

Sanácia dna šachty Š52 po výrone tlakovej vody na stavbe: „Sústava na likvidáciu odpadových vôd – Banská Bystrica II. etapa“

Súčasná, jestvujúca kanalizačná sieť Banskej Bystrice je jednotná s niekoľkými odľahčovacími komorami na sieti a s vyústením odľahčených odpadových vôd do centrálnej ČOV (čističky odpadových vôd). V miestach, kde jestvujúca kanalizácia vzhľadom na nový návrh nevyhovuje, alebo je fyzicky dožitá, bolo rozhodnuté, že sa v rámci stavby zrekonštruje. Hlavná kmeňová stoka „A“ bude nová ako súčasť jednotnej kanalizácie.

Stavba „Sústava na likvidáciu odpadových vôd II. etapa“ pozostáva z rekonštrukcie súčasnej kanalizácie AN-1, A0, A0-1, AP a z budovania nových trás kanalizácie – kmeňová stoka A, AT, AT 3, AT 4, AT-V. Rekonštrukcia je vykonávaná na úseku dlhom 2 568 m, nová kanalizácia je realizovaná na úseku dlhom 1 657 m tromi technológiami. Úsek dlhý 1 580 m je realizovaný bezvýkopovou technológiou výstavby, ktorá zahŕňa klasické razenie resp. pretláčanie a zvyšok novej kanalizačnej siete je realizovaný v otvorenom výkope. Chodby sú razené klasickým spôsobom, kedy ako výstuž je použitá klasická, korýtková, banská výstuž hmotnostnej triedy K21 (TH výstuž) a strop je zapažený pomocou predháňaného paženia Union (obr. 1) a v miestach zhoršenej geológie a zvodnenia tiež injektážou v hornej klenbe profilu. Technológia pretláčania je zvolená v úseku medzi šachtami Š55–Š58 a ide o pretláčanie železobetónového potrubia priemeru DN 1 820 mm (vnútorný \varnothing 1 500 mm) celkovej pretlačenej dĺžky 336 m. Do takto vyrazených chodieb sa následne zaťahuje sklolaminátové potrubie typu Hobas od \varnothing 1 000 do \varnothing 1 800 mm a vytvorený medzipriestor sa vyplňa betónom triedy C 12/15. Šachty sa neskôr vybaví železobetónovou prefabrikovanou súťokovou komorou a zasypú sa.

Na základe geologického prieskumu a poznatkov z predošlých výkopových prác bolo zrejmé, že budovanie kanalizácie na likvidáciu odpadových vôd bude prebiehať v celej svojej dĺžke v fluvialných sedimentoch aluviálnej nivy rieky Hron a to predovšetkým v štrkoch s prímiesou jemnozrnnej zeminy triedy G3–Gf. Nadložie sedimentov tvoria jemnozrnne zeminy, piesky, hliny a antropogénne návažky. Hladina podzemnej vody je priamo ovplyvňovaná hladinou v rieke Hron a je od 0,5 do 4,5 m nad dnom stoky. Skoro v celej dĺžke objektu je hladina nad stropom kmeňovej stoky. Priepustnosť štrkov je od $1,7 \times 10^{-3}$ až po 3×10^{-5} m/s.

Počas raziacich prác v nočnej zmene došlo k výronu tlakovej vody z podlažia dna šachty Š-52. Odhadovaný prítok v uvedený deň bol cca $18 \text{ m}^3/\text{min}$ a v priebehu 15 minút došlo k vytopeniu celého vybudovaného úseku zberača a dvoch šacht Š-51, Š-52 na dĺžke 177 m v razenom profile $4,6 \text{ m}^2$. Hladina sa dostala na úroveň 3,3 m od dna šachty (obr. 2). Celkový objem vody bol odhadnutý na $1\,000 \text{ m}^3$. Uvedený prítok bol natoľko výdatný, že nebol čerpatelný a čakalo sa na vyrovnanie hladiny vody v kanalizačnom zberači a hladiny rieky Hron. Vykonanými meraniami bolo zistené, že hladina v Hrone bola vyššie o 1,03 m v porovnaní s hladinou v Š-52. Hladina Hrona stúpla

v dôsledku dažďov a topenia sa snehu, na svoju maximálnu úroveň.

