospodárný návrh staveb. Jeho hlavním cílem není pouze popsat geologické poměry v místě průzkumných sond, ale především vytvořit spolehlivý inženýrskogeologický model území, který umožní předvídat podmínky v celém prostoru budoucí stavby. Zejména při hloubení rozsáhlé stavební jámy je pak možné porovnat předpoklady průzkumu s reálně zastíženými inženýrskogeologickými poměry a posoudit míru shody mezi prognózou a skutečností. Jednou z lokalit, která takovéto porovnání umožnila, je novostavba administrativně-rezidenčního komplexu Vinohradská 8 v areálu bývalého Transgasu na pražských Vinohradech.

Lokalita je charakteristická rozmanitou stavební historií s rozsáhlými antropogenními zásahy. Složitě inženýrskogeologické poměry, poloha staveniště v prostoru Vinohradských železničních tunelů a v těsné blízkosti budovy Českého rozhlasu vyžadovaly odpovídající postup při provádění průzkumných prací i při následném zajišťování a hloubení stavební jámy.

Geotechnické aspekty realizace stavby a jejího vlivu na Vinohradské tunely byly publikovány např. v práci Bartáka (2022). Předkládaný příspěvek se zaměřuje na realizaci podrobného inženýrskogeologického průzkumu a porovnání jeho výsledků se skutečnými podmínkami zastíženými během hloubení stavební jámy, respektive zhodnocení míry shody vytvořeného inženýrskogeologického modelu se skutečnými poměry.



Obr. 1 Zájmové území s budovami Transgasu před jejich demolici v roce 2019.
Fig. 1 The site area with the Transgas buildings before their demolition in 2019.

2. Charakteristika zájmového území a jeho stavebně-historický vývoj

Staveniště se nachází v centrální části Prahy na rozhraní ulic Vinohradská, Rubešova a Římská v prostoru bývalého areálu Transgas (obr. 1). Toto území bylo od středověku intenzivně ovlivňováno a přeměňováno antropogenní činností spojenou s těžbou řevnických křemenců, později výstavbou obytných budov, ražbou Vinohradských železničních tunelů, demolicí ražbou poškozených budov i výstavbou areálu Transgas a ražbou tunelů metra. Dohledatelná historie antropogenních vlivů v zájmové oblasti sahá až do 14. století, kdy v souvislosti se založením Nového Města bylo v úrovni horního konce dnešního Václavského náměstí vybudováno gotické opevnění spolu s Koňskou branou (obr. 2). V historických pramenech lze dohledat zmínku o existenci blíže neurčeného lomu na stavební kámen za Koňskou branou. I přes absenci přímých dokladů, je zřejmé, že tento lom se nacházel v prostoru zájmového území a byl zde ve středověku dobýván kámen na stavbu hradeb i dalších staveb. Zvýšenou aktivitu v lomu lze spojovat i s výstavbou barokního opevnění města v letech 1653-1730. Dle archivních podkladů se poloha lomu předpokládá zejména v severovýchodní části zájmového území, přiléhající ke stávající Vinohradské ulici. Bodovou značkou je lom znázorněn v IG mapě Prahy 1 : 5 000 (Pařízková et al., 1970). Přítomnost zpětných zásypů tvořených odpadním materiálem z lomu i stavebním odpadem byla dokumentována v řadě archivních sond a uvádí ji i Záruba (1948) z dokumentace ražeb 2. a 3. Vinohradského tunelu. Ve 2. polovině 19. století bylo rozhodnuto o zboření barokních hradeb. Demoliční práce začaly v roce 1874 a hradby byly v mnoha případech zcela rozebrány. V tehdejší době mohly být zarovnaný i zbývající terénní nerovnosti na staveništi.



Obr. 2 Historická mapa stabilního katastru (1842) překrytá přes současný mapový podklad ČUZK, Koňská brána v červeném kruhu, zájmové území v červeném obdélníku.
Fig. 2 Historical map of the Stable Cadastre (1842) overlaid on the current ČUZK map base, with the Koňská Brána marked by a red circle and the area of interest marked by a red rectangle.

Zcela nová etapa antropogenních zásahů do zájmového území byla zahájena ve 2. polovině 19. století výstavbou 1. Vinohradského železničního tunelu v letech 1869–1871. Trasa tohoto tunelu je vedena přímo pod dnešní ulicí Rubešovou a o jeho realizaci nemáme bližší informace. Je ale známo, že tunel vykazoval závažné závady, deformace i průsaky a ve 40. letech 20. století došlo k jeho rekonstrukci, při které bylo nahrazeno pískovcové ostění za žulové. Od 70. let 19. století pak postupně vzniká v prostoru zájmového území nová zástavba domů. V letech 1940–1944 byl vybudován 2. Vinohradský železniční tunel a souběžně s ním též prvních 290 metrů 3. Vinohradského tunelu od portálu při Hlavním nádraží, tedy té části, která vede přímo pod zájmovým územím (obr. 3). Z ražby 2. a 3. Vinohradského tunelu jsou záznamy o četných problémech se stabilitou výrubu. Záruba (1948) popisuje značné problémy s vypadáváním bloků křemenců ze stropu ražeb a současně komplikace při zastižení starých vydobytých a zpětně zasypaných částí křemencového lomu ve výrubu. Sedláček (1980 in Baborová, Podpěra 2015) popisuje zával ve štole pro středový pilíř v pasu 136 (viz obr. 3).



