

Opatření na horní Opavě

příprava akce v období 2008 – 2010

G.02 Předběžný průzkum pro úpravy na vodních tocích

G.02.09 Předběžný IGP pro SSO 09 – Opatření v úseku Krnov - město

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Obsah

1	ÚVOD	2
2	GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	2
2.1	Regionální začlenění lokality	2
2.2	Morfologické, klimatické a hydrologické poměry	2
2.3	Geologické poměry.....	3
3	PŘEHLEDNÁ GEOLOGICKÁ MAPA	5
3.1	Hydrogeologické poměry.....	6
4	PŘEHLED PRACÍ A METODIKA	6
4.1	Archivní rešerše.....	7
4.2	Průzkumné práce	8
4.3	Polní zkoušky	9
4.4	Laboratorní práce	9
5	VYHODNOCENÍ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	14
6	HYDROGEOLOGICKÝ PRŮZKUM	23
6.1	Metodika hydrogeologických průzkumných prací	23
6.2	Výsledky hydrogeologických průzkumných prací.....	23
7	ZÁVĚR.....	24
7.1	Doporučení pro další etapu průzkumu	24
7.2	Stavebně technická doporučení	25
8	POUŽITÉ PODKLADY	26

Seznam příloh

9 – 01	Situace 1:2000
9 – 02.1-7	Geologické profily 1:2000/200, 1:1000/100
9 – 03.1	Geologická dokumentace archivních sond
9 – 03.2	Geologická dokumentace nových sond
9 – 04	Výsledky polních zkoušek
9 – 05	Výsledky laboratorních zkoušek
9 – 06	Technická zpráva z vrtných prací
9 – 07	Výsledky hydrodynamických zkoušek
9 – 08	Fotodokumentace
9 – 09	Archivní rešerše
9 – 10	Geodetická zpráva

1 ÚVOD

Koncepce ochrany před povodněmi využívající nádrž Nové Heřminovy s celkovým objemem 16 mil. m³ musí obsahovat i příslušné ochranné stavby v jednotlivých sídlech. Připravované úpravy souboru stavebních objektů SSO 09 zahrnují široký soubor různorodých opatření, v největším rozsahu se dotýkají zejména městského silničního okruhu, související městské infrastruktury a nejméně dvou mostů s nízkou průtočnou kapacitou. Podél toku budou mimo jiné zvyšovány a doplňovány nábřežní zdi a hráze. Cílem řešení je vedle dosažení požadované míry ochrany i podpora vhodného urbanistického začlenění území souvisejících s vodním tokem. Práce budou koordinovány s případnými návrhy města Krnova.

Projekt předběžného IGP vychází z dříve zpracované práce „Studie menší nádrže Nové Heřminovy v kombinaci s dalšími opatřeními v povodí horního toku řeky Opavy“ (2007), ze které se přebírá předběžná objektová skladba v předkládané zprávě IGP.

2 GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

2.1 Regionální začlenění lokality

Ve smyslu mapy „Regionálního členění reliéfu ČR“ (Czudek T., 1976) je předmětná lokalita SSO 09 Krnov - město součástí dvou soustav. Severní část zájmového území v zástavbě města Krnov, zejména poblíž soutoku řek Opavy a Opavice, spadá do Sudetské soustavy, podsoustavy Východní Sudety, části označované jako Jindřichovská pahorkatina v rámci Zlatohorské vrchoviny (IVC-6D). Jihozápadní část náleží do téže soustavy, respektive podsoustavy, ale je řazena do části Brantická vrchovina.

2.2 Morfologické, klimatické a hydrologické poměry

Zájmové území morfologicky patří do aluviální nivy řeky Opavy. Jeho severní okraj je při soutoku řeky Opavy a Opavice. Niva je v těchto místech široce rozevřená, plochých tvarů akumulačního charakteru. Řeka Opava zaujímá nejnížší části terénu v údolí, jehož nadmořská výška se zde pohybuje mezi cca 300 - 320 m.n.m. a po soutoku s Opavicí se toto údolí stáčí a nabírá jihovýchodního směru. Svahy údolní nivy tvoří Brantická vrchovina, obklopující město Krnov na jihovýchodě, jihu i jihozápadě. Na severní a severozápadní okraj města zasahuje výběžek Zlatohorské vrchoviny – Jindřichovská pahorkatina. Na východě přechází reliéf do Poopavské nížiny.

V celém zájmovém území můžeme také v různé míře pozorovat glaciální tvary reliéfu, jež zde byly vytvořeny v období Sálského (resp. halštrovského) zalednění, kdy do těchto míst naší republiky zasahoval velký kontinentální ledovec z území dnešního Polska a dosahoval zde mocnosti v desítkách metrů. Po jeho definitivním ústupu zůstal v oblasti Krnova a jeho okolí obroušený povrch a nánosy štěrku a písků. V periglaciálních podmínkách bylo území překryto vrstvou spraší a současně se intenzivně tvořila údolní niva Opavy. Oba tyto procesy vedly k zarovnávání reliéfu.

Z hydrografického hlediska je tato lokalita převážně součástí hydrologického povodí 2-02-01-060.

V nejhrubších rysech můžeme podnebí Krnova charakterizovat jako středoevropský přechodný typ mezi kontinentálním podnebím východní Evropy a přímořským podnebím západní a severozápadní Evropy. Dle Atlasu podnebí ČR je lokalita SSO 09 řazena do oblasti mírně vlhké, mírně teplé s mírnou zimou. Ve smyslu mapy klimatických oblastí ČR jde o rozhraní jednotky MT 7 a MT 9. Průměrná roční teplota vzduchu měřená ve stanici Krnov (316 m.n.m.) činí 7,8 °C a průměrný roční úhrn srážek dosahuje 609 mm. Maximum srážek připadá na červenec a minimum na září a leden až únor. Z toho plyne, že rozložení atmosférických srážek v roce je nepříznivé pro dotaci a tvorbu zásob podzemní vody, neboť většina spadne ve vegetačním období, kdy je výpar maximální a velká je též spotřeba vody rostlinami.

2.3 Geologické poměry

Předkvarterní podloží - je na území zájmové lokality reprezentováno sedimentárními horninami moravického souvrství kulmu (paleozoikum – svrchní visé) Nízkého Jeseníku. Mocnost tohoto souvrství se uvádí až 2500 m. Původně byly tyto sedimenty uloženy v geosynklinální prohlubni a následkem pozdějších fází horotvorných pochodů zvrásněny.

Jedná se o horninový komplex, ve kterém se typicky flyšově střídají jednak vrstvy, které obsahují šedočerné popř. zelenošedé, jemnozrné až celistvé prachovce, břidlice – prachové i drobové popř. vložky jílovitých břidlic (černošedé, jemně slídnaté) a jemnozrné až středně zrnité droby, a jednak vrstvy tvořené výhradně drobami. Ty v této oblasti ztrácejí svojí převahu a zastoupení výše zmíněných horninových komplexů je vyrovnanější. Břidlice byly v minulosti hojně těženy a využívány jako střešní krytina, a právě z nich je známa bohatá a ve velkých vějířích zachovaná makroflóra a také někteří významní zástupci fauny, jako např. stratigraficky velmi významní goniatiti. Droby bývají šedé až modrošedé, převážně křemité se zvýšeným podílem živců, zejména plagioklasů, v klastickém materiálu. Jsou vyvinuty ve vrstvách o mocnosti řádově v decimetrech maximálně do několika metrů, nejčastěji však v rozmezí 0,2 – 1,5 m. Ojediněle se ve výše zmíněných horninových komplexech mohou vyskytnout vložky vápenců popř. drobnozrných, drobovitých slepenců. Ve svrchních partiích jsou horniny skalního podkladu postiženy procesy intenzivního zvětvávání. Tato zóna může nabývat i značných mocností. Povrch předkvarterního podloží nebyl v místech zájmové lokality zastižěn archivními vrty. Hlavním důvodem této značné rozkolísanosti povrchu skalního podloží je zřejmě modelace kontinentálním ledovcem, který sem zasahoval jak v období halštrovského (mindel – riss) zalednění, tak i v zalednění sálském a mocností fluvialních náplav a glaci-fluvialních sedimentů.

V bezprostřední blízkosti lokality probíhá ve skalním prostředí tektonická zlomová porucha ve směru JZ – SV, která na území soutoku Opavy s Opavicí mění směr na SZ – JV, na níž je založeno téměř celé tektonické údolí řeky Opavy. Poměrně značné tektonické porušení hornin se také projevuje hustou sítí jak podélných, tak i příčných puklin.

Kvarterní zeminy – jsou představovány především terasovými fluvialními sedimenty řeky Opavy. V jejich podloží byly archivními sondami na mnohých místech zastiženy sedimenty glaci-fluvialní, reprezentované jíly popř. písčitými jíly (s různým procentuálním zastoupením štěrků) až štěrky. Fluvialní sedimentace je zde v klasickém vývoji se dvěma souvrstvími s rozdílnou zrnitostí – hrubými bazálními klastiky (štěrky, štěrkopísky), které představují starší terasu řeky Opavy a nadložními, soudrznými, povodňovými zeminami. Nejsvrchnějším členem souvrství jsou v tomto úseku časté recentní, antropogenní navážky popř. ornice. Navážky jsou tvořené převážně písčitou hlínou s úlomky cihel, stavebním odpadem různého druhu, a neopracovanými úlomky kulmských drob.

Z archivní dokumentace vyplývá značná nepravidelnost v sedimentaci štěrkové terasy. Štěrky obsahují polohy písků, písčitých hlín až hlín, často s organickou příměsí, jejichž původ je zřejmě v těsném vztahu s občasnými většími povodněmi.

Většinu svahů údolí řeky Opavy pokrývají **svahové sedimenty (deluvia)**. Jsou představovány převážně **hlinitopísčitými kamenitými sutěmi**, které někdy mohou být překryty slabou vrstvou svahových hlín. Bývají převážně hrubozrné s úlomky navětralých, jen částečně opracovaných drob (méně břidlic) většinou plochého tvaru. Průměrné velikosti těchto klastů se pohybují mezi 5 – 25 cm, zcela ojediněle mohou mít největší rozměr až 60 cm. Výplň tvoří písčitá hlína až hlinitý nebo jílovitý písek. Mocnost se pohybuje mezi 0,5 m – 11,0 m (A1/JS2, P 30 625). Sutě jsou ulehlelé a za suchého stavu poměrně soudrzné. Zřetelně jsou zde také patrné soliflukční projevy.

