

REKONŠTRUKCIA HISTORICKEJ PODZEMNEJ VODNEJ ELEKTRÁRNE V KREMNICI

RECONSTRUCTION OF HISTORICAL UNDERGROUND HYDRO POWER PLANT IN KREMNICA

Pavel Melicherčík¹
Marian Oravec²

ABSTRAKT

Spoločnosť Skanska SK zrealizovala v roku 2014 výmenu prírodného oceľového potrubia a elektrických káblov spolu s nosnými konštrukciami na najstaršej funkčnej podzemnej elektrárni v hĺbke 245 m pod povrchom na južnom okraji historického mesta Kremnica.

Oceľové potrubné rozvody, nachádzajúce sa v jame, boli morálne aj fyzicky opotrebované a opakovanými poruchami ohrozovalo bezpečnosť prevádzky tak elektrárne, ako aj samotnej zvislej dopravy v jame.

Doprava a manipulácia s potrubím v stiesnených priestoroch šachtovej budovy si vyžiadala návrh a výrobu niekoľkých originálnych technických riešení, ktoré prispeli k zabezpečeniu bezproblémovej realizácie zákazky. Náročné práce boli vykonávané za prísneho dodržiavania zásad BOZP. Pri výmene potrubia zamestnanci spoločnosti Skanska, pracujúci nad voľnou hĺbkou, používali prvky pre individuálne zabezpečenie – osobné ochranné pracovné prostriedky ako sú zachycovače, bezpečnostné smyčky a bezpečnostné postroje. Aj vďaka týmto opatreniam bola zákazka zrealizovaná bez akéhokoľvek pracovného úrazu.

ABSTRACT

In 2014 Skanska SK has performed exchange of steel supply pipes and electric cables along with the supporting structures for the oldest functioning underground hydropower plant on the southern border of the historic town of Kremnica in depth of 245 m below the surface. Steel pipeline located in the pit was morally and physically worn out and by repeated malfunctions endangered the operation safety of the power plant itself as well as the vertical transport in the pit.

Transport and handling with the piping in the confined spaces of the shaft building required to design and manufacture a number of original technical solutions that helped to ensure the smooth execution of the contract. Difficult tasks were carried out in strict compliance with the principles of occupational health and safety. During replacement of the pipes all Skanska's employees working over free depth, used features for individual safety - personal protective equipment such as grippers, security loop and harnesses. Also thanks to these actions, the contract was carried out without any work accident.

¹Ing. Pavel Melicherčík, Skanska SK, Krajná 29, 821 04 Bratislava, Závod Tunely SK, Košovská cesta č.16, 971 74 Prievidza, tel.: +421 902 986 282, e-mail: pavel.melichercik@skanska.sk

²Marian Oravec, Skanska SK, Krajná 29, 821 04 Bratislava, Závod Tunely SK, Košovská cesta č.16, 971 74 Prievidza, tel.: +421 902 986 281, e-mail: marian.oravec@skanska.sk

1 Úvod

Objekt historickej podzemnej vodnej elektrárne je vybudovaný v banských priestoroch v blízkosti vŕažnej jamy č. IV. Jama sa nachádza na južnej hranici mesta Kremnica západne od cesty smerujúcej do Žiaru nad Hronom. Prívodné potrubie tejto unikátnej technickej pamiatky, vybudovanej v hĺbke 245 m pod povrchom, prepája historicky významné vodohospodárske dielo a bansko-stavebné dielo vybudované v súvislosti s banskou činnosťou na území mesta Kremnica. Prvé unikátne dielo, Turčkovský vodovod s dĺžkou cca 17 km, privádza vodu z povodia Váhu, potrebnú na výrobu elektrickej energie. Druhé dielo, dedičná štôľňa Cisára a kráľa Ferdinanda s dĺžkou 15,5 km, odvádza vodu z elektrárne do povodia Hrona. Oceľové potrubie s priemerom 500 mm, ktoré bolo do jamy č. IV zabudované na počiatku 20. storočia, už nespĺňalo technické parametre, požadované na jeho prevádzku a muselo byť vymenené. Spolu s potrubím boli v jame vymenené aj elektrické rozvody, ktoré sa nachádzajú v tesnej blízkosti potrubia a prepájajú podzemnú elektráreň s povrchovou transformátorovou stanicou 3/22 kV.

2 Podzemná vodná elektráreň

Podzemná elektráreň je súčasťou kaskády vodných elektrární, budovaných na Turčkovskom vodovode v rokoch 1894 až 1937. Elektráreň bola uvedená do prevádzky v roku 1921, ale úplne dokončená bola v roku 1937. V čase uvedenia elektrárne do prevádzky to bola prvá podzemná elektráreň v strednej Európe a dnes je to najstaršia činná podzemná elektráreň v celej Európe. Tri Peltonové turbíny, vyrobené v ČKD Blansko, poháňajú dva alternátory firmy Bartelmus-Donáth, typ DG 650 a jeden alternátor, vyrobený v ČKD Praha-Vysočany. Túto významnú technickú pamiatku má v súčasnosti na starosti Kremnická banská spoločnosť, ktorá sa o pamiatku nielen stará, ale zároveň ju aj aktívne využíva.