Obr. 3 Situace zájmového území v roce 1941 se zákresem tunelů a číslováním pasů při ražbě; stavební jáma vymezena červeně. Vinohradská ulice byla tehdy Schwerinova, Rubešova ulice Rollerova. Zdroj: koridory.cz.
Fig. 3 Situation of the area of interest in 1941, showing the tunnels and excavation sections; the excavation pit is outlined in red. Vinohradská Street was then Schwerinova and Rubešova Street Rollerova. Source: koridory.cz.

Po odstřelu křemencové lavice se zde objevil silný přítok vody a s odstupem několika hodin došlo k vypadnutí hlín a rozbředlých břidlic ze stropu na výšku až 6 m nad kalotou štol. V důsledku těchto deformací musely být v Rubešově ulici posléze strženy domy č.p. 663, 664 a nejspíše i 641. Závaly a související nadvýlomy byly pravděpodobně sanovány především betonem.

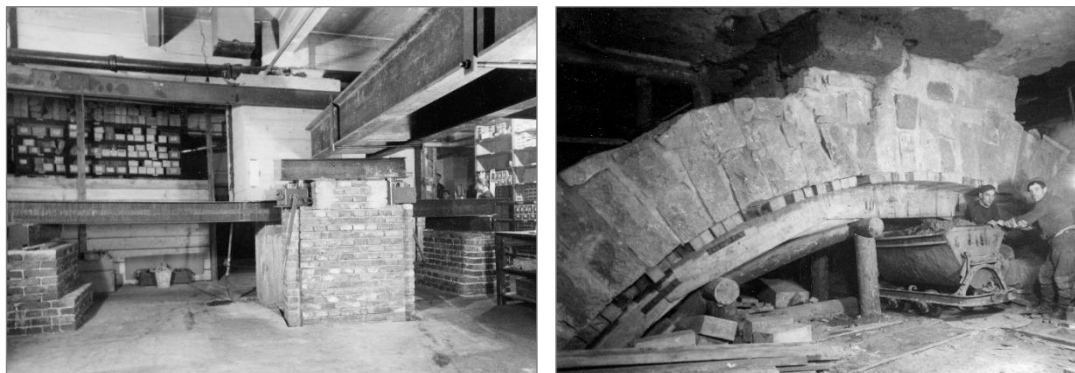


Obr. 4 Fotografie z ražby II. Vinohradského tunelu z roku 1942 zachycuje prostředí libeňských břidlic na čelbě v pase č. 122; vpravo pohled na portál tunelu z roku 1943. Zdroj: ÚSMH.

Fig. 4 Photograph from the excavation of the Second Vinohrady Tunnel from 1942 captures Libeň Shale on tunnel face in section No. 122; on the right, a view of the tunnel portal from 1943. Source: IRSM.

Další problémy jsou popisovány u objektu firmy Bosch (na obr. 3 dům č.p. 325/8). Tato budova byla i přes její náročné technické zajištění (obr.5) ražbou a následným provozem tunelů porušena do té míry, že firma musela objekt opustit a ten byl koncem 40. let 20. století stržen (www.koridory.cz).

V archivních materiálech (Sedláček 1980 in Baborová, Podpěra 2015) je rovněž zmínka o ražbě pod sousedním domem č.p. 343, který je dodnes na svém místě. Tento dům byl postaven v letech 1937-38 a je založen na betonové desce tloušťky 1 m. Ražba probíhala pod ochranou základové desky, která byla ve stropě obnažena a podepřena (obr. 5). Vzniklý volný prostor nad vybudovaným ostěním tunelu byl následně zaplněn betonem.



Obr. 5 Podchycení domu čp. 325 pomocí železných nosníků usazených na hlubinných pilířích založených pod úroveň budoucího III. Vinohradského tunelu, rok 1942; vpravo podepřená klenba II. Vinohradského tunelu pod základy domu čp. 343 v místě pasu č. 144, rok 1943. Zdroj: ÚSMH.

Fig. 5 Underpinning of house No. 325 using iron beams resting on deep-foundation piers installed below the level of the future Vinohrady Tunnel III, 1942; on the right, the shored-up vault of Vinohrady Tunnel II beneath the foundations of house No. 343 at section No. 144, 1943. Source: IRSM.

