

**ID 11**

## Izvažalna naprava jašek Borba

**MITJA PAVLIČ**

<sup>1</sup> *Rudnik Trbovlje-Hrastnik d.o.o., Trg revolucije 12, TRBOVLJE*  
[mitja.pavlic@rth.si](mailto:mitja.pavlic@rth.si)

### POVZETEK

V članku so opisana dela, ki so se izvajal na montaži nove izvažalne naprave v jašku Borba od oktobra 2006 do konca februarja 2009. Nova izvažalna naprava odstopa od Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in o tehničnih ukrepih pri prevažanju v podzemnih prostorih in na površini pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin. Za vsa odstopanja od navedenega pravilnika je investitorju v skladu s 57. členom Zakona o rudarstvu izdano tehnično soglasje. Odstopanja od rudarskih predpisov, ob upoštevanju varnostnih predpisov za konstruiranje in vgradnja dvigal 1 – del Električna dvigala SIST-EN 81-1 ne zmanjšujejo varnosti izvažalne naprave, obratno izvažalna naprava je načrtovana z vsemi sodobnimi varnostnimi elementi. Izvažalna naprava oz. električno dvigalo je kot električno dvigalo »najgloblje« (največja višina dviga) in najhitreje osebno dvigalo v Sloveniji.

**Ključne besede:** izvažalna naprava, jašek Borba, električno dvigalo, izvozna vrv, spodnja vrv, vrvenica, Koepejev kolut.

### UVOD

Rudnik živega srebra Idrija je bil drugi največji rudnik živega srebra na svetu. Znani Antonijev rov pa spada med najstarejše ohranjene vhode, saj so ga izdelali že leta 1500. Danes je preurejen v muzej in odprt za turistične ogled. Rudnik živega srebra Idrija po 500. letih delovanja dobiva novo vlogo, saj se spreminja v turistično-izobraževalni objekt.

Investitor RŽS-Idrija je na javnem razpisu za najbolj ugodnega ponudnika za dobavo in montažo nove izvažalne naprave v jašku Borba izbral konzorcij Rudnik Trbovlje-Hrastnik, ThyssenKrupp DVG dvigala in Rudis Trbovlje. Predmet javnega razpisa je bila zamenjava obstoječe dvobobnaste izvažalne naprave z novo izvažalno napravo – električnim dvigalom. Le ta bo vozila med odvoziščem na ustju jaška k.336,78 m in dovoziščem na III. obzorju k. 211,34 m, v skupni dolžini 121,94 m + prosta globina. Izvažalna naprava – električno dvigalo bo služilo za potrebe turističnih ogledov in hkrati za vzdrževanje rudnika.

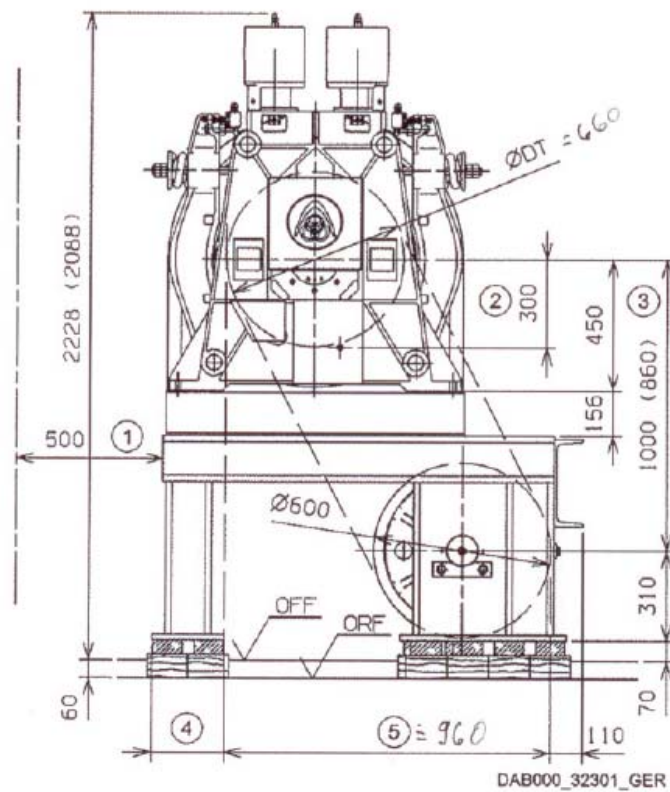
Izvozna naprava, ki je obratovala neprekinjeno 90 let se je ohranila kot muzejski eksponat. Strojnica prvotne izvažalne naprave (Slika 1) je ostala nespremenjena, zato bo jašek s staro strojnico in vso pripadajočo takrat uporabljeno tehnologijo, obiskovalcem na ogled kot muzej. Strojnica nove izvažalne naprave – električnega dvigala je vgrajena v sredini starega izvoznega stolpa na nivoju + 9.00 od ustja jaška.