Obr. 1 Podzemná vodná elektráreň v hĺbke 245 m pod povrchom
Fig. 1 Underground hydropower plant at a depth of 245 meters below the surface

3 Turčekovský vodovod

Pri baníckej činnosti bola v minulosti ako významný zdroj energie využívaná voda. Špecifická situácia nastala v kremnickom banskom revíri, kde výšková poloha jednotlivých banských diel neumožňovala použiť miestne zdroje vody, ktoré boli v nižších polohách.

K zabezpečeniu prosperity Kremnických baní bolo už v rokoch 1496 - 1507 vybudované unikátne vodohospodárske dielo, ktoré je ekonomicky využívané až do dnešných čias. Vodu bolo potrebné doviesť z väčších vzdialeností, ktoré sa nachádzali vo vyšších zemepisných výškach. Takéto riešenie našiel komorský gróf Thurzo, ktorý zachytil pramene rieky Turiec a previedol ich rôznymi kanálmi, štôľňami, akvaduktami do kremnickej oblasti. Vzniklo ojedinelé dielo európskeho významu (Turčekovský vodovod), keď časť vody z povodia Váhu bola odvedená do povodia Hrona. Dĺžka prírodného kanála bola 22 km, avšak v roku 1859 bol opustený horný, šesťkilometrový úsek, kvôli neekonomickosti prevádzky – poskytoval len málo vody s vysokými nákladmi na údržbu. V 19. storočí bol vodovod tvorený privádzačom, dlhým 16 896 m, so spádom len približne 50 m – bol vedený po vrstevniciach, aby bola zachovaná čo najväčšia potenciálna energia vody. Šlo o kanál z väčšej časti vykopaný v zemi, po bokoch spevnený guľatinou, dno bolo tvorené ílom. Kanál bol krytý šindľami a zeminou na ochranu proti padajúcemu lístiu a mrazu.

Podľa niektorých zdrojov sa možno domnievať, že vodovod existoval už skôr (pred r.1496), pretože jeho trasa je naznačená i na starších mapách, ale to nič nemení na jeho unikátnosti.

4 Dedičná štôľňa Cisára a kráľa Ferdinanda

Kremnické baníctvo sa do roku 1800 svojou činnosťou dostalo postupne do problémov. Rentabilitu baní nepriaznivo ovplyvňovali vysoké náklady na čerpanie banských vôd. Hľadali sa spôsoby, ako tieto náklady znížiť a jedným z riešení, ktoré sa nakoniec realizovalo, bolo vyrazenie novej dedičnej štôľne, ktorá by odvádzala vody aj z nižších polôh. Zvažovali sa dve riešenia. Jedným bolo vyústenie dedičnej štôľne pri Handlovej (Ráztočno) a druhé vyústenie pri Svätom Kríži (Žiar nad Hronom).

Nakoniec po rôznych úvahách a prepočtoch vydal banskoštiavnický komorský gróf Gabriel Mikuláš Svaiczler dňa 8.9.1841 rozhodnutie, v ktorom sa uvádza:

"Udeľujem týmto na základe III. článku 1. paragrafu Maximiliánovho banského poriadku erárnym baniam v Kremnici právo vyraziť jednu dedičnú štôľňu v Tekovskej župe na brehu rieky Hrona, nad biskupským trhovým mestečkom Svätý Kríž a na úpätí vrchu Smolník s ochranným menom Cisár a kráľ Ferdinand na odvodnenie ich šácht a banských polí...".

Razenie dedičnej štôľne nebolo jednoduché ani z hľadiska časového, ani z hľadiska finančného. Pôvodne mala byť štôľňa vybudovaná za 20 rokov, ale po rôznych problémoch, ktoré výstavbu sprevádzali, prvá voda do Hrona pretiekla cez dedičnú štôľňu až 13. júna 1899. Celková dĺžka tejto dedičnej štôľne je 15 481 m. Vybudovanie dedičnej štôľne Cisára a kráľa Ferdinanda zabezpečilo banskú činnosť v kremnickom banskom regióne na ďalších 100 rokov a zároveň umožnilo vznik najdlhšie prevádzkovanvej podzemnej elektrárni v Kremnici.