Stávající zástavbu, která vyplnila vzniklou proluku, tvoří bývalý areál dispečinku tranzitního plynovodu „Transgas“, který byl vystavěn v letech 1972–1978 (obr. 1). Budovy byly založeny na základové desce podepřené cca 100 mikropilotami, s kořeny vetknutými 3 m do křemenců (Píchal et al., 1979). V rámci této výstavby byla vytvořena stavební jáma blíže neověřeného rozsahu, v níž došlo k odtěžení velké části starých navážek a po provedení spodní stavby k provedení novějších zásypů. Posledním významným zásahem na lokalitě byla ražba metra trasy A, která probíhala ve 2. polovině 70. let 20. století. Tunelové objekty jsou v hloubce větší než 30 m pod terénem a do půdorysu staveniště zasahují oba traťové tunely a svým jižním okrajem i středový staniční tunel.

3. Metodika, rozsah a výsledky podrobného inženýrskogeologického průzkumu

Podrobný inženýrskogeologický průzkum byl realizován jako podklad pro přípravu projektu nového administrativně-rezidenčního komplexu. Jeho cílem bylo vytvoření inženýrskogeologického modelu horninového prostředí, určení geotechnických vlastností zemin a hornin, ověření hydrogeologických poměrů lokality, posouzení základových poměrů staveniště, zhodnocení zemin a hornin z hlediska obtížnosti v rozpojování.

Průzkumné práce navazovaly na výsledky orientačního průzkumu základové pudy – archivní rešerši (Baborová a Podpěra, 2015), která zahrnovala podrobné studium historických map, výsledků dřívějších geologických průzkumů i dokumentace výstavby Vinohradských železničních tunelů. V podmínkách hustě urbanizovaného území představovaly tyto podklady významný zdroj informací pro interpretaci antropogenních zásahů do horninového prostředí. Program průzkumných prací sestával z vrtných prací (celkem 9 vrtů hloubky 15,0 m), karotážního měření ve vrtech, laboratorních zkoušek vzorků zemin, hornin a podzemní vody.

Dle předpokladu orientační etapy průzkumu byly na staveništi zjištěny složité inženýrskogeologické poměry. Nově provedenými pracemi byl ověřen očekávaný výskyt polohy řevnických křemenců probíhající napříč stavenišťem, i polohy libeňských a dobrotivských břidlic při jeho okrajích. Ve významných mocnostech byly zastíženy různorodé navážky, jejichž původ se váže k jednotlivým historickým stavebním činnostem.

3.1 Horniny předkvartérního podkladu

Křemence vyskytující se na lokalitě jsou součástí pruhu táhnoucího se od kostela sv. Jana Nepomuckého na Skalce k budově Národního muzea, za níž je tento pruh tektonicky přerušen a přetočen směrem k jihovýchodu. Dle archivních podkladů a dokumentace nově provedených vrtů je horninový masiv křemenců nepravidelně vrstevnatý, deskovitě až tence lavicovitě odlučný, s mocností vrstev převážně v rozmezí 10 až 30 cm (místo i s výskytem mocnějších hrubě lavicovitých poloh). Jednotlivé polohy křemenců jsou často odděleny tenkými polohami bělošedých i šedých prachovitých jílovců s mocností nejčastěji v prvních centimetrech. V rámci poloh křemenců se vyskytují i vložky černošedých jílovitoprachovitých břidlic, často prokřemenělých, s mocností

do 2,5 m. Intenzita zvětrání je obecně nízká a projevuje se převážně limonitovými povlaky na puklinových plochách. Křemence mají vysokou až velmi vysokou pevnost v rozmezí tříd R2 – R1, tenké vložky prachovitých jílovců pak mají pevnost velmi nízkou až extrémně nízkou v rozmezí tříd R5 – R6 (dle ČSN P 73 1005).

Zjištěný stupeň rozpukání křemenců je vysoce proměnlivý a odráží blízkost očekávaných tektonických poruch. Menší podíl na porušení masivu lze přičíst i výstavbě vinohradských tunelů, kdy různé druhy báňských prací nepochybně přispěly k dílčímu rozvolnění masivu v okolí tunelových rour. Diskontinuity jsou převážně rovinné, drsné, sevřené, méně často rozevřené v řádu desetin milimetru, s hojnými povlaky limonitu, výjimečně též s jílovitými povlaky. Střední vzdálenost diskontinuit se většinou pohybuje v rozmezí 80–300 mm, ve více porušených polohách 20–80 mm. Typické je příčné rozpukání jednotlivých poloh křemenců ve směru zhruba kolmém na vrstevnatost. Sklon vrstev křemenců je povětšinou monoklinální a v provedených vrtech byl dokumentován mezi 30–55°. V archivních sondách a při ražbě Vinohradských tunelů byla orientace vrstevnatosti měřena v rozsahu 165–212°/30–45°. Vrstvy tak zapadají ve směru k jihu až jiho-jihovýchodu.



Obr. 6 Polohy křemenců s různou intenzitou rozpukání zastížené ve vrtu V9.
Fig. 6 Quartzite layers with varying degrees of fracturing encountered in borehole V9.