Slika 1.: Stara izvažalna naprava.

Osebna izkaznica projekta:

- Trajanje: 2,5 let
- Izvajalci: Rudnik Trbovlje-Hrastnik, ThyssenKrupp DVG dvigala, Rudis in SCT Primorje,
- Vrednost investicije: 1,6 mio EUR-ov.



Slika 2.: Pogon ThyssenKrup DW-R DAB450

## KARAKTERISTIKE IZVAŽALNE NAPRAVE – ELEKTRIČNEGA DVIGALA

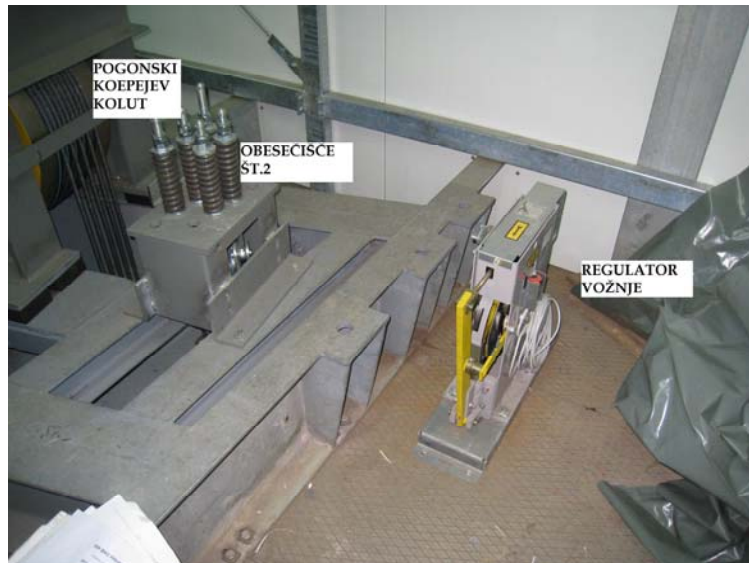
Na podlagi zahtev iz rudarskega projekta in odmika I od projekta se je v jašek Borba vgradila nova izvažalna naprava s sledečimi karakteristikami:

- Nosilnost: 2000 kg,
- Prevoz ljudi: 12 oseb,
- Globina: 121,94 m + 3,5 m (prosta globina) = 125,44 m,
- Tip izvažalne naprave: ThyssenKrup DW-R DAB450,
- Protiutež: litoželezna,
- Kletka: enoetažna, avtomatska vrta za vhod ljudi in transport material z jamskim vozičkom, v kletki se bo nahajal ukazni tablo s trenutnim položajem kletke,
- Hitrost vožnje: 4 m/s,
- Vodilnice: kovinske pocinkane, T 125/82/16,
- Število nosilnih vrvi: 5 vrvi premera 13 mm,
- Število izravnalnih vrvi: 8 vrvi premera 13 mm.

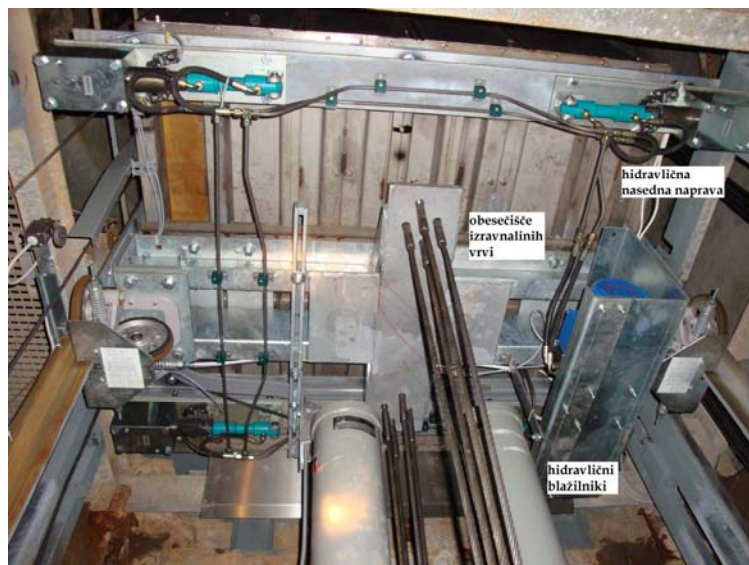
Posebnosti nove izvažalne naprave – električnega dvigala so:

