

Ing. Jiří Martinčík, Geoengineering spol. s r. o., Korunní 32, 709 00 Ostrava-Mariánské Hory, tel. 596 624 091, fax: 596 615 889, e-mail: jiri.martincik@geoengineering.cz
Miroslav Rychlý, VOKD, a.s. Nákladní 1/3179, 702 80 Ostrava – Moravská Ostrava, tel.: 596 301 344, fax: 596 301 343

2. ETAPA SANACE JÁMY DOUBRAVA III

Anotace:

Referát popisuje řešení 2. etapy zajištění dlouhodobé stability cihelné výztuže jámy Doubrava III v lokalitě závodu Doubrava – sever Dolu Čs. armáda, v úseku 0,0 m – 200 m pod ohlubní, v podmínkách složitých hydrogeologických poměrů zvodnělých jílopísčitých miocénních hornin.

1. Úvod

V současné době výdušná jáma Doubrava III o světlém průměru 7,5 m je založena v miocénních horninách s průchodem do karbonských hornin v hloubce cca 550 m pod povrchem. Do hloubkové úrovně cca 300 m jsou miocénní sedimenty tvořeny převážně zelenavěšedými slíny, prostoupenými písčítými vložkami vodonosných vrstev o různé mocnosti.

V souvislosti s havárií sousední jámy Doubrava IV byla v průběhu srpna 1998 provedena detailní vizuální revize stavu cihelné výztuže jámy Doubrava III, při které bylo zjištěno:

- v úseku 46 m – 550 m pod ohlubní dochází k výtokům geologické vody s proměnlivou intenzitou, doprovázených sufozí jílu a písků zeslabujících horninové okolí jámy,
- mechanické poškození vnitřního pláště výztuže dlouhodobými vlivy zamrzání úvodní jámy až do hloubky cca 500 m,
- výrazné porušení pevnosti cihelného zdiva především v úseku 200 m – 320 m pod ohlubní tlakovými deformacemi nerovnoměrným zatížením zvodnělými jílopísčitými zeminami miocénních hornin, s doprovodnými průsaky geologické vody s vynášením jílu. Důsledkem dlouhodobého vynášení jílovitých součástí bylo vytváření lokálních oblastí se sníženou pevností rozvolněných zemin s přítomností až zvodnělých dutin za jámovou výztuží, které způsobují její výrazné snížení pasivního odporu s následnými projevy deformací na cihelnou výztuž a výstroj jámy,
- oslabení pevnosti vlastní cihelné výztuže zmenšením její původní tloušťky a trhlinami ve výztuži v důsledku probíhajících deformací.

Na základě vizuálních prohlídek byl stav výztuže jámy především v úseku 200 – 320 m pod ohlubní označen za kritický s tím, že uvedená situace byla následně řešena v rámci ustanoveného poradního sboru na závodě Doubrava a na základě jeho doporučení bylo rozhodnuto realizovat:

- podrobné zdokumentování stavu výztuže,
- laboratorní ověření mechanických vlastností materiálu výztuže,
- konvergenční měření ve vybraných profilech jámy,
- radarové měření ke zjištění stavu výztuže a navazujícího horninového okolí (vyhledání oslabených zón a kaveren),

- ultrazvukové měření na výztuži ke zjištění reálného pevnostního stavu materiálu výztuže,
- posouzení a vyhodnocení výsledků fotogrammetrického měření radiálních deformací jámové výztuže z r. 1992 a 1998.

Na základě výsledků měření a pozorování bylo rozhodnuto neprodleně sanovat kritický úsek jámy ve staničení 200 – 320 m, s následným postupem až do úrovně 550 m v rámci 1. etapy oprav cihelné výztuže v rozsahu:

- zpevnění výrazných trhlin v cihelném zdivu jámy chemickou injektáží,
- eliminace nerovnoměrného zatížení výztuže výplňovou cementovou tamponáží zjištěných dutin a oblastí rozvolněných zemin za ostěním jámy,
- zajištění stávajících hydrogeologických poměrů a omezení nárůstu hydrostatického tlaku vody na výztuž soustavou odvodňovacích vrtů, propojených na odvodňovací systém jámy,
- zesílení stávající cihelné výztuže jámy vnitřním železobetonovým pláštěm tl. 150 mm, sestávajícím z příhradových oblouků PD 35 a stříkaného betonu B20.

Účelem navržené sanace jámové výztuže bylo obnovení její požadované dlouhodobé únosnosti, stabilizace zemního prostředí a zajištění řízeného způsobu odvodnění bez negativních tlakových účinků vody na výztuž včetně eliminace vynášení jílových částic zemin do prostoru jámy.

Po dokončení sanace jámy v úseku 200 m – 550 m pod ohlubní, bylo navrženo s ohledem na celkové zajištění dlouhodobé stability jámové výztuže dokončit sanaci v úvodním úseku do staničení 200 m v rámci 2. etapy oprav.