Břidlice byly zastížené v okrajových částech staveniště a také jako podružné vložky v rámci křemenců. Při jihovýchodním okraji a v rámci vložek v křemencích se jedná o jílovitoprachovité břidlice libeňského souvrství. Naopak v severozápadní části území se omezeně vyskytují břidlice souvrství dobrotivského, které leží stratigraficky v podloží řevnických křemenců.

Slabě zvětralé až zdravé břidlice obou souvrství jsou převážně tmavě šedočerné, nejčastěji deskovité, s mocností vrstev 80–250 mm, se sklonem vrstevnatosti mezi 30–55° v předpokládaném směru k JJV. Střední vzdálenost diskontinuit je 50–200 mm, diskontinuity jsou rovinné až zvlněné, hladké, místy s patrnými ohlasy, převážně strmé o sklonech 60–85°, sevřené, lokálně s povlaky oxidů a hydroxidů železa a manganu, dokumentovány byly též bílé povlaky síranů a drobné konkrce s pyritem. Pevnost slabě zvětralých až zdravých břidlic je převážně nízká, hodnocená ve třídě R4, v prokřemenělých či písčitých polohách až střední, hodnocená ve třídě R3.

Bliže k povrchu nebo v okolí tektonických poruch se nepravidelně vyskytují břidlice mírně až silně zvětralé, úlomkovitě rozpadavé, nejčastěji tence deskovité až deskovité odlučné, s mocností vrstev 20–80 mm, s kolísající intenzitou rozpukání, se střední vzdáleností diskontinuit nejčastěji 20–60 mm. Jejich pevnost byla makroskopicky hodnocena nejčastěji ve třídě R5. Mocnost mírně až silně zvětralých jílovitoprachovitých břidlic byla v nově provedených vrtech dokumentována v rozmezí 0,0 – 1,6 m.



Obr. 7 Slabě až silně rozpukané břidlice libeňského souvrství ve vrtu V10.
Fig. 7 Slightly to intensely fractured shales of the Libeň Formation in borehole V10.

Průběh hlavních tektonických linií v zájmovém území nebyl provedenými průzkumnými pracemi přímo ověřován. Z archivních podkladů byl předpokládán průběh významného zlomu ve směru SZ-JV severně od staveniště, v ose Vinohradské ulice. Další tektonická linie směru S-J byla očekávána západně od ulice Rubešova. Tyto dva poruchové systémy omezují na západě a na severu kru řevnických křemenců spolu s reliktem podložních dobrotivských břidlic a s libeňskými břidlicemi v nadloží. S ohledem na blízkost těchto tektonických linií bylo u křemenců ve vrtech místy zastiženo výrazné křehké porušení doprovázené hustou sítí sevřených trhlin. Rovněž v případě břidlic byly zdokumentovány silně tektonicky porušené polohy, drobně úlomkovitě až střípkovitě rozpadavé, s extrémně nízkou pevností, a také polohy s plastičtější deformací charakterizovanou četnými diskontinuitami s vyhlazeným povrchem. Hranice řevnických křemenců a podložních dobrotivských břidlic i nadložních břidlic libeňských zastižené na lokalitě byla dle zjištěných údajů hodnocena jako stratigrafická. Významnější poruchy dokládající jejich tektonický styk nebyly ani archivními pracemi zdokumentovány.

3.2 Kvartérní pokryvné útvary

Horninové podloží je v zájmovém území překryto nesouvislými relikty deluviálních sedimentů a především polohami navážek vyskytujících se ve významných mocnostech v rámci celého staveniště. Polohy deluviálních sedimentů byly zastiženy v podloží navážek pouze v severní části území v mocnostech 0,8 – 2,3 m. Jedná se převážně o jíly s ostrohrannými úlomky křemenců v podílu v rozmezí 20–60 % a o velikosti do 6–8 cm.

Zejména v severovýchodní části zájmového území se v nejspodnějších partiích poloh navážek vyskytují původní výplně po středověké těžbě křemenců (např. archivní kopané sondy K 109 a K 110, archivní údaje z ražeb Vinohradských tunelů apod.). Tyto navážky mají charakter úlomků, kamenů i balvanů křemenců s jílovitou výplní. Převážná většina antropogenních uloženin v zájmovém území má však šterkovitopísčité charakter a pochází pravděpodobně z výstavby areálu „Transgas“ v roce 1978. Tyto navážky byly v nových vrtech dokumentovány převážně jako písčité a šterkovité zeminy s kolísajícím zastoupením jemnozrnné a kamenité frakce až písky a šterky hlinité, či hlíny s písčitou a kamenitou příměsí, převážně tuhé až pevné, lokálně však též měkké konzistence. Obsahují úlomky a kameny křemenců, břidlic, křemenných valounů, cihel, betonu, ocelových drátů, skla, lepenky, dřeva, plastů velikosti až do průměru vrtu (max. okolo 20 cm). Podíl kamenité frakce v navážkách je velmi proměnlivý, generelně byl odhadován na cca 20–40 %. Lokálně však byly dokumentovány též i výrazně kamenitější sypaniny.