- nadzorni sistem s avtomatskim krmiljenjem. Izvažalna naprava - električno dvigalo se krmili s tipkalom v kabini in s tipkali ob vratih jaška. Z nadzornim sistemom se spremljajo naslednji podatki: grafični prikaz gibanja kabine po jašku, prikaz hitrosti, prikaz položaja kabine, prikaz varnostnih tokokrogov, prikaz stanja vrat in prikaz napak ter opozoril. Modularni krmilni sistem FST ima za osnovo tehnologijo »Local Operating Network (LON)«. To pomeni, da »možgani« krmilja niso locirani v glavnem tiskanem vezju krmilja v strojnici, temveč se njen precejšen del nahaja na elektronskih modulih v jašku in v kabini. Vsi elektronski moduli FST komunicirajo s pomočjo serijskega vodila LON. Krmiljene prevažalne naprave ima poleg osnovnih, pozivov na obzorjih in ukazov v kletki tudi možnost ročnega krmiljenja vožnje s strehe kletke in iz strojnice prevažalne naprave (hitrost 0,5 m/s) za dnevne preglede jaškov. Zaradi avtomatskega krmiljenja odpade potreba po strojniku v strojnici izvozne naprave,
- avtomatska vrata za vhod ljudi in jamski voziček. Z namestitvijo avtomatskih vrat odpade potreba po nihajnih mostičkih. V kletki je vgrajen kazalnik trenutnega položaja kletk z oznako obzorja, razsvetljava in ukazni tablo,
- jašek ima oddelek za prehod ljudi, s strehe kletke na kateri je nameščena loputa je možen prehod v pohodni oddelek in umik po pohodnem oddelku na površino,
- za razbremenitev vrvi v fazah uvoza in izvoza so na spodnjem delu izvažalna kletke montirane hidravlične sedalke – pri izvažalnih napravah so se do sedaj uporabljale mehanske sedalke (Slika 4),
- v prosti globini so nameščeni hidravlični blažilniki (Slika 4). Ureditve proste globine je izvedena po določilih SIST EN 81-1. Vožnja kletke ali protiuteži nad odvoziščem ni možna, ker zadene protiutež oz. kletka ob hidravlične blažilnike nameščene na mejniku. Največji možni spust kletke oz. protiuteži v prosto globino znaša 2,04 m. Zaradi navedenega odpadejo odbijači, avtomatične sedalke in odebeljene vodilnice,
- prekoračitev dovoljene hitrosti je preprečena z regulatorjem vožnje (Slika 2), ki je montiran v strojnici in je z jekleno vrvjo povezan s kabino. V primeru, da hitrost kabine naraste preko nastavljenih vrednosti, regulator vožnje avtomatsko sproži lovilno napravo in istočasno izklopi iz obratovanja pogonski stroj. Lovilna naprava je vgrajena spodaj na nosilni okvir.
- lovilna naprava deluje na vodilnice v obeh smereh vožnje. Do aktivacije lovilne naprave pride v primeru prekoračitve hitrosti,

- premer pogonskega Koepejevega koluta znaša 660 mm (Slika 2),
- obešanje kletke je izvedeno indirektno preko vrvenic na strehi kletke s petimi okroglimi vrvmi premera 13 mm. Samo obešanje je izvedeno po naslednjem postopku: fiksiranje petih vrvi v obešišču št. 1 na podu strojnice, napeljava petih vrvi na vrvenico nameščeno na konstrukciji protiuteži, dvakratno ovijanje petih vrvi okoli pogonskega Koepejevega koluta (izvedlo se je dvakratno ovijanje izvoznih vrvi okoli pogonskega Koepejevega koluta), napeljava vrvi na vrvenico nameščeno na konstrukciji izvažalne kletke in nato so vrvi fiksirane v obešišču št. 1 na podu strojnice. Nameščena sta tudi 2 snopa po 4 kos-ov spodnjih vrvi premera 13 mm, ki so prek kompenzacijske vrvenice povezane s tlemi konstrukcije protiuteži in izvozne kletke (Slika 2, Slika 3 in Slika 4)



Slika 3.: Strojnica izvažalne naprave



Slika 4.: Pogled na dno kletke iz nivoja mejnika.