2. Vstupní předpoklady řešení

V souladu s požadavkem OKD, a. s. Dolu ČSA bylo firmou Geoengineering spol.s r. o. Ostrava zpracováno komplexní „Statické posouzení únosnosti výztuže jámy DO III“ v úseku ohlubeň až 10.p. v 04/2002, ve spolupráci s Prof. Ing. J. Aldorfem, DrSc. s následujícími doporučeními:

- v úseku jámy 0,0 m – 200,0 m provést geofyzikální radarový průzkum se zaměřením na míru narušení stávající výztuže a stav zemního prostředí na kontaktu s jámovým zdivem,
- na základě vyhodnoceného radarového průzkumu, provést ve vytypovaných úsecích jámy zpevnění cihelné výztuže chemickou injektáží, oslabené zóny zemního prostředí za výztuží zpevnit cementovou tamponáží, zesílit stávající výztuž stříkaným betonem doplněným dle zjištěné situace příhradovými oblouky PD 35,
- s ohledem na udržení tlakových poměrů komunikující vody v písčitých laminách miocénních hornin, zajistit odvodnění jámy s eliminací sufozních jevů vynášení písčitých a jílových částic.

Na základě výše uvedených doporučení byl v 01/2003 proveden v úseku jámy 12,0 m – 192 m pod ohlubní radarový průzkum jámové výztuže a zemního okolí v šesti měřených profilech, doplněný vrtným průzkumem. Vyhodnocení vizuální prohlídky jámy bylo převzato z 08/1998, kdy situace stavu jámy byla ověřena v podmínkách dobré viditelnosti v té době úvodní jámy.

3. Zhodnocení provedeného průzkumu a fotogrammetrického měření radiálních deformací jámové výztuže

- a) Vizuální prohlídkou nebyly zjištěny výraznější deformace výztuže. Dílčí průsaky vody s doprovodnou sufozí jílu byly zjištěny v úseku 46 m – 80 m a v úseku 110 – 200 m pod ohlubení, výrazné dlouhodobé průsaky až soustředěné výtoky vody byly ověřeny v úseku 80 – 110 m především ze zkorodovaných trubek po cementové injektáži kontaktních hornin realizované v období let 1954 – 1955.
- b) Vyhodnocení fotogrammetrického měření radiálních deformací jámové výztuže potvrdilo její tvarovou stálost, s max. odchylkami 80 – 100 mm v oblasti staničení 93 m a 123 m.
- c) Geofyzikálním radarovým průzkumem fy INSET, s. r. o. byla ověřena tloušťka cihelné výztuže v rozmezí 0,8 – 1,2 m a dále oblasti strukturního porušení zdiva do hloubkové úrovně 0,3 – 1,2 m. Nejvýraznější nehomogenity výztuže byly zjištěny ve staničení:
 - 61 – 74 m
 - 84 – 99 m
 - 112 – 128 m

Z hlediska výskytu rozvolněných hornin a dutin za výztuží, nebyly zjištěny výraznější anomálie.

- d) V návaznosti na radarový průzkum bylo provedeno 8 ověřovacích vrtů v posuzovaném úseku jámy, kterými byla potvrzena tloušťka výztuže s přímou návazností na kontaktní horniny tuhých až pevných jílu. V žádném z vrtů nebyl zaznamenán výtok vody nebo sufoze jílu. Tato skutečnost potvrdila předpoklad, že výtoky geologické vody jsou vázány pouze na písčité složky vodonosných vrstev s tím, že pokud při výtoku vody nedochází k vynášení jílových částic, nedochází v daném prostoru k trvalému oslabování horninového okolí jámy s negativním vlivem na stabilitu výztuže.

4. Navržený způsob sanace výztuže jámy

S ohledem na zjištěný stav jámové výztuže a nepříznivé hydrogeologické poměry, byl projekčně navržen a firmou VOKD, a.s. realizován způsob zajištění dlouhodobé stability jámy s doprovodným odvodňovacím systémem v rozsahu:

- a) V úseku 0,0 m – 32,0 m s dvouplášťovou výztuží z betonových tvárnic a mezilehlou hydroizolací, nebylo potřeba stávající stabilní a neporušenou výztuž jámy upravovat. Uvedený úsek jámy je bez průsaků vody, hydroizolace je zcela funkční, výztuž je tvarově stálá bez známek deformačních projevů.
- b) V úseku 32,0 m – 48,0 m, v oblasti dvouplášťové výztuže jámy s hydroizolací s přechodem tvárnice výztuže do výztuže cihelné byla navržena zesilující výztuž sestávající z osazené mřížoviny a stříkaného betonu B 20 min. tl. 100 mm. Zesilující výztuž v uvedeném úseku jámy má především ochranný charakter stávající cihelné výztuže, degradované z vnitřního líce bývalým zamrznutím jámy.
- c) Ve stanovených oblastech v úseku jámy 58,0 m – 130,0 m byla cihelná výztuž zpevněna chemickou injektáží, v oslabených zónách ověřených radarovým průzkumem. Zpevnění

zdiva bylo provedeno pomocí vrtů \varnothing 28 mm dl. 1,1 m a 1,3 m dle zjištěné hloubky oslabení. Vrty pro injektáž byly navrženy v řadách s roztečí á 1,0 m v šachovitém uspořádání. Směrování vrtů bylo vedeno pod úhlem 30° od spojnice se středem jámy, s úpadním vedením pod úhlem 30° od horizontální roviny dané řady.