Obr. 8 – Polohy písčitých navážek a betonu zastiženého ve vrtu V1.
Fig. 8 Layers of sandy fills and concrete encountered in borehole V1.

Samostatný podtyp v rámci navážek představuje prostý beton, který byl zastižen v jejich hlubších partiích např. v nově provedeném vrtu V1 (obr.8) umístěného do prostor původního objektu č.p. 325/8 firmy Bosch (beton v mocnosti 3,2 m) nebo v archivních kopaných sondách K115 a K117 z roku 1971 umístěných v prostoru zdokumentovaného závalu ve štole pro středový pilíř v pasu č. 136. Polohy betonu souvisí buď se sanací propadů a nadvýlomů z ražeb Vinohradských tunelů, nebo mohou být i součástí základových konstrukcí dřívějších staveb, nebo stávajících budov. Navážky byly v nově provedených vrtech zastiženy v celkové mocnosti 2,5 - 8,3 m.

3.3 Hydrogeologické poměry

Podzemní voda se v zájmovém území vyskytuje v prostředí hornin předkvartérního podloží i kvartérního pokryvu, především pak antropogenních uloženin.

Hladina podzemní vody v pokryvných útvech je bezprostředně ovlivňována aktuálními srážkovými úhrny v zájmovém území. V průlinově propustných polohách navážek, především pak při jejich bázi, se mohou vyskytovat omezené občasné zvodně menšího rozsahu. Tyto zvodně mohou být též dotovány či naopak odvodňovány stávajícími inženýrskými sítěmi (např. netěsnosti v kanalizačním systému, vodovodním řádu, průlinově propustné obsypy sítí apod.). Propustnost navážek je vzhledem k jejich prostorové a materiálové heterogenitě značně variabilní.

Hladina v puklinově propustném prostředí předkvartérních útvarů je kromě výše zmíněných faktorů ovlivňována též srážkovými úhrny v širším okolí a zcela jistě též přítomností podzemních staveb tunelů metra a železnice. U břidlic je propustnost puklinová, vázaná primárně na svrchní rozvolněnou zónu a hodnota koeficientu hydraulické vodivosti u nich kolísá v závislosti na stupni a charakteru jejich rozpukání v řádech $10^{-6} - 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$. Prostředí navětralých až zdravých břidlic lze obecně kromě výraznější porušených zón považovat za velmi málo propustné s koeficientem hydraulické vodivosti v řádu $k_f \sim x \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ a nižším.

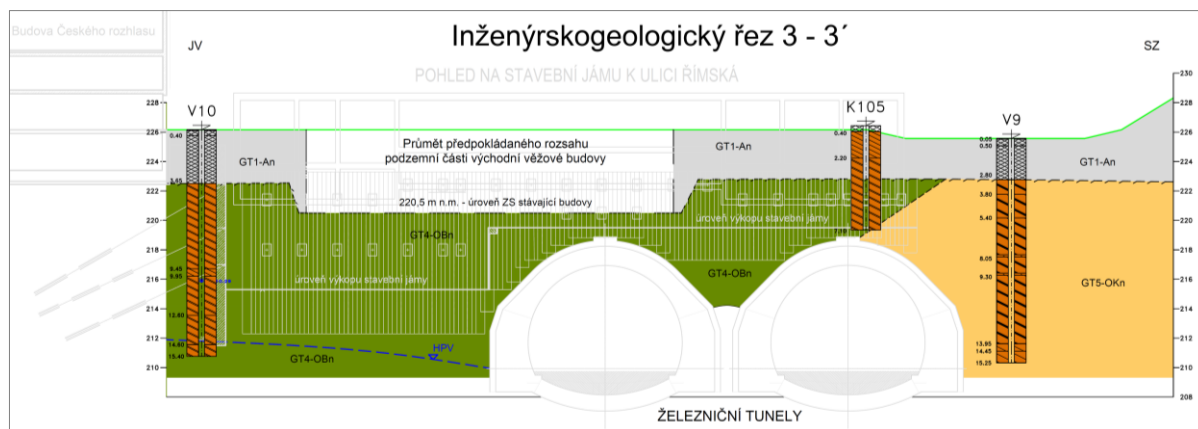
V řevnických křemencích je propustnost také výhradně puklinová. S ohledem na převládající křehký charakter porušení jsou rozpukané křemence obecně pro podzemní vodu relativně dobře propustným prostředím. Jejich průměrný koeficient hydraulické vodivosti lze očekávat v řádu $k_f \sim 10^{-5} - 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. Výjimkou jsou masivní, neporušené polohy křemenců, které jsou pro vodu prakticky nepropustnou bariérou.