- vsi električni deli so z minimalno zaščito IP54, naprave izpostavljene vodi in prahu z minimalno zaščito IP65,
- vsi mehanski deli v jašku so pocinkani (vodila za protiutež, vodila za izvozno kletko, bočni nosilci, prečni nosilci) ali iz nerjaveče pločevine,
- posebni sistem ogrevanja pragov vrat in vodil v jašku od ustja jaška do globine 25 m (globina kjer je po izkušnjah možno zmrzovanje).

## **IZVRŠENA DELA ZA MONTAŽO IZVAŽALNE NAPRAVE – ELEKTRIČNEGA DVIGALA**

Montažo nove izvažalne naprave – električnega dvigala se je izvedla po naslednjem tehnološkem postopku:

- montaža mejnika 3,55 m pod III. obzorjem,
- demontaža obstoječih levih bočnih nosilcev NPI 160 in vodilnic, montaža novih levih pocinkanih NPI 160 bočnih nosilcev na vsake 2 m z vgrajenimi konstrukcijskimi elementi,
- zamenjava vseh korozijsko poškodovanih prečnih nosilcev z novimi pocinkanimi nosilci NPI 180 in zamenjava prečnih nosilcev od 14 podesta proti vrhu zaradi nevertilanosti jaška,
- demontažo desnih bočnih nosilcev NPI 160, vodilnic (bočnih in sredinskih), sredinskega nosilca NPI 160 do prečnega nosilca in montaža novih desnih pocinkanih NPI 160 bočnih nosilcev na vsake 2 m z vgrajenimi konstrukcijskimi elementi,
- izdelava poda strojnice izvažalne naprave na k + 9.00 od ustja jaška,
- montaža opreme za montažo konzol in vodilnic kletke;
  1. trinivojska montažna kletka – Slika 5 se je uporabljala za montažo konzol in kot delovni oder za montažo vodilnic kletke in protiuteži. Montažna kletka je imela vgrajeno naslednjo varnostno in obratovalno opremo:
    - tipkalo za upravljanje – vožnjo kletke v zeleno smer,
    - posebno lovilno napravo na spodnjem delu kletke »mačke«,
    - ročico za ročno zaviranje v sili na vsaki etaži,
    - vrvno varnostno vpetje po dva na vsaki etaži, skupaj šest,
    - varnostno ograjo na vsakem podestu – etaži,
    - lestev in lopute za prehod med etažami,
  2. električna dvigalka TIRAK X 2050 P in TIRAK X 1030 P (Slika 6). Montažna kletka je bila vpeta preko električne dvigalke TIRAK X 2050 na vrv, ki je bila pritrjena na obešečišče. Obešečišče montažne kletke je bilo postavljeno in pritrjeno na tla strojnice v izvoznem stolpu na strani montažne kletke. Dvigalki imata tri tipke, dve za smer vožnje in rdečo zaskočno »stop« v obliki gobice za hitro zaustavitev v sili. Hitrost premikanja (vožnje) kletke je znašala 0,1 m/s (6 m/min). Posebnost obeh dvigalk je v tem, da skozi dvigalko potuje vrv. Z namestitvijo dvigalke na nek konstrukcijski element se lahko ta element premika po fiksirani vrvi gor in dol. Dvigalka TIRAK X 2050 P se je namestila na streho montažne kletke, vrvi sta se fiksirali (ena izvozna vrv in druga varnostna vrv) na pod strojnice nove izvažalne naprave. Montažna kletka se je skupaj z dvigalko premikala gor in dol po jašku Borba. Električna dvigalka TIRAK X 1030 se je uporabljala za transport konzol glavnih vodilnic T 125/BE, glavnih vodilnic in pomožnih vodilnic. Nameščena je bila na podu strojnice nove izvažalne naprave. Sistem je imel kot dodatno varnostno napravo regulator vožnje, ki je v primeru prekoračitve hitrosti aktiviral lovilno napravo »mačke«,