5 Rozsah výmeny potrubia a káblov v jame č. IV

V čase uvedenia elektrárne do prevádzky bola voda do podzemia so spádom 245 m privádzaná iba jedným potrubím so svetlosťou DN 500 mm. V tridsiatich rokoch bolo potrubie v jame doplnené o ďalšiu rúru DN 500 mm a prírodné potrubie k jame sa upravilo z DN 500 mm na DN 700 mm. V takomto zložení vydržalo až do dnešného obdobia, kedy už z hľadiska trvalého poškodenia koróziou stratilo svoju funkčnosť a bolo potrebné staré rozvody nahradiť novým potrubím. Do predmetu strojnej časti výmeny oceľového potrubia

v jame č. IV boli okrem oceleového potrubia zahrnuté aj armatúry, umiestnené na potrubných rozvodoch, ako sú šupátka, kompenzátory a rýchlouzáver. Spolu s výmenou potrubia bolo nevyhnutné vymeniť nosné prvky v jame, na ktorých boli potrubné rozvody uchytené.



Obr. 2 Napojenie na vyrovnávaciu nádrž pred výmenou potrubia
Fig. 2 Connection to the buffer tank before replacing pipes



Obr. 3 Nohavica z DN 700 na 2 x DN 500 a 2x šupátka DN 500 mm
Fig. 3 Pants made of DN 700 to 2 x DN 500 and 2 valve DN 500 mm

Konečný rozsah výmeny oceleového potrubia bol po podrobných obhliadkach spolu s objednávateľom uzavretý na výmenu potrubia nachádzajúceho sa v jame č. IV (2 x DN 500 mm) a na krátku časť potrubia (cca 15,7 m) v horizontálnej časti s priemerom DN 700 mm, uloženého v priestoroch pod šachtovou budovou. Oceleové potrubie DN 700 mm, vychádzajúce z vyrovnávacej nádrže umiestnenej v tesnej blízkosti budovy

šachty, je prepojené na potrubie v jame cez nohavicu DN 700 mm na 2 x DN 500 mm. Napojenie na vyrovnávaciu nádrž je zrealizované cca 5m pod úrovňou okolitého terénu na kóte +500,15 m n. m. Na horizontálnej časti potrubia bol umiestnený nefunkčný automatický rýchlozáver a prietokomer s priemerom DN 700 mm, ktorý bol zahrnutý do spätnej montáže v nových potrubných rozvodoch.



Obr. 4 Uzatváracie ventily na dne jamy č. IV
Fig. 4 Shut-off valves on the bottom of the pit No. IV

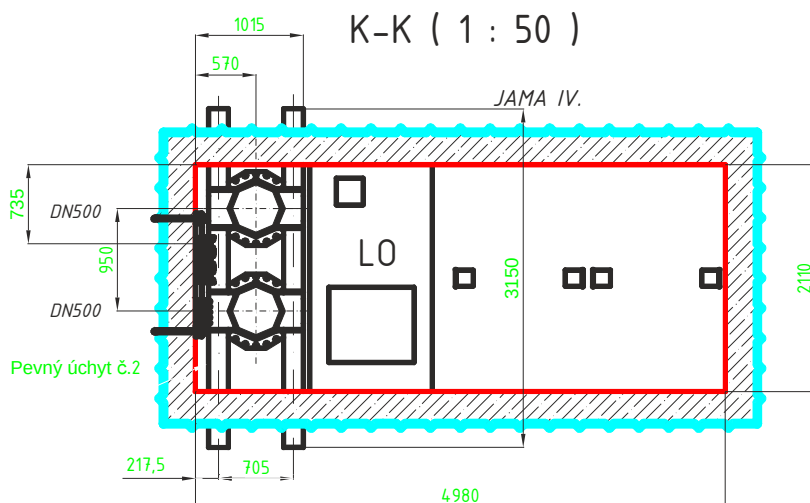
Armatúry na skorodovanom potrubí, umiestnené v horizontálnej časti za nohavicou pred zlomom potrubia do jamy, a armatúry na konci zvislej časti, na dne jamy, boli na základe rozhodnutia objednávateľa zo spiatočnej výmeny vypustené a nefunkčné kusy boli nahradené novým potrubím.

6 Výmena potrubia a elektrických káblov v jame č. IV

Práce na výmene potrubia a káblov v jame boli zahájené montážou pomocného ťažného zariadenia, umiestneného v priestoroch historickej budovy v tesnej blízkosti jestvujúcej ťažnej vežičky. Historické ťažné zariadenia bolo počas celej výmeny potrubia a káblov v riadnej prevádzke a využívalo sa na dopravu v jame, ako aj na dopravu pracovníkov realizujúcich výmenu potrubia. Problémy pri návrhu technológie demontáže potrubia, ale aj káblov, môžeme rozdeliť do niekoľkých okruhov:

- priestorové možnosti v jame a na povrchu v historickej budove šachty,
- hmotnosť potrubných rozvodov, ale aj el. VN káblov s priemerom 63 mm,
- vek a zastaranosť samotnej jamy (historická pamiatka) a technického vybavenia, ale aj miera poškodenia koróziou potrubných rozvodov,
- samostatným problémom bola hmotnosť a rozmery armatúr, umiestnených na potrubných rozvodoch v päte jamy, ktorých rozmery a hmotnosť presahovali možnosti dopravy v jame,
- a na poslednom mieste, ale dôležitosťou určite prvé, bolo zaistiť bezpečnosť práce pri realizovaní zákazky.