Generelní směr proudění podzemní vody lze v souladu s mapou hydrogeologických poměrů Pařízkové et al. (1970) očekávat k SSZ. Dle archivních a nově zjištěných údajů je velmi pravděpodobné, že velká část území je odvodňována vybudovanými podzemními konstrukcemi metra a Vinohradských železničních tunelů a původní přirozená úroveň hladiny podzemní vody je tak značně zakleslá. Přítoky do stavební jámy byly s ohledem na tyto skutečnosti očekávány jen jako lokální s malou intenzitou a vydatností.

3.4. Základové poměry a zemní práce

Dle výsledku provedených průzkumných prací se jedná o území se značně proměnlivými a složitými základovými poměry. Variabilní je jak složení, geotechnické vlastnosti, tak i mocnost jednotlivých vrstev, a staveniště je výrazně ovlivněno historickou stavební činností.

V ploše staveniště mimo Vinohradské tunely, s úrovní založení nových objektů na kótě 215,3 m n.m., je horninový masiv pod úrovní základové spáry tvořen převážně slabě zvětřalými až zdravými křemenci, při jižním okraji i slabě zvětřalými až zdravými břidlicemi (obr. 9). V ploše staveniště nad Vinohradskými tunely, se základovou spárou na vyšší úrovni kót 218,3 - 219,5 m n.m., je základová půda z velké části tvořena materiály antropogenních navážek i základovými konstrukcemi stávajících objektů. V jejich podloží se pak kromě vlastních železničních tunelů vyskytují převážně křemence, méně pak břidlice.



Obr. 9 - Inženýrskogeologický řez 3-3' v jižní části staveniště (GT1-An: navážky; GT4-OBn: navětralé až zdravé břidlice; GT5-OKn: navětralé až zdravé křemence), Rout a Videňský, 2018.

Fig. 9 Engineering geological section 3–3' in the southern part of the construction site (GT1-An: fill; GT4-OBn: slightly weathered to sound shales; GT5-OKn: slightly weathered to sound quartzites), Rout and Videňský, 2018.

Vzhledem k tomu, že nové průzkumné sondy bylo možno situovat pouze mimo stávající objekty (Transgas), nebyl provedenými pracemi ověřován rozsah stávajících konstrukcí pod úrovní terénu, ani úroveň jejich základové spáry. Pro ověření úrovně založení stávajících objektů i charakteru jejich podzákladí proto bylo doporučeno realizovat doplňující průzkumné práce ze suterénů stávajících objektů.

Z hlediska technologie zajišťování stěn a samotného hloubení stavební jámy byly v rámci průzkumu hodnoceny jako problematické železobetonové konstrukce stávajících budov, ostatní mocnější polohy betonu (např. v místě závalů z ražeb) a také polohy křemenců vysoké až velmi vysoké pevnosti, pro které je v místně specifických podmínkách výstavby (okolní stavby a ochranná pásma) nutné využít alternativních metody rozpojování jako jsou speciální těžké mechanizace nebo trhání horniny pomocí hydraulických klínů.

4. Ověření výsledků průzkumných prací během výstavby

V průběhu realizace stavební jámy pro výstavbu souboru staveb administrativní a rezidenční budovy „Centrum Vinohradská“ byla v rámci činnosti geotechnického dozoru prováděna inženýrskogeologická dokumentace přístupných a odkrytých částí horninového prostředí (obr. 10). Cílem této dokumentace pak bylo ověřování zastižených poměrů vzhledem k předpokladům výsledků provedeného průzkumu.



Obr. 10 Celkový pohled na stavební jámu po demolici areálu Transgas v květnu 2025.

Fig. 10 Overview of the excavation pit after the demolition of the former Transgas complex in May 2025.

Při dokumentaci byly zaznamenávány především údaje o výskytu a rozšíření jednotlivých geotechnických typů zemín a hornin, o jejich základních charakteristikách (petrografie, stratigrafie, intenzita zvětrání, pevnost, vrstevnatost, blokovitost). Dále byly zaznamenávány údaje o zastižených diskontinuitách a jiných strukturních prvcích (typ, směr a sklon, geometrie, průběžnost, rozteč, rozevření, typ výplně, zvodnění) a také údaje o podzemní vodě (lokalizace a charakter přítoků). Součástí prováděné dokumentace bylo rovněž pořizování fotografické dokumentace sledu zemních prací a zastiženého horninového prostředí. Výstupem dokumentace stavební jámy byly inženýrskogeologické řezy (pohledy na stěny) v měřítku 1:50.



Obr. 11 Zastižené polohy řevnických křemenců s deskovitou až hrubě lavicovitou vrstevnatostí a různým stupněm rozpukání (vlevo); omezená poloha slabě zvětralých břidlic libeňského souvrství mezi masivními vrstevami křemenců (vpravo).