Nízkotlaká injektáž do 1,0 MPa byla prováděna pomocí obturátoru polyuretanovou pryskyřicí Bevedol WF/Bevedan.

- d) Ve staničení 48 m – 200 m je realizována v sestupném směru navržená zesilující železobetonová výztuž sestávající z příhradových oblouků PD 35 po á 1,0 m, doplněná oboustrannou mřížovinou a stříkaným betonem B20 min. tl. 150 mm. Doprava suché betonové směsi o zrnitosti 0 – 4 mm je zajišťována z úrovně ohlubně na pracovní poval potrubím DN 50.
- e) Odvodnění sanované úseku jámy

Po provedení zesilující železobetonové výztuže by došlo k utěsnění stávajících průsaků vody, s doprovodným negativním nárůstem hydrostatického tlaku zvodnělých zemin a vody na jámovou výztuž.

Řešením uvedené problematiky bylo udržení stávajících hydrogeologických poměrů a tlaků vody na výztuž pomocí systému odvodňovacích vrtů osazených perforovanými trubkami, napojených na odvodňovací žlábků jámové výztuže. Pro zamezení sufoze (vyplavování jílových částic) jsou odvodňovací vrty vybavené filtry.

Na základě výsledků radarového průzkumu doplněného zmapovanými oblastmi stávajících výrazných průsaků geologické vody, bylo v sanované části jámy vytypováno pět úrovní pro umístění řady odvodňovacích vrtů a navazujícího vodního žlábků. Z navržených vodních žlábků je jímaná voda sváděna do potrubí žlábkové vody napojeného na odvodňovací systém dolu.

Odvodňovací vrty \varnothing 115 mm osazení perforovanými trubkami se separační geotextilií jsou prováděny jako radiální v počtu 8 ks po obvodu jámy s roztečí cca 3,0 m. Před realizací odvodňovacích vrtů je pod úrovní každého vodního žlábků provedena těsnicí clona pomocí 32 ks radiálních injektážních vrtů \varnothing 48 mm.

Těsnicí clona kontaktu výztuže a hornin je prováděna nízkotlakou injektáží do 1,0 MPa polyuretanovými pryskyřicemi Bevedol WF/Bevedan. Odvodňovací vrty a vrty těsnících clon jsou prováděny v délkách dle tloušťky výztuže, s ukončením po průchodu cihelným zdívem na kontaktu navazujících hornin.

5. Základní zkušenosti z probíhající sanace jámy

V průběhu sanačních prací se vyskytly dva základní problémy, které bylo potřeba operativně řešit.

- a) Zpevňování cihelného zdiva a zesilující výztuž je realizována v podmínkách provozované jámy s ponechanou výstrojí a rozponami těžního zařízení, vetknutými do cihelné výztuže. V případě, že je daná rozpona osazena v místě vodonosné písčité vrstvy, vytváří umělou

drenáž vytékající vody s doprovodnou negativní sufozí jílu, kterou není možno uzavřít betonovým nástřikem zesilující výztuže.

Uvedená situace byla následně řešena soustředěnou chemickou injektáží kontaktních hornin v oblasti dané vetknuté rozpony, kterou byla do značné míry eliminována především sufoze jílu. V daných podmínkách však nelze zamezit probíhající korozi ocelových rozpon a kritická místa musí být průběžně kontrolována.

- b) Před vlastní sanací umožňovala ne zcela homogenní cihelná výztuž přirozený volný výtok geologické vody do prostoru jámy.

Navrženou zpevňující chemickou injektáží ve vytypovaných oblastech jámy byly trhliny v cihelné výztuži uzavřeny. Důsledkem bylo postupné zvyšování tlaku vody s postupným průsakem přes nezpevněnou oblast výztuže.

Vzhledem k tomu, že následně po zpevnění cihelné výztuže bylo realizováno její zesílení příhradovými oblouky doplněnými vrstvou stříkaného betonu, došlo ke komunikaci vody na kontaktní ploše cihelná – betonová výztuž s místními výraznými průsaky do prostoru jámy, v některých případech i s doprovodnou sufozí jílu. Případný deformační účinek tlakové vody však nebyl zaznamenán, tlakové poměry se výtokem vody stabilizovaly.

Na základě zjištěné situace byly výtoky vody a jílu zmapovány a do místa výtoků byly dodatečně provedeny odvodňovací vrty v počtu cca 10 ks, osazení perforovanými trubkami se separační geotextilií. Z odvodňovacích vrtů je voda sváděna do vodních žlábků hadicemi.

Odvodňovací vrty byly navrženy tak, aby byly ukončeny cca v polovině tloušťky cihelné výztuže a perforovaná část osazených odvodňovacích trubek zasahovala do prostoru kontaktní plochy cihelná-betonová výztuž.

Navrženým opatřením bylo dosaženo požadovaného řízeného svodu vody do odvodňovacího systému jámy, s eliminací případného zvyšujícího se hydrostatického tlaku vody na jámovou výztuž.

