

**D35 Staré Město - Mohelnice,
km 91,670 – 109,900
Projekt podrobného geotechnického
a hydrogeologického průzkumu**

Brno, červen 2020

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942

tel.: **548 125 111**
fax: **545 217 979**
e-mail: **info@geotest.cz**

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

Číslo a název zakázky: **20 7213 D35 Staré Město – Mohelnice, projekt pro podrobný GTP trasy**

Objednatel: Ředitelství silnic a dálnic ČR, závod Olomouc

IČO (DIČ) objednatele: CZ 659 93 390

Zástupce objednatele: Ing. Hana Urbánková

Kontakt na objednatele: tel.: 585 759 338, e-mail: hana.urbankova@rsd.cz

Projekt podrobného geotechnického a hydrogeologického průzkumu na úseku D35 Staré Město - Mohelnice, km 91,670 – 109,900

Odpovědní řešitelé: **Mgr. Pavel Řezníček**

Mgr. Zdeněk Sedláček

Řešitel: **Ing. Sylvie Píchová**

Prověřil: **Ing. Marek Polák**, oborový manažer

RNDr. Lubomír Klímek, MBA

člen představenstva a ředitel společnosti

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. 1 – 4: Ředitelství silnic a dálnic ČR
5: Archiv GEOTest, a.s.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. Úvod | 1 |
| 2. Objekty stavby D35 Staré Město - Mohelnice, km 0,000 – 18,230 | 2 |
| 3. Dosavadní prozkoumanost | 5 |
| 4. Přírodní poměry | 5 |
| 4.1 Geomorfologické poměry | 5 |
| 4.2 Klimatické a hydrologické poměry | 6 |
| 4.3 Geologické poměry a tektonická stavba | 7 |
| 4.4 Hydrogeologické poměry | 14 |
| 4.5 Chráněná oblast přirozené akumulace vod | 17 |
| 4.6 Ochranná pásma vodních zdrojů | 17 |
| 4.7 Záplavová území | 17 |
| 4.8 Geodynamické poměry | 17 |
| 4.9 Seismicita, poddolovaná a chráněná ložisková území | 18 |
| 5. Geotechnické a hydrogeologické požadavky pro podrobný průzkum vyplývající z předběžných výsledků | 21 |
| 6. Obecné požadavky na podrobný geotechnický průzkum | 22 |
| 7. Specifikace průzkumných prací | 23 |
| 7.1 Ohlašovací, přípravné a rešeršní práce | 23 |
| 7.2 Odkryvné práce | 24 |
| 7.3 Penetrační sondy | 26 |
| 7.4 Korozní průzkum | 26 |
| 7.5 Geofyzikální průzkum | 27 |
| 7.6 Hydrogeologický průzkum | 29 |
| 7.7 Odběr vzorků zemin a hornin | 32 |
| 7.8 Odběry vzorků podzemní vody pro stavební účely | 33 |
| 7.9 Laboratorní zkoušky zemin a hornin | 34 |
| 7.10 Chemické rozbory vody | 35 |
| 7.11 Geodetické práce | 35 |
| 7.12 Geotechnické (stabilitní) výpočty | 35 |
| 7.13 Související náklady | 36 |
| 8. Vyhodnocení průzkumných prací | 37 |
| 9. Prezentace výsledků | 38 |
| 10. Závěr | 39 |

SEZNAM PŘÍLOH

- | | | |
|--|----------------|-------------------|
| 1. Přehledná situace stavby | měřítko | 1 : 50 000 |
| 2. Situace sond | měřítko | 1 : 2 000 |
| 3. Podélný profil trasou | měřítko | 1 : 2 000 |
| 4. Přehled průzkumných děl, hloubek a odběru vzorků | | |
| 5. Výkaz výměr | | |
| 6. Souřadnice projektovaných sond podrobného průzkumu | | |
| 7. Časový harmonogram projektovaných prací | | |

1. Úvod

Na základě výzvy k podání nabídky na realizaci veřejné zakázky malého rozsahu Ředitelstvím silnic a dálnic, Správou Pardubice, Hlaváčova 902, Pardubice 533 02 pod číslem veřejné zakázky **14PT-000692**, evidenční číslo 5711540001.12395 pro akci:

Název zakázky: D35 Staré Město - Mohelnice, ZD (projekt) pro podrobný GTP trasy

Název stavby: D35 Staré Město - Mohelnice, ISPROFIN č. 5711540001.12395

byl vypracován Projekt podrobného geotechnického (dále GTP) a hydrogeologického průzkumu (dále HGP).

Projekt zpracovává dálnici D35 v úseku Staré Město – Mohelnice, na ní ležící mimoúrovňově křižovatky (MÚK Staré Město, MÚK Maletín, MÚK Mohelnice – sever, MÚK Mohelnice - jih), vybrané přeložky silnic I, II a III třídy, místní komunikace a polních cest, sjezdů, dále 31 mostních objektů na hlavní a na ostatních komunikacích. Řešený úsek se skládá z dílčího úseku ležícího na území Pardubického kraje, který je dlouhý 1,4 km a z dalšího dílčího úseku na území Olomouckého kraje v délce 16,83 km. (v okrese Svitavy ke stavbě D35 Staré Město – Mohelnice km 0,000 – cca 1,400, v okrese Šumperk ke stavbě náleží úsek v km cca 1,400 – 18,230).

Vypracování projektu průzkumných prací podrobného geotechnického a hydrogeologického průzkumu bude provedeno v souladu s platnými technickými podmínkami TP 76 „Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace“, část A a B (zvláště čl. 4.2 TP 76, „B“), technických podmínek Ministerstva dopravy - odbor infrastruktury z roku 2009: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace a s dalšími souvisejícími normami, právními a resortními předpisy.

Jako přímý podklad pro zpracování projektu podrobného geotechnického a hydrogeologického průzkumu uvedeného úseku dálnice byla obdržena závěrečná zpráva: „D35 Staré Město – Mohelnice: Předběžný geotechnický průzkum“ od zhotovitele INSET s.r.o., Divize Brno, Vinohrady 40, 639 00 provedená v roce 2019 s odpovědným řešitelem Ing. Filipem Sedláčkem a dále byla obdržena dokumentace: „D35 Staré Město – Mohelnice DUR, IČ vč. zaměření“ od zhotovitele PUDIS, a.s., Podbabská 1014/20, Praha 6 – Bubeneč, Praha, 160 00 provedená v roce 2020 s hlavním inženýrem projektu Ing. Janem Hrachovcem.

Zakázka nese název **D35 Staré Město – Mohelnice, km 0,000 – 18,230, projekt podrobného geotechnického průzkumu**. Zpracovateli inženýrskogeologické části projektu jsou Mgr. Pavel Řezníček, držitel odborné způsobilosti v oboru inženýrské geologie a Ing. Sylvie Píchová. Zpracovatel hydrogeologické části projektu je Mgr. Zdeněk Sedláček, držitel odborné způsobilosti v oboru hydrogeologie.

Dále v rámci projektu podrobného průzkumu bylo provedeno studium poskytnutých projekčních podkladů, technických údajů o projektovaném díle co se týče geotechnického průzkumu, mapových podkladů, studium literatury a archivních zpráv a také terénní rekognoskace trasy.

2. Objekty stavby D35 Staré Město - Mohelnice, km 0,000 – 18,230

V této kapitole uvádíme souhrn objektů stavby v daném úseku, kterým se zabývá podrobný geotechnický a hydrogeologický průzkum. (dle Koordinačních situačních výkresů – PUDIS a.s., 2020)

Tabulka č. 1: Seznam stavebních objektů

| Řada 100 – Silniční objekty | |
|------------------------------------|--|
| SO 101 | Dálnice D35, Hlavní trasa |
| SO 102 | Přeložka silnice I/35 včetně OK |
| SO 103 | Zárodek silnice I/44 Mohelnice - Vlachov |
| SO 104 | Úprava přivaděče I/35 |
| SO 107 | Únikové zóny na D35 |
| SO 108 | Nástupní plochy IZS – Portál Pardubice |
| SO 110 | MÚK Staré Město |
| SO 111 | MÚK Maletín |
| SO 112 | MÚK Mohelnice - sever |
| SO 113 | MÚK Mohelnice - jih |
| SO 116 | Přístupová komunikace k Pardubickému portálu tunelu |
| SO 117 | Přístupová komunikace k Olomouckému portálu tunelu |
| SO 118 | Služební sjezd na silnici III/31521 |
| SO 119 | Služební sjezd v km 9,080 |
| SO 120 | Přeložka silnice III/31519 |
| SO 121 | Přeložka silnice III/31521 Řepová |
| SO 122 | Přeložka silnice III/31521 Křemačov |
| SO 123 | Sjezd Fenix Solutions |
| SO 124 | Přivaděč Mohelnice sever |
| SO 125 | Přeložka silnice II/635 včetně OK se silnicí II/644 |
| SO 125.1 | Úprava připojení ČSPHM podél SO 125 |
| SO 126 | Přeložka silnice II/635 včetně OK v prostoru MÚK Mohelnice - jih |
| SO 127 | Přivaděč Mohelnice jih včetně OK se silnicí II/444 |
| SO 127.1 | Úprava místní komunikace – paprsek P2 okružní křižovatky |
| SO 128 | Přeložka MK Horní Krčmy |
| SO 129 | Přeložka silnice II/635 směr Loštice |
| SO 134 | Úprava cyklostezky Dolní Krčmy |
| SO 135 | Chodník podél SO 124 |
| SO 136 | Úprava chodníku u SO 125 |
| SO 137 | Úprava cyklostezky Mohelnice - Křemačov |
| SO 138 | Chodník I/35, u vodojemu |
| SO 140 | Sjezd k RN v km 0,250 |
| SO 141 | Sjezd k RN v km 2,800 |
| SO 142 | Sjezd k RN v km 3,350 |

| | |
|----------|--|
| SO 143.1 | Sjezd k RN v km 6,000 |
| SO 143.2 | Sjezd k RN v km 6,900 |
| SO 144 | Sjezd k RN v km 7,700 |
| SO 145 | Sjezd k RN v km 9,300 |
| SO 146 | Sjezd k RN v km 10,900 |
| SO 147 | Sjezd k RN v km 11,400 |
| SO 148.1 | Sjezd k RN v km 13,700 |
| SO 148.2 | Sjezd k RN a DUN v km 13,900 |
| SO 148.3 | Sjezd k RN v km 14,300 |
| SO 149.1 | Sjezd k RN v km 16,200 |
| SO 149.2 | Sjezd k RN v km 15,000 |
| SO 149.3 | Sjezd k RN v km 0,460 SO 127 |
| SO 151 | Přeložka polní cesty v km 0,399 |
| SO 152 | Úprava polních cest pro přístup portálu v km 1,330 |
| SO 153 | Úprava lesních cest v km 2,680 |
| SO 154 | Přeložka lesní cesty v km 3,400 |
| SO 155 | Přeložka polních cest v km 4,973 |
| SO 156.1 | Přeložka polní cesty – Švédská cesta, část 1 v k.ú. Krchleby na Moravě |
| SO 156.2 | Přeložka polní cesty – Švédská cesta, část 1 v k.ú. Javoří u Maletína |
| SO 156.3 | Přeložka polní cesty – Švédská cesta, část 1 v k.ú. Míroveček |
| SO 157 | Přeložka polní cesty pod SO 209 |
| SO 158.1 | Přeložka polní cesty – Švédská cesta, část 2 v k.ú. Krchleby na Moravě |
| SO 158.2 | Přeložka polní cesty – Švédská cesta, část 2 v k.ú. Javoří u Maletína |
| SO 158.3 | Přeložka polní cesty – Švédská cesta, část 2 v k.ú. Řepová |
| SO 159 | Přeložka polní cesty pod SO 210 |
| SO 161 | Přístupy na pozemky v km 5,530 |
| SO 162.1 | Přístupy na lesní pozemky v oblasti MÚK Maletín |
| SO 162.2 | Přístupy na polní pozemky v oblasti MÚK Maletín |
| SO 163 | Přístupy na pozemky v k.ú. Moravičany |
| SO 164.1 | Přístupy na pozemky v k.ú. Křemačov, část 1 |
| SO 164.2 | Přístupy na pozemky v k.ú. Křemačov, část 2 |
| SO 164.3 | Přístupy na pozemky v k.ú. Křemačov, část 3 |
| SO 164.4 | Přístupy na pozemky v k.ú. Křemačov, část 4 |
| SO 165 | Přístupy na pozemky v k.ú. Podolí u Mohelnice |
| SO 166.1 | Přístupy na pozemky v k.ú. Mohelnice, část 1 |
| SO 166.2 | Přístupy na pozemky v k.ú. Mohelnice, část 2 |
| SO 166.3 | Přístupy na pozemky v k.ú. Mohelnice, část 3 |
| SO 166.4 | Přístupy na pozemky v k.ú. Mohelnice, část 4 |
| SO 166.5 | Přístupy na pozemky v k.ú. Mohelnice, část 5 |
| SO 167.1 | Sjezd z OK SO 102 |
| SO 167.2 | Sjezd v km 0,240 SO 124 |
| SO 167.3 | Sjezd v km 0,400 SO 124 |
| SO 167.4 | Sjezd v km 0,550 SO 124 |
| SO 167.5 | Sjezdy v km 0,850 a km 0,870 SO 124 |
| SO 167.6 | Sjezd v km 0,645 SO 127 |
| SO 167.7 | Sjezd v km 0,037 SO 128 |

| | |
|----------------------------------|--|
| SO 167.8 | Sjezd v km 0,132 SO 128 |
| SO 167.9 | Sjezd v km 0,148 SO 128 |
| SO 167.10 | Sjezd v km 0,140 SO 129 |
| SO 171 | Provizorní komunikace na sil. I/35 – část 1 |
| SO 172 | Provizorní komunikace na sil. I/35 – část 2 |
| SO 173 | Provizorní komunikace na sil. I/35 – část 3 |
| SO 180 | Přechodné dopravní značení na dálnici D35 |
| SO 181 | Přechodné dopravní značení na silnicích I. tříd |
| SO 182 | Přechodné dopravní značení na silnicích II. a III. tříd |
| SO 183 | Přechodné dopravní značení na místních komunikacích |
| SO 186 | Stavební úpravy komunikací před, při a po stavbě |
| SO 190 | Dopravní značení ve správě ŘSD |
| SO 190.1 | Svislé a vodorovné dopravní značení |
| SO 190.2 | Portály pro dopravní značení |
| SO 190.3 | Proměnné dopravní značení |
| SO 193 | Dopravní značení na komunikacích II. a III. tříd |
| SO 193.1 | Svislé a vodorovné dopravní značení |
| SO 193.2 | Portály pro dopravní značení |
| SO 193.3 | Proměnné dopravní značení |
| SO 194 | Dopravní značení na místních komunikacích |
| SO 196 | Portály, stavební úpravy a konstrukce pro elektronické myto na D35 |
| Řada 200 - Mostní objekty | |
| SO 201 | Most na D35 v km 0,117 v MÚK Staré Město - východ |
| SO 201.v | Most na větví MÚK Staré Město – východ v km 0,400 přes Bílý potok |
| SO 202 | Most na D35 v km 0,446 přes Bílý potok |
| SO 203 | Most na D35 v km 2,819 přes údolí potoka u Starého Maletína |
| SO 204 | Most na D35 v km 3,403 pro migraci velkých živočichů |
| SO 205 | Estakáda na D35 v km 4,231 přes silnici III/31518 |
| SO 206 | Most na D35 v km 5,510 přes přeložku lesní cesty a biokoridor |
| SO 207 | Most na D35 v km 6,210 přes potok v rokli pod Skalníkem |
| SO 208 | Most na D35 v km 7,992 přes přeložku polní cesty |
| SO 209 | Most na D35 v km 9,499 přes polní cestu |
| SO 210 | Most na D35 v km 11,057 přes údolí |
| SO 211 | Most na D35 v km 13,704 přes sil. III/31521 |
| SO 212 | Most na D35 v km 13,880 přes potok Mírovka |
| SO 213 | Most na D35 v km 16,395 přes stezku pro pěší |
| SO 214 | Most na D35 v km 16,580 přes potok Újezdka |
| SO 215 | Most na D35 v km 16,805 přes sil. II/644 |
| SO 221 | Nadjezd přes D35 v km 4,937 na přeložce Švédské cesty |
| SO 222 | Nadjezd přes D35 v km 6,831 v MÚK Maletín |
| SO 223 | Nadjezd v km 12,405 na přeložce silnice III/31521 |
| SO 224 | Nadjezd v km 14,047 na větví MÚK Mohelnice - sever |
| SO 225 | Nadjezd v km 14,267 na přeložce silnice I/44 |
| SO 226 | Nadjezd v km 15,077 na přeložce silnice II/635 |
| SO 227 | Nadjezd v km 17,394 na MÚK Mohelnice - jih |
| SO 231 | Most na Větví V2 přes potok Mírovka |

| | |
|--------|--|
| SO 232 | Most na Větvi V4 přes potok Mírovka |
| SO 233 | Most na Větvi V6 přes potok Mírovka |
| SO 234 | Most na Větvi V6 přes Větev V2 |
| SO 240 | Oprava mostů 35–115B1 a 644-010 |
| SO 241 | Most na II/635 přes stezku pro pěší |
| SO 242 | Most na přivaděči Mohelnice – jih přes potok Újezdka |
| SO 250 | Zárubní zeď větve 112-V2 |