Souvrství soudrzných **povodňových hlín** sedimentovalo v prostředí meandrujícího toku řeky Opavy zejména při častých povodních. Vzhledem k této genezi se vyznačují nestejnou zrnitostí a nepravidelnou mocností 0,7 m – 3,0 m (A3/S18; P77 297) jednotlivých vrstev. Geotechnicky odpovídají povodňovým hlínám a jílům převážně prachovitým, písčitým s obsahem opracovaných i neopracovaných valounů štěrku (droby, jílovité břidlice, pískovce, méně křemene) jemnozrné až kamenité frakce. Některé polohy jsou jemně slídnaté. Zejména v místě původního koryta, ale i jinde mohou tyto hlíny obsahovat organickou příměs nebo kal. Nejčastěji jsou okrových, hnědých, šedohnědých či šedých odstínů s možným rezavým popř. černým smouhováním. Konzistence je tuhá,

místy může být až pevná, avšak ve zvodnělých partiích, zejména při bázi, je konzistence měkce tuhá až měkká.

Zrnitostně odlišný, bazální oddíl fluviálního souvrství budují terasové, hrubozrnné, kamenité až balvanité **štěrky a štěrkopísky**. Místy jsou vyvinuty polohy až čistých, většinou jemnozrnných křemitých **písků**. Barva těchto sedimentů je nejčastěji hnědá, popř. šedá. Velikost valounů se v tomto souvrství zvětšuje směrem k bázi, kde dosahují i přes 20 cm a ojediněle i do 50 cm (A13/P2; P62 978) a naopak směrem do nadloží přibývá písčité popř. prachovité frakce a zahlinění. Valouny štěrků jsou většinou dobře opracované, plochých tvarů, pouze místy se mohou vyskytnout polohy až neopracovaných valounů. Jsou polymiktního charakteru tvořené materiálem modrošedých drob, pískovců, břidlic (jílovitých, fylitických), jílovců, granitu, světlých rul (ortoruly), kvarcitem popřípadě křemenem. Místy mohou obsahovat proplástky popř. čočky šedých písčitých prachovců či hlín. Štěrky jsou z velké většiny zvodnělé a při bázi ulehlé. Mocnost značně kolísá. Zejména na svazích, ale i v údolích, nemusí být vyvinuta, respektive zachována štěrková terasa vůbec, nebo jen o mocnosti několika cm. Mocnost tohoto souvrství se pohybuje od 1,0 m do maximálně 22,7 m (A10/V1, P83 981).

Vznik **glacifluviálních sedimentů**, které se na některých místech vyskytují v podloží klasických terasových fluviálních sedimentů, je vázán na období především sálského, ale i halštrovského zalednění. Vznikly kombinací ledovcových a říčních procesů. Řeky dotované vodou z odtávajících ledovců opracovávaly uloženiny ledovcem transportované. Jejich charakter připomíná hrubé, krátce transportované říční sedimenty – štěrky střední až hrubozrnné s obsahem frakce kamenité až balvanité. Obsahují hlinitopísčitou výplň a jsou silně ulehlé. Valouny – souvky – nesou známky charakteristického opracování – ohlazené plošky (jednostranné ohlazení, popřípadě vícestranné). Výplň má zrnitostně charakter hlinitého písku. Vzácně se mohou vyskytnout i nepřilíš mocné polohy glaciálních jílovců (vždy ale s příměsí valounů štěrku) nebo jemnozrnných glaciálních písků. Mocnost tohoto glacifluviálního souvrství je značně proměnlivá. Nejčastěji se pohybuje kolem 5 – 8 m, avšak výjimkou nejsou mocnosti i přes 20 m (zjištěné maximum 45 m). Většinou je jejich povrch mezi 5 až 7 metry pod terénem.

Celková zatím zjištěná **mocnost kvarterních uloženin** činí dle výsledků archivních hydrogeologických vrtů v jímacím území Zlaté Opavice až 50 m.

3 PŘEHLEDNÁ GEOLOGICKÁ MAPA



GeoČR 1:50 000 list 15-14, výřez – zvětšeno v měřítku 1:8000

Sjednocená legenda GeoČR 50

kenozoikum

kvartér

holocén

- 6** nivní sediment (fluviální nečlenené + sedimenty vodních nádrží)
- 7** smíšený sediment (deluviofluviální)
- 12** písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment (deluviální) (složení pestré)
- 13** kamenitý až hlinito-kamenitý sediment (deluviální) (složení pestré)

pleistocén

- 24** písek, štěrk (fluviální) (složení pestré)
- 28** písek, štěrk (fluviální) (složení pestré)

ČESKÝ MASIV - KRYSTALINIKUM A PREVARISKÉ PALEOZOIKUM

paleozoikum

karbon

karbon spodní

- 491** jílovité břidlice, prachovce, droby (turbidity)
- 492** droby (turbidity)

3.1 Hydrogeologické poměry

Předmětné území spadá do hydrogeologického rajonu číslo 152 – Fluviální a glacigenní sedimenty v povodí Opavy. Celé zájmové údolí je odvodňováno řekou Opavou, z malé části řekou Opavicí - na severu, popř. menšími potůčky (Trmantický potok,...) v bočních údolích, které stékají do hlavního údolí. Jejich prameny jsou vesměs suťové, ojediněle vrstevnaté.

Z hlediska vedení a akumulace podzemních vod jsou zde nejvýznamnějším prostředím nesoudržné fluviální sedimenty řeky Opavy respektive Opavice – štěrky a štěrkopísky s velmi dobrou průlinovou propustností - $k_f = n \cdot 10^{-3}$ až $n \cdot 10^{-4}$ m/s. Toto souvrství představuje hlavní hydrogeologický kolektor, jehož vrchní izolátor tvoří velmi málo propustné soudržné povodňové zeminy. Na bázi fluviálních štěrků se mohou vyskytovat glacifluviální sedimenty v podobě velmi ulehých štěrků s písčitojílovitou výplní. Jejich propustnost je poměrně nízká – $k_f = n \cdot 10^{-5}$ m/s. Funkci podložního poloizolátoru plní flyšové vrstvy střídajících se drob, pískovců popř. prachovců a břidlic moravického souvrství s velmi slabou puklinovou propustností – $k_f = n \cdot 10^{-6}$ až $n \cdot 10^{-8}$ m/s. Koeficient transmisivity se v zájmovém území pohybuje podle archivních údajů mezi $4,6 \cdot 10^{-5}$ až $1,7 \cdot 10^{-2}$ m²/s. Kolektor je dotovaný jednak puklinovou podzemní vodou ze svahů údolí a z tektonického porušení skalního podloží a jednak i průlinovou podzemní vodou z vyšších úrovní terasy. Celkově je možné označit údolní nivu Opavy i jejich přítoků jako území s poměrně mělkou hladinou podzemní vody, což může způsobovat zamokření a částečné znehodnocení zemědělské půdy. Ustálená hladina podzemní vody byla změřena mezi 0,5 m a 5,5 m pod povrchem terénu a je zřejmé, že bude kolísat v závislosti na stavu hladiny v řece Opavě. Vzhledem k tomu, že povrch propustných štěrků mnohdy vystupuje blízko k povrchu terénu a koryto řeky je mezi tyto štěrky zahlobeno není hladina podzemní vody výrazně napjatá.

4 PŘEHLED PRACÍ A METODIKA

Soubor stavebních objektů SSO 09 se nachází v intravilánu města Krnova, v bývalém okrese Bruntál. Připravované úpravy zahrnují široký soubor různorodých opatření, v největším rozsahu se dotýkají zejména městského silničního okruhu, související městské infrastruktury a nejméně dvou mostů s nízkou průtočnou kapacitou. Podél toku budou mimo jiné zvyšovány a doplňovány nábrežní zdi a hráze. Cílem řešení je vedle dosažení požadované míry ochrany i podpora vhodného urbanistického začlenění území souvisejících s vodním tokem. Práce budou koordinovány s případnými návrhy města Krnova.

Objektová skladba SSO 09:

SO 09.01	Pravostranná nábrežní zeď úseku v km 70.881 - 72.000
SO 09.02	Přeložky inženýrských sítí v km 70.881 - 72.000
SO 09.03	Úpravy nábrežních výustí v úseku nové nábrežní zdi
SO 09.04	Levostranná nábrežní zeď úseku v km 71.459 - 71.678
SO 09.05	Nový silniční most v km 71.459
SO 09.06	Přeložky inženýrských sítí na mostu v km 71.459
SO 09.07	Levobřežní ochranná hráz v km 71.258 – 71.458
SO 09.08	Hrázová propust se zpětnou klapkou a stavítkem
SO 09.09	Nový silniční most v km 70.782
SO 09.10	Přeložky inženýrských sítí na mostu v km 70.782
SO 09.11	Pravostranná nábrežní zeď úseku v km 70.353 - 70.782
SO 09.12	Přeložky inženýrských sítí v km 70.353 - 70.782
SO 09.13	Rozšíření koryta o levobřežní bermu v km 70.353 - 70.782
SO 09.14	Nábrežní zdi v km 70.353 - 70.782
SO 09.15	Přeložky inženýrských sítí v km 70.353 - 70.782
SO 09.16	Silniční konstrukce v km 70.353 - 70.782
SO 09.17	Nový silniční most v km 70.353
SO 09.18	Přeložky inženýrských sítí na mostu v km 70.353

SO 09.19	Nový silniční most v km 70.136
SO 09.20	Přeložky inženýrských sítí na mostu v km 70.136
SO 09.21	Nová lávka v km 70.042
SO 09.22	Pravostranná nábrežní zeď úseku v km 69.430 – 69.914
SO 09.23	Přeložky inženýrských sítí v km 69.430 – 69.914
SO 09.24	Úpravy nábrežních výustí v úseku nové nábrežní zdi
SO 09.25	Levobřežní ochranná hráz v km 69.430 – 69.914
SO 09.26	Přeložky inženýrských sítí v km 69.430 – 69.914
SO 09.27	Úpravy nábrežních výustí v úseku nové hráze
SO 09.28	Nový silniční most v km 69.657
SO 09.29	Přeložky inženýrských sítí na mostu v km 69.657
SO 09.30	Nový železniční most v km 69.430

4.1 Archivní rešerše

Z dostupných archivních vrtů vyplývá, že v základové spáře projektovaných úprav a souboru stavebních objektů se nachází souvislá vrstva málo propustných, povodňových, soudržných sedimentů – **jílů a hlín, prachovitých** popř. **píščitých** – o značně proměnlivé mocnosti v rozmezí 0,2 m – 4,0 m s různým obsahem opracovaných i neopracovaných valounů jemného až kamenitého (vzácně i balvanitého) štěrku. Tyto hlíny jsou charakteristické převahou prachové složky, což může v některých případech (zejména při náhlém průniku vody) vést k jejich prosedání. Často také obsahují různé organické zbytky – kořínky, dřevo a podobně. Konzistence těchto povodňových hlín je převážně tuhá až pevná, avšak zejména při bázi a při výraznějším zvodnění vykazují konzistenci měkce tuhou až měkkou. Tuto vrstvu mohou na některých místech nahrazovat recentní antropogenní navážky, které mohou být jednak podobných vlastností (přemístěné původní zeminy s úlomky cihel a kamení), a nebo značně nesourodého a rozmanitého složení (makadam, stavební odpad, látky, sklo, dráty, kabely, apod.) s hlinitopísčitou výplní a částečně nesoudržného charakteru.