Návrh sanačných opatrení spočíval v použití chemickej injektážnej zmesi, ktorou sa preinjektuje podlažie dna Š-52 a vytvorí tak tesniacu clonu, ktorá zamedzí ďalšiemu prítoku vody do priestoru šachty. Ako najvhodnejší materiál bola zvolená dvojzložková polyuretánová živica, ktorá sa mieša v pomere 1 : 1 (zložka A : zložka B). Bol použitý materiál Marithan EP, ktorý má dostatočné tesniace vlastnosti aj vďaka stupňu napenenia, ktorý je v zavodenom prostredí až 4násobný a tiež dostatočné mechanické vlastnosti (pevnosť v ohybe 50 MPa a v tlaku 43 MPa) a je schválený aj pre styk s pitnou vodou. Ako doplnkový materiál bol pre etapy injektáže III. a IV. zvolený jednozložkový materiál Maristop A, ktorý rýchlejšie reaguje s vodou a pridaním katalyzátora sa dá regulovať rýchlosť jeho reakcie. Výhodou je aj vysoký stupeň napenenia, až 10 \times . Čerpadlo použité pre injektáže je schopné čerpať injektážne hmoty v pomere 1 : 1 (zložka A a B) a v dostatočnom množstve (5,5 l/min). Na základe geológie a skúseností bol vytvorený predpoklad o použití injektážneho materiálu v množstve 12,5 kg na vrt. Samotná hmota bude do zeminového prostredia čerpaná cez injektážne tyče IBO R32N opatrené krížovou vrtnou korunkou EXX DN 51 (obr. 3).



Obr. 1 – Razená chodba zo zabezpečeným stropom prostredníctvom UNION paženia

POSTUP SANÁCIE

Pred samotnou sanáciou šachty bolo potrebné vybudovať nad vodnou hladinou pracovnú povalu, z ktorej by boli vykonávané ako vŕtacie, tak aj injektážne práce. Povala bola vytvorená vo výške 3,3 m nad dnom šachty a to položením trávov 12 \times 12 cm na rozperné ocelové profily HEP a na tento rošt boli položené fošne. Celý proces injektáže bol rozdelený do 4 etáp:

- **etapa I.** – 14 ks IBO tyčí dĺžky 6,0 m do hĺbky 2,0 m pod dno šachty,
- **etapa II.** – 24 ks IBO tyčí dĺžky 6,0 m do hĺbky 2,0 m pod dno šachty,
- **etapa III.** – 13 ks IBO tyčí dĺžky 5,0 m do hĺbky 1,5 m pod dno šachty,
- **etapa IV.** – 50 ks IBO tyčí dĺžky 5,0 m do hĺbky 1,5 m pod dno šachty.

I. etapa

Po vybudovaní pracovnej povaly a znížení hladiny na úroveň 2,24 m od dna šachty sa pristúpilo k zavrtaniu 14 ks injektážnych



Obr. 2 – Zatopená šachta Š-52

IBO tyčí dĺžky 6,0 m do hĺbky 2,0 m pod dno šachty. Tieto sa potom prečistili vzduchom pri tlaku 8 bar. Hladina vody sa nechala vyrovnať na 3,24 m a pristúpilo sa k injektáži dvojzložkovou hmotou Marithan EP v pomere 1:1. Maximálny injektážny tlak bol 12 MPa. Po uplynutí 45 minút sa začalo s čerpaním o celkovom výkone 12 m³/min a hladina vody bola znížená o 72 cm. Následne bolo čerpanie vody odstavené a hladina sa za čas 5 min. zvýšila o 20 cm.

II. etapa

Po predošlom zistení, že voda do šachty Š-52 stále preniká v extrémnych prítokoch, bolo nutné pristúpiť k injektáži podľa etapy II. Začalo sa znova s čerpaním a po znížení hladiny na úroveň 2,24 m od dna šachty sa pristúpilo k zavrtaniu 24 ks injektážnych IBO tyčí dĺžky 6,0 m podľa vlavo uvedenej sché-

my do hĺbky 2,0 m pod dno šachty. Hladina vody bola vyrovnaná na úroveň cca 3,24 m a pristúpilo sa k injektáži dvojzložkovou injektážnou polyuretánovou živicom Marithan EP v pomere 1:1. V čerpaní sa pokračovalo, až sa hladina ustálila na úrovni 98 cm od dna šachty. To naznačovalo, že prítok do šachty sa zmenšil, ale nezastavil, a tak bolo treba prikrčiť k injektáži v etape III.