3. Dosavadní prozkoumanost

V předchozím období byl daný úsek dálnice D35 zkoumán průzkumnými pracemi, které jsou uvedeny zde:

1. **Krásný, O. a kol.** (2016): R35 Opatovec – Staré Město, předběžný geotechnický průzkum, ARCADIS CZ a.s., Praha
2. **Kolařík, M. a kol.** (2017): I/35 Staré Město připojení na D35, předběžný geotechnický průzkum, GeoTec-GS a.s., Praha
3. **Sedláček, F. a kol.** (2019): D35 Staré Město – Mohelnice, předběžný geotechnický průzkum

4. Přírodní poměry

4.1 Geomorfologické poměry

Podle mapy geomorfologických jednotek České republiky v měřítku 1 : 50 000 (Demek, J. 1987) patří zájmové území do provincie Česká vysočina, soustavy Sudetská soustava, podsoustavy Střední a Východní Sudety.

Z pohledu geomorfologických celků a nižších jednotek pak k celkům Podorlická pahorkatina (Moravskotřebovská pahorkatina) a Zábřežská vrchovina (Mírovská vrchovina). Podorlická pahorkatina je charakterizována jako členitá pahorkatina převážně v povodí Metuje, Orlice, Moravské Sázavy a Třebůvky. Zábřežská vrchovina je charakterizována jako úzká členitá vrchovina protažená ve směru JJV – SSZ s příčnými průlomovými údolími Moravské Sázavy a Třebůvky. Krajina má rozčleněný převážně erozně denudační, místy erozně akumulací reliéf podmíněný především v západní a střední části střídáním geologického podloží s různým stupněm odolnosti vůči erozi. Východní část zájmového území se vyznačuje denudačními plošinami a pleistocenními říčními terasami se sprašovými pokrývky a návějami.

Nadmořské výšky terénu se v širší zájmové oblasti pohybují v rozmezí 270 – 590 m. Území v okolí navržené D35 je odvodňováno nevelkou sítí místních vodotečí do říčky Mírovky, potažmo do řeky Moravy. Pouze úvodní část trasy spadá do povodí Bílého potoka a dále říčky Třebůvky.

Krajina je z větší části intenzivně a extenzivně zemědělsky využívána, se zalesněním v oblastech výrazného morfologického zvlnění. Převážnou většinu pozemků, dotčených stavbou přeložky, představuje zemědělsky obdělávaná orná půda a travní porosty, zalesnění většího rozsahu je pouze v oblasti projektovaného tunelu Maletín.

4.2 Klimatické a hydrologické poměry

V zájmovém úseku dálnice D35 se rozprostírají tři mírně teplé klimatické oblasti MT10, MT9 a MT7 (Quitt, 1971).

Oblast MT10 mívá dlouhá léta, teplá a mírně suchá, dále krátké přechodné období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem a krátkou zimu, mírně teplou a velmi suchou, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Oblast MT9 má znak dlouhého teplého léta, suchého až mírně suchého, dále krátkého přechodného období s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem a krátké zimy, mírné a suché, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Oblast MT7 je charakteristická normálně dlouhým létem, mírným až mírně suchým, krátkým přechodným obdobím s mírným jarem a mírně teplým podzimem a normálně dlouhou, mírně teplou, suchou až mírně suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Pro získání klimatických dat byla v předběžném průzkumu využita klimatologická stanice v Olomouci, ze které byla použita aktuální i dlouhodobá data srážkových úhrnů a průměrných teplot, jejichž hodnoty jsou uvedeny v tabulkách níže.

Tabulka č. 2 Průměrné měsíční srážkové úhrny a srovnání s dlouhodobými průměry

| 11/2017 – 10/2018 | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|-----|-----|----|-----|----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Měsíc | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | rok |
| H _{2017 - 2018} (mm) | 40 | 20 | 21 | 20 | 31 | 21 | 32 | 42 | 31 | 16 | 121 | 22 | - |
| % měs. normálu | 99 | 66 | 77 | 79 | 113 | 54 | 44 | 53 | 40 | 23 | 273 | 54 | - |
| Klasifikace vlhkosti | N | S | S | S | N | S | SS | S | SS | SS | VVV | S | |
| Měsíční normál - dlouhodobý průměr 1961-1990 | | | | | | | | | | | | | |
| Měsíc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | rok |
| Měsíční normál H _{ma} (mm) | 28 | 26 | 27 | 38 | 73 | 78 | 76 | 69 | 45 | 40 | 40 | 30 | 686 |

Tabulka č. 3 Rethlyho klasifikace

| % dlouhodobého normálu | | Slovní označení | Symbol |
|------------------------|-------------|-----------------|--------|
| Měsíc | Rok, období | | |
| <10 | 60 | mimořádně suchý | SSS |
| 10 – 49 | 60 - 79 | velmi suchý | SS |
| 50 – 79 | 80 - 89 | suchý | S |
| 80 – 120 | 90 - 110 | normální | N |
| 121 – 150 | 111 - 120 | vlhký | V |
| 151 - 190 | 121 - 140 | velmi vlhký | VV |
| >190 | 140 | mimořádně vlhký | VVV |

Tabulka č. 4: Průměrné měsíční teploty a srovnání s dlouhodobými průměry

| 11/2017 – 10/2018 | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Měsíc | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | rok |
| t _{2017 - 2018} (°C) | 4,8 | 2,1 | 2,4 | -1,8 | 2,4 | 15,1 | 18,9 | 20,2 | 22,0 | 23,4 | 16,7 | 11,7 | - |
| Olomouc - normál (°C) | 3,7 | -0,4 | -2,4 | -0,2 | 3,8 | 9,1 | 14,2 | 17,1 | 18,6 | 18,0 | 14,3 | 9,1 | - |
| odchylka od normálu | 1,1 | 2,5 | 4,8 | -1,6 | -1,4 | 6,0 | 4,7 | 3,1 | 3,4 | 5,4 | 2,4 | 2,6 | - |

4.3 Geologické poměry a tektonická stavba

Z regionálně geologického hlediska prochází zájmové území přes čtyři geologické jednotky. Jedná se o zábřežské krystalinikum, mírovský kulum, českou křídovou pánev a terciární platformní pokryv.

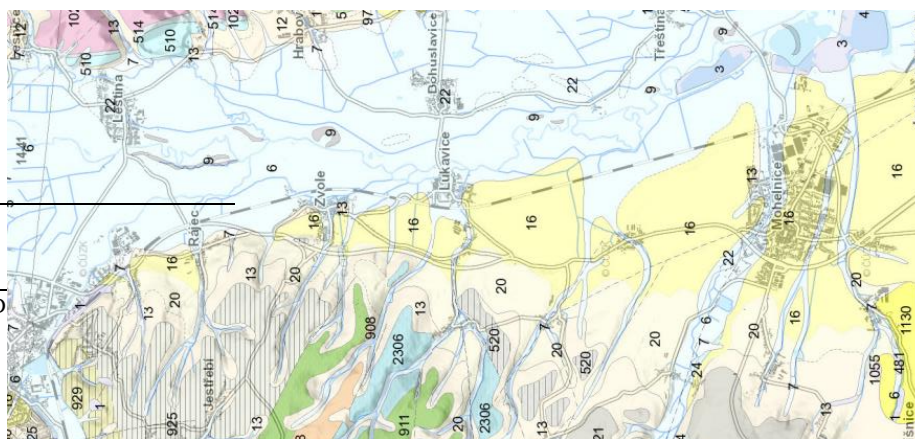
Jižní část kyšperské synklinály (jihovýchodní okrajová součást širšího sedimentačního prostoru oblasti české křídové tabule) se nachází na nejzápadnější části námi zkoumaného území. Jedná se o úsek přibližně od Starého Města až po Starý Maletín. Nalezneme zde různorodé sedimentární horniny stáří mezozoika. Předběžným průzkumem se zde zastihly jílovce, prachovce, které byly místy slínité až vápence, také různorodé pískovce až místy slepence.

Neogenní (pliocenní) sedimenty (pravděpodobně uloženiny vyslazených mořských pánví, případně jezerních) překrývají křídovou výplň v oblasti u Starého Města. Tyto sedimenty jsou převážně charakteru jílu se střední až vysokou plasticitou (ojedinělý výskyt čoček písků), bez fauny.

Slabě metamorfované uloženiny zábřežského krystalinika nejistého stáří (uvádí se svrchní proterozoikum až spodní paleozoikum) se nachází v úseku dálnice pokračující severně od Starého Maletína (směrem na Křehleby a Řepovou). Jedná se převážně o metaprachovce až metadroby, místy i fylity. Jen v určitých místech s krystalickými vápenci i metabazickými horninami v úzkých pruzích.

Mírovský kulum a jeho mořské sedimentární horniny, které tvoří rozsáhlé těleso moravskoslezského paleozoika, se rozprostírá na trase dálnice od obce Řepová směrem na Křehleby až k Mohelnici. Byly zde k vidění výhradně prachovce s proměnlivým stupněm zvětrání a jen ojediněle s vyšším obsahem písčité frakce. Místy bylo patrné i slabých projevů metamorfózy.

Skalní podklad opět překrytý pliocenními uloženinami (ovšem s hrubozrnnějším charakterem než v oblasti u Starého Města) se nachází v úseku od Křehlebova do Mohelnice. Na pliocenních sedimentech se nalézají převážně fluvialní případně i deluvialní, deluviofluvialní, proluvialní a eolickodeluvialní sedimenty (byly uloženy v pleistocénu). Mocnost všech uloženin byla ověřena do prvních metrů až prvních desítek metrů.

Obrázek 4-1: Geovědní mapa ¹¹ Zdroj ČGS

Obrázek 4-2: Legenda ke geovědní mapě ²**Klad listů ZM50**

Klad listů ZM 50

**Geologická mapa 1 : 50 000**

Tektonické linie GeoČR50

- zlom zjištěný
- - - zlom předpokládaný
- · · · zlom zakrytý
- + - - přesmyk zjištěný
- + - - - přesmyk předpokládaný

Hranice hornin GeoČR50

- hranice zjištěná
- - - hranice předpokládaná
- · · · petrografický přechod hornin

Horniny GeoČR50

kvartér

KENOZOIKUM

KVARTÉR

-  1 navážka, halda, výsypka, odval
-  3 vytežené prostory
-  5 nivní sediment
-  7 smíšený sediment
-  9 slatina, rašelina, hnílokal
-  12 písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment
-  13 kamenitý až hlinito-kamenitý sediment
-  16 spraš a sprašová hlína
-  20 sediment deluvioeolický
-  22 písek, štěrk

kvartér - terciér

















² Zdroj ČGS

Obrázek 4-3: Legenda ke geovědní mapě³

| | | |
|---|-----|--|
| KENOZOIKUM | | |
| NEOGÉN | | |
|  | 50 | písek |
| terciér | | |
| relikty sladkovodního terciéru | | |
| KENOZOIKUM | | |
| NEOGÉN | | |
|  | 130 | štěrky, písčité štěrky, písky s vložkami jílu |
| karpatská předhlubeň | | |
| KENOZOIKUM | | |
| NEOGÉN | | |
|  | 144 | vápnité jíly (tégly), jíly, prachovce s polohami písku a štěrku |
| relikty mořského terciéru | | |
| KENOZOIKUM | | |
| NEOGÉN | | |
|  | 147 | vápnité písky a štěrky |
| křída | | |
| česká křídová pánev | | |
| MEZOZOIKUM | | |
| KŘÍDA | | |
|  | 281 | vápnité jílovce, slínovce, vápnité prachovce |
|  | 284 | vápnitý jílovec, slínovec, vápnitý prachovec |
|  | 296 | pískovce vápnito-jílovité, glaukonitické |
|  | 297 | slínovce s polohami či konkracemi vápenců, rytmy či cykly slínovec - vápenec (jílovito vápnité prachovce -lužický vývoj) |
|  | 301 | pískovce vápnito-jílovité, glaukonitické |
|  | 305 | pískovce vápnito-jílovité, glaukonitické, místy s rohovci |
|  | 306 | pískovce vápnito-jílovité |
|  | 307 | písčité slínovce až jílovce spongilitické, místy silicifikované (opuky) |
|  | 313 | jílovce, prachovce, pískovce křemenné, jílovité, glaukonitické, slepence |
|  | 315 | pískovce křemenné, jílovité, glaukonitické |
|  | 317 | jílovce, uhelné jílovce, uhlí, prachovce, pískovce, slepence |
| svrchní karbon a perm | | |














³ Zdroj ČGS

Obrázek 4-4: Legenda ke geovědní mapě⁴

| | | |
|---|------|---|
| sudetské (lugsické) mladší paleozoikum (včetně výskytů triasu) | | |
| PALEOZOIKUM | | |
| KARBON–PERM | | |
|  | 451 | arkózovité pískovce, prachovce, jílovce |
|  | 450 | střídání slepenců, brekcí, arkózovitých pískovců podřadně prachovce |
| PERM | | |
|  | 2312 | slepence a brekcie, polohy arkózovitých a drobových pískovců |
| moravskoslezská oblast | | |
| moravskoslezské paleozoikum | | |
| PALEOZOIKUM | | |
| KARBON | | |
|  | 481 | jílovité břidlice, prachovce, droby |
|  | 482 | droby |
| DEVON | | |
|  | 510 | vápence |
|  | 520 | jílovité a prachovité břidlice |
|  | 514 | jílovité břidlice, vápence |
|  | 516 | dolerity, metadolerity a jejich tufy |
| KARBON–DEVON | | |
|  | 524 | vápence, siltovce |
|  | 521 | břidlice, prachovce, droby |
|  | 522 | valounové droby, slepence |
|  | 523 | slepence |
| silezikum | | |
| PALEOZOIKUM | | |
| DEVON | | |
|  | 971 | kvarcit, živcový kvarcit, křemenný metakonglomerát |
| PROTEROZOIKUM | | |
|  | 1025 | blastomylonit |
| moravikum | | |
| PROTEROZOIKUM–PALEOZOIKUM | | |
|  | 1042 | dvojslídňý svor s granátem |

⁴ Zdroj ČGS

Obrázek 4-5: Legenda ke geovědní mapě⁵

| | | |
|---|------|---|
| PROTEROZOIKUM | | |
| NEOPROTEROZOIKUM | | |
|  | 1055 | porfyroblastická dvojslídňá ortonula |
| brunovistulikum | | |
| PROTEROZOIKUM–PALEOZOIKUM | | |
| NEOPROTEROZOIKUM | | |
|  | 1130 | aplit, pegmatit |
| lužická (západosudetská) oblast | | |
| magmatity lužické oblasti | | |
| PALEOZOIKUM | | |
| SPODNÍ PALEOZOIKUM | | |
|  | 1511 | serpentinit a další ultrabazika a bazika |
| orlicko-sněžnické krystalikum | | |
| PROTEROZOIKUM–PALEOZOIKUM | | |
| NEOPROTEROZOIKUM | | |
|  | 2314 | vložky kryst. vápence v metaprachovcích |
| NEOPROTEROZOIKUM–SPODNÍ PALEOZOIKUM | | |
|  | 2306 | metaprachovce, vložky kryst. vápence |
|  | 896 | pararula |
|  | 900 | svor |
|  | 908 | střídání amfibolitu, kyselého metavulkanitu, svoru, ci ruly |
|  | 911 | amfibolit až metagabro |
|  | 925 | metadroba, metaprachovec, fylit |
|  | 929 | metatuf, rula |
|  | 930 | metaryolit, metadacit a jejich metatufy |
| karpatská předhlubeň | | |
| KENOZOIKUM | | |
| NEOGÉN | | |
|  | 1821 | vápňitý jíł (tégł), místy s polohami písků |

4.3.1 Předkvartérní podklad

Zábřežské krystalikum

Jedná se o jižní pokračování novoměstského krystalinika a tvoří jižní uzávěr orlicko-kladského krystalinika (Opletal et al. 1980). Bušínským zlomem je ohraničeno na severovýchodě a na jihu

⁵ Zdroj ČGS

navazuje na letovické krystalinikum. Podél vacetínské linie je nasunuto na svinovsko-vranovské krystalinikum.