Tyto jemnozrnné zeminy postupně přecházejí v terasové, fluvialní, nesoudržné sedimenty – **šterky a šterkopísky** popř. **písky** – různě zahliněné. Obsah písčité frakce ve štercích značně kolísá podobně jako její zrnitost – písek jemný až hrubý. Polohy písku mohou být až čisté, většinou jemnozrnné. Šterky jsou zrnitostně hrubé až balvanité. Většinou jsou zvodnělé a ulehle. Mocnost tohoto souvrství se nejčastěji pohybuje mezi 1,0 m – 9,0 m v údolí. Tyto poměrně značné rozdíly v mocnosti jsou zapříčiněny glaciálně vytvořenými nerovnostmi povrchu skalního podloží. Je však nutné poznamenat, že se tato šterková terasa výjimečně na některých místech nemusela zachovat vůbec. Vzhledem ke své velmi dobré propustnosti představují hlavní kolektor podzemní vody v daném území, který můžeme označit za relativně izolovaný – z vrchu nepropustnými, povodňovými hlínami a na bázi kulmským skalním podložím, které je však do značné míry tektonicky porušeno a tímto způsobem vzniklé pukliny umožňují omezenou komunikaci vod tohoto kolektoru a podzemních vod vázaných na tektonické pukliny ve větších hloubkách. Hodnoty koeficientů filtrace a propustnosti (orientační hodnoty) pro fluvialní sedimenty v zájmovém území činí podle archivní literatury:

- koeficient filtrace $k_f = n \cdot 10^{-3}$ až $n \cdot 10^{-4}$ m/s
- koeficient průtočnosti $T = 4,6 \cdot 10^{-5}$ až $1,7 \cdot 10^{-2}$ m²/s

Na zalesněných údolních svazích mohou nahrazovat vrstvu šterků a šterkopísků **hlinitopísčité kamenité sutě** tvořené převážně materiálem drob. Mocnost se pohybuje mezi 0,5 m až 1,5 m. Často obsahují zbytky kořenů. Výplň tvoří písčité (jemné až hrubé), slabě slídnatá hlína.

Na bázi výše zmíněných souvrství se vyskytují nerovnoměrně uložené **glacifluviální sedimenty**. Jejich vznik je vázán na období především sálského, ale i halštrovského zalednění. Vznikly kombinací ledovcových a říčních procesů. Jsou představovány šterky – středními až hrubozrnnými s kolísavým obsahem kamenité až balvanité frakce. Obsahují hlinitopísčitou výplň a

jsou převážně silně ulehle. Jednotlivé valouny (souvky) nesou známky charakteristického opracování – ohlazené plošky (jednostranné ohlazení, popř. vícestranné). Výplň má zrnitostně charakter hlinitého písku. Vzácně se mohou vyskytnout i nepříliš mocné polohy glaciálních jílu (vždy ale s příměsí valounů štěrku) nebo jemnozrnných glaciálních písků. Mocnost tohoto glacifluviálního souvrství je značně proměnlivá. Nejčastěji se pohybuje kolem 5 – 8 m, avšak výjimkou nejsou mocnosti i přes 20 m (zjištěné maximum 45 m). Většinou je jejich povrch mezi 5 až 7 metry pod terénem.

Nepropustné předkvaterní podloží na bázi štěrku fluvialních a glacifluviálních zde představuje kulmský (paleozoikum – svrchní visé), typicky flyšový horninový komplex sedimentů, ve kterém se střídají souvrství tvořená **jílovitými břidlicemi, prachovci a drobami** a souvrství tvořená výhradně **drobami**. Všechny tyto horniny mají turbiditní charakter své geneze. Ojediněle se ve výše zmíněných horninových souvrstvích mohou vyskytnout vložky vápenců popř. drobnozrnných, drobovitých slepenců. Ve svrchních partiích jsou horniny skalního podkladu postiženy procesy intenzivního zvětrávání. Tato zóna může nabývat i značných mocností. Povrch předkvaterního podloží byl v místech zájmové lokality zastižena archivními vrty v hloubkách 6,4 – 21,9 m pod povrchem terénu. Hlavním důvodem této značné rozkolísanosti povrchu skalního podloží je zřejmě modelace kontinentálním ledovcem, který sem zasahoval jak v období halštrovského zalednění, tak hlavně v zalednění sálském. Celková mocnost tohoto kulmského flyšového komplexu se odhaduje na 2500 m.

Podzemní voda – její ustálená hladina byla zastižena v rozmezí 0,5 m – 5,5 m pod úrovní terénu a kolísá v závislosti na množství vody v řece Opavě, která po většinu roku funguje jako drén, pouze při povodních a výrazně zvýšených průtokových stavech může dotovat okolní zvodeň. Hladina podzemní vody je souvislá a není výrazněji hydrostaticky napjatá.

Propustnost štěrku – fluvialní terasové štěrky a štěrkopísky s velmi dobrou průlinovou propustností - $k_f = n \cdot 10^{-3}$ až $n \cdot 10^{-4}$ m/s. U glacifluviálních sedimentů je průměrná propustnost poměrně nízká $k_f = n \cdot 10^{-5}$ m/s.

Agresivita na stavební materiály – z rozborů vzorků vod uvedených v archivní dokumentaci vyplývá, že podzemní voda ve zkoumaném území je většinou středně až silně agresivní na beton a mimořádně korozivní na ocel.

4.2 Průzkumné práce

IG průzkum byl zaměřen na popis a zjištění geotechnických vlastností jednotlivých typů hornin a zemin. V hydrogeologické části průzkumu byla rovněž zjištěna úroveň a chemické vlastnosti podzemní vody. Přímý průzkum byl proveden v rozsahu 28 vrtaných sond a 12 dynamických penetrací rozmístěných v prostoru navrhovaných objektů. Cílem průzkumu bylo získat podklady pro hodnocení stability říčního koryta, návrhy opevnění a pro posouzení splaveninového režimu v úseku toku. Výsledky terénního průzkumu byly doplněny o rešeršní informace ze 40 archivních sond a shrnuty do závěrečné zprávy IG průzkumu lokalit stavebních objektů v SSO 09.

Jak bylo již zmíněno výše, IG průzkum zahrnoval provedení 28 vrtaných sond a 12 dynamických penetrací. Čtyři sondy byly vystrojeny PVC výpažnicí s průměrem 125 mm. Jednotlivé díly výstroje byly spojovány závitem, ústí vrtů bylo opatřeno chráničkou PVC průměr 150 mm. Perforace výstroje je příčně řezaná, šíře řezů je 1 mm, plocha perforace v perforované části je 10 %. Perforovaná část výstroje byla obsypána praným kačírkem zrnitosti 1,6 - 4 mm, plná část výstroje byla tamponována zásypem mletým jilem.

Pro konečné vyhodnocení byly rovněž využívány archivní sondy (40 sond). Hloubka vrtaných sond se pohybovala mezi 8 – 14 m v závislosti na povaze stavebních objektů. Celková metráž vrtných prací byla 273,0 bm, z toho 38,5 bm s výstrojí. Sondy byly hloubeny rotačním způsobem na jádro. Čtyři z nich byly vystrojeny jako trvalé hydrogeologické vrty. V rámci hydrogeologické části průzkumu byly v nich provedeny hydrodynamické zkoušky, zjišťován průběh hladiny podzemní vody a její chemické složení. Výsledky hydrogeologických prací jsou shrnuty v samostatné kapitole.

Z profilů sond a z výnosu vrtného jádra byly odebírány porušené a neporušené vzorky a také 1 technologický vzorek zemin, které byly předány do laboratoře mechaniky zemin k posouzení

geomechanických parametrů. Také byly z vybraných vrtů odebrány vzorky vody. Ze všech sond byla pořízena popisná a fotografická dokumentace. S výjimkou hydrogeologických vrtů byly ostatní sondy po skončení terénních prací likvidovány hutněným záhozem a území bylo uvedeno do původního stavu.

4.3 Polní zkoušky

Průzkum zahrnoval i provedení polních zkoušek, tj. dynamických penetrací v počtu 12 ks, které doplnily získaný geologický profil v místech obtížně přístupných pro vrtnou techniku a na jejich základě byla získána kontinuální představa o průběhu geologických vrstev. Při zkoušce je do zeminy automaticky zaráženo soutyčí opatřené kuželovým hrotem průměru 43,7 mm. K zarážení je použit beran hmotnosti 50 kg, který dopadá z výšky 0,5 m. Základním výpočtem je stanovení specifického dynamického odporu na hrotu, z něhož lze odvodit změny pevnosti zemin v podloží a průběh vrstev s rozdílnou pevností.