Fig. 11 Encountered layers of Řevnice Quartzite showing tabular to thick-bedded stratification and varying degrees of fracturing (left); a restricted occurrence of slightly weathered shales of the Libeň Formation between massive quartzite beds (right).

Při hloubení stavební jámy byly dle předpokladů průzkumných prací zastiženy antropogenní navážky, deluviální sedimenty a horniny předkvartérního podloží v podobě jílovitoprachovitých břidlic (libeňské) a křemenců (řevnické). Tyto sedimentární horniny byly v prostoru zájmového území zastiženy v předpokládaném rozsahu i s charakteristickým úklonem vrstev mezi 30-55° směrem k J až JV. Průběžná geologická dokumentace potvrdila velmi dobrou shodu mezi předpokládaným a skutečným průběhem litologické hranice mezi řevnickými křemenci a libeňskými břidlicemi (obr. 11).

Současně bylo možné detailně zdokumentovat polohy s různou intenzitou a charakterem tektonického porušení včetně zhodnocení jejich geotechnických vlastností. Odkryté stěny stavební jámy umožnily sledovat prostorové vztahy jednotlivých puklinových systémů, střížných poruch i deformačních struktur v rozsahu, který výrazně překračuje možnosti bodových průzkumných metod (obr. 12 a 13).



Obr. 12 Oblast příčné tektonické poruchy s charakteristickým postižením horninového masivu – křehké porušení křemenců s hustou sítí puklin a plastičtěji deformované břidlice s četnými ohlazy na diskontinuitách.

Fig. 12 Zone of transverse tectonic fault exhibiting characteristic deformation of the rock mass: brittle failure of quartzites with a dense network of fractures, and more plastically deformed shales with numerous slickensides along discontinuities.



Obr. 13 Detail tektonické plochy s výrazným ohlazem a rýhováním v řevnických křemencích.

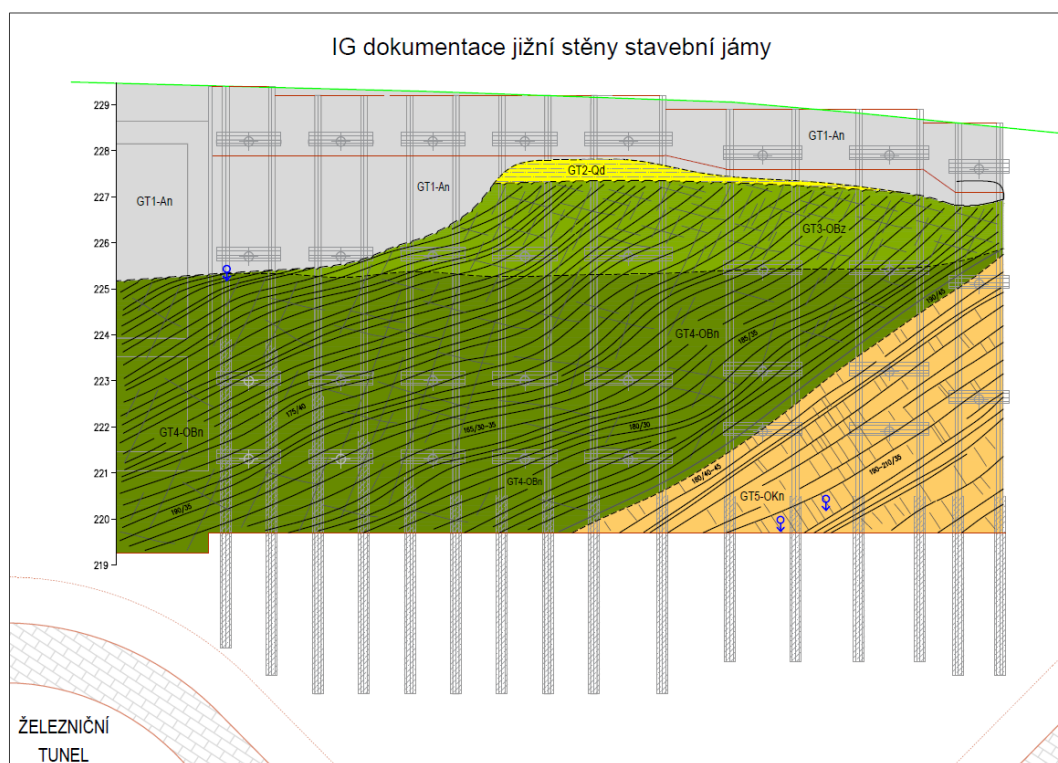
Fig. 13 Detail of a tectonic surface with distinct slickensides and striations in Řevnice Quartzite.

Ve svrchních polohách stavební jámy byly v celém jejím rozsahu ověřeny antropogenní navážky variabilního složení a také výskyt pozůstatků historických stavebních konstrukcí v podobě starého cihlového zdiva, masivních železobetonových konstrukcí (obr. 14) či pozůstatků ze sanací ražeb Vinohradských tunelů. Tyto skutečnosti potvrdily velký význam podrobné archivní rešerše při interpretaci inženýrskogeologických poměrů lokality.