Vzniklo regionální metamorfózou původních mocných poloh klastických sedimentů drob a břidlic na páskované fylity, ve kterých se se vzácností objevují vložky kvarcitů a metamorfovaných karbonátů. Běžně jsou součástí také metabazity. Naše zájmová oblast je méně metamorfovaná – facie zelených břidlic. Horniny typu metaprachovců, metadrob, místy až grafitických nebo páskovaných fylitů s ojedinělými vložkami mramorů (nebyly předběžným průzkumem zastiženy – nalezeny pouze úlomky světle šedých krystalických vápenců v ornici) tvoří bezprostřední skalní podloží stavby.

Zábřežské krystalinikum se skládá ze starých metamorfovaných hornin, čemuž odpovídá i tektonická stavba. V území okolo stavby je zaznamenáno značné provrásnění s převažujícími sklony foliací k severu a jihozápadu. Tektonické linie zasahující do stavby jsou směru SSZ-JJV (případně SZ-JV a SV-JZ).

Mírovský kulm

Je umístěn v nadloží metamorfované zábřežské krystalinické skupiny.

Předběžný průzkum zaznamenal hnědé prachovce s častými povlaky oxidů železa i s dendrity na odlučných plochách. Tyto prachovce byly charakteru velmi jemně slídnatých místy s vyšším obsahem jemnozrné písčité frakce – až charakteru pískovce. Hornina měla také znaky silné tektoniky a rozpadala se na polyedrické, místy až deskovité bloky, místy tak snad i se slabými náznaky metamorfózy.

Většinový směr tektonických linií je SV-JZ až SSV-JJZ. Zlom předpokládající křížení s danou dálnicí nedaleko obce Řepová je směru ZSZ-VJV.

Česká křídová pánev

Výsledkem sedimentace písků, jílu a karbonátů (trvajících až 15 milionů let) je česká křídová pánev. Sedimentace počala ve sladkovodním až brakickém prostředí, později v prostředí mořském (spojení s oceánem Tethys). Tato pánev je součástí soustavy středoevropských mělko mořských pánví vzájemně propojených po cenomanské transgresi a vyvíjejících se do santonu.

Perucko - korycanské souvrství s mocností maximálně 100 m s převahou pískovce je na bázi této pánve.

Sedimenty křídý jsou zasaženy tektonickými poruchami – zlomy, přesmyky, flexury.

Kyšperská synklinála

Rozkládá se na východním okraji české křídové tabule a obsahuje sedimentární horniny, které jsou stáří od cenomanu do coniaku.

Dle litologie se dělí na čtyři souvrství:

- 1) **Perucko – korycanské souvrství** (křída – cenoman) tvořící bázi křídových sedimentů – uloženy typu jílovců (s vložkami bitumenních jílovců až místy s výskytem uhelných jílovců), křemité pískovce často s příměsí glaukonitu, na bázi pak slepence, uzavření sedimentací prachovců a jílovců
- 2) **Bělohorské souvrství** (křída – spodní turon) s převahou karbonátových sedimentů, na jeho bázi je glaukonitický horizont, nad ním slínovce, místy s vyšším obsahem skeletárních úlomků – jehlic hub – opuky a nad nimi se nachází vápnito-jílovité středně až hrubě zrnité pískovce s vyšším obsahem glaukonitu
- 3) **Jizerské souvrství** (křída – střední turon) – mořské usazeniny – převažují facie pevných slínovců přecházejících v nadloží do pevných prachovito-písčitých slínovců až pískovců, na okraji pánve se nachází jemnozrné pískovce, v centru vápnité jílovce, slínovce a opuky
- 4) **Teplické a březenské souvrství** (křída – svrchní turon až coniak) – vápnité jílovce, místy s vyšším obsahem prachovité složky, nadloží křídý se skládá z marinních neogenních sedimentů – prachovité až jemně písčité jílovce a jíly, zčásti vápnité (tégly), místy s vložkami pískovců, případně až slepenců

Strmé západní křídlo synklinály je dislokováno významnou kyšperskou poruchou (tektonická linie udávající SSZ-JJV směr synklinály), místy tvořenou i několika paralelními zlomy.

Navrhovaná trasa dálnice prochází několika tektonickými liniemi tohoto směru.

Terciární sedimenty

Na okrajových částech budoucí stavby dálnice byly pravděpodobně nalezeny pliocenní sedimenty, které jsou uloženy na marinních zpevněných mezozoických sedimentech. Také byly zastíženy přímo na krystalinických horninách zábřežské skupiny orlicko-sněžnického krystalinika, které jsou v tomto místě zastoupeny tmavě šedými metaprachovci. Pliocenní sedimenty jsou z litologického hlediska převážně jemnozrného charakteru – převažují zde plastické nebo písčité jíly, místy s výskytem čoček písků s proměnlivým zahliněním nebo i štěrků, které mají nízký stupeň zralosti a také nízký stupeň opracování zrn (převážně prachovců a hornin krystalinika, obdobné složení jako u kvartérních štěrků). Tyto sedimenty jsou s velkou pravděpodobností limnického až limnicko-fluviálního původu, nevápnité a s makroskopicky nezjištěnými fosilními pozůstatky.

4.3.2 Kvartérní pokryvné útvary

Nejmladšími pokryvnými útvary jsou sedimenty kvartérního stáří. Ty jsou převážně zastoupeny deluviálními (svahovými) sedimenty, eolickými, eolickodeluviálními sedimenty a fluviálními sedimenty stávajících a občasných vodotečí a vyšších terasových stupňů. Povrch stávajícího terénu je svrchu kryt humózním horizontem (ornicí) a to o mocnosti 0,1 – 0,6 m.

V blízkosti stávajících vodotečí byly ojediněle archivními sondami zastíženy organické zeminy. Nejmladšími pokryvnými útvary jsou pak navážky.

Vyšší mocnost kvartérních zemin byla dokumentována ve dně erozních rýh a v paleoúdolích bývalých vodních toků a v údolích stávajících občasných i trvalých vodních toků.

Deluviální a deluviofluviální sedimenty jsou v zájmové lokalitě rozšířeným typem pokryvných útvarů. Tyto sedimenty jsou vázány především na svahy a úpatí místních údolí. Jedná se o sedimenty vzniklé pomalými svahovými pohyby s ojedinělým přemístěním ronovou vodou. Tyto sedimenty mají dosti podobné litologické složení odrážející místní geologickou stavbu. Na slínovcovém podloží se převážně jedná o jíly a hlíny se střední až vysokou plasticitou, na podloží z pískovce a na metamorfovaném podloží se vyskytuje spíše charakter písčité hlíny s úlomky matečné horniny. Lokálně mohou obsahovat i štěrkovitopísčitou příměs z výše položených terasových stupňů místních vodotečí. Pro sedimenty je charakteristická jejich nízká frakční vytříbenost až nevytříbenost.

Fluviální sedimenty jsou vázány na plošně malá území podél stávajících stálých, případně občasných vodních toků. Jedná se převážně o hlinitopísčité, hlinitojílovité, jílovité a písčitojílovité sedimenty tuhé až pevné konzistence, s možným proměnlivým podílem drobné štěrkovitopísčité frakce. Svrchní jemnozrnější partie často obsahují organogenní příměs. Mocnost mladších fluviálních sedimentů dosahuje v zájmovém území více než 20 m. (závěrečná část úseku)

Eolické a eolickodeluviální sedimenty jsou ve východní části úseku nejrozšířenějším typem pokryvných útvarů. Geneticky se jedná o jemnozrný jílovitoprachovitý materiál, který byl transportovaný a na příhodných místech ukládaný větrem – spraš. Po svém uložení mohl být lokálně částečně redeponován – sprašová hlína. Jedná se převážně o jíly a hlíny s nízkou až střední plasticitou, lokálně slabě jemně písčité a vápnité, místy bobtnavé. Čisté spraše mohou být i prosedavé.

V bocích a úpatích ronových údolí se kvartérní sedimenty předchozích typů variabilně mísí a prolínají a nelze je přesně zařadit.

Navážky představují nejmladší typ kvartérních zemin. Vznikaly v zájmovém území od středověku a souvisely s rozvojem sídel a zpevňováním cest. Výraznější akumulace navážek v zájmové trase byly zjištěny pouze v místech křížení se stávajícími komunikacemi, v místech aplanovaných lomů a v katastru obce Řepová. V tomto případě se jedná o zanesené usazovací nádrže v místním průmyslovém areálu. Předpokládáme, že mocnost konstrukčních vrstev komunikací nepřesahuje 1,5 m, mocnost navážky v aplanovaných lomech může přesahovat i 4 m.

Humózní a organické zemin dosahují v zájmovém území mocnosti cca 0,15-3,0 m. Všeobecně lze konstatovat, že vyšší mocnosti organických zemin se vyskytují v blízkosti místních vodotečí, nebo v erozních rýhách.

4.4 Hydrogeologické poměry

Území přiřazené k plánované trase silnice zasahuje celkem do čtyř hydrogeologických rajónů:

- 4262 Kyšperská synklinála-jihní část
- 6432 Krystalinikum jižní části Východních Sudet
- 6620 Kulm Dražanské vrchoviny
- 1610 Kvartér Horní Moravy.

4262 Kyšperská synklinála – jižní část

Západní část zájmového území patří do rajónu **4262 Kyšperská synklinála - jižní část** bilančního celku 8 (dále jen bc8) české křídové pánve, ten je jedním z vodárensky nejvýznamnějších rajónů východních Čech. V sedimentární výplni kyšperské synklinály lze vyčlenit 3 kolektory A, B a C, mezilehlé izolátory a stropní izolátor. Jílovcová výplň pohřbeného předmiocenního údolí mezi Jablonným nad Orlicí a Třešňovcem je hydrogeologickou bariérou.

Nesouvisle vyvinutý bazální **kolektor A** tvoří průlinovo – puklinově propustné pískovce **perucko – korycanského souvrství**. Z vodárenského hlediska je nevýznamný z důvodů špatné kvality vody, omezeného rozšíření a nedostatečného infiltračního zázemí. Příznivější podmínky pro oběh podzemní vody jsou však právě v jihovýchodní části rajónu.

Hlavní **kolektor B** je vázán na křehké horniny horní části **bělohorského souvrství** v puklinovém systému vývoje prachovito–písčitých spongilitických slínovců. Mocnost kolektoru je obtížně určitelná, neboť spodní ohraničení tvoří plynulá horninová změna v rámci souvrství, karotážní sondáží byla určena na 50 m. Příčnou poklesovou dislokací u Starého Města je oddělena jižní část kyšperské synklinály na oblast se samostatným oběhem podzemní vody jež je drénována JV směrem do Třebůvky u Pěčíkova. Vysoká průtočnost spolu s dobrým infiltračním zázemím činí kolektor B vodohospodářsky nejvýznamnější v bc8.

Křídový **kolektor C** je nesouvisle tvořen puklinovým systémem spongilitických slínovců a pískovců ve svrchní části **jizerského souvrství**. Na rozdíl od kolektoru B je kolektor C otevřen k V, kde se jak doplňuje tak odvodňuje. Díky tomuto zvodnění má využití právě v zájmovém území v úzkém pruhu s volnou hladinou a živým oběhem podzemní vody. Mocnost zvodně je obvykle 30 – 40 m. Trasa plánované dálnice D35 zasahuje do tohoto rajónu v úseku mezi 91 až 95 km celé D35.

6432 Krystalinikum jižní části Východních Sudet

Centrální část zájmového území patří do rajónu **6432 Krystalinikum jižní části Východních Sudet**, je charakterizována slabou puklinovou propustností skalních hornin a proměnlivou průlinovou propustností kvartérních sedimentů. První mělká zvodně s volnou hladinou podzemní vody se zpravidla vytváří právě v kvartérních sedimentech a jejím charakteristickým rysem je proměnlivá míra zvodnění jak v prostorovém tak v časovém měřítku. Hlubší zvodně jsou vázány na puklinový systém v pásmu přípovrchového rozpojení podložních metamorfovaných hornin zábřežského krystalinika. Trasa plánované dálnice D35 zasahuje do tohoto rajónu v úseku mezi 95 až 103 km celé D35.

6620 Kulm Dražanské vrchoviny

Zvodnění hornin je charakterizováno průlinovo-puklinovým oběhem podzemních vod v zóně zvětrání a pásma podpovrchového rozpojení hornin a puklinovou propustností hlubšího oběhu vázaného především na tektonicky predisponované zóny mírovského kulmu. Vyšší hodnoty průtočnosti byly ověřeny především ve slepenicích a tektonicky porušených pásmech hornin. Trasa plánované dálnice D35 zasahuje do tohoto rajónu v úseku mezi 103 až 109 km celé D35.

1610 Kvartér Horní Moravy

Rajón tvoří pruh o šířce 1 – 4 km. Podloží kvartérních sedimentů řeky Moravy tvoří pásmo povrchově rozpukaných hornin zábřežského krystalinika (na severu) a kulmu Dražanské vrchoviny (na jihu). Území na pravém břehu řeky Moravy mezi Mírovkou a Třebůvkou je

hydrogeologicky příznivé. Dochází zde k živé a rychlé infiltraci a k rychlému doplňování zásob, obzvláště při vysokých vodních stavech. Nacházejí se zde šterkopískové sedimenty údolní nivy, které jsou překryty vrstvou spraší a sprašových hlín. Hladina podzemní vody vystupuje na úroveň 2,0 – 4,0 m pod terén. Trasa plánované dálnice D35 zasahuje do tohoto rajónu v úseku mezi 108 až 109 km celé D35.