Priestorové možnosti boli dané obdĺžnikovým tvarom jamového terča. Jama, s pôdorysnými rozmermi 2,1 x 4,98 m, bola rozdelená na štyri časti. Dve časti zaberali ťažné zátyne a po jednej časti lezné oddelenie a potrubné rozvody s káblami. Lezné oddelenie s hradením predstavovalo deliacu časť medzi ťažnými zátyňami a rozvodmi v jame, čo znemožňovalo využitie kliebok na dopravu dlhých bremien v jame pod kliebkou. Priestor vymedzený pre rozvody predstavoval v pôdoryse rozmery 1 x 2,1 m, ktorý bol určený pre dvojicu potrubných rozvodov s priemerom 500 mm, jednu rúru s priemerom 100 mm, vodné stavby zasahujúce do profilu jamy a elektrické rozvody, z ktorých štyri kusy boli vysoko napäťové káble s priemerom 63 mm.



Obr. 5 Jamový terč jamy č. IV
Fig. 5 Pit target of pit No. IV

Hmotnosť oceleového potrubia bola závislá od umiestnenia v jame a jeho váha narastala s hrúbkou steny potrubia, ktorá pri hrúbke 16 mm (nové rúry PN 40) dosahovala hmotnosť 175 kg/m rúry.

Tabuľka 1 Prehľad konštrukčných prvkov potrubných rozvodov, ktoré sa demontovali
Table 1 Summary of the structural elements of pipelines which are dismantled

Popis	dĺžka	ks	celková dĺžka	kg/m	kg
Prírubové rúry DN 700 PN 6 ($\phi 711$)	3,0 m	2	6,0 m	333	666 kg
Rýchlouzáver DN 700	1,0 m	1	1,0 m	320	320 kg
Prietokomer DN 700 Krohne Aquaflux 010 F/D	1,0 m	1	1,0 m	240	240 kg
Nohavica DN 700 / 2x DN 500 PN 6	2,5 m	1	2,5 m	360	360 kg
Šupátko DN 500 PN 6	0,5 m	2	1,0 m	220	440 kg
Koleno DN 500 PN 6	1,0 m	2	2,0 m	150	300 kg
Kompenzátor PK č.1 DN 500 PN 6		1	0,0 m	370	370 kg
Kompenzátor PK č.2.1 DN 500 PN 6		1	0,0 m	370	370 kg
Kompenzátor PK č.2.2 DN 500 PN 6		1	0,0 m	370	370 kg
Kompenzátor PK č.3.1 DN 500 / DN 450 PN 25		1	0,0 m	550	550 kg
Kompenzátor PK č.3.2 DN 500 / DN 450 PN 25		1	0,0 m	550	550 kg
Prírubové rúry DN 500 PN 6	6,0 m	25	150,0 m	468	11 700 kg
Prírubové rúry DN 500 PN 16	6,0 m	18	108,0 m	648	11 664 kg
Prírubové rúry DN 500 PN 25	6,0 m	6	36,0 m	810	4 860 kg
Prírubové rúry DN 450 PN 25	6,0 m	6	36,0 m	660	3 960 kg

Prírubové rúry DN 450 PN 40 (12 mm)	6,0 m	17	102,0 m	786	13 362 kg
Prírubové rúry DN 450 PN 40 (15 mm)	6,0 m	8	48,0 m	978	7 824 kg
Šupátko DN 450 PN 40		2	0,0 m	420	840 kg
Pevný úchyt		10		156,2	1 562 kg
Suvný úchyt		46		43	1 978 kg
Prírubové rúry DN150 PN10 - iba demontovať	6,0 m	39	234,0 m	112	4 368 kg
			727,5 m		66 654 kg

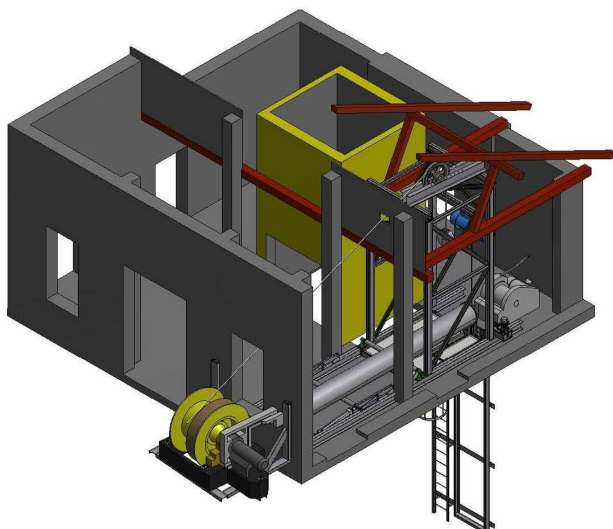
Rúry, v závislosti od hĺbky a tlaku vody, boli rozdelené na tri tlakové dimenzie PN 16, PN 25 a PN 40. V mieste príruby rúry dosahovali priemer 730 mm a v stiesnených priestoroch tvorili hlavný problém pri zvislej doprave počas výmeny.