Dynamické penetrační zkoušky byly provedeny v místech s předpokládaným zarážením štetovnic v průběhu výstavby jednotlivých objektů. Podle hloubek sond a zjištěných dynamických odporů lze konstatovat, že prostředí je relativně průchodné do hloubky maximálně 5 - 9 m, obvykle 5,5 - 7,5 m. Je však nutné počítat s výskytem větších valounů až balvanů v hloubce již od cca 3 - 4 m, což může znamenat omezenou průchodnost až neprůchodnost prostředí v daném místě. Tato hůř průchodná poloha byla zaznamenána téměř ve všech zkouškách.

4.4 Laboratorní práce

Za účelem stanovení, resp. ověření základních fyzikálních vlastností zemin bylo odebráno celkem 79 vzorků zemin, z toho 73 porušených vzorků, 5 vzorků neporušených a 1 technologický vzorek. Neporušené vzorky zeminy byly odebrány za účelem provedení zkoušky stlačitelnosti a smykové pevnosti. Vzorky byly odebrány z kvartérních náplavových sedimentů. Fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin byly odvozeny na základě makroskopického popisu a stanoveny podle ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy*.

Pro jednotlivé geologické vrstvy, z kterých byly odebrány vzorky zemin a následně provedeno laboratorní stanovení zrnitosti zemin, byly také laboratorně určeny koeficienty filtrace dle Carmana-Kozeného.

Přehled odebraných vzorků je uveden v následující tabulce níže:

Tabulka číslo 1: Přehled odebraných vzorků

Označení vzorku	Druh vzorku	Vrt	Hloubka odběru [m]
32875	Porušený	JH0901	2,10
32876	Porušený	JH0901	3,80
32877	Porušený	JH0901	7,50
32852	Porušený	J0901A	3,00
32853	Porušený	J0901A	5,00
32878	Neporušený	J0902	2,00
32879	Porušený	J0902	3,00
32880	Porušený	J0902	4,70
32854	Technologický	J0902A	2,50
32855	Porušený	J0902A	3,50
32797	Porušený	J0909	2,80
32798	Porušený	J0909	5,50
32856	Porušený	J0910	3,50
32857	Porušený	J0910	6,50
32881	Porušený	J0911	2,00

32882	Porušený	J0911	4,20
32883	Porušený	J0911	9,00
32884	Porušený	J0912	4,00
32885	Porušený	J0912	8,00
32886	Porušený	JH0915	2,00
32887	Porušený	JH0915	3,80
32888	Porušený	JH0915	8,50
32858	Porušený	J0916	2,00
32859	Porušený	J0916	6,50
32799	Neporušený	J0918	2,70
32800	Porušený	J0918	3,50
32801	Porušený	J0918	8,50
32823	Porušený	JH0920	2,00
32824	Porušený	JH0920	2,00
32825	Porušený	JH0920	7,50
32826	Porušený	J0923	3,50
32827	Porušený	J0923	4,50
32828	Porušený	J0923	8,90
32860	Porušený	J0924	2,50
32861	Porušený	J0924	5,70
32862	Porušený	J0924	9,50
32940	Porušený	J0925	3,00
32941	Porušený	J0925	5,20
32802	Porušený	J0926	3,50
32803	Porušený	J0926	4,50
32804	Porušený	J0926	8,50
32829	Porušený	J0931	3,50
32830	Porušený	J0931	5,00
32831	Porušený	J0931	10,20
32805	Porušený	J0932	2,00
32806	Porušený	J0932	5,00
32832	Porušený	J0934	4,00
32833	Porušený	J0934	5,00
32834	Porušený	J0934	9,00
32942	Porušený	J0935	4,50
32943	Porušený	J0935	6,50
32889	Porušený	J0936	1,70
32890	Porušený	J0936	3,50
32891	Porušený	J0936	5,20
32892	Neporušený	JH0937	2,20
32893	Porušený	JH0937	3,00
32894	Porušený	JH0937	4,00
32895	Porušený	JH0937	6,50
32863	Porušený	J0938	2,20

32864	Porušený	J0938	4,00
32865	Porušený	J0938	6,50
32835	Neporušený	J0939	1,70
32836	Porušený	J0939	3,10
32837	Porušený	J0939	4,00
32838	Porušený	J0939	6,00
32839	Porušený	J0940	2,50
32840	Porušený	J0940	4,20
32841	Porušený	J0940	9,20
32866	Porušený	J0941	3,50
32867	Porušený	J0941	6,00
32944	Neporušený	J0944	2,90
32945	Porušený	J0944	3,40
32946	Porušený	J0944	4,90
32947	Porušený	J0944	8,10
32948	Porušený	J0948	2,00
32949	Porušený	J0948	4,80
32950	Porušený	J0948	5,60
32951	Porušený	J0948	8,50
32952	Porušený	J0948	11,50

Tabulka číslo 2.: Přehled tříd zemin s koeficienty filtrace a zařazením relativních propustností

Vrt	Hloubka[m]	Třída zeminy podle ČSN 73 1001	Koeficient filtrace k [m.s-1] podle Carmana - Kozeneho	Relativní propustnost zeminy podle ČSN 73 6850	Přibližné rozmezí * koeficientu filtrace k [m. s -1]
JH0901	2,10	S5 SC	$4,9 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
JH0901	3,80	G3 G-F	$2,7 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
JH0901	7,50	S4 SM	$8,5 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0901A	3,00	G5 GC	$2,9 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0901A	5,00	G5 GC	$1,1 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0902	2,00	F5 MI	$4,2 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0902	3,00	F5 MI	$4,6 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0902	4,70	G3 G-F	$1,2 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0902A	2,50	F4 CS2	$9,6 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0902A	3,50	G3 G-F	$7,3 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0909	2,80	S4 SM	$2,0 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0909	5,50	G3 G-F	$6,0 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0910	3,50	G3 G-F	$9,8 \cdot 10^{-6}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0910	6,50	G5 GC	$1,1 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0911	2,00	G3 G-F	$3,2 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}

J0911	4,20	G3 G-F	$2,2 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0911	9,00	G5 GC	$6,2 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0912	4,00	G3 G-F	$1,3 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0912	8,00	G5 GC	$6,1 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
JH0915	2,00	F4 CS1	$1,9 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
JH0915	3,80	G1 GW	$7,5 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
JH0915	8,50	S4 SM	$1,3 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0916	2,00	G3 G-F	$1,3 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0916	6,50	G4 GM	$2,7 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0918	2,70	F4 CS2	$4,2 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0918	3,50	G3 G-F	$6,7 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0918	8,50	G3 G-F	$1,8 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
JH0920	2,00	F4 CS2	$4,9 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
JH0920	2,00	G2 GP	$7,1 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
JH0920	7,50	G5 GC	$4,0 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0923	3,50	F1 MG	$7,2 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0923	4,50	G3 G-F	$8,5 \cdot 10^{-6}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0923	8,90	S4 SM	$2,7 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0924	2,50	G3 G-F	$1,0 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0924	5,70	G5 GC	$2,2 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0924	9,50	G3 G-F	$3,2 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0925	3,00	G4 GM	$1,0 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0925	5,20	G3 G-F	$2,0 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0926	3,50	F4 CS1	$7,1 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0926	4,50	G2 GP	$5,0 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0926	8,50	G5 GC	$2,4 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0931	3,50	F2 CG	$1,6 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0931	5,00	G3 G-F	$1,6 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0931	10,20	G5 GC	$1,2 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0932	2,00	G3 G-F	$1,3 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0932	5,00	G4 GM	$3,8 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0934	4,00	G4 GM	$2,7 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0934	5,00	G3 G-F	$4,2 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0934	9,00	G5 GC	$1,5 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0935	4,50	G3 G-F	$4,3 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0935	6,50	G3 G-F	$2,1 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0936	1,70	F3 MS2	$6,8 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0936	3,50	G3 G-F	$8,5 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0936	5,20	G3 G-F	$5,9 \cdot 10^{-6}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
JH0937	2,20	F3 MS2	$1,2 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
JH0937	3,00	F4 CS2	$8,4 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
JH0937	4,00	G3 G-F	$5,7 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
JH0937	6,50	S5 SC	$1,1 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}

J0938	2,20	G3 G-F	$4,6 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0938	4,00	G3 G-F	$6,3 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0938	6,50	G3 G-F	$6,9 \cdot 10^{-6}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0939	1,70	F4 CS2	$4,0 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0939	3,10	S4 SM	$6,8 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0939	4,00	G3 G-F	$3,5 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0939	6,00	G3 G-F	$7,0 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0940	2,50	F4 CS2	$1,1 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0940	4,20	G3 G-F	$8,5 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0940	9,20	G3 G-F	$1,6 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0941	3,50	G3 G-F	$1,4 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0941	6,00	G4 GM	$2,6 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0944	2,90	F4 CS2	$7,7 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0944	3,40	F3 MS2	$3,2 \cdot 10^{-8}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0944	4,90	G3 G-F	$2,6 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0944	8,10	G3 G-F	$2,5 \cdot 10^{-5}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0948	2,00	G3 G-F	$1,3 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0948	4,80	G2 GP	$1,8 \cdot 10^{-4}$	propustná	10^{-4} až 10^{-6}
J0948	5,60	G5 GC	$4,1 \cdot 10^{-7}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0948	8,50	S4 SM	$1,1 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}
J0948	11,50	G5 GC	$2,7 \cdot 10^{-6}$	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}

* Hranice mezi jednotlivými intervaly byla stanovena aritmetickým průměrem.

Jak již bylo zmíněno, také byly odebrány vzorky vody z vybraných vrtů, kde byla zastižena hladina podzemní vody. Přehled odebraných vzorků vody je uveden v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3.: Přehled odebraných vzorků

Označení vzorku	Druh vzorku	Vrt
734	podzemní voda	J0901/A
639	podzemní voda	J0909
817	podzemní voda	J0912
1067	podzemní voda	JH0915
640	podzemní voda	J0918
1068	podzemní voda	JH0920
728	podzemní voda	J0931
641	podzemní voda	J0932
729	podzemní voda	J0934
818	podzemní voda	J0936
730	podzemní voda	J0940
904	podzemní voda	J0944
905	podzemní voda	J0948

Všechny výše uvedené porušené a neporušené vzorky a vzorky vody byly předány do Střediska laboratoře mechaniky zemin, akreditovaná laboratoř č. 1412 firmy Unigeo v Ostravě - Hrabové k provedení základních geotechnických rozborů a rozborů vody.