Při podrobnější specifikaci lze ve sledované oblasti rozlišit čtyři základní horninové formace, ve kterých jsou dokumentovány zvodně s kolektorskými vlastnostmi.

Křídové kolektory:

Z hlediska prostorového režimu je možno definovat nejdůležitější zákonitosti tvorby, oběhu, akumulace a odvodnění podzemních vod v zájmové oblasti rajónu Kyšperská synklinála (kolektor B):

- K dotaci nádrží podzemních vod v kolektoru dochází především srážkovou činností, menší měrou influkcí z toků protékajících infiltračními oblastmi;
- V oblasti plánované výstavby silnice se mocnost spodnoturonského kolektoru pohybuje okolo 40 - 50 m.
- průtočnost kolektoru B je vysoká až velmi vysoká, aritmetický průměr dat z 21 vrtů transmisivity kolektoru B je 432 m²/d.,
- z oblasti infiltrace srážkových a povrchových vod do kolektoru B odtéká podzemní voda přibližně JV směrem k řece Třebůvce. Piezometrická úroveň hladiny je ve výšce 300 – 320 m n.m.
- hlavní odvodnění spodnoturonského kolektoru B v jižní části kyšperské synklinály je zprostředkováno řekou Moravskou Sázavou a hlavně Třebůvkou. Artézsky napjatá podzemní voda vyvěrá do Třebůvky v Pěčíkově do kvartérních údolních náplavů.

V případě rajónu **Krystalinikum Východních Sudet** lze zvodnělý kolektor charakterizovat jako puklinový kolektor hydrogeologického masívu s proměnlivým podílem průlinové porozity v pásmu připovrchového rozpukání a rozpraskání hornin zábřežského krystalinika. Hladina podzemní vody je zde zpravidla mírně napjatá a s výjimkou údolních den je zakleslá v hloubce minimálně několik metrů pod terénem. Podzemní vody jsou zde doplňovány výhradně vodami srážkovými tak, že vydatnost zdrojů je závislá jednak na četnosti puklin v jímacím území a jednak na množství srážek spadlých v povodí zdroje. Transmisivita se pohybuje obvykle v řádu $n \times 10^{-5}$ m²/s.

V případě rajónu **Kulm Dražanské vrchoviny** lze zvodnělý kolektor charakterizovat jako puklinový kolektor hydrogeologického masívu s proměnlivým podílem průlinové porozity v pásmu připovrchového rozpukání a rozpraskání hornin. Porušení způsobuje hlubší oběh podzemní vody, kdežto mělčí oběh zprostředkovávají kvartérní svahové sedimenty. Transmisivita se pohybuje v rozmezí $n \times 10^{-4}$ až $n \times 10^{-5}$ m²/s. Hladina je zpravidla volná, místy mírně napjatá.

V **kvartérních kolektorech** mají vodní útvary vázané na tento typ prostředí průlinovou propustnost, která směrem do podloží přechází do průlinově-puklinového prostředí skalního podloží křídových hornin a krystalinika. Prostorově lze kvartérní zvodně vymežit hydrologickými povodími. Transmisivita se pohybuje v řádu $n \times 10^{-3}$ až $n 10^{-4}$ m^2/s , v povrchových holocenních partiích je o jeden až dva řády nižší. Důvodem je zvýšený podíl jílovité frakce, která znesnadňuje vsak srážkových vod. Míra zvodnění je kromě propustnosti horninového souboru v přímé závislosti na množství atmosférických srážek. Hladina je volná, jen výjimečně mírně napjatá.

4.5 Chráněná oblast přirozené akumulace vod

V zájmovém území je v souladu s nařízením vlády č. 85/1985 Sb. vyhlášena CHOPAV Kvartér řeky Moravy, předmětem ochrany je údolní niva řeky Moravy. Do uvedené oblasti okrajově zasahuje východní okraj plánovaného úseku trasy D35.

4.6 Ochranná pásma vodních zdrojů

V nejbližším okolí zkoumané oblasti se nenachází žádný zdroj podzemní vody využívaný k hromadnému zásobování obyvatelstva. Obce, nacházející se v zájmové oblasti, jsou napojeny na skupinové vodovody, jejichž zdroje se nacházejí mimo území realizovaného hydrogeologického průzkumu.

V zájmovém území můžeme dále nalézt další zdroje podzemní vody využívané k zásobování obyvatelstva v minulosti, které jsou ale dnes nevyužité. Např. série pramenních jímek a zářezů zdroje Mírov – Obora, jež přímo sousedí s plánovanou silnicí, či prameniště Křemačov s vodojemem Neptun. Jižně od trasy komunikace se nachází i staré gravitační prameniště Mohelnice – les.

Nejvýznamnější je skupina pramenních jímek a studní v severním okolí Dětrichova u Moravské Třebové, v Kančím dole, v úseku plánovaného tunelu, jež se v současné době využívají k individuálnímu zásobování pitnou vodou obyvatel Dětrichova u M. T. Ochranná pásma tohoto zdroje nejsou vymezena.

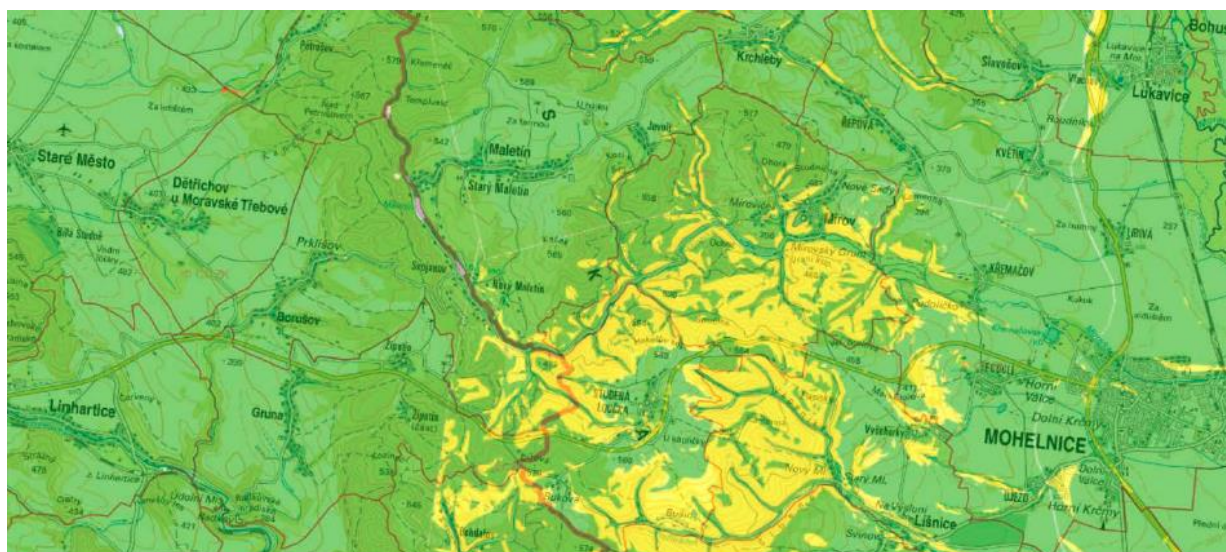
4.7 Záplavová území

Trasa D35 je téměř v celé své délce mimo záplavové území okolních vodních toků, pouze MÚK Mohelnice sever překračuje na koso záplavové území potoka Mírovka. V území jsou rizika spojené s přívalovým deštěm resp. tzv. bleskovou povodní, které v tomto území s daným reliéfem a zemědělskou činností jsou příčinou vzniku plošné vodní eroze na orné půdě.

4.8 Geodynamické poměry

Dle mapy Svahových nestabilit z archivu České geologické služby v zájmové lokalitě úseku dálnice D35 nejsou zaznamenány žádné aktivní ani uklidněné svahové deformace.

Na obr. č. 4-6 jsou žlutou barvou zvýrazněné oblasti, kde by mohly vzniknout potenciální svahové deformace.

Obrázek 4-6: Mapa svahových nestabilit⁶Obrázek 4-7: Legenda k mapě svahových nestabilit⁷

Mapa náchylnosti svahů k sesouvání

Náchylnost svahu k sesouvání

- | | | |
|---|---|---|
| | 1 | Třída nízké náchylnosti – jsou oblasti s nejméně vhodnými podmínkami pro vznik svahových deformací v dané oblasti |
| | 2 | Třída střední náchylnosti – v těchto územích nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit |
| | 3 | Třída vysoké náchylnosti – definuje části oblastí, kde zohledněné podmínky jsou nejvíce vhodné pro vznik svahových nestabilit |

Mapované svahové nestability

Mapované nestability plošně

- | | |
|---|-------------------|
| | Dočasně uklidněné |
| | Uklidněné |

4.9 Seismicita, poddolovaná a chráněná ložisková území

Seismická aktivita

Podle ČSN EN 1998-1 (73 0036), Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení, část 1: Obecná pravidla, seismické zatížení a pravidla pro pozemní stavby, náleží zájmové území do okresu Svitavy (západní část území) a do okresu Šumperk (východní část).

Dle mapy seismických oblastí ČR sestavené dle hodnot špičkových seismických zrychlení podloží na obr. č. 4-8 je hodnota $a_{gR} = 0,00$ až $0,02$ g pro okres Svitavy a $a_{gR} = 0,06$ až $0,08$ g pro okres Šumperk. Mapa zobrazuje pro každý okres jen hodnotu zrychlení a_{gR} stanovenou v závislosti na dříve pozorovaných účincích zemětřesení, která bude překročena

⁶ Zdroj ČGS

⁷ Zdroj ČGS

s pravděpodobností 10% během časového intervalu 50 let, což odpovídá referenční době návratu (periodě opakování) 475 let.

Obrázek 4-8: Mapa seizmických oblastí ČR ⁸



Úvodní část úseku dálnice D35 na území okresu Svitav můžeme zařadit základové půdy do typu E – odpovídající hodnota pro tužší podklad $V_{s,30} = 800$ m/s. Dále část úseku v okrese Svitav patří do typu A (většinou s minimální mocností pokravných útvarů), kde je odpovídající hodnota také $V_{s,30} = 800$ m/s. Druhá část úseku dálnice spadá do okresu Šumperk, kde lze základové půdy zařadit do typu A s odpovídající hodnotou $V_{s,30} = 800$ m/s. Poslední úsek trasy můžeme zahrnout do typu B, místy až E s hodnotou $V_{s,30} = 360 - 800$ m/s.

Poddolovaná území a ložiska nerostných surovin

V navrhovaném úseku dálnice D35 se dle registru České geologické služby nenacházejí poddolovaná území. V širším okolí posuzované části trasy jsou zaevidována stará důlní díla a potenciální ložiska železných rud, která ovšem mají nízkou prozkoumanost. Jsou uvedena na obr. č. 4-9.

⁸ Zdroj V. Schenk and Z. Schenková

Obrázek 4-9: Mapa surovinového informačního systému, důlních děl a poddolovaného území⁹Obrázek 4-10: Legenda k mapě na obr. č. 4-9¹⁰

Surovinový informační systém

Dobývací prostory

Dobývací prostory těžené (DPT)



Dobývací prostory netěžené (DPN)



Chráněná ložisková území (CHLÚ)



Ložiska

B - Výhradní ložiska



D - Ložiska nevyhrazených nerostů



Zdroje

P - Předpokládané ložisko (schválený prognózní zdroj) vyhrazeného nerostu



Průzkumná území

Průzkumná území - platná



Důlní díla

Důlní díla



Poddolovaná území

Poddolovaná území



⁹ Zdroj ČGS

¹⁰ Zdroj ČGS

Poddolovaná území v blízkém okolí trasy dálnice D35:

- Křemačov 1 před i po 1945 rudy haldy propad. ústí
- Křemačov 2 do 19 stol. rudy drobné
- Květín 1 po 1945 rudy drobné
- Podolí u Mohelnice 1 do 19. stol. nerudy žádné
- Podolí u Mohelnice 2 před 1945 rudy drobné
- Mírov před 1945 nerudy haldy propadl.
- Květín 2 do 19. stol. rudy, nerudy haldy
- Květín 3 do 19. stol. rudy

Díky předběžnému průzkumu se zjistila existence skládky průmyslového odpadu u obce Řepová. Ovšem ani jednou z provedených průzkumných sond (PJ177, J178, J179), které měly být situovány na bývalé skládce průmyslového odpadu Mírov, se to nepodařilo ověřit. V obci Řepová je registrováno jen jedno kontaminované místo ($x = 1095281$ m, $y = 572132$) viz. <https://kontaminace.cenia.cz>. Bližší informace se k této ekologické zátěži nezjistilo. Předběžným průzkumem byly v úseku D35 zastiženy pouze návozy související s místními komunikacemi.

Oznámená důlní díla:

Dle registru ČGS nejsou v zájmové lokalitě projektovaného úseku dálnice D35 registrována žádná oznámená důlní díla.

Zvláště chráněná ložisková území:

V zájmové prostoru se dle mapy surovinového informačního systému nenachází chráněné ložiskové území.

5. Geotechnické a hydrogeologické požadavky pro podrobný průzkum vyplývající z předběžných výsledků

Podrobnou etapu průzkumných prací pro stávající úsek komunikace D35 bude nutné vzhledem ke změně nivelety vozovky provést v plném rozsahu dle příslušných TP, a to zejména u mostních objektů, kde částečně došlo i ke změně jejich polohy. Průzkum bude proveden formou jádrových IG a hydrogeologicky vystrojených HG vrtů, doplněných v místech vhodných pro použití o statické penetrační zkoušky a o penetrační zkoušky s použitím elektrického hrotu. Tyto zkoušky poskytnou kontinuální data o některých důležitých geotechnických parametrech podložních zemin/základových půd.

Dále bude v několika vybraných oblastech trasy D35 uskutečněno doplnění údajů o chování úrovně hladiny podzemní vody a jejího chemizmu na vybraných hydrogeologických objektech jejich monitoringem.

6. Obecné požadavky na podrobný geotechnický průzkum

Podle TP 76 se podrobný geotechnický průzkum provádí ve stanovené aktuální trase dle předkládané projektové dokumentace ve stupni DÚR.

Jeho náplní je inženýrsko-geologické a hydrogeologické posouzení trasy a posouzení technické realizovatelnosti pozemní komunikace včetně posouzení staveniště mostních objektů s případným doporučením optimálního vedení trasy. Požadavky na rozsah prací vyplývají z předaných podkladů, charakteru a dispozic jednotlivých objektů, délky dílčích liniových prvků zamýšleného komplexu staveb, členitosti morfologie území i aktuálních požadavků projektanta stavby.

Úkolem podrobného průzkumu je

- a) Shromáždit komplexní údaje o inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrech v trase a v dotčeném okolí trasy a jejich geotechnická interpretace; v případě náročnějších úseků použít pro stabilitní výpočty složitější metody (MKP), provést výpočty sedání.
- b) Podrobně objasnit základové poměry stavebních objektů včetně rozšíření souboru ověřených geomechanických vlastností podloží z předchozí etapy průzkumu, případně postupovat v souladu s požadavky, kladenými na geotechnický průzkum příslušnými normami a technickými podmínkami.
- c) Doplnění údajů o technologických vlastnostech zemin a hornin z trasy a z bezprostředního okolí, kterou je možno využít jako sypaninu (podle ČSN 73 6133), jako materiálu do konsolidační vrstvy, nebo jako konstrukčního materiálu do vozovky (podle ČSN 72 1511 a ČSN 72 1512), či kameniva do betonu (s přihlédnutím na podmínku vyloučení alkalické reakce betonu podle TP 137).
- d) Stanovení chemické charakteristiky a stupně agresivity podzemních vod a zemin na stavební konstrukce dle ČSN EN 206-1.
- e) Doplnění kvantitativních a kvalitativních údajů o režimu podzemní vody v trase budoucí komunikace a jejím okolí a v případě potřeby navrhnout opatření ke snížení hladiny podzemní vody, stanovení vlivu kapilární vztlakovosti na vodní režim vozovky.
- f) Provedení základního korozního průzkumu ve smyslu TP 124 (měření smí provádět pouze zhotovitel s oprávněním na provádění korozního průzkumu pro pozemní komunikace).
- g) Zpracování případného návrhu programu doplňujícího geotechnického průzkumu.
- h) Posouzení ovlivnění stávajících vodních zdrojů, tloušťku a charakter úpravy zemin v oblasti aktivní zóny v zářezích, resp. tloušťku případné výměny, přítok podzemní vody do základových jam, resp. zářezů včetně návrhu příslušného opatření.