Vek oceľového potrubia v jame a jeho opotrebovanosť koróziou tvoril problém pri rozoberaní potrubia v jame. Veľká hrúbka korózie a drevené lezné oddelenie v tesnej blízkosti potrubia predstavovali pri pálení vysoké riziko požiaru. Z uvedeného dôvodu muselo byť lezné oddelenie zvlhčované a pri pálení boli na ňom rozostavené hliadky tak, aby sa prípadné vzniknuté ohnisko požiaru okamžite zlikvidovalo.

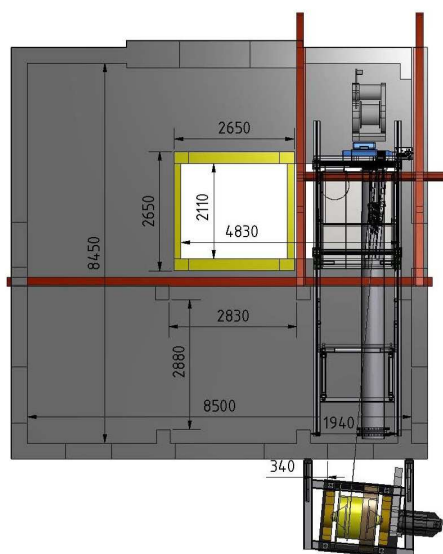
Obmedzený priestor na povrchu vytvárala historická budova šachty, ktorej výška stropu v mieste vyústenia jamy na povrch bola 3,5 m. Uvedená výška, ako aj samotné pôdorysné rozmery budovy, boli na hranici možností manipulácie s rúrami dĺžky 6 m.

Aby sa preverili tieto možnosti a bolo navrhnuté riešenie, ktoré bude realizovateľné, bola historická budova zameraná a vytvorený reálny 3D model budovy. Na 3D modeli boli počítačovými simuláciami manipulácie s potrubím overované priestorové možnosti pohybu 6 m dlhých rúr v obmedzených priestoroch budovy. Uvedený reálny model umožnil ďalej navrhnuť optimálne rozmery pomocnej vežičky, ktorej výška bola daná výškou strechy historickej budovy a umiestnenie ťažného vrátku a tým aj natočenie lanovnice vežičky bolo dané polohou okna na budove. Pomocná vežička, ktorá sa použila na dopravu rúr a káblov v jame, tak presne kopírovala priestorové možnosti historickej budovy. Na zaistenie bezpečnosti pri manipulácii s rúrami na povrchu, pri ich preklápaní z horizontálnej polohy do zvislej polohy (polohy č. 1, č. 2 a č. 3), ale aj pri doprave v jame sme postupne vyvinuli niekoľko originálnych riešení na zaistenie bezpečnosti. Cieľom pomocných konštrukcií bolo v čo najväčšej miere vylúčiť prítomnosť pracovníkov z rizikovej manipulácie s ťažkými bremenami. Zaistiť ovládanie a manipuláciu ťažkých bremien z bezpečnej vzdialenosti a umožniť tak zníženie rizika úrazu, ktoré pri takejto činnosti bývajú s vážnymi následkami.

Pohl'ad 3D
(1 : 75)



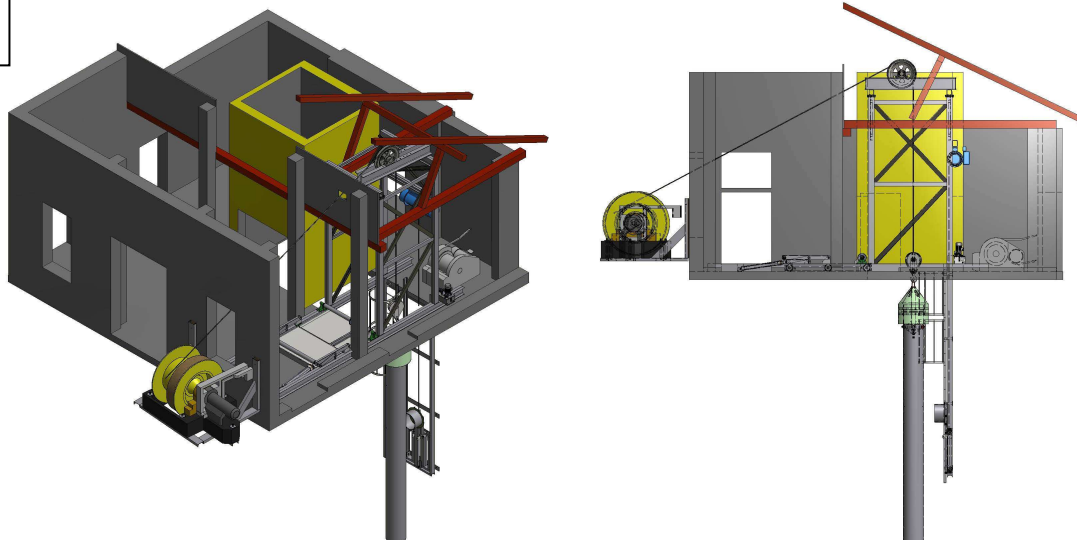
Pôdorys (1 : 75)