Výsledky **laboratorních** analýz odebraných vzorků zemin jsou obsaženy v příloze č. 9-05.

5 VYHODNOCENÍ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Návrhový průtok 150 m³/s pro úpravy přímo v centru Krnova řeší soubor objektů SSO 09. Přípravované úpravy se dotýkají zejména městského silničního okruhu, související městské infrastruktury a nejméně dvou mostů s nízkou průtočnou kapacitou. Na toku budou zvyšovány a doplňovány nábrežní zdi a hráze.

Geologické poměry v linii úprav jsou znázorněny v podélných geologických profilech 1 : 2 000/200, které jsou součástí příloh. Základové poměry v linii jednotlivých mostů jsou zobrazeny v samostatných geologických řezech 1 : 1000/100. Geologický profil jednotlivých průzkumných děl byl pro účely vytvoření řezů optimalizován, aby byla možná generalizace a tvorba kvazihomogenních celků (geotechnických kategorií). Detailní geologický popis je obsažen v geologické dokumentaci.

Přehled geotechnických kategorií je v tabulce č. 4. K jednotlivým geotechnickým kategoriím byly na základě zjištěných mechanických a fyzikálních vlastností přiřazeny geotechnické parametry, které jsou znázorněny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 4.: Geotechnické kategorie zemin

I	Hlína nebo jíl s úlomky	F1 MG, F2 CG	F1 MG, F2 CG	Pevná
II	Jíl písčitý, hlína písčitá	F4 CS, F3 MS	F4 CS1, F3 MS1	Tuhá
III	Jíl písčitý, hlína písčitá	F4 CS, F3 MS	F4 CS2, F3 MS2	Pevná
IV	Hlína jílovitá	F5 MI, F7 MH	F5 MI, F7 MH	Tuhá
V	Jíl prachovitý, jíl	F6 CI, F8 CH	F6 CI, F8 CH	Tuhá/Pevná
VI	Písek hrubozrný, písek se šterkem	S2 SP, S3 S-F	S2 SP, S3 S-F	Ulehlý
VII	Písek hlinitý, písek jílovitý	S4 SM, S5 SC	S4 SM, S5 SC	Středně ulehlý
VIII	Šterk balvanitý, šterk hrubozrný	G1 GW, G2 GP	G1 GW, G2 GP	Ulehlý
IX	Šterk písčitý	G3 G-F	G3 G-F	Ulehlý
X	Šterk hlinitý, šterk jílovitý	G4 GM, G5 GC	G4 GM, G5 GC	Středně ulehlý
XI	Droba, břidlice eluvium	R6		
XII	Droba, břidlice zcela zvětralá	R5		
XIII	Droba, břidlice silně zvětralá	R4		
XIV	Droba navětralá	R3		

Výsledky laboratorních rozborů vod jsou znázorněny v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5.: Výsledky laboratorních rozborů vody

Údaje o podzemní vodě:													
sonda	agresivita prostředí (ČSN EN 206-1)	naražená hladina	ustálená hladina	Agresivita podle ČSN 731215/ČSN EN 206-1									
				pH		agresivní CO ₂		sírany SO ₄		hořčík Mg		amoniak NH ₄	
J0901A	neagresivní	3,7	3,6			la							
J0909	slabě agresivní	2,8	2,0			ma	XA1						
J0912	slabě agresivní	3,7	3,4			ha	XA1						
JH0915	středně agresivní	2,5	-	la	XA1	ha	XA1						
J0918	slabě agresivní	4,6	3,6			ma	XA1						
JH0920	středně agresivní	3,3	2,8	la	XA1	ma	XA1						
J0931	slabě agresivní	4,5	4,6			ha	XA1						
J0932	neagresivní	3,5	3,0										
J0934	neagresivní	4,1	3,9			la							
J0936	slabě agresivní	2,7	2,7			ma	XA1						
J0940	slabě agresivní	3,1	3,1			ma	XA1						
J0944	neagresivní	3,9	3,4			ma							
J0948	neagresivní	3,5	2,9			ma							

Tabulka č. 6.: Geotechnické kategorie zemin, část A

Opava							
číslo vrstvy		II	III	IV	V	VI	VII
kód vrstvy					Q12	Q20	Q21, Q22
charakteristika		hlína písčitá, jíl písčitý	hlína písčitá, jíl písčitý	hlína jílovitá	jíl prachovitý jíl	písek	písek hlinitý, písek jílovitý
Tř. ČSN 73 1001		F3 MS F4 CS	F3 MS F4 CS	F5 MI F7 MH	F6 CI F8 CH	S2 SP S3 S-F	S4 SM S5 SC
Tř. ČSN 73 1002		F3 MS1 F4 CS1	F3 MS2 F4 CS2	F5 MI F7 MH	F6 CI F8 CH	S2 SP S3 S-F	S4 SM S5 SC
v / β		0.35/0.62	0.35/0.62	0.40/0.47	0.40/0.47	0.30/0.74	0.35/0.62
γ	kN/m ³	18.0	18	20	21.0	17.5	18.5
w_p	%						
w_L	%						
přirozená vlhkost w_n	%						
I_p							
I_c/I_D							
konzistence / ulehlost		tuhá	tuhá/pevná	tuhá/pevná	tuhá/pevná	ulehlý	středně ulehlý až ulehlý
E_{def}	MPa	6,5/2,7*	4*/8	2*/4	4/6	25	10
filtrační součinitel k	m/s ⁻¹	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$8,3 \cdot 10^{-8}$ až $2,2 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-9}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	
c_u	kPa	55	55/65	55	45/80		
φ_u	°	0	0/5	0	0		
c_{ef}	kPa	15	33*/17	9	10/13	0	28
φ_{ef}	°	24	24*/25	18	16/17	32	7
σ_c	MPa						
hustota diskontinuit							
těžitelnost (ČSN 73 3050 / TKP4)	tř.	3/I	3/I	3/I	3/I	2/I	2/I
vrtatelnost pro piloty	tř.	I	I	I	I	I	I
namrzavost	tř.	Nebezpečně namrzavé	Nebezpečně namrzavé	Nebezpečně až vysoce namrzavé	Nebezpečně až vysoce namrzavé	Mírně namrzavé	Mírně namrzavé až namrzavé
vhod. pro podloží		III+IV+V	III+IV+V	VII+VIII+IX	VIII+IX+X	III+IV+V	III+IV+V
vhod. pro násyp		Vhodné+velmi vhodné	Vhodné+velmi vhodné	Nevhodné+málo vhodné	Nevhodné+málo vhodné	Velmi vhodné	Vhodné+velmi vhodné

Tabulka č. 6.: Geotechnické kategorie zemin, část B

číslo vrstvy		VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
kód vrstvy		Q23	Q23	Q26, Q27	M29	M29	M30	M31
charakteristika		Štěrť drobný	Štěrť s písčitou výplní	Štěrť hlinitý, štěrť jílovitý	Eluvium břidlice, droby	Droba zcela zvětřalá	Droba silně zvětřalá	Droba navětřalá
Tř. ČSN 73 1001		G1 GW G2 GP	G3 G-F	G4 GM G5 GC	R6	R5	R4	R3
Tř. ČSN 73 1002		G1 GW G2 GP	G3 G-F	G4 GM G5 GC				
v / β		0,20/0,90	0,25/0,83	0,30/0,74	0,35/-	0,25/-	0,20/-	0,15/-
γ	kN/m ³	21.0	19.0	19.0				
w_p	%							
w_L	%							
přirozená vlhkost w_n	%	6	8					
I_p								
I_c/I_D								
konzistence / ulehlost		ulehlý	ulehlý	středně ulehlý až ulehlý				
E_{def}	MPa	360	90	70/7*	40	100	400	1000
filtrační součinitel k	m/s ⁻¹	6,8.10 ⁻⁴	1,1.10 ⁻⁵ až 1,5.10 ⁻³	8,0.10 ⁻⁷ až 1,0.10 ⁻⁶				
c_u	kPa							
φ_u	°							
c_{ef}	kPa	0	0	18*				
φ_{ef}	°	39	34	28*				
σ_c	MPa	-	-	-	1	3	15	50
hustota diskontinuit		-	-	-	velká	velká	velká	velká
těžitelnost (ČSN 73 3050 / TKP4)	tř.	3/I	3/I	3/I	4/II	4/II	5/II	5/II
vrtatelnost pro piloty	tř.	II	II	II	II	II	II	III
namrzavost	tř.	Nenamrzavé	Nenamrzavé až mírně namrzavé	Mírně namrzavé až namrzavé				
vhod. pro podloží		I+II+III	I+II+III	I+II+III+IV				
vhod. pro násyp		Velmi vhodné	Vhodné+velmi vhodné	Vhodné+velmi vhodné				

SO 09.01 Pravostranná nábrežní zeď v km 70.881 – 72.000

Charakteristika úseku: Zeď začíná v profilu pevného jezu v km 70.881 a končí napojením na pravostranný pilíř stávajícího silničního mostu v km 72.000. Je navrhována v úseku toku délky 1119 m, výška zdi je 6,3 m a založení bude 2,0 m pod úrovní nivelety dna toku.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0901A, J0912, J0902A, JH0901, J0902, J0909, archivní vrt A4/PS3, dynamická penetrace DP0914, DP0901B.

Geologické poměry: V linii navržených úprav je základová půda tvořena kvartérními hrubozrnnými až balvanitými štěrky třídy G3 G-F a G2 GP, pouze v sondě J0901A byly zastiženy jílovité štěrky G5 GC. V sondách J0902A a J0902 byly v nadloží štěrků zastiženy měkké až tuhé hlíny a písčité jíly třídy F4 CS2 a F5 MI, které zasahují do hl. 2,5 – 3,2 m. Povrch území je pokryt navážkami charakteru písčité hlíny nebo písčitého jílu F3 MS a F4 CS, s mocností 1 – 2 m. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0912, kde v DP0914 byly zjištěny tvrdé polohy v celém intervalu 3,5 – 8,0 m a pak byla penetrace ukončena. Znamená to vysoký podíl balvanité složky téměř v celém profilu štěrků a neprůchodnost jejich bazální polohy. Další penetrace DP0901B byla provedena mezi sondami JH0901 a J0902. Tvrdé polohy vykazují výraznou anomálii v hl. 4,0 m, kde začíná balvanitá poloha štěrků, a penetrace byla opět ukončena v hl. 7,5 m na hlavě bazálních balvanitých štěrků. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.2.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách ve svrchní vrstvě štěrků, což odpovídá hl. 2,0 – 3,7 m.