Pro vyhodnocení podrobného průzkumu je třeba využít všechny dostupné literární a archivní prameny a poznatky předchozích etap geotechnického průzkumu a všech dřívějších průzkumných prací. Archivní prameny, jež byly použity pro vypracování návrhu průzkumné činnosti nebo které mohou sloužit jako podklad pro zpracovatele podrobného geotechnického průzkumu, jsou uvedeny v připojeném soupisu podkladů v kapitole č. 3. Seznam základních norem a technických podmínek je uveden za textem projektu.

7. Specifikace průzkumných prací

Pro ověření geologických, hydrogeologických a geotechnických poměrů jsou na lokalitě projektovány následující práce:

- ohlašovací, přípravné a rešeršní práce,
- geofyzikální průzkum,
- jádrové vrty (J),
- vystrojené hydrogeologické vrty (HJ),
- statické penetrační zkoušky (SP),
- statické penetrační zkoušky s elektrickým hrotem (SPe)
- presiometrické zkoušky
- podrobný hydrogeologický průzkum
- korozní průzkum,
- vzorkovací práce,
- laboratorní rozbory a zkoušky,
- měřické práce,
- geotechnické výpočty,
- výkony geologické služby.

Stanovený druh a rozsah průzkumných prací může být s konečnou platností pro realizaci upřesněn, pozměněn či doplněn pouze na základě:

- nepředvídatelných okolností či skutečností zjištěných v průběhu průzkumných prací, tj. především určení hloubek odkryvných prací, upřesnění polohy sond, případně přizpůsobení technologie sondáže na základě aktuálně zastižené geologie k dosažení účelu průzkumu požadavků ŘSD vyplývajících z činnosti projektanta či z expertní činnosti,
- získání nových poznatků z nyní nedostupných archivních podkladů.

7.1 Ohlašovací, přípravné a rešeršní práce

Z důvodu přechodu části projektované trasy okrajem ochranných pásem jímacích území Moravská Třebová – Mírov, prameniště; Mírov vodovod a Mohelnice – vodovod, prameniště je nutný, na základě z. č. 254/2001 Sb. § 14 písm. c) Povolení k některým činnostem – geologické práce spojené se zásahem do pozemku v záplavových územích a v ochranných pásmech vodních zdrojů, souhlas příslušného vodoprávního úřadu (MěÚ Šumperk).

Zhotovitel podrobného GTP je také ve smyslu § 7 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů povinen 30 dnů před jejich zahájením odevzdat České geologické službě podklady k evidenci nově zahajovaných geologických prací. Stejně tak je třeba postupovat i ve smyslu § 6, odstavce 3 zákona č. 62/1988 Sb. vůči krajskému úřadu, v jehož správním obvodu mají být práce spojené se zásahem do pozemku prováděny i ve smyslu § 9a, odstavce 3 téhož zákona o oznamovací povinnosti vůči obcím, na jejichž území mají být práce provedeny.

Stejně tak je nutné vstoupit v jednání s vlastníky pozemků i jejich nájemci a uzavřít písemnou dohodu o provádění geologických prací a náhradě eventuelních vzniklých škod. Pro účely lokalizace podzemních sítí je pak nutno zažádat o vyjádření z hlediska jejich možných kolizí s průzkumnými sondami u jejich správců, v případě kolize pak jejich přesné vytyčení.

V okolí vyšetřovaného úseku komunikace D35 byly v minulosti provedeny průzkumy, (blíže viz kap. 3) řešící především hydrogeologickou a inženýrskogeologickou problematiku. Jejich

výsledky umožní upřesnit stavbu zájmového prostoru a doplnit informace především o hydrogeologických poměrech v samotné trase a jejím okolí a posoudit možné ovlivnění stávajících hydrogeologických poměrů a dalších jímacích objektů nacházejících se v okolí trasy nejen samotnou výstavbou komunikace, ale i jejím provozem. V této souvislosti je také poukazováno na problematiku odvádění srážkových vod (resp. splachových vod) z nově projektované dálnice D35. Ta by však měla být dle projektové dokumentace řešena prostřednictvím kanalizačního řadu podél komunikace, poté budou centrálně splachové vody svedeny a předčištěny (odlučovače ropných látek) a přes retenční nádrž vypouštěny do povrchových toků (blíže viz projektová dokumentace stavby ve stupni DÚR – PUDIS, a.s., 2020).

7.2 Odkryvné práce

Vrtné práce jsou navrženy v rozsahu dle TP 76 odpovídajícím složitosti geologické stavby území, náročnosti stavby - druhu konstrukce (zemní těleso, objekt) a podrobnosti etapy průzkumu. Odkryvné práce poskytnou obraz o rozhraní odlišných struktur, o přirozeném uložení zemin a hornin a vodním režimu lokality.

Při projektování míst průzkumných sond byl využit předpis TP 76 MDS-OSI č.j.485/09-910-IPK/1 ze dne 17.6.2009. Přihlédnuto bylo i k archivním sondám předběžných průzkumů, u kterých bylo posouzeno jednak umístění, jednak jejich hloubka. Hloubky sond jsou navrženy rozdílně pro zářezy (podle vodního režimu a výšky nivelety), pro násypy (podle výšky násypu, únosnosti a stlačitelnosti jejich podloží) a pro mostní objekty (podle hloubky podloží a předpokládaného způsobu založení), resp. možné přístupnosti terénu pro sondážní techniku. Vzhledem k tomu, že v projektové dokumentaci je uveden pouze způsob založení jednotlivých mostních objektů, vycházel autor při navrhování hloubky jednotlivých sond ze závěrů a doporučení uvedených v předběžné etapě inženýrsko-geologického průzkumu pro tento úsek dálnice D35.

Hloubky průzkumných sond jsou navrženy v souladu s ČSN EN 1997 - Eurokódem 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy, přílohy B tak, aby byly ověřeny všechny vrstvy podloží a charakter horninového prostředí, které bude v interakci se stavebním objektem, resp. ovlivní technické řešení objektu anebo na kterém se projeví přetížení (ČSN 73 6133). Hloubky některých vrtů mohou být v závislosti na zastížených geologických podmínkách upraveny. Operativní změny hloubek určí odpovědný řešitel na základě průběžného vyhodnocování terénních prací tak, aby bylo v maximální míře dosaženo splnění účelu průzkumných prací. Návrhy na změny hloubek a zásadnější posuny jednotlivých sond vůči projektu budou v průběhu sondážních prací konzultovány a následně schváleny pověřeným zástupcem zadavatele, případně supervize.

Z odkryvných prací budou v rámci podrobného průzkumu hloubeny jádrové průzkumné vrty (v situačních podkladech označeny J) pomocí pojízdných strojních souprav technologií jádrového vrtání s tvrdokovovými (TK) korunkami, a to v zeminách profilem umožňujícím odběr neporušených vzorků (min. Ø 156 mm), mimo hydrogeologických pozorovacích vrtů (v situačních podkladech označeny HJ), které budou nejprve hloubeny profily pro IG vrty (odběr vzorků zemin), následně bude provedena příbírka speciální vrtnou technikou (valivým dlátem) na průměr 165 mm a provedeno jejich vystrojení PVC pažnicí. Jádrové vrty přes svrchní kvartérní pokryv je nutno vrtat bez výplachu. V prostředí hornin předkvartérního podkladu (ve skalních horninách) se předpokládá použití technologie dvojitého jádrového vrtání s diamantovými vrtnými (DIA) korunkami při použití vodního vrtného výplachu.

Trvalé vystrojení vrtů vyžadují pouze vrty hydrogeologické pozorovací (HJ), a to perforovanou pažnicí min. \varnothing 125 mm obsypanou kačírkem (těžené kamenivo frakce cca 8/16 mm). Horní díl pažnice (od 1 m pod terénem) bude plný a bude utěsněn jílovým těsněním. Pažnice bude vytažena cca 1 m nad terén a bude opatřena uzamykatelným uzávěrem. Pažnice bude rovněž opatřena signální tyčí do výšky cca 2,0 m nad terénem. Ostatní jádrové inženýrskogeologické vrty budou mít pouze dočasnou manipulační výstroj (v místech nesoudržných sedimentů), po dokumentaci vrtů a odběru vzorků budou likvidovány hutněným záhozem. V případě rizika propojení zvodní budou vrty likvidovány tamponáží.

V tabulce v příloze č. 4 projektu podrobného průzkumu, je uveden přehled všech projektovaných sond, jejich projektovaná hloubka, druh a počet zvláštních vzorků zemin, hornin a podzemní vody navržených k odběru. Situace sond s hloubkou je vynesena v příloze č. 2. Průběžně bude odebíráno celé vrtné jádro a jako dokumentační vzorky bude ukládáno do standardních dřevěných vzorkovnic. Všechny sondy budou dokumentovány odborným geotechnikem, a to jednak verbálně, jednak graficky. Zároveň bude vrtné jádro dokumentováno fotograficky. Způsob vrtání, jeho průběh a další informace budou uvedeny v samostatné technické zprávě.

U každého vrtu bude zaznamenána naražená i ustálená hladina podzemní vody (ustálená hladina bude měřena s dostatečným časovým odstupem - min. 24 hod.), zaznamenána bude i absence podzemní vody. Z vrtů budou na základě zastiženého geologického prostředí a podle pokynů odpovědného řešitele odebírány zvláštní vzorky zemin a hornin pro laboratorní vyšetření. Vzorky budou opatřeny etiketami s označením akce, zakázkového čísla, čísla vrtu, hloubkou odběru a datem odběru, v případě neporušených vzorků rovněž vertikální orientací vzorku. Vzorky zemin budou řádně označeny a spolu se soupiskou vzorků průběžně předávány k laboratornímu vyšetření - během uskladnění i přepravy musí být zachována jejich přirozená vlhkost, nesmějí být vystaveny tepelnému ani mechanickému namáhání. Vrtné jádro bude uloženo na vhodném místě, kde nehrozí riziko jeho poškození. Povinnou součástí prací je zajistit přejímku vrtného jádra zástupcem objednatele nebo supervize. Součástí fyzické přebírky vrtných jader bude výběr klíčových vrtů pro následnou trvalou archivaci vzorků jádra do 6ti přihrádkových vzorkovnic a jejich uložení ve skladu hmotné dokumentace zadavatele. O přebírce bude vyhotoven zápis. Vrtné jádro realizovaných vrtů bude po přejímce na pokyn odpovědného řešitele likvidováno.

Před zahájením sondážních prací bude nutno zajistit vstupy na pozemky a vytyčit průběhy podzemních vedení inženýrských sítí v místech sond projektovaného podrobného průzkumu ve smyslu platných právních předpisů (včetně ohlašovací povinnosti). Zhotovitel bude přítom vycházet ze zjištěné katastrální a majetkové příslušnosti dotčených pozemků.

V rámci odkryvných vrtných prací bude provedeno celkem **546** jádrově vrtných sond v celkové metráži **6651** bm. Z toho:

- | | |
|--|----------------|
| • 474 inženýrskogeologických vrtů (J) | 5216 bm |
| • 57 presometrických vrtů (PJ) | 1131 bm |
| • 15 hydrogeologických vrtů (HG) | 304 bm |

Níže je pro podrobný výkaz výměr vrtných prací uveden předpokládaný souhrn odvrtných běžných metrů (bm) dle použité vrtné technologie:

- | | |
|---|--------------------|
| • IG, PJ a HG sondy vrtné TK (do hloubky cca 10 m) | cca 1898 bm |
| • IG, PJ a HG sondy vrtné TK (hloubka 10 m a více) | cca 269 bm |
| • IG, PJ a HG sondy vrtné DIA - odhad (v int. 0 - 30 m) | cca 4465 bm |
| • IG, HG sondy vrtné DIA - odhad (v int. nad 30 m) | cca 30 bm |
| • HG sondy vrtné spec. soupravou (valivé dláto) s přibírkou na \varnothing 165 mm | cca 304 bm |

Zde je nutné poznamenat, že výše uvedené bm jsou pouze odborný odhad dle výsledků předběžného průzkumu. Předpokládaný počet bm může být dopřesněn na základě výsledků například geofyzikálního průzkumu, který bude podrobnému geotechnickému a hydrogeologickému průzkumu předcházet, skutečné metry vyplynou z reálně zastižené geologické stavby v samotné trase komunikace při realizaci vrtných prací.

7.3 Penetrační sondy

V rámci terénních prací projekt uvažuje s penetračními sondami jako s doplňkem vrtného průzkumu. Penetrační sondy jsou navrženy jako statické (SP), část bude provedena s elektrickým hrotem (SPe). Jejich úkolem bude průběžné stanovení geotechnických charakteristik souvrství zemin dle ČSN EN 1997-2 in situ. Druh penetrační sondy může být na základě rozhodnutí odpovědného řešitele podrobného průzkumu s přihlédnutím k aktuálním geologickým podmínkám na lokalitě zaměněn. V tomto případě je rovněž nezbytná konzultace se zadavatelem průzkumu či členem supervize.

Celkem je navrženo **106** sond statické penetrace o úhrnné metráži 1146 bm (z toho statická penetrace s mechanickým hrotem (SP): **102** sond o metráži **1111** bm a statická penetrace s elektrickým hrotem (SPe): **4** sondy o metráži **35** bm.

Důvodem realizace sond SPe je možnost kontinuálního měření pórových tlaků v průběhu penetrace a provedení testu rozptylu pórových tlaků in situ. Díky tomu lze s vysokou spolehlivostí určit součinitel sedání, který lze použít do výpočtu sedání násypových těles. Tyto sondy budou použity v místech projektovaných násypů vyšších než 6 m, u kterých obecně bývá počítáno s dlouhodobou konsolidací podloží. Díky těmto údajům může být zvolena vhodná metoda pro zrychlení konsolidace podloží.

Metoda statické penetrace je navržena na základě zkušenosti autora projektu podrobné etapy GTP. Geologická skladba v trase, zejména pak výskyt štěrků s největší pravděpodobností nebude bránit jejich realizaci – očekává se jejich průchodnost.

Umístění a typ penetračních sond uvádí příloha č. 2, hloubky sond jsou uvedeny v tabulce v příloze č. 3, projektované souřadnice v příloze č. 4. Rovněž i pro tuto činnost bude nutno zajistit vstupy na pozemky a stanovit průběh podzemních vedení inženýrských sítí.

7.4 Korozní průzkum

V rámci předběžného průzkumu byl proveden u všech mostních konstrukcí a tunelu Maletín korozní průzkum, což představovalo změření BP a OP (odporové profilování) na 56 místech. Na každém stanovišti byla v souladu s příslušnými normami ČSN změřena hustota bludných proudů a zdánlivý měrný odpor v zemním prostředí. Intenzita bludných proudů bude změřena ve dvou kolmých směrech. Zdánlivé měrné odpory byly zjištěny pomocí OP Wennerovou metodou.