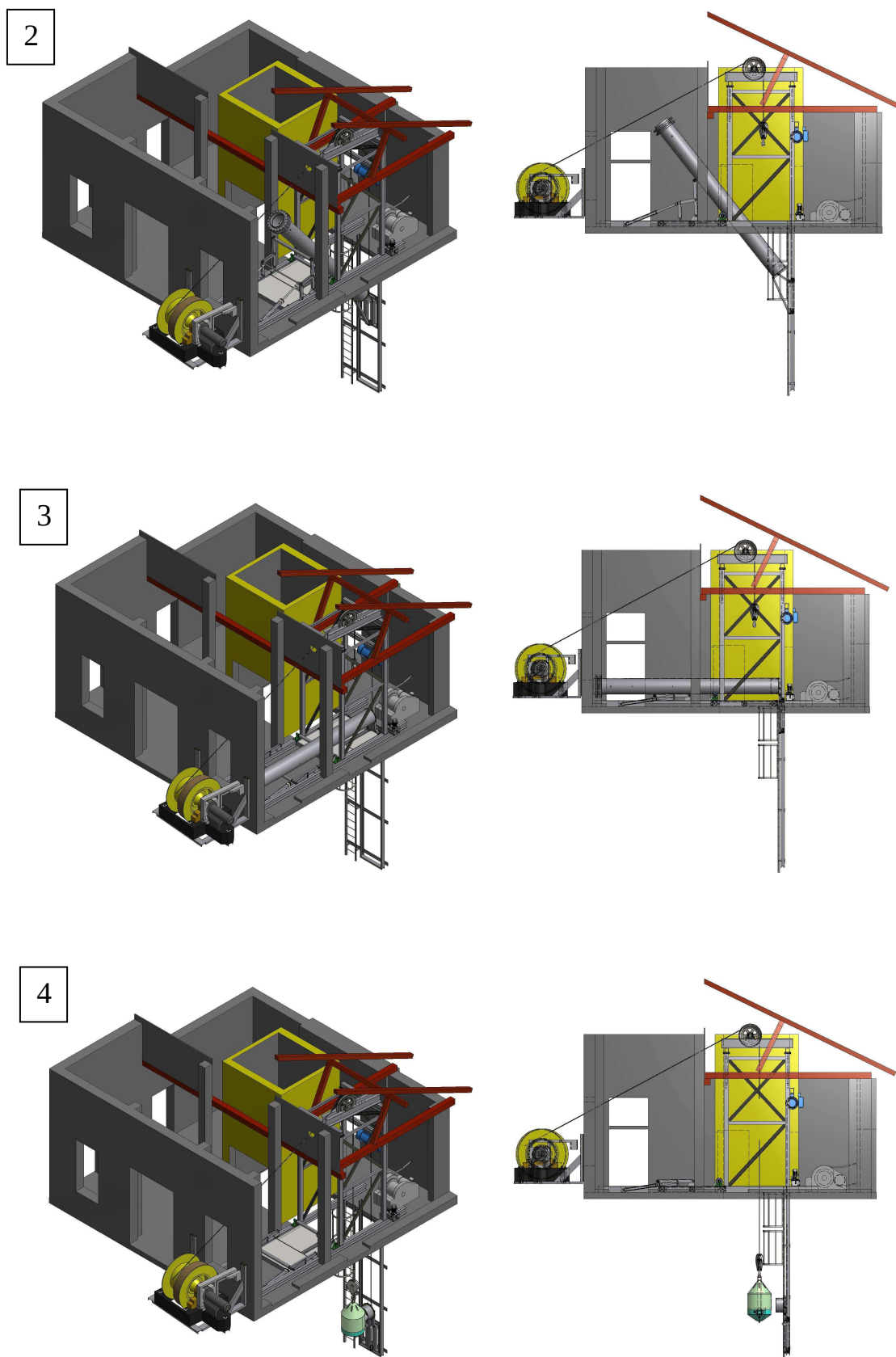


Obr. 6 Model 3D šachtovej budovy jamy č. IV
Fig. 6 3D model of the pit shaft building No. IV