SO 09.11 Pravostranná nábrežní zeď v km 70.353 – 70.782

Charakteristika stavby: Železobetonová zeď je navržena v délce 429 m, bude mít výšku 6,5 m a bude založena v hl. 2,0 m pod úrovní nivelety dna toku.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0918, JH0920, archivní vrt A20/Kr1, A21/Kr3, A23/V9, A25/S1, dynamická penetrace DP0919, DP0932A.

Geologické poměry: V linii navržených úprav je základová půda tvořena kvartérními hrubozrnnými až balvanitými štěrky třídy G2 GP, příp. G3 G-F. Ve všech sondách kromě A20/Kr1 byly v nadloží štěrků zastiženy měkké až tuhé písčité jíly třídy F4 CS2 a prachovité jíly F6 CI, které zasahují do hl. 1,8 – 2,9 m. Povrch území je pokryt navážkami charakteru hlinitých štěrků G4 GM, příp. balvanitých štěrků G2 GP, s mocností 1 – 3 m. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0918, kde v DP0919 byly zjištěny tvrdé polohy v hl. 2,5 m (hlava balvanitých štěrků) a penetrace byla ukončena v hl. 5,5 m, kde se opět objevují balvanité štěrky. Znamená to vysoký podíl balvanité složky téměř v celém profilu štěrků a neprůchodnost jejich bazální polohy. Další penetrace DP0932A byla provedena mezi sondami JH0920 a A25/S1. Tvrdé polohy se objevují v hl. 3,5 m, kde byla penetrace ukončena. Neprošla tedy ani svrchní vrstvou štěrků. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.2.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 3,2 – 4,6 m.

SO 09.22 Pravostranná nábrežní zeď v km 69.430 – 69.914

Charakteristika stavby: Zvýšení kapacity koryta bude zajištěno odtěžením šikmého pravého břehu. Železobetonová zeď je navržena v délce 530 m, bude mít výšku 6,8 m a bude založena v hl. 2,0 m pod úrovní nivelety dna toku.

Provedené sondy: Jádrový vrt JH0937, J0938, J0940, J0939, J0948, dynamická penetrace DP0946, DP0939A.

Geologické poměry: V linii navržených úprav je základová půda tvořena kvartérními hrubozrnnými až balvanitými štěrky třídy G3 G-F, příp. G2 GP. Povrch území je pokryt navážkami charakteru písčitých štěrků G3 G-F, s ojedinělými polohami písčitých hlín a jílu F3 MS, F4 CS. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0940, kde v DP0946 byly zjištěny tvrdé polohy v celém intervalu 3 - 6 m (svrchní poloha balvanitých štěrků), kde byla na hlavě bazálních štěrků penetrace ukončena. Znamená to vysoký podíl balvanité složky téměř v celém profilu štěrků a neprůchodnost jejich bazální polohy. Další penetrace DP0939A byla provedena mezi sondami J0940 a J0948. Byla ukončena bez výrazných anomálií v hl. 5 m. Prošla tedy pouze svrchní polohou drobnějších štěrků. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.2.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 3,0 – 3,5 m.

SO 09.04 Levostranná nábrežní zeď v km 71.459 – 71.678

Charakteristika stavby: Železobetonová zeď je navržena v délce 220 m a bude zavázána do levobřežní hráze v navazujícím úseku.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0910, J0911, archivní vrt A9/S15, dynamická penetrace DP0913.

Geologické poměry: V linii navržených úprav je základová půda tvořena kvartérními hrubozrnnými štěrky s nízkým podílem balvanité složky, třídy G4 GM, G5 GC a G3 G-F (hlinité a jílovité štěrky, příp. štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy). Povrch území je pokryt navážkami, jejichž složení odpovídá charakteru hlinitých štěrků G4 GM, příp. balvanitých štěrků G2 GP nebo G3 G-F, s mocností 1 – 3 m. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0911, kdy DP0913 byla ukončena v hl. 5 m, prošla tedy pouze svrchní polohou štěrků. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.1.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 2,6 – 3,2 m.

SO 09.07 Levobřežní ochranná hráz v km 71.258 – 71.458

Charakteristika stavby: Hráz je dlouhá 200 m a výška se pohybuje mezi 0,3 – 0,6 m. Založení je navrženo na zahloubené ostruze v hl. 0,6 m.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0911, JH0915, J0916, dynamická penetrace DP0913, DP0917.

Geologické poměry: V linii navržených úprav je základová půda tvořena navážkami charakteru štěrků G3 G-F, příp. písčitých hlín a jílu F3 MS, F4 CS, s mocností 1,0 – 2,8 m. V podloží byly zastiženy kvartérní hrubozrnné až balvanité štěrky třídy G2 GP, G1 GW, příp. G3 G-F. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0911, kdy DP0913 byla ukončena v hl. 5 m, prošla tedy pouze svrchní polohou štěrků. Další penetrace DP0917 byla provedena mezi sondami JH0915 a J0916. Tvrdé polohy byly ověřeny v celém intervalu 4 – 7,5 m, kde byla penetrace ukončena. Znamená to vysoký podíl balvanité složky téměř v celém profilu štěrků a neprůchodnost jejich bazální polohy. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.1.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 2,0 - 3,2 m.

SO 09.13, 09.14, 09.16 Rozšíření koryta o levobřežní bermu, nábrežní zdi a silniční konstrukce v km 70.353 – 70.782

Charakteristika stavby: Na levém břehu je navrženo rozšíření profilu toku o cca 5 m a vybudování dvouúrovňového nábreží v úseku délky 340 m. Spodní úroveň (316,4 m n.m.) by zároveň vytvářela levostrannou bermu šířky 7 m. Konstrukce sníženého pásu

povede po železobetonové nábrežní zdi výšky 6 m, založené v hl. 2,5 m pod úrovní nivelety dna toku.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0926, J0923, J0924, J0925, dynamická penetrace DP0924A.

Geologické poměry: V linii navržených úprav je základová půda tvořena kvartérními hrubozrnnými štěrky až balvanitými štěrky třídy G4 GM, G5 GC a G3 G-F (hlinité a jílovité štěrky, příp. štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy). Povrch území je pokryt navážkami, jejichž složení odpovídá charakteru písčitých hlín a písčitých jílů F3 MS, F4 CS, s mocností 2,0 – 3,4 m. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sond J0924 a J0925, kdy DP0924A byla ukončena v hl. 6 m a téměř celá prochází tvrdými polohami. Byla tedy ukončena v nadloží bazálních balvanitých štěrků. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.1.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 2,2 – 3,3 m.

SO 09.25 Levobřežní ochranná hráz v km 69.430 – 69.914

Charakteristika stavby: Zemní ochranná hráz je dlouhá 520 m a výška se pohybuje mezi 0,5 – 1,2 m. Založení je navrženo na zahloubené ostruze v hl. 0,6 m.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0941, J0944, archivní vrt A35/S16, A36/S18, A37/S19, A38/JH1001A, dynamická penetrace DP0942, DP0945.

Geologické poměry: V linii navržených úprav je základová půda tvořena navážkami charakteru písčitých hlín F3 MS s polohami jílovitých písků S5 SC, s mocností 1,7 – 2,7 m. V podloží byly zastiženy kvartérní hrubozrnné až balvanité štěrky třídy G2 GP a G3 G-F. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0941, kdy DP0942 byla ukončena v hl. 6,5 m a tvrdé polohy byly přítomny v intervalu 4,0 – 6,5 m. Penetrace tedy prošla pouze svrchní polohou štěrků. Další penetrace DP0945 byla provedena v místě sondy J0944. Tvrdé polohy byly ověřeny v celém intervalu 4 – 7,5 m, kde byla penetrace ukončena. Znamená to vysoký podíl balvanité složky téměř v celém profilu štěrků a neprůchodnost jejich bazální polohy.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 2,8 – 3,9 m.

SO 09.05 Nový silniční most v km 71.459

Charakteristika stavby: Nový most má šířku mostovky 18 m a rozpětí konstrukce 55 m. Nájezdy budou nasypány ze zhutněného štěrkového materiálu.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0912, J0911, dynamická penetrace DP0913, DP0914.

Geologické poměry: Základová půda je tvořena kvartérními štěrkovitými zeminami třídy G3 G-F a G2 GP s výrazným podílem balvanité složky. Směrem do podloží přecházejí do jílovitých štěrků G5 GC. Povrch území je pokryt navážkami charakteru písčitých jílů F3 CS (sonda J0912, resp. štěrků G3 G-F (sonda J0911)). Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0911, kdy DP0913 byla ukončena v hl. 5 m, prošla tedy pouze svrchní polohou štěrků. V DP0914 v prostoru sondy J0912 byly zjištěny tvrdé polohy v celém intervalu 3,5 – 8,0 m a pak byla penetrace ukončena. Znamená to vysoký podíl balvanité složky téměř v celém profilu štěrků a neprůchodnost jejich bazální polohy. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.3.

Podzemní voda: Byla zastižena v obou sondách v hl. 3,2 – 3,7 m.

SO 09.09 Nový silniční most v km 70.782

Charakteristika stavby: Nový most má šířku mostovky 18 m a rozpětí konstrukce 35 m. Nájezdy budou nasypány ze zhuťného štěrkového materiálu.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0918, archivní vrt A19/S7, dynamická penetrace DP0919.
Geologické poměry : Základová půda je tvořena kvartérními štěrkovitými zeminami třídy G3 G-F a G4 GM (štěrky hlinité) s výrazným podílem balvanité složky. Směrem do podloží přibývá poloh jílovitých štěrků G5 GC. Povrch území je pokryt navážkami charakteru hlinitých štěrků G4 GM, mocnosti 1,8 – 3,8 m. V sondě J0918 se v nadloží štěrků objevuje 1 m mocná poloha písčitých jílu F4 CS2, tuhé konzistence. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0918, kdy DP0919 byla ukončena v hl. 5,5 m, prošla tedy pouze svrchní polohu štěrků. Výrazná pevnostní anomálie se projevila již v hl. 2,5 m na hlavě štěrků. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.4.