Jelikož v dalším stupni projektové přípravy došlo místy ke změně vedení nivelety komunikace D35, změnilo se i staničení a délka některých mostních objektů. Z tohoto důvodu bude třeba doplnit měřené body u mostních objektů, případně provést nový korozní průzkum. Rozsah měření jednotlivých mostních objektů je v následující tabulce:

Tabulka č. 5: Seznam navržených bodů korozního průzkumu

| Mostní objekt | Počet měrných bodů | Zdůvodnění |
|---------------|--------------------|-------------------------------|
| SO201 | 2 body | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO201v | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO202 | 3 body | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO203 | 8 bodů | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO204 | 4 body | Nový mostní objekt |
| SO205 | 8 bodů | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO206 | 5 bodů | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO207 | 7 bodů | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO208 | 3 body | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO209 | 6 bodů | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO210 | 17 bodů | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO211 | 1 bod | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO212 | 4 body | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO213 | 1 bod | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO214 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO221 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO222 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO223 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO224 | 5 bodů | Nový mostní objekt |
| SO225 | 2 body | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO226 | 4 body | Nový mostní objekt |
| SO227 | 1 bod | Doplnění předběžného průzkumu |
| SO231 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO232 | 3 body | Nový mostní objekt |
| SO233 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO234 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO241 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO242 | 2 body | Nový mostní objekt |
| SO250 | 2 body | Nová zárubní zeď |

Geofyzikální měření smí provádět pouze zhotovitel s oprávněním na provádění korozního průzkumu pro pozemní komunikace. Měření provedená určeným normativním způsobem budou spolu s údaji o zdrojích bludných proudů a charakteristikou úložných zařízení podkladem pro navržení ochranných opatření specializovaným pracovištěm.

7.5 Geofyzikální průzkum

Problémovým úsekem je střední část vedení trasy projektované dálnice mezi východním portálem tunelu Maletín a MÚK Mohelnice sever, kde je lokálně velmi vysoká členitost území. Projektem navrhované sondy se místy nachází ve velmi prudkém svahu, kde není záruka, že bude možno sondy v navrhovaném rozsahu realizovat. U mostních objektů přes těžko přístupné terénní deprese jsou navrženy vždy dva paralelní profily v ose jednotlivých směrů vedení dálnice, pro trasové úseky a pro mostní objekt SO205, kde je třeba upřesnit především velmi pestrá geologická situace, je navržen jeden profil v ose dálnice.

Navrhované geofyzikální profily budou zpracovány ještě před realizací podrobného GTP a jejich výsledky budou využity pro případné upřesnění polohy a hloubek vrtaných sond. Cílem

projektovaného geofyzikálního průzkumu je z geologického a hydrogeologického hlediska v nejproblematictějších úsecích stavby definovat co nejpřesněji geologickou stavbu území, včetně výskytu tektonických linií odlučných ploch.

Níže jsou specifikována místa vedení jednotlivých geofyzikálních profilů.

Tabulka č. 6: Seznam geofyzikálních profilů

| NÁZEV | délka (m) | Objekt |
|--------|-----------|-------------|
| GF101A | 240 | Most SO203 |
| GF101A | 240 | |
| GF102 | 400 | Trasa SO101 |
| GF103A | 95 | Most SO204 |
| GF103B | 95 | |
| GF104 | 510 | Trasa SO101 |
| GF105 | 540 | Most SO205 |
| GF106A | 100 | Most SO206 |
| GF106B | 100 | |
| GF107A | 550 | Most SO207 |
| GF107A | 550 | |
| GF108A | 220 | Most SO209 |
| GF108B | 220 | |
| GF109A | 730 | Most SO210 |
| GF109B | 730 | |

V rámci geofyzikálních metod bude použita **mělká refrakční seismika a multielektrodové odporové profilování (MOS)**.

Multielektrodové odporové sondování (MOS)

Metoda multielektrodového odporového sondování se řadí mezi stejnosměrné geoelektrické odporové metody. Principem měření je zavádění stejnosměrného elektrického proudu do země pomocí tyčovitých elektrod a souběžná registrace potenciálového rozdílu vyvolaném budícím proudem. Z podílu hodnot napětí a proudu s využitím modifikovaného Ohmova zákona se počítá měrný odpor zemního prostředí. Hloubkový dosah odporových stejnosměrných metod závisí na rozestupu (vzdálenosti) proudových elektrod. Hloubkový dosah bude odpovídat minimálně hloubce geologických sond. Krok měření bude 2 m.

Mělká refrakční seismika (MRS)

Seismické metody posuzují geologické prostředí na základě sledování šíření uměle buzených seismických vln. Refrakční seismika studuje chování lomených vln a mapuje rozhraní mezi pokryvem charakteru nezpevněných zemin a podložím tvořeným skalními či poloskalními horninami. Sledovaným parametrem jsou rychlosti šíření seismických vln v prostředí nad i pod rozhraním. Tyto rychlosti jsou přímo závislé na elastických parametrech prostředí a nesou v sobě informace o zvětrání či rozpukání skalních a poloskalních hornin, u sedimentárních hornin pak především o jejich konzistenci od měkké po tvrdou. Rozlišovací schopnosti metody umožňují spolehlivě posoudit především průběhy spojitých struktur se skokovou změnou elastických parametrů prostředí a do jisté míry podat informace o stupni ulehlosti, soudržnosti či porušenosti sedimentárních hornin. Krok geofonů bude 4 m.

Výstupem interpretace geofyzikálních měření budou profilové geofyzikální řezy v požadovaném měřítku a ve zprávě bude horninové prostředí v zářezích zařazeno do kvazihomogenních bloků podle pevnosti a těžitelnosti hornin.

Situování jednotlivých geofyzikálních profilů je uvedeno v situaci 2.

7.6 Hydrogeologický průzkum

Hydrogeologická část předběžného geotechnického průzkumu, kterou zpracovala subdodávkou pro INSET firma AQH, s.r.o. v roce 2018 (odp. řešitel Ing. Jäger), je svým rozsahem nadstandartní a dá se říci, že v mnohém kopíruje rozsah podrobného hydrogeologického průzkumu.

V projektové části podrobného geotechnického průzkumu bude pozornost zaměřena zejména na doplnění informací z předběžného geotechnického průzkumu, a to prostřednictvím sítě hydrogeologických vrtů, a ověření jejich kvantitativních a kvalitativních parametrů. Situování jednotlivých vrtů bylo provedeno s ohledem na charakter horninového prostředí a založení stavby tak, aby mohla být podrobně definována míra ovlivnění hydrogeologických poměrů a případně hydrogeologických objektů, výstavbou a provozem projektované stavby. Zároveň navrhované hydrogeologické práce respektují doporučení daná zhotovitelem hydrogeologické části předběžného geotechnického průzkumu pro další etapu průzkumných prací.

7.6.1 Vybudování hydrogeologických vrtů

V rámci podrobného geotechnického průzkumu bude realizováno 15 ks hydrogeologických vrtů, které budou situovány (kilometráž je uváděna ve staničení celé D35), přesné situování je přehledně znázorněno v situaci průzkumných sond v příloze č.2:

1. Km cca 91,40 (zářez Z1 91,100-91,580), vlevo, hloubka vrtu 12,0 m
2. Km cca 94,75 (zářez Z4 94,630-94,775), vpravo, hloubka vrtu 60,0 m
3. Km cca 95,70 (násyp N6, SO 206), vpravo, hloubka vrtu 12,0 m
4. Km cca 96,70 (zářez Z5), vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
5. Km cca 98,30 (zářez Z8), vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
6. Km cca 99,50 (zářez Z9), vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
7. Km cca 100,160, hloubka vrtu 15,0 m, vpravo
8. Km cca 101,60 (zářez Z10), vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
9. Km cca 102,5 (násyp N14), vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
10. Km cca 103,3 (zářez Z11), vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
11. Km cca 104,60 (násyp N16) vpravo, hloubka vrtu 15,0 m
12. Km cca 106,20 (zářez Z12), vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
13. Km cca 106,80 (zářez Z12) vlevo, hloubka vrtu 20,0 m
14. Km cca 108,5, vlevo, hloubka vrtu 15,0 m
15. Km cca 109,15, vpravo, hloubka vrtu 15,0 m

Hydrogeologické vrty budou vystrojeny PVC zárubnicí o průměru 140 mm, v místě výskytu hydrogeologického kolektoru perforovány, o definitivním způsobu vystrojení rozhodne hydrogeolog zhotovitele a také se k tomu vyjádří supervize. V místě elevací, kde bude mělce pod terénem zastiženo skalní podloží, postačí výstroj o průměru 125 mm. Vrty budou obsypány praným říčním štěrkem frakce 4/8 mm, případně nižší frakcí v místě zastižení jemnozrnějších hornin. Pro zamezení vniku srážkové vody do vrtů nebo v případě oddělení mělkého a hlubšího

kolektoru, bude provedeno jílové těsnění. Vrtky budou opatřeny uzamykatelným zhlavím a signální tyčí.

7.6.2 Sledování kvantitativních a kvalitativních parametrů podzemní vody

Na nově vybudovaných hydrogeologických vrtech bude v průběhu realizace průzkumných prací, (předpoklad po dobu cca 6 měsíců), s četností 1x měsíčně měřena hloubka hladiny podzemní vody. Na základě rozhodnutí hydrogeologa bude 5 vybraných hydrogeologických vrtů osazeno po dobu realizace průzkumných prací (předpoklad 6 měsíců) datalogery. Osazeny budou zejména objekty v místech budoucích zářezů, přičemž informace o pohybu hladiny podzemní vody budou stěžejní pro výpočet přítoků vody do zářezů. Jedná se zejména o zářezy Z7, Z8, Z9, Z10 a Z11, kdy je již z předchozí etapy zřejmé, že vyhloubením zářezu dojde ke kontaktu s podzemní vodou. Manuálně tedy bude měřeno 10 hydrogeologických vrtů. Ostatní hydrogeologické objekty (16 vrtů, 23 studní), které se nacházejí v projektované trase – hydrogeologické monitorovací vrtky vybudované v předběžném GTP a využívané zdroje zjištěné při pasportizaci (studny, vrtky) jsou měřeny v rámci probíhajícího hydrogeologického monitoringu. Ten byl zahájen v roce 2019 a probíhá s četností 1x měsíčně.

Naměřená data o pohybu hladiny podzemní vody budou porovnána s:

- ❖ údaje o HPV objektu monitorovací vrtky sítě ČHMÚ VP 9504 Boušov (křída)
- ❖ údaje o HPV objektu monitorovací vrtky sítě ČHMÚ VB 0513 Mohelnice
- ❖ údaje o HPV objektu monitorovací vrtky sítě ČHMÚ VB 0523 Třebařov

Součástí režimního sledování podzemní vody bude také zhodnocení klimatických poměrů relevantního časového úseku z krátkodobého i dlouhodobého hlediska dle Réthlyho klasifikace. V této souvislosti se předpokládá nákup dat ČHMÚ (stanice Třebařov).

Pro ověření kvalitativních parametrů podzemní vody budou z nově vybudovaných hydrogeologických monitorovacích vrtů dynamicky odebrány vzorky podzemní vody a budou analyzovány v rozsahu: FCHR, NEL, TK (As, Cd, Pb, Hg, Ni, Cr), MBAS, PAU, TOC. Zároveň budou při odběru vzorků provedena přímá měření – T, pH, vodivost, rozpuštěný kyslík. Výsledky analytických stanovení budou zhodnoceny dle Metodického pokynu MŽP Indikátory znečištění.

Vzorky podzemní vody budou odebrány v souladu s ČSN EN ISO 22475-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Odběry vzorků a měření podzemní vody – Část 1: Zásady provádění“. Analýzy budou provedeny v akreditované laboratoři.

7.6.3 Hydrodynamické zkoušky

Pro stanovení základních hydraulických parametrů (transmisivita a koeficient hydraulické vodivosti) horninového prostředí bude na nově realizovaných hydrogeologických vrtech provedena krátkodobá hydrodynamická zkouška.

Délka trvání hydrodynamické zkoušky bude 8+2 hodiny (8 hodin čerpací zkouška a 2 hodiny stoupací zkouška). Množství podzemní vody, která bude odčerpávána, bude stanoveno orientačním začerpáním, nebude však větší než 1,0 l/s. Bude nutné zajistit vlastní zdroj elektrické energie. Místa vypouštění podzemní vody budou určena po zhotovení vrtů.

7.6.4 Nálevové zkoušky

Ve vrtech, ve kterých nebude zastižena hladina podzemní vody, budou provedeny nálevové zkoušky. Nálevová zkouška testuje horninové prostředí pouze v nejbližším okolí vrtu. Její výsledky u nového vrtu mohou být částečně zkresleny odporem na stěnách vrtu, které jsou pokryty špatně propustnou vrstvou po vrtání – tzv. skinový efekt. Výsledkem tohoto druhu zkoušek je určení koeficientu hydraulické vodivosti.

7.6.5 Vsakovací zkoušky

V souladu s projektovanou stavbou bude řešena i problematika možnosti zasakování splachových (dešťových vod) z komunikace do horninového prostředí. Na základě konzultace s projektantem stavby budou provedeny vsakovací zkoušky ideálně na všech místech, kde je projektována retenční nebo usazovací nádrž. Případné vybrání nebo selekci těchto míst bude provedeno po konzultaci s projekcí a odsouhlaseno supervizí. Výsledkem bude stanovení koeficientu vsaku. Zkouška je také podmíněna dostupností terénu pro techniku (bagr, cisterna).

Do vsakovacího prvku (jáma, vrt) bude nalit známý objem vody, v daných časových intervalech bude měřen pokles hladiny. Předpokládaná délka trvání vsakovací zkoušky bude 4-8 hodin. Detailní podmínky realizace vsakovací zkoušky stanoví hydrogeolog. Vsakovací zkoušky budou provedeny dle ČSN 75 9010 (Vsakovací zařízení srážkových vod).

7.6.6 Konstrukce hydroizohyps

Pro určení směru proudění podzemní vody v mělkém kolektoru (blízké okolí Mohlenice) budou zkonstruovány hydroizohypsy. Za tímto účelem bude výškopisně a polohopisně zaměřeno cca 10 vybraných studní či vrtů pasportizovaných v rámci předběžného geotechnického průzkumu.

7.6.7 Problematika stávajících vodních zdrojů a jejich ovlivnění

➤ Veřejné zásobování

Projektovaná trasa D35 St. Město – Mohelnice protíná ochranná pásma vodních zdrojů:

Mírov - zdroj podzemní a povrchové vody

Moravská Třebová Mírov, prameniště - zdroj podzemní vody

Mohelnice vodovod, prameniště Mohelnice - zdroj podzemní vody

V závěrečné zprávě se autor zaměří na problematiku možnosti ovlivnění těchto zdrojů na základě informací získaných z předběžného a podrobného geotechnického průzkumu. Zároveň budou posouzeny další zdroje veřejného zásobování, které se nacházejí v blízkosti stavby a bude popsána míra jejich ovlivnění stavbou, byť nemají ochranná pásma či tato pásma nezasahují do stavby. V závěrečné zprávě budou popsány způsoby zásobování obyvatelstva jednotlivých obcí nacházejících se v projektované trase komunikace pitnou vodou.

➤ Individuální zásobování

Na základě informací z předběžného geotechnického průzkumu budou vybrány objekty, které mají platné povolení nakládání s vodami a oficiální status vodního zdroje. Na základě výsledků průzkumných prací bude popsána míra jejich ovlivnění, zpracovatel se zaměří zejména na objekty, které jsou jediným zdrojem vody – jedná se zejména o části obcí Křemačov a Řepová a osady Jahodnice.