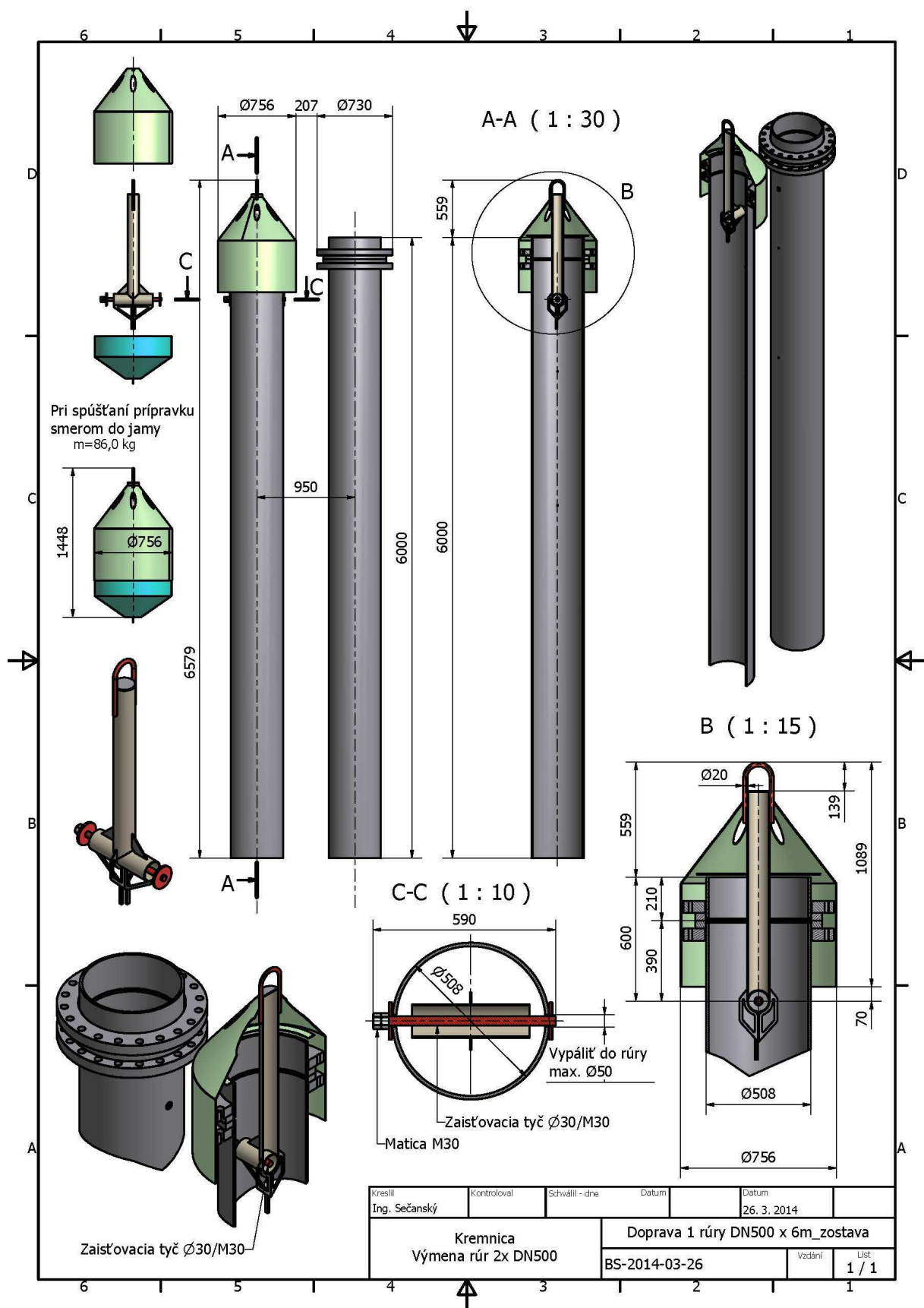
Jednalo sa o jednoduchý atypický systém oceľových kĺbových a pákových, hydraulicky ovládaných, spriahnutých podpier a o zdvíhacie zariadenie s presným vedením rúry, ktoré bolo zavesené na lane. Ďalšie pomocné oceľové konštrukcie boli zamerané na uchytávanie a dopravu poškodených (skorodovaných) rúr v jame a na zaistenie ich priechodnosti v stiesnených pomeroch jamy.