Podzemní voda: Byla zastižena v obou sondách v hl. 4,6 – 4,8 m.

SO 09.17 Nový silniční most v km 70.353

Charakteristika stavby: Nový most má šířku mostovky 12,6 m a rozpětí konstrukce 42 m. Nájezdy budou nasypány ze zhuťného štěrkového materiálu.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0931, J0932, archivní vrt A25/S1, dynamická penetrace DP0932A.

Geologické poměry: Základová půda je tvořena kvartérními štěrkovitými zeminami třídy G3 G-F, které se střídají s polohami hlinitých štěrků G4 GM, oba typy s výrazným podílem hrubé složky. Povrch území je pokryt navážkami charakteru štěrků G3 G-F, G2 GP a G4 GM, v jejich nadloží pak odpovídají navážky písčitým hlínám F3 MS. Celková mocnost navážek se pohybuje mezi 2 – 4 m. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0932, kdy v DP0932A se tvrdé polohy se objevují v celém intervalu 4 – 9 m, kde byla penetrace ukončena. Štěrky jsou zde drobnější, velikost valounů nepřesahuje 15 cm a proto bylo možno projít celým štěrkovým horizontem. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.5.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 3,5 – 4,5 m.

SO 09.19 Nový silniční most v km 70.136

Charakteristika stavby: Nový most má šířku mostovky 12 m a rozpětí konstrukce 35 m. Nájezdy budou nasypány ze zhuťného štěrkového materiálu, opřeny do opěrných zdí, a jejich povrch bude zpevněn.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0934, archivní vrt A32/V21, dynamická penetrace DP0934A.

Geologické poměry: Základová půda je tvořena ve svrchní části kvartérními štěrkovitými zeminami třídy G3 G-F a G2 GP s výrazným podílem balvanité složky. Směrem do podloží přecházejí do drobnějších jílovitých štěrků G5 GC. Povrch území je pokryt navážkami charakteru písčitých jílu F4 CS a jílovitých hlín F7 MH, příp. hlinitých štěrků G4 GM v archivní sondě A32/V21. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0934, kdy DP0934A byla ukončena v hl. 5 m, prošla tedy pouze svrchní polohu štěrků. Spodní poloha silně ulehých jílovitých štěrků již byla pro penetraci neprůchodná.

Podzemní voda: Byla zastižena v hl. 4,1 m.

SO 09.21 Nová pěší lávka v km 70.042

Charakteristika stavby: Nový most má šířku mostovky 3 m a rozpětí konstrukce 30 m.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0935.

Geologické poměry: Základová půda je tvořena hrubozrnnými štěrky s velikostí valounů nepřesahující 15 cm, třídy G5 GC (jílovité štěrky), které směrem do podloží přecházejí do štěrků G3 G-F. Povrch území je pokryt navážkami charakteru písčitých hlín F3 MS s mocností 2,4 m.

Podzemní voda: Byla zastižena v hl. 2,2 m.

SO 09.28 Nový silniční most v km 69.657

Charakteristika stavby: Nový most má šířku mostovky 12 m a rozpětí konstrukce 45 m. Nájezdy budou nasypány ze zhutněného štěrkového materiálu.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0940, J0944, dynamická penetrace DP0945, DP0946.

Geologické poměry: Základová půda je tvořena ve svrchních polohách kvartérními písčitými jíly F4 CS2 tuhé konzistence, které jsou v hl. 3,4 – 3,6 m vystřídány štěrkovitými zeminami třídy G3 G-F, hrubými až balvanitými. Povrch území je pokryt navážkami charakteru štěrků G3 G-F, příp. písčitých hlín F3 MS s kamenitou příměsí. Celková mocnost navážek se pohybuje mezi 1,5 – 2,5 m. Průchodnost pro penetraci byla ověřena v prostoru sondy J0940, kdy v DP0946 se tvrdé polohy se objevují v celém intervalu 3 – 6 m, kde byla penetrace ukončena. Penetrace tedy prošla pouze svrchní částí balvanitých štěrků, dále již nebylo možno pokračovat. V místě sondy J0944 byla provedena penetrace DP0945, kde rovněž celý interval 4 – 7,5 m vykazoval velkou tvrdost a bylo možno projít pouze svrchní částí štěrků. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.6.

Podzemní voda: Byla zastižena v obou sondách v hl. 3,1 – 3,9 m.

SO 09.30 Nový železniční most v km 69.430

Charakteristika stavby: Stávající konstrukce je ocelová, spočívající na dvojici železobetonových pilířů šířky 1,35 m.

Provedené sondy: Jádrový vrt J0948, archivní vrt A38/JH1001A, A39/J1001B.

Geologické poměry: Základová půda je tvořena ve svrchních polohách kvartérními písčitými jíly F4 CS1 a písčitými hlínami F3 MS1, tuhé konzistence, příp. plastickým jílem F8 CH, zastiženým v archivní sondě A38/JH1001A. Mocnost jemnozrnných zemin je 2 – 3 m. V sondě J0948 byly ve svrchní poloze zastiženy navážky, tvořené materiálem pocházejícím pravděpodobně z úprav říčního koryta. Materiál má charakter balvanitých štěrků G3 G-F a celková mocnost je 3,2 m. V podloží navážek nebo jemnozrnných zemin byly zastiženy štěrkovité zeminy třídy G3 G-F, příp. G5 GC, hrubé až balvanité. Geologické poměry jsou znázorněny v profilu 9-02.7.

Podzemní voda: Byla zastižena ve všech sondách v hl. 2,5 – 3,8 m.

6 HYDROGEOLOGICKÝ PRŮZKUM

6.1 Metodika hydrogeologických průzkumných prací

Na březích řeky Opavy v úseku 09 byl proveden podrobný hydrogeologický průzkum. Hydrogeologický průzkum plynule navázal na předcházející vrtné práce a zahrnuje hydrodynamické zkoušky na celkem 4 hydrogeologických vrtech. Vrtly byly projektovány na zachycení profilu kvartérní zvodně.

Na každém vrtu byly projektovány a následně provedeny **přítokové zkoušky** - čerpací a stoupací. Tyto zkoušky reprezentují hydraulické poměry saturované zóny kvartérních sedimentů, především říčních a glaciálních štěrkopískových sedimentů. K přítokovým zkouškám bylo použito čerpadel Malyš a Nocchi a elektroakustický hladinoměr NPK, čerpaná voda byla vypouštěna do řečiště tak, aby nedošlo k ovlivnění okolí vrtů vypouštěnou vodou.

Čerpací zkouška probíhala při setrvalém čerpání za současné registrace rychlosti poklesu hladiny. Bylo čerpáno celkem na 2 hydraulické deprese. Během první deprese bylo čerpáno méně vydatným membránovým čerpadlem o vydatnosti $Q_{\max} = 0,4$ l/s za účelem vyčištění stěn a dna vrtu a částečné eliminace skinového efektu, vznikajícího méně propustným prostředím (např. zajilováním) na plášti vrtu. Pro druhou reprezentativnější depresi bylo následně použito silnějšího čerpadla s vydatností $Q_{\max} = 0,91$ l/s. Registrace snižování hladiny podzemní vody při vydatnosti Q byla doplněna návaznou stoupací zkouškou.

Přítokové i předcházející odtokové zkoušky byly vyhodnoceny graficko-analytickou metodou podle Jacoba.

Jacobova aproximace má tvar:

$$T = 0,183 \cdot Q/i$$

kde i = směrnice přímkového úseku. Směrnice je číselně rovna přírůstku snížení (příp. zvýšení) během jednoho logaritmického cyklu času, tj. $\log t = 1$; $i = \Delta S$ ($\Delta \log = 1$).

6.2 Výsledky hydrogeologických průzkumných prací

Při vyhodnocování přítokových zkoušek byl eliminován tzv. „skinový efekt“, tedy změny skutečné propustnosti horninového prostředí v oblasti stěny vrtu (perforace, obsyp). Tento efekt způsobuje počáteční deformaci odběrové, resp. stoupací křivky. Počáteční „strmé“ úseky křivek, které charakterizují poměry v bezprostředním okolí vrtu a na stěně vrtu, byly při vyhodnocování eliminovány a reprezentativní úseky s reálnou směrnici (sklonem) byly identifikovány ve středním přímkovém úseku na semilogaritmické křivce. Tento úsek zpravidla charakterizuje propustnost a průtočnost neporušeného zvodněného kolektoru v dosahu deprese vyvolané předchozím hydraulickým zásahem.

Detailní dokumentace a výsledky hydrodynamických zkoušek jsou součástí grafické a tabulkové přílohy, následující přehled zachycuje hydraulické charakteristiky v oblasti testovaných hydrogeologických vrtů.

JH0901	koeficient filtrace $k_f = 3,28 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$, transmisivita $T = 1,94 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.
JH0915	koeficient filtrace $k_f = 3,73 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$, transmisivita $T = 1,94 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.
JH0920	koeficient filtrace $k_f = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$,

transmisivita $T = 7,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

JH0937 koeficient filtrace $k_f = 5,12 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,

transmisivita $T = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

7 ZÁVĚR

V rámci předběžného inženýrsko-geologického průzkumu byly provedeny terénní a laboratorní práce, jejichž výsledky byly doplněny o závěry geologické rešerše zájmového území.

Bylo provedeno celkem 28 vrtů, z nichž 4 byly vystrojeny jako hydrogeologické. Dále bylo provedeno 12 dynamických penetrací. Z vrtů byly odebrány vzorky zemin a vody pro laboratorní rozbor. Z výsledků terénních prací byly sestaveny geologické profily, které jsou součástí příloh. Pro jednotlivé typy zemin byly stanoveny směrné charakteristiky, které budou dále využity při geotechnických výpočtech a návrhu příslušných opatření. Rovněž byl proveden hydrogeologický průzkum, který podává ucelený obraz o úrovni hladiny podzemní vody a charakteru zvodnění jednotlivých typů zemin. Geologické poměry jsou znázorněny v řezech. Výsledky laboratorních zkoušek byly sestaveny do přehledných tabulek. Výsledky průzkumu budou sloužit jako podklad pro etapu podrobného průzkumu, z něhož pak vyplyne definitivní návrh založení jednotlivých stavebních objektů.