7.6.8 Problematika stanovení přítoků podzemní vody do zářezů

Na základě výsledků předběžného a podrobného geotechnického průzkumu budou aktualizovány výpočty přítoků podzemní vody do projektovaných zářezů.

7.6.9 Vyhodnocení prací

V rámci hydrogeologické části průzkumu se zpracovatel zaměří zejména na hydrogeologické poměry v projektované trase a jejím nejbližším okolí a posoudí možnost jejich ovlivnění výstavbou a následným provozem komunikace.

Stěžejní aspekt je kladen na získání informací o existenci jímacích objektů v trase a jejím nejbližším okolí a na získání informací o kvalitativních a kvantitativních parametrech podzemních vod.

Prostřednictvím realizace vsakovacích zkoušek budou ověřena místa projektovaná pro vsak dešťových (splachových) vod do horninového prostředí.

Hydrogeologické práce pro etapu podrobného geotechnického průzkumu vychází z požadavků TP-76 (Technické podmínky. Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace. Část A – Zásady geotechnického průzkumu).

Hlavními hydrogeologickými metodami průzkumu bude realizace 15 nových hydrogeologických vrtů, realizace hydrodynamických, vsakovacích a nálevových zkoušek, režimní sledování hladiny podzemní vody v průběhu realizace průzkumu a vzorkování podzemní vody pro ověření vývoje kvalitativních parametrů v čase.

7.7 Odběr vzorků zemin a hornin

V průběhu vrtných prací budou odebírány vrtnými osádkami vzorky zemin a hornin jednak pro dokumentační účely a taktéž zvláštní vzorky určené pro laboratorní analýzy. V zeminách budou vzorky odebírány výhradně metodami odběru kategorie A nebo B (dle ČSN EN ISO 22475-1 a ČSN EN 1997-2). Kvalita odebraných vzorků musí splňovat požadovanou třídu kvality pro jednotlivé předepsané laboratorní zkoušky. Kategorie vzorku odběru B, třída kvality vzorku zeminy pro laboratorní zkoušky 3, odpovídá dříve používanému označení vzorků *porušené a technologické*. Kategorie vzorku odběru A, třída kvality vzorku zeminy pro laboratorní zkoušky 1 - 2, odpovídá dříve používanému označení vzorků *neporušené*. Vzorky zemin budou odebírány podle pokynů odpovědného řešitele podle zastiženého geologického prostředí v průzkumném díle. Je žádoucí, aby každý geotechnický typ byl v celém hloubkovém rozsahu svého výskytu ověřován rovnoměrně.

Vzorky hornin budou odebírány výhradně metodami odběru kategorie A nebo B (dle ČSN EN ISO 22475-1 a ČSN EN 1997-2). Kvalita odebraných vzorků musí splňovat požadovanou třídu kvality pro laboratorní zkoušky (objemová hmotnost, vlhkost, pórovitost, určení pevnosti v prostém tlaku, pevnosti v bodovém tlaku, zatřídění zemin...).

Dokumentační vzorky budou odebírány průběžně – jedná se o vrtné jádro, které bude uloženo do dřevěných, řádně označených vzorkovnic. Vzorkovnice s jádry vrtů budou po jejich písemné a fotografické dokumentaci geotechnikem uloženy do sběrného místa. Zde budou vzorkovnice s vrtným jádrem připraveny na přebírku zástupcem zadavatele. Po výběru dokumentačních vzorků k archivaci a protokolárním předání zadavateli budou vrtná jádra skartována zhotovitelem průzkumných prací. Pro archiv objednatel budou vzorky zastižených charakteristických zemin a hornin z vybraných vrtů uloženy do malých 6ti přihrádkových

vzorkovnic, které budou následně převezeny do skladu objednatele. Je uvažováno s archivací cca 30 vrtů.

Neporušené vzorky budou odebírány z vrstev soudržných zemin pokud možno jako zdvojené do 2 vzorkovnic tvaru dutého válce \varnothing 152 mm výšky 100 mm se základnami uzavřenými pryžovými víky a zajištěny proti unikání vlhkosti. Po odběru budou ihned dopraveny do laboratoře ke stanovení potřebných popisných a mechanických vlastností.

Porušené vzorky budou odebírány z vrstev nesoudržných zemin, případně z vrstev soudržných zemin z míst, kde není třeba stanovovat mechanické vlastnosti zemin v původním uložení. Budou odebírány v požadovaném množství dle zrnitosti (minimálně 2 kg) a budou vloženy do polyetylenových sáčků neprodyšně uzavřených. Mikrotenové sáčky nelze pro tento účel použít. Rovněž porušené vzorky je nutno ihned po odběru dopravit do laboratoře.

Technologické vzorky budou odebrány z vrstev hrubozrnných zemin a z vrstev zemin přicházejících do úvahy jako silniční podloží nebo jako materiál pro konstrukční vrstvy. Budou odebrány v množství minimálně 20 kg (v souladu s TP 94 pro průkazní zkoušky úpravy zemin v aktivní zóně) a budou uloženy do polyetylenových pytlů. Ze stejných míst budou odebrány i vzorky porušené ke stanovení vlhkosti zeminy. Po odběru budou vzorky co nejdříve dopraveny do laboratoře k dalšímu zpracování. Pro skladování vzorků před jejich laboratorní analýzou je nezbytné zajistit vhodné prostředí v temperované místnosti o stálé teplotě a vlhkosti.

Vzorky hornin – zemin s konzistencí pevnou až tvrdou – slínovce, prachovce, vápnité jílovce, glaukonitické pískovce z hlubších etáží vrtů pro mostní objekty nebo hluboké zářezy), budou odebírány pomocí dvojité jádrovnice s výplachem. Podle charakteru geologického prostředí popsaného v předběžném GTP lze předpokládat, že odběr neporušených vzorků hornin i zemin bude především ve střední části zkoumaného území technicky náročný.

V průběhu vrtných prací bude dle odborného odhadu geologa odebráno 8 vzorků na petrografický rozbor horniny. Vzorky budou odebrány v těsné blízkosti vzorků odebraných na deformační parametry, aby byla možné ověření a definice horninového materiálu. Dále budou odebrány 4 vzorky z jílu, jílovců a slínovců na RTG zjištění obsahu bobtnavých jílových minerálů.

Celkem bude odebráno 309 ks neporušených, 632 ks porušených vzorků, 50 ks technologických vzorků zemin a 97 ks vzorků hornin pro laboratorní vyšetření jejich fyzikálně – mechanických vlastností.

Podrobný soupis množství a typů vzorků zemin a hornin odebíraných z jednotlivých vrtů uvádí tabulka v příloze č. 4 projektu.

7.8 Odběry vzorků podzemní vody pro stavební účely

Rozsah a charakter ověření kvalitativních parametrů podzemních a povrchových vod pro hydrogeologické zhodnocení je podrobně specifikován v hydrogeologické části projektu.

V průběhu vrtných prací budou ze sond hloubených pro vybrané stavební objekty odebrány taktéž vzorky podzemní vody. Tyto vzorky budou odebrány pro provedení laboratorních chemických analýz pro stavební účely.

Vzorky podzemní vody budou sloužit pro stanovení možné agresivity vody na stavební materiál (beton a ocel). Budou odebrány z určených sond v množství 2 000 ml a budou uchovány v uzavřené umělohmotné nebo skleněné láhvi zcela zaplněné. V místě stavebních objektů, kde nebude zastížena hladina podzemní vody, budou odebrány vzorky zeminy pro

stanovení agresivity z vodného výluhu. Po odběru budou vzorky dopraveny do hydrochemické laboratoře.

Pro stanovení agresivity podzemních vod a zemin na betonové a ocelové konstrukce bude odebráno 77 ks vzorků podzemní vody a 30 vzorků zemin.

Podrobný soupis množství vzorků podzemní vody pro stavební účely odebíraných z jednotlivých vrtů uvádí tabulka v příloze č. 4 tohoto projektu.

7.9 Laboratorní zkoušky zemin a hornin

Návrh rozsahu laboratorních zkoušek vychází z rámcové představy o geologické stavbě území v návaznosti na uvažované rozčlenění zemin do jednotlivých geotechnických typů dle výsledků předběžného průzkumu. Je žádoucí, aby každý geotechnický typ byl v celém hloubkovém rozsahu svého výskytu pokryt všemi příslušnými laboratorními testy pokud možno rovnoměrně.

Laboratorní zkoušky zemin a hornin budou provedeny ke stanovení popisných vlastností, k jejich zařazení do klasifikačního systému (podle ČSN 73 6133, ČSN EN ISO 14688-1 a 14688-2) a k posouzení jejich geomechanických vlastností, rozhodujících o jejich stavebně technické použitelnosti.

Z indexových vlastností budou na porušených vzorcích stanoveny vždy zrnitost, vlhkost, v případě soudržných zemin Atterbergovy meze a výpočtem číslo plasticity a stupeň konzistence, na vzorcích z přípovrchové vrstvy též obsah organických látek. Na vzorcích neporušených budou kromě vlastností zjišťovaných na porušených vzorcích navíc stanovena objemová a měrná hmotnost (zdánlivá hustota pevných částic), bobtnací tlaky a prosedavost, a výpočtem zjištěna pórovitost a stupeň nasycení. Z křivky zrnitosti porušených i neporušených vzorků bude orientačně stanovena hodnota propustnosti (metodou Mallet-Pacquant).

Mechanické vlastnosti zemin v přirozeném uložení je možno zjišťovat pouze na neporušených vzorcích.

Na vzorcích z podloží vysokých násypů bude třeba zjistit stlačitelnost včetně časového průběhu a efektivní smykovou pevnost (krabicovou zkouškou), na vzorcích ze svahů a dna zářezů efektivní smykovou pevnost, ze dna navíc stlačitelnost. Na vzorcích z vrstev přicházejících do úvahy jako základová půda mostních objektů bude stanovena stlačitelnost včetně časového průběhu a efektivní smyková pevnost.

Technologické vzorky budou sloužit pro stanovení možnosti upravitelnosti zemin v oblasti aktivní zóny komunikace a v podloží a tělese nízkých násypů. Pro návrh úpravy zemin je nutné určit základní parametry zemin, kterými jsou:

- zařídění zeminy dle ČSN 73 6133:2009 – Příloha A,
- stanovení Atterbergových mezí (mez tekutosti, plasticity, index plasticity),
- stanovení maximální objemové hmotnosti a optimální vlhkosti dle zkoušky Proctor standard,
- stanovení poměru únosnosti CBR bez saturace a po saturaci neupravené zeminy ve smyslu TP 94,
- IBI neupravené zeminy.

Dále se pro návrh úpravy stanovuje okamžitý poměr únosnosti (IBI) směsi pojiva a zeminy a/nebo poměr únosnosti CBR směsi zeminy a pojiva v případě jejich použití do aktivní zóny i do podloží a tělesa násypu. Získané hodnoty se porovnají s tabelárními hodnotami dle TP 94 (tabulky 3 a 4), nebo s hodnotami deklarovanými v ČSN 73 6133 (tabulky 7 a 8). Je uvažováno

s dvěma obsahy pojiva. Charakter pojiva a jeho dávkování je třeba určit na základě výsledku zatřídění zeminy. Pro potřeby určení receptury bude z materiálových důvodů zemina ze dvou vzorků sloučena do jednoho a na takto vzniklém vzorku bude provedena sada zkoušek po úpravě. Po úpravě bude tedy provedeno 12 sad zkoušek.

Na skalních horninách budou provedeny laboratorní zkoušky pevnosti hornin v prostém tlaku a deformační zkoušky, celkem bude provedeno 72 zkoušek horniny v prostém tlaku a 25 deformačních zkoušek.

7.10 Chemické rozbory vody

Problematika rozborů vod pro hydrogeologické účely je zpracována v rámci předchozích podkapitol. Vzorky vody pro stavební účely (agresivita na beton) budou podrobeny analytickému vyšetření chemizmu podle ČSN EN 206- 1 a podle ČSN 03 8375 (celkem 61 vzorků).

7.11 Geodetické práce

Místa všech projektovaných sond uvedených v předchozích kapitolách budou geodeticky vytýčena a po provedení sond zaměřena i výškově. V případě změny polohy sondy od vytýčeného místa bude nutno tuto novou polohu znovu situačně zaměřit.

Výsledkem geodetického měření bude zakres polohy sond do situace vhodného měřítko (1 : 1 000 – 2 000). Kromě toho bude vypracována měřická zpráva s uvedením souřadnic všech zaměřených průzkumných děl v souřadném systému JTSK a nadmořských výšek v systému Balt po vyrovnání.

V příloze č. 4 projektu podrobného průzkumu je uveden přehled projektovaných sond a jejich souřadnic.

7.12 Geotechnické (stabilitní) výpočty

Cílem geotechnických výpočtů bude jednak posouzení míry stability zemních těles – zářezů a násypů i přechodové oblasti jednotlivých mostních objektů. Stabilitní řešení je navrženo v celkem 20 profilech ST, vyznačených v příloze č. 2. Přehled základních údajů geotechnických (stabilitních) profilů uvádí následující tabulka č. 7.

Tabulka č. 7: Profily řešení stability zemních těles

| Profil | Objekt | Staničení cca [km] | Charakter zemního tělesa |
|--------|-----------|--------------------|--------------------------|
| ST1 | Trasa D35 | 0,350 | Násyp výšky 7,2 m |
| ST2 | Trasa D35 | 3,000 | Zářez hloubky 13,2 m |
| ST3 | Trasa D35 | 3,200 | Násyp výšky 17,3 m |
| ST4 | Trasa D35 | 4,000 | Násyp výšky 9,5 m |
| ST5 | Trasa D35 | 4,500 | Násyp výšky 8,6 m |
| ST6 | Trasa D35 | 4,970 | Zářez hloubky 12,9 m |
| ST7 | Trasa D35 | 5,400 | Zářez hloubky 9,2 m |
| ST8 | Trasa D35 | 5,750 | Zářez hloubky 14,1 m |
| ST9 | Trasa D35 | 6,650 | Zářez hloubky 9,8 m |
| ST10 | Trasa D35 | 6,450 | Zářez hloubky 16,7 m |
| ST11 | Trasa D35 | 7,100 | Násyp výšky 7,0 m |
| ST12 | Trasa D35 | 7,600 | Násyp výšky 9,1 m |
| ST13 | Trasa D35 | 8,270 | Zářez hloubky 9,5 m |
| ST14 | Trasa D35 | 8,370 | Zářez hloubky 12,2 m |
| ST15 | Trasa D35 | 9,350 | Násyp výšky 6,2 m |
| ST16 | Trasa D35 | 9,700 | Zářez hloubky 10,8 m |
| ST17 | Trasa D35 | 9,950 | Zářez hloubky 7,9 m |
| ST18 | Trasa D35 | 10,650 | Násyp výšky 8,2 m |
| ST19 | Trasa D35 | 11,950 | Zářez hloubky 11,6 m |
| ST20 | Trasa D35 | 14,700 | Zářez hloubky 9,4 m |

Stabilita svahů bude řešena vybranou metodou mezní rovnováhy. Do výpočtů budou vstupovat jako geometrické údaje tvary svahu předané objednatelem (projektantem) a vykreslený geologický profil s rozhraními jednotlivých vrstev G-typů zemin a hladiny podzemní nebo povrchové vody a jako fyzikální parametry hodnoty smykové pevnosti (efektivní) a objemové hmotnosti a deformační parametry stanovené na základě výsledků průzkumné činnosti. Sled vrstev zemin v prostoru svahů bude stanoven podle výsledků sondáže – jádrovými vrty a penetračními sondami. Potřebné hodnoty geotechnických vlastností budou stanoveny zhodnocením výsledků laboratorních zkoušek vzorků a interpretací penetračních sond a dále doplněny podle zkušeností či podle údajů v běžně používané odborné literatuře. Na základě těchto podkladů budou vytvořeny matematické modely. Výsledkem výpočtů bude hodnota stupně bezpečnosti proti sesutí po nejnepříznivější smykové ploše, která bude sloužit jako podklad pro posouzení projektovaného tvaru zemního tělesa.