III. etapa

V tejto etape sa za súčasného čerpania vody z šachty, výkonom 9 m³/min, inštalovali injektážne tyče IBO podľa zobrazenej schémy tak, aby sa zahustil priestor tesne v okolí miesta výronu vody. Injektážnych tyčí bolo 13 ks a ich dĺžka, oproti tyčiam použitým v prvých dvoch etapách, bola 5,0 m (1 × 3,0 m a 2 × 1,0 m spojené spojkou). K týmto tyčiam potom boli ešte doplnené

dve, ktoré slúžili pre vytvorenie protiprievalovej hrádze. Hrádza slúžila ako ochrana proti opätovnému pritekaniu vody do priestoru vyrazených chodieb, z ktorých bolo potrebné vodu odčerpať, aby sa mohlo znova začať s prácami aj v nich.

Injektáž v III. etape bola uskutočnená materiálom Maristop A, používaným pri utesňovaní veľmi silných vodných priesakov.

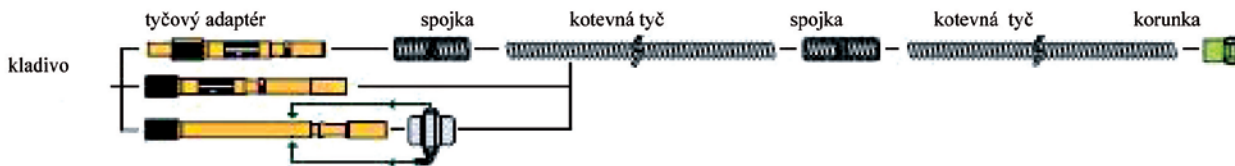
IV. etapa

V tejto etape sa použilo celkom 50 ks injektážnych vrtov resp. IBO tyčí. Boli inštalované po obvode dna šachty, a to v dvoch radoch. Materiály použité pri tejto etape boli rovnaké ako v etape III. Predpokladané množstvo 10 kg × 50 vrtov = 500 kg bolo prekročené a celková spotreba injektážneho materiálu dosiahla 582,1 kg, čo je 11,6 kg/vrt. Potom, čo sa injektáž ukončila, bola voda zo šachty vyčerpaná a protiprievalová hrádza bola demontovaná.

Po dohode so stavebným dozorom bol stanovený ďalší postup, ktorý spočíval vo vybudovaní železobetónovej dosky na dne šachty, aby sa zamedzilo nadmernému hydrostatickému tlaku, ktorý hrozí pri zvyšovaní hladiny rieky Hron. Návrh železobetónovej krížom vystuženej dosky bol vypracovaný statikom dodávateľskej firmy TUBAU, a.s.

Na základe dosiahnutých výsledkov injektáže môžeme konštatovať, že injektážne práce boli úspešné a zamedzilo sa tak ďalšiemu prítoku vody do šachty. V súčasnej dobe sa už na tomto úseku nepracuje a v spomínaných chodbách a šachte je zatiahnuté sklolaminátové potrubie Hobas Ø 1 200 mm, ktoré je obetonované.

Ing. Štefan Sukeník,
sukenik@tubau.sk,
TUBAU, a. s.



Obr. 3 – schéma zapojenia IBO tyče na kladivo a možné predĺženie pomocou spojky

Sanácia dna šachty Š52 po výrone tlakovej vody na stavbe: "Sústava na likvidáciu odpadových vôd – Banská Bystrica II. etapa"
Súčasná, jestvujúca kanalizačná sieť Banskej Bystrice je jednotná s niekoľkými odľahčovacími komorami na sieti a s vyústením odľahčených odpadových vôd do centrálnej ČOV (čističky odpadových vôd). V miestach, kde jestvujúca kanalizácia vzhľadom na nový návrh nevyhovuje, alebo je fyzicky dožitá, bolo rozhodnuté, že sa v rámci stavby zrekonštruje. Rekonštrukcia je vykonávaná na úseku dlhom 2 568 m, nová kanalizácia je realizovaná na úseku dlhom 1 657 m tromi technológiami. Úsek dlhý 1 580 m je realizovaný bezvýkopovou technológiou výstavby, ktorá zahŕňa klasické raziene resp. pretláčanie a zvyšok novej kanalizačnej siete je realizovaný v otvorenom výkope.