Na základě výsledků z průzkumných prací lze konstatovat, že hlavní objekty budou realizovány převážně v nesoudržných zeminách charakteru navážek a fluvialních štěrků se slabou jemnozrnnější příměsí. Štěrky byly často zastiženy v podobě větších valounů až balvanů, co může negativně ovlivnit těžitelnost. Z hlediska těžitelnosti se jedná o zeminy středně ulehlé až ulehlé třídy těžitelnosti 3 a 4.

Hladina naražené podzemní vody byla zaměřena v hloubkách od 2,0 m do 4,6 m. Hladina podzemní vody se později ustálila v hloubce od 1,3 do 4,6 m. Hladina vody je situována do kvartérních sedimentů. Z několika vrtů byly odebrány vzorky vody, kde na základě laboratorního zpracování bylo zjištěno, že jsou většinou neagresivní až středně agresivní (XA1 ve dvou ukazatelích) hlavně v ukazateli obsahu agresivního CO_2 a ojediněle pH. Upozorňujeme proto na potřebu ochranných opatření vůči agresivitě podzemní vody na betonové konstrukce. V 5-ti vrtech byly vzorky vyhodnoceny jako neagresivní.

7.1 Doporučení pro další etapu průzkumu

V rámci další etapy průzkumu navrhujeme doplnění stávajících průzkumných prací o dalších 8 sond pro pravostrannou nábrežní zeď v km 70,881 – 72,000 a 2 sondy pro zeď v km 70,353 – 70,782, 3 sondy pro levobřežní ochrannou hráz v km 71,258 – 71,458, 2 sondy pro pravostrannou nábrežní zeď v km 69,430 – 69,914 a 3 sondy pro levobřežní ochrannou hráz v km 69,430 – 69,914. Dále doporučujeme zhotovit shodně po 1 vrtu pro každou nepřezkoumanou přechodovou oblast nových mostů (v km 70,782, km 70,136 a km 69,430). Hloubka průzkumných děl musí být minimálně 3 m pod projektovanou úrovní základové spáry každého objektu. Navržený počet a rozmístění sond se musí přizpůsobit požadavkům projektanta stavebních celků. Z vrtů doporučujeme odebírat vzorky zemin za účelem ověření geomechanických parametrů zemin pro založení nábrežních zdí, pilířů a přechodových oblastí mostů a stanovení propustnosti zemin. Rovněž bude sledována hladina podzemní vody a její chemické složení s ohledem na agresivitu pro betonové konstrukce.

Z hlediska posouzení předpokládaných stavebních úprav v souvislosti s výstavbou nábrežních zdí a mostů bude nutné zastižené štěrkovité až balvanité zeminy posoudit z hlediska ustanovení ČSN EN 120 63 (ČSN 73 1041) Provádění speciálních geotechnických prací – štětové stěny. Po stanovení přesného rozmístění štětovnic navrhujeme zhotovení dynamických penetračních zkoušek pro ověření průchodnosti prostředí v rozsahu jedna zkouška na 30-50 bm délky štětové stěny.

Z důvodu předpokládaného zakládání nových objektů (nábrežních zdí a přechodových oblastí mostů, ale i souvisejících objektů) pod hladinou vody je potřeba počítat s čerpáním vody. Pro stanovení povoleného objemu vody k odčerpání za daný časový interval (z čerpací jímky nebo pomocí čerpacích vrtů) navrhujeme využít výsledky provedených čerpacích zkoušek z hydrogeologických pozorovacích vrtů. V rámci podrobného průzkumu navrhujeme opětovně provést čerpací zkoušky, jejich výsledky

porovnat s výsledky hydrodynamických zkoušek z předběžného průzkumu a identifikovat případné změny režimu podzemních vod.

Pro dodržení podmínek ukládání výkopku a jeho následného využití i z hlediska stanovení výluhů ve výkopku se musí respektovat ustanovení Vyhlášky MŽP 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadu na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. Také je nutné dodržet zásady Vyhlášky MŽP 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady. Z tohoto důvodu doporučujeme zhotovit 1 inženýrsko-geologickou sondu hloubky minimálně 2 m pod úroveň dna nejhlubší stavební jámy, která bude hloubena v navážkách, pro ověření geologických poměrů a pro odběr vzorků zemin a vod na výluhy. Také doporučujeme odběr vzorku vod z povrchového toku Opavy pro stanovení hydrogeochemických vlastností, zejména případné agresivity na betonové konstrukce. V rámci předběžného průzkumu nebyly vzorky z povrchového toku odebírány.

Rozmístění doporučených sond a prací se může změnit v souvislosti s konečným umístěním projektovaných objektů. Také je dovoleno jejich slučování za předpokladu, že budou dodrženy doporučení této kapitoly.

Geofyzikální průzkum:

Pro ověření případných anomálií v kvartérních sedimentech, detailního průběhu antropogenních vrstev – navážek a jejich homogenity, detailního průběhu skalního podloží, stupně zvětrání, puklinatosti a pevnosti skalních hornin a zjištění litologických anomálií doporučujeme provedení geofyzikálního průzkumu v podélném profilu nových mostů a souvisejících objektů s využitím kombinace seismických a geoelektrických metod.

Před výstavbou nových objektů doporučujeme ke zjištění základových poměrů využití multielektrodového měření. V celé délce osy hrázových těles a nábrežních zdí doporučujeme provést multielektrodový profil se základním roztahem 150 m a hloubkovým dosahem 35 m. Tím bude možno kromě hloubky skalního podloží a sledování nehomogenit vytipovat i zóny potenciálních smykových ploch. Pro objekt nových mostů je vhodné využití příčného multielektrodového profilu v ose objektu s přesahem 50-100 m za oba okraje. Zároveň doporučujeme provést po jednom seismickém profilu na levém a pravém břehu s cílem stanovit pevnostní charakteristiky hornin a detekovat případné příčné tektonické poruchy. Délka profilů okolo 70-100 metrů.

Navržené **multielektrodové měření MEM** je geoelektrickou metodu vhodnou k posouzení hornin z hlediska jejich měrných odporů, a tím i de facto k jejich členění podle obsahu vody. Při provádění MEM charakterizují nízké hodnoty odporů plastické či porušené vlhké horniny, zvýšené hodnoty naopak jsou typické pro pevné skalní horniny. Výsledné odpory se počítají pro bloky o horizontální délce 1 až 2 metry. Při interpretaci se tedy vertikální hranice stanovují s ohledem na délku bloku s přesností ± 1 m, horizontální hranice, které se kladou do míst maximálního gradientu pole, se vzhledem k možnosti využití výsledků vrtného průzkumu určují s přesností do jednoho metru.

Navržené **mělká refrakční seismika** sleduje jednotlivé horninové resp. konstrukční vrstvy zhruba subparalelní s povrchem. Vrstvy se diferencují na základě rozdílných seismických rychlostí. Seismické rychlosti jsou přímo úměrné stavu horniny. Zóny snížených rychlostí indikují narušené partie, lokální nárůst seismických rychlostí způsobený difrakcí vlny indikuje polohu tektonických linií.

Zpracování by umožnilo stanovit jednak mocnost jednotlivých vrstev, jednak střední rychlost v nadložních sedimentech a v podloží. Seismické rychlosti lze pak transformovat na pevnostní charakteristiky, např. Poissonovo číslo.

7.2 Stavebně technická doporučení

V případě potřeby pažení výkopů při zakládání mostních pilířů nebo jejich součástí a nábrežních zdí je nutno počítat se zvýšením aktivního tlaku v důsledku zvýšeného proudění vody. Také je třeba uvažovat se vztlakovými účinky podzemní vody, které mohou být změněny v důsledku změny režimu proudění podzemních i povrchových vod. Pro tyto účely doporučujeme rozšířit hydrogeologický průzkum o hydrogeologické sondy v místech, kde se předpokládají tyto jevy (v místech nábrežních zdí

a v oblasti základů mostů). Hloubka sond přitom musí sledovat závěry z realizovaného hydrogeologického průzkumu.

V případě budování výkopů pro stavební jámy a pro tvarování koryta je nutno respektovat ustanovení ČSN 73 3050 pro výkopy. V místech předpokládaných trvalých výkopů doporučujeme zhotovit kopanou sondu před započetím prací za účelem odběru vzorků pro stanovení granulometrického složení zemin. Tak bude možné následně účinně navrhnout opatření vůči tvorbě erozních rýh, sesuvů a vyplavení jemnozrnných částic.

Při výstavbě mostů se počítá s potřebou použití jeřábu. V případě potřeby zakládání statického jeřábu, doporučujeme umístit základovou spáru do úrovně fluvialních štěrků písčitých do nezámrzné hloubky, ale nad hladinu podzemní vody.

V případě plošného zakládání mostních objektů, nábrežních zdí, případně jeřábu pod úrovní hladiny podzemní vody doporučujeme ponechat cca 0,5 m zeminy nad projektovanou úrovní základové spáry. Tyto zeminy následně doporučujeme odtěžit těsně před započetím stavebních prací na základové spáře. Zabrání se tím znehodnocení zemin v podzákladi a tím i případným poruchám konstrukcí.

8 POUŽITÉ PODKLADY

Demek J. a kol.: Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Academia Praha 1987

Svoboda, J. et. al.: Regionální geologie ČSSSR, díl I, Český masiv (ÚÚG Praha 1964)

Mísař, Z. et. al.: Geologie ČSSR I, Český masiv (SPN Praha 1983)

Moric, P.: „Geologická rešerše – Celek 2 - Úpravy na vodních tocích“ (Pöry Environment a.s., Brno 2008)

Švancara, J.: „Studie menší nádrže Nové Heřminovy v kombinaci s dalšími opatřeními v povodí horního toku řeky Opavy“ Pöry Environment a.s., Brno (2007).

V Ústí nad Labem, červen 2009

Zpracovali: RNDr. Jana Vosáhlová
Mgr. Károly Alföldi

Odpovědný řešitel: RNDr. Jana Vosáhlová

Schválila: Ing. Martina Štrosová
ředitelka společnosti
AZ Consult, spol. s r.o.