Pro přechodové oblasti budoucích mostních objektů a vysoké násypy bude proveden výpočet únosnosti podloží, včetně časového průběhu konsolidace násypu za opěrami mostu a posouzení jeho stability.

7.13 Související náklady

Podle výsledků prohlídky trasy v terénu je výrazná část projektovaných sond umístěna na polích a dále na loukách (event. křovinatém či lesním porostu). Většina polí je obhospodařována. Při realizaci sond předpokládáme související náklady formou náhrady škod vzniklé vstupem sondážní techniky na tato zemědělsky obdělávaná pole, louky a lesy z důvodu znehodnocení zasetých plodin, travního porostu a pokácení dřevin, v případě mokrého období bude docházet k vyjetí hlubokých kolejí. Několik míst je i v obtížně přístupném terénu

– místa podmáčená, hustý a neprostupný porost, svažité terén, jež si vyžádá náklady na stěhování vrtné nebo penetrační soupravy, úpravu místa pro sondování a někdy i speciální vrtné soupravy na pásech.

8. Vyhodnocení průzkumných prací

Výsledky získané průzkumnou činností v terénu a výsledky laboratorních zkoušek a rozborů je nutno komplexně zhodnotit z hlediska požadavků TP 76 (MD, Praha červen 2009).

Především bude nutno sjednotit makroskopické popisy zastižených zemin se zařazením zemin na základě výsledků laboratorních zkoušek a výsledků penetračních sond. Jednotlivé zeminy je třeba zařadit do stanovených G-typů a tříd podle platných norem (ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací) a zařadit podle těžitelnosti do tříd dle TKP Staveb pozemních komunikací Kapitola 4 Zemní práce příloha I (MD, Praha 2009), resp. ČSN 73 6133.

Na základě výsledků sondáže budou vykresleny geologické řezy a profily, a to jednak podélný profil v ose dálnice D35, jednak řezy příčné především v místech křižovatek, mostních objektů, zářezů, násypů a dále dle požadavku projektanta v místě řešení stability zemních těles přechodových oblastí mostů a tělesa hlavní trasy i přecházejících komunikací přesahujících 6 m výšky (násypy) či hloubky (zářezy). Podélný řez bude vykreslen v měřítku 1 : 5 000/500, příčné řezy v měřítku 1 : 200/200.

U každého typu zemin je třeba stanovit jeho geotechnické vlastnosti – popisné a mechanické na základě výsledků polních a laboratorních zkoušek, je možno případně použít i výsledky z archivních pramenů nebo odborný odhad.

U zemin z prostoru zářezů je třeba stanovit ty vlastnosti, které jsou rozhodující pro stabilitu jejich svahů (objemovou hmotnost a efektivní smykovou pevnost), taktéž z prostoru násypů jsou rozhodující pro stabilitu objemová hmotnost, efektivní smyková pevnost a deformační parametry a dále stanovit vlastnosti zemin jako materiálu pro konstrukci násypových těles, dále jako materiálu určeného do podloží násypů, jako materiálu konstrukčních vrstev vozovek a do aktivní zóny vozovky, případně jako materiál do sanačních vrstev. Je třeba posoudit jejich zhutnitelnost – stanovit maximální objemovou hmotnost sušiny a optimální vlhkost a porovnat ji s vlhkostí materiálu v přirozeném uložení. Je třeba rovněž posoudit možnost zlepšování jejich vlastností různými úpravami pro zvýšení jejich využitelnosti, zejména v podloží násypu, v násypu a v aktivní zóně zářezu. Z toho důvodu je třeba posoudit zeminy podle kritérií v citované normě ČSN 73 6133 a TP 94 (Úprava zemin, MD, Praha 2009).

Násypová tělesa obecně vyžadují podloží tvořené únosnými a málo stlačitelnými zeminami, což platí zvláště u těles větších výšek. U zemin z podloží násypu je nutno vyhodnotit totální i efektivní smykovou pevnost, stlačitelnost včetně časového průběhu a propustnost. Je třeba posoudit tyto zeminy s ohledem na možné objemové změny (bobtnavost, smrštitelnost, prosedavost) v důsledku změn vodního režimu v podloží.

Zeminy v podloží vozovek v zářezu a v násypu do aktivní hloubky podloží musí být posouzeny z hlediska vhodnosti jejich použitelnosti do podloží včetně namrzavosti podle ČSN 73 6133. U těchto zemin je třeba stanovit objemovou hmotnost v přirozeném stavu a požadovaný stupeň dohutnění. Dále se stanoví návrhový modul přetvárnosti pláň, hodnota CBR a vše se vyhodnotí dle citované ČSN 73 6133. Podloží vozovek vyžaduje charakteristiku předpokládaného vodního režimu a stanovení případného přítoku podzemní vody do zářezů.

Základové poměry objektů se posuzují podle ČSN EN 1997 – 1 a 2 (Eurokód 7). Návrh založení vyžaduje stanovení přetvárných a pevnostních charakteristik v podzákladích, znalost

úrovně hladiny podzemní vody a odhad přítoků do stavební jámy, chemické charakteristiky zemin a podzemní vody a stupeň chemické agresivity prostředí na beton a ocel podle ČSN EN 206-1. V rámci podrobného průzkumu bude doporučen vhodný způsob založení, budou stanoveny sklony stavební jámy, případně její pažení nebo těsnění a zatříděny vytěžené zeminy pro možné další využití.

Na základě výsledků průzkumu stanoví zpracovatel geotechnického průzkumu zónu ovlivnění stavbou a navrhne rozsah a typ průběžného monitoringu. Tento návrh včetně zóny ovlivnění potom zakreslí do samostatné přílohy závěrečné zprávy.

Komplexní vyhodnocení zpracuje zhotovitel v úplné formě s náležitostmi pro daný projekční stupeň jako zprávu s přílohami (situace, vrtné profily, geologické řezy, geotechnické pasporty, apod.). Pasporty k jednotlivým objektům budou oddělitelné a samostatné.

V průběhu průzkumných i vyhodnocovacích prací bude řešitel podrobného geotechnického průzkumu postupovat v součinnosti s oponentním expertem najatým objednatelem, kterému poskytne pracovní výsledky a návrhy řešení geotechnických problémů na konzultaci. S tímto expertem bude řešitel projednávat i případné nestandardní situace, které se vyskytnou v průběhu realizace a zpracování průzkumných prací.

9. Prezentace výsledků

Výsledky průzkumné činnosti budou uvedeny v závěrečné zprávě, která bude rozdělena na obecnou část A a část B, týkající se mostních objektů. Textová část závěrečné zprávy bude obsahovat přehled všech uskutečněných průzkumných prací a jejich souborné výsledky a zhodnocení. Výsledky jednotlivých šetření budou prezentovány v přílohách.

Přílohová část bude obsahovat celkovou situaci zájmového území, podrobnou situaci průzkumných děl, dokumentaci vrtů jak verbální tak i grafickou včetně fotodokumentace vrtných jader, dokumentaci a výsledky presiometrických a penetračních sond, výsledky samostatného geofyzikálního průzkumu, inženýrskogeologické řezy, pasporty úseků a mostních objektů, výsledky laboratorních zkoušek zemin – jejich jednotlivé výsledky a popis použité metodiky, obdobně chemické rozborů vody, výsledky hydrogeologického sledování, stabilitní výpočty, měřickou zprávu a technickou zprávu.

Pro konstrukci situací průzkumných děl a pro konstrukci inženýrsko-geologických řezů a profilů v jednotlivých dotčených stavebních objektech budou objednatelem zajištěny od projektanta stavby grafické podklady v otevřeném formátu (dgn, dwg) a technické zprávy pro jednotlivé dotčené objekty.

V obecné části A zprávy budou zhodnoceny inženýrskogeologické poměry území se stanovenou trasou dálnice, hydrogeologické poměry a budou stanoveny hodnoty geotechnických vlastností jednotlivých typů zemin tvořících půdní profil v trase komunikace a jejím blízkém okolí. Navržená zemní tělesa budou posouzena z hlediska jejich stability i deformace (včetně deformace podloží), případně budou doporučeny úpravy jejich tvarů. Rovněž bude uvedeno, zda zeminy v podloží vozovek budou splňovat požadavky na ně kladené, či vyvstane nutnost jejich úpravy nebo výměny za vhodnější materiál.

U zemin z prostoru zářezů, podmínečně vhodných i nevhodných dle ČSN 73 6133, bude hodnocena jejich vhodnost po úpravě pro budování násypových těles a jejich podloží a možnost použití do aktivní zóny vozovek.

V případech navrhovaných úprav zemin bude popsán doporučený postup, volba pojiva a plán zkoušek včetně případné zhutňovací zkoušky a odhad kubatury zemin takto upravovaných nebo délky úseků s tímto navrhovaným opatřením.

Zhodnocení základových podmínek mostních objektů v části B bude řešeno samostatnou zprávou pro každý most. Mostní objekty na základě zjištěných základových poměrů budou mít doporučeny způsoby zakládání a tyto způsoby budou posouzeny jak z hlediska únosnosti, tak i sedání.

Konečně součástí závěrečné zprávy podrobného geotechnického průzkumu bude i doporučení pro doplnění informací u problematických úseků stavby či jejich objektů, tj. návrh na případné provedení doplňkového průzkumu.

Před odevzdáním závěrečné zprávy bude její koncept předán oponentnímu expertovi pro oponentní řízení. Objednateli bude potom předána až konečná verze závěrečné zprávy se zapracovanými připomínkami oponenta.

Závěrečná zpráva bude objednateli předána v tištěné formě v počtu paré stanovených objednatel, včetně formy elektronické na CD nosiči. Jeden výtisk bude dle vyhlášky MŽP č. 368/2004 Sb. o geologické dokumentaci ve smyslu § 12 o odevzdávání výsledků geologických prací a geologické dokumentace předán na Českou geologickou službu – Geofond k archivaci.

10. Závěr

Předkládaný projekt podrobného geotechnického průzkumu zahrnuje průzkumné práce potřebné pro zpracování projektové dokumentace ve stupni DÚR pro dílčí úsek km -0,500 – 18,230 dálnice D35 v úseku stavby Staré Město - Mohelnice.

Podrobný geotechnický průzkum musí být proveden v souladu s Technickými podmínkami (TP-76) geotechnického průzkumu pro pozemní komunikace MD ČR (Praha, 2009), platnými normami, směrnicemi a právními předpisy pro provádění GTP.

Ve smyslu TP 76 - část B, kap. 2.3 musí uchazeč na podrobný geotechnický průzkum splňovat kvalifikační podmínky na specialisty. Řešitelem GTP musí být osoba s příslušným oprávněním podle zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky MŽP 206/2001 Sb., zároveň s Oprávněním od Ministerstva dopravy k provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou, opravami, údržbou a správou pozemních komunikací podle MP SJ-PK čj. 20 840/01 - 120 ve znění pozdějších změn, které se vztahuje na provádění geotechnického a hydrogeologického průzkumu.

Zahájení prací je podmíněno zjištěním podzemních inženýrských sítí a písemnými smlouvami s vlastníky o povolení vstupů na pozemky jakkoliv dotčenými průzkumnými pracemi. Povolení vstupů na pozemky dotčené průzkumnými pracemi a koordinace terénních prací zajistí zhotovitel geotechnického průzkumu.

Umístění průzkumných sond není dáno striktně, může dojít ke změně jejich polohy buď v důsledku kolize s podzemním vedením inženýrských sítí, resp. nesouhlasným stanoviskem majitele (uživatele) ke vstupu na dotčený pozemek, popř. nemožnosti realizace sondy z technických důvodů. Takovéto překážky a obecný postup jejich řešení, návrh přesunutí sondy musí být řešen a odsouhlasen ve spolupráci s objednatel, projektantem a supervizí.

Při změnách umístění navržených sond, resp. při náhradě určité průzkumné metody jinou je vždy třeba dodržovat ustanovení 4.5. až 4.7.části „B“ TP 76.

Výsledky realizovaných prací budou předány ve formě souhrnné zprávy o průzkumu s přílohami. Jejich obsah a rozsah bude odpovídat etapě podrobného průzkumu. Trasa komunikace bude při zpracování výsledků geotechnického průzkumu rozdělena na úseky podle průběhu nivelety. Výsledky průzkumných prací budou zpracovány v závěrečné zprávě, která bude obsahovat jednak komplexní informaci o rozsahu provedených průzkumných prací, dále zhodnocení výsledků průzkumu a hodnocení jednotlivých úseků trasy případně návrh na doplňkový geotechnický průzkum. V samostatné příloze budou vyhotoveny pasporty jednotlivých úseků hlavní trasy a navazujících komunikací. Výsledky průzkumu pro jednotlivé mostní objekty budou obsahem samostatných dílčích zpráv, které budou rovněž přílohou zprávy závěrečné. Výsledky průzkumných prací budou zhotovitelem podrobného HG a GTP předány též digitálně v souladu s předpisem C4. Při zpracování výsledků průzkumu a jejich dokumentaci bude dodržena zásada maximální přehlednosti a názornosti s využitím grafického znázornění a tabulace výsledků.

Hydrogeologické vrty je třeba zajistit tak, aby před započítím stavebních prací, v průběhu stavby i po jejím skončení byly chráněny proti poškození. Bude tak možno kontinuálně srovnávat a reagovat na vývoj geologických podmínek před započítím stavby, v průběhu stavebních prací i po uvedení stavby do plného provozu.

Mgr. Pavel Řezníček – odpovědný řešitel inženýrskogeologické části

Mgr. Zdeněk Sedláček – odpovědný řešitel hydrogeologické části

Základní normy a technické podmínky pro pozemní komunikace Technické podmínky (TP)

Geotechnický průzkum

TP 76 Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, Část A – Zásady geotechnického průzkumu

TP 76 Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, Část B – Provádění geotechnického průzkumu

Ostatní důležité TP

TP 53 Protierozní opatření na svazích pozemních komunikací

TP 77 Navrhování vozovek pozemních komunikací

TP 83 Odvodnění pozemních komunikací

TP 93 Návrh a provádění staveb pozemních komunikací s využitím popílků a popelů

TP 94 Úprava zemin

TP 97 Geosyntetika v zemním tělese pozemních komunikací

TP 124 Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací

TP 137 Vyloučení alkalické reakce kameniva v betonu na stavbách pozemních komunikací

TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací

TP 210 Užití recyklovaných stavebních demoličních materiálů do pozemních komunikací

Normy - EN

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN ISO 22475-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Odběry vzorků a měření podzemní vody – Část 1: Zásady provádění

ČSN EN ISO 14688-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování

ČSN EN ISO 14689-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování hornin – Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN 1536 Provádění geotechnických prací – Vrtané piloty

ČSN EN 1537 Provádění geotechnických prací – Injektované horninové kotvy

ČSN EN 1536 Provádění geotechnických prací – Podzemní stěny

ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Normy – ČSN

ČSN 72 1511 Kamenivo pro stavební účely. Základní ustanovení

ČSN 72 1512 Hutné kamenivo pro stavební účely. Technické požadavky

ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN 73 6244 Přejechy mostů pozemních komunikací

ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací (TKP)

Kapitola 4 Zemní práce

Kapitola 5 Podkladní vrstvy

Kapitola 16 Piloty a podzemní stěny

Kapitola 29 Zvláštní zakládání

Kapitola 30 Speciální zemní konstrukce