Obr. 14 Masivní železobetonová základová konstrukce bývalého Transgasu.
Fig. 14 Massive reinforced-concrete foundation of the former Transgas complex.

Všechny zastižené zeminy a horniny bylo možné vzhledem k jejich ověřeným charakteristikám přiřadit k jednotlivým geotechnickým typům vyčleněným ve zprávě podrobného inženýrskogeologického průzkumu. Na základě výsledků provedené dokumentace bylo rovněž možné konstatovat, že v případě všech geotechnických typů jejich výskyt, charakter i geotechnické vlastnosti v prostoru stavební jámy bez výrazných odchylek odpovídají předpokladům průzkumných prací.



Obr. 15 Inženýrskogeologická dokumentace jižní stěny stavení jámy se zákresem zastižených poměrů (GT1-An: navážky; GT3-OBz: mírně až silně zvětralé břidlice; GT4-OBn: navětralé až zdravé břidlice; GT5-OKn: navětralé až zdravé křemence), Vojtěchovská, 2025.

Fig. 15 Engineering geological documentation View of the southern wall of the excavation pit, showing the encountered geological conditions (GT1-An: fill material; GT3-OBz: weathered shale; GT4-OBn: sound shale; GT5-OKn: quartzite), Vojtěchovská, 2025.

Při hloubení stavební jámy rovněž nebyly dle předpokladu průzkumných prací zaznamenány významné přítoky podzemní vody a hornina měla převážně jen svou přirozenou vlhkost. Pouze lokálně byly ve stěnách s čerstvě obnaženou horninou zaznamenány neměřitelné průsaky podzemní vody. Místa pozorovaných průsaků pak byla zpravidla soustředěna do oblastí silnějšího rozpukání a tektonického porušení horninového masivu tvořeného křemenci, případně do bazálních poloh propustných navážek (obr. 15).

5. Závěr

Případová studie projektu Vinohradská 8 potvrdila význam podrobného inženýrskogeologického průzkumu jako základního podkladu pro návrh geotechnických konstrukcí ve složitých podmínkách městského prostředí. Kombinace archivní rešerše, regionálních geologických znalostí, výsledků průzkumných prací a odborné interpretace umožnila vytvořit inženýrskogeologický model, který poskytl spolehlivou prognózu geologických poměrů v prostoru budoucí stavební jámy.

Průběžná geologická dokumentace během realizace stavby následně vytvořila výjimečnou možnost ověřit přesnost této prognózy. Velmi dobrá shoda mezi předpokládanými a skutečně zastiženými poměry potvrdila správnost vytvořeného modelu a současně zdůraznila význam systematické verifikace průzkumných předpokladů během realizace staveb.

Zkušenosti získané při projektu Vinohradská 8 ukazují, že skutečná hodnota inženýrskogeologického průzkumu nespočívá pouze v rozsahu provedených prací nebo množství získaných dat, ale především ve schopnosti vytvořit spolehlivý model horninového prostředí, který obstojí při následné realizaci stavby. S ohledem na složitou urbanizaci oblasti se také potvrdila významná úloha analýzy historických a archivních podkladů v rámci průzkumných prací.

Verifikace modelu během realizace stavby představuje cennou zpětnou vazbu nejen pro konkrétní projekt, ale i pro další rozvoj metodiky inženýrskogeologických průzkumů. Umožňuje lépe porozumět vztahu mezi bodovými daty z průzkumu a skutečnou geologickou stavbou odkrytou při realizaci stavebních prací.

Poděkování: Děkujeme Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR za poskytnutí dobových fotografií ze stavby Vinohradských tunelů II a III. z let 1942-43.

Seznam literatury

Baborová M. a Podpěra P., 2015: *Zpráva orientačního průzkumu základové půdy – archivní rešerše – Praha 2, Palác Vinohradská*. – RNDr. Pavel Podpěra HUPO-IGS, Praha.

Barták J., 2022: *Významné změny v nadloží historických Vinohradských tunelů*. *Tunel*, 31(2), 26–33.

ČSN P 73 1005 – *Inženýrskogeologický průzkum*.

Pařízková Z. et al., 1970: *Podrobná inženýrskogeologická mapa Prahy list 6–2, M 1 : 5000*. – PÚDIS, Praha.

Píchal Z. et al., 1979: *Praha a inženýrská geologie*. – ČSVTS PÚDIS, Praha.

Rout J. a Vídeňský A., 2018: *Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu pro projekt AC Vinohradská v Praze 2*. – SG Geotechnika a.s. Praha.

Vojtěchovská A., 2025: *Zpráva o IG dokumentaci při hloubení stavební jámy*. – SG Geotechnika a.s. Praha.

Záruba Q., 1948: *Geologický podklad a základové poměry vnitřní Prahy*. – Státní geologický ústav, Praha.