1





Obr. 7 Rôzne polohy rúry pri doprave v jamy č. IV
 Fig. 7 The different positions of the pipe during transport in pit No. IV



Obr. 8 Přípravky na dopravu demontovaného potrubia v jame
Fig. 8 The compositions to transport the dismantled pipe in the pit

Na záver by som chcel spomenúť riešenie, ktoré bolo navrhnuté pre spúšťanie pancierových káblov do jamy. Toto riešenie zahŕňalo spôsob uchytenia o lano, ktoré unesie celú hmotnosť kábla 3 t a umožní súčasnú montáž na nosnú konštrukciu v jame č. IV. Dĺžka jednotlivých káblov bola daná hĺbkou jamy 245 m a horizontálnou vzdialenosťou podzemnej elektrárne od jamy, čo predstavovalo ďalších cca 50 m. Konečná skladba a počet káblov pre spúšťanie predstavoval:

- 3 x VN (6-CYKCYDY 3 x 150; 10 kg/m)
- 1 x NN (CYKYDY –J 12 x 2,5mm²; 1,3 kg/m)
- 2 x tlf (TCEPKPFLEZE 3 x 4 x 0,8; 0,6 kg/m)
- 1 x zemniaci (CY 50 mm²; 0,5 kg/m)
- 1 x ovládanie (OLFLEX 5G4; 0,4 kg/m)

Technické zabezpečenie sa v zásade zhodovalo so zabezpečením pri demontáži a montáži potrubia t.j. povalový vrat PV6 a pomocná ťažná vežička. Uvedené strojné vybavenie bolo doplnené o vybavenie na manipuláciu s káblami, lyžiny pre odvíjanie 2,5 m bubnov, káblové 1,5 m stojany, liatinové káblové príchytky (KPD), dubové kliny vyvarené v oleji pre priemer 66 mm, lanovnica s priemerom 1,2 m, špeciálne lanové príchytky pre KPD, upravený držiak potrubí LARF, montážny materiál a náradie.

Po navŕtaní a osadení 40 ks káblových konzol vo vzájomnej vzdialenostiach 6 m môžeme stručný postup spúšťania káblov v jame zhrnúť do niekoľkých bodov:

1. Montáž lanovnice, osadenie 2 ks bubnov 1,5 m do stojanov a 1 ks 2,5 m bubna na lyžiny s ich nasmerovaním k jame.
2. Montáž bezpečnostného klinového zachytávača pre VN kábel.
3. Spustenie káblov 6 m pod úroveň ohlbne jamy na miesto viazačov.
4. Namontovanie špeciálnej lanovej svorky, osadenie KPD, vtlačenie VN kábla do príchytky a zarazenie klinov. Z opačnej strany príchytky osadenie 2 ks potrubných držiakov LARF a osadenie 2 ks káblov do nich.
5. Spustenie káblov o 6 m, pričom pri spúšťaní sa kábel každé 2 m zaťahovacími páskami zafixuje k lanu.
6. Body 4. a 5. sa opakujú až po spustenie konca kábla na dno jamy.
7. Po spustení konca lana na dno jamy sa zdemontuje prvý úchyt káblov.
8. Ďalšie spustenie o 6 m sa realizuje so súčasným zaťahovaním káblov do kanála v horizontálnej časti podzemia.
9. Montáž ďalšieho úchytu pod ohlbňou jamy.
10. Body 8. a 9. sa opakujú až kým nie je 50 m kábla zatiahnuté do kanála smerujúceho k podzemnej elektrárni t.j. cca 3 x 300 m dĺžky v kuse.
11. Montáž premiestniteľnej plošiny v mieste I. konzoly pod ohlbňou.
12. Demontáž KPD z lana a následná montáž na definitívnu konzolu.
13. Vtlačenie VN kábla do príchytky a zaistenie drevenými klinmi.
14. Postupné pritláčanie zvyšných káblov a fixácia príchytkami SONAP.
15. Opakovanie bodov 11. až 14. smerom dole.
16. Vytiahnutie uvoľneného lana povalového vrátku PV6.

Celkovo sa realizovali 3 cykly, pričom s posledným VN káblom sme spustili už len ovládací kábel klapky.

Doba spúšťania: 6 dní (12 hod/deň)

Max. spúšťaná záťaž: 3 000 kg

Celková spustená váha: 9 000 kg

Technológia súčasného spúšťania 3 x 300 m pancierových káblov do jamy (3 t), bez použitia káblových spojok (požiadavka investora) a bez využitia ťažného stroja je unikátna, jedinečná. Najmä z hľadiska priestorových podmienok, dosiahnutých časov a úrovne materiálneho technického vybavenia.

7 Záver

Výmena potrubia s priemerom 500 mm a elektrických káblov s hmotnosťou 10 kg/m bola zrealizovaná v stanovenom časovom priestore a v súlade s požiadavkami objednávateľa. Išlo o práce vykonávané v historických priestoroch budovy a banského diela, ktoré bolo vybudované na prelome 19. a 20. storočia. Všetky práce boli vykonané v súlade so schválenou projektovou dokumentáciou a z materiálov odsúhlasených zadávateľom.

8 Zoznam použitej literatúry

Historické údaje, uvedené v článku, boli čerpané z informácií uvedených na internete, ktoré zverejnil Ing. Richard Kafka.