- montaža vodilnic za kletko, ki je potekala od spodaj navzgor od III. obzorja proti ustju jaška,
- montaža konzol za protiutež,
- izvedba injektiranja in dreniranja v betonski oblogi jaška; v jašku na več lokacijah prihajalo do izvorov več ali manj stalnih dotokov vode. Dotoki vode so začeli pojavljati od Vodnega rova k.320 do III. obzorja k.216. Voda je iztekala v jaškovno odprtino iz razpok v oblogi jaška ali iz ležišč v jašku vgrajenih jeklenih nosilcev. Veliko od te vode je prosto kapljalo po stenah, nosilcih in teklo po jaškovni odprtini na III. obzorje. Navedeno stanje je korozivno vplivalo na trenutno vgrajene jeklene konstrukcijske elemente v jašku. Po montaži bi navedeno stanje slabo vplivalo na vse vgrajene elemente izvoznega stroja za osebna in industrijska dvigala. Količina vode, ki je dotekala v jašek Borba izračunana po Dupuit-ovi formuli je znašala 1,7 l/s (ob predpostavki propustnosti dolomita  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s). Injektiranje se je izvajalo s KB – Pur 2 in 1 injektirno smolo. Manjši prodori vode iz betonske obloge so se zatesnili s Koster KD sistemom. Na vsakem mestu zatesnitve vode oz. mesta injektiranja se je pod mestom injektiranja zavrtala drenažna vrtina skozi betonsko oblogo v katero se je vgradila polietilenska cev, ter speljala po obodu jaška v glavno odtočno cev – centralno drenažo premera 150 mm,
- sanacija betonske obloge; v jašku Borba se nahaja kontakt med dolomitom in neprepustno plastjo na k. 240. Intenziteta poškodba betonske obloge je bila najvišja od k.240 navzdol proti III. obzorju. Sanacija betonske obloge se je izvedla po naslednjem tehnološkem postopku: odstranitev degradirane betonske plasti, premaz betonske obloge s polimerno akrilno disperzijo, nanos grobe sanacijske malte, namestitev PVC mreže, reprofilacija poškodb s fino sanacijsko malto,
- izdelava odvodnjevalnih kanalov po obodu jaška; vrtanje in vgradnja sider iz železobetona premera 6 mm, dolžine 25 cm in v razmaku 20 cm po obodu jaška (Slika 7). Nato se je namestila rabitz mreža in sledil je nanos sanacijske malte, premaz izdelanega odvodnjevalnega kanala s cementnim mlekom iz črnega cementa in dvakratni premaz s vodotesno maso hidrostop,



**Slika 7.:** Izvedeni drenažni ukrepi v jašku Borba

- montaža podestov v pohodnem oddelku in montaža ločilne mreže,
- montaža pomožnih vodil za protiutež,
- montaže elektro instalacij do nove strojnice in v jašku,
- demontaže opreme za montažo in montaže kletke nove izvažalne naprave,
- montaža kabine,
- montaža nosilnih vrvi in vrvi za protiutež,
- montaža nasednih naprav,
- montaža vrat na vseh treh obzorjih.

## ZAKLJUČEK

V času pisanja članka se dokončujejo dela na montaži nove izvažalne naprave. Po osnovnem planogramu se naj bi dela na montaži nove izvažalne naprave končala konec leta 2007, vendar so se dela zaradi sanacijskih del v jašku (injektiranje, dreniranje, sanacija betonske obloge, izdelava odvodnjevalnih kanalov, specifične montaže,...) podaljšala v marec 2009.

V fazi izvajanja rudarskih del so nam največje težave povzročila nevertikalnost jaška in velike količine dotekajoče vode v jaškovno odprtino. V fazi montaže nam je največjo težavo povzročala tehnologija vgrajevanja posameznih konstrukcijskih elementov v jašek. O kompleksnosti samega projekta pove podatek, da je bila za montažo nove izvažalne naprave izdelan osnovni projekt in nato še 8 kosov tehnične dokumentacije (projekti za izvedbo in odmiki).

Električno dvigalo zmontirano v jašku Borba je »najgloblje« (največja višina dviga) in najhitrejše osebno dvigalo v Sloveniji. Kot izvažalna naprava z vgrajenimi določenimi sodobnejšimi varnostnimi napravami bo prva takšna vgrajena v rudniku.

Naprava kot celota predstavlja zanimivega križanca strokovnih znanja iz rudarstva in dvigalo gradnje in je kot taka unikat v Slovenije, če ne celo širše v svetu. Izvozna naprava lahko predstavlja vzorčni primer kako bi lahko izgledala izvozna naprava v prihodnosti v Sloveniji in tudi širše.

## LITERATURA

1. RP:«Izvažalna naprava jašek Borba«, rudarsko – gradbeni in strojni del, št.RP GRP-0201/UB, GEMING, junij 2002,
2. Odmik 1. od RP: «Izvažalna naprava jašek Borba«, rudarsko – gradbeni in strojni del, št.RP GRP- 0201/UB, GEMING, februar 2007,
3. Odmik 2. od RP: «Izvažalna naprava jašek Borba«, rudarsko – gradbeni in strojni del, št.RP GRP- 0201/UB, GEMING, februar 2007,
4. RP:«Izvažalna naprava jašek Borba«, št.2790, RTH, oktober 2006,
5. Odmik RP:«Izvažalna naprava jašek Borba«, št.2790, RTH, januar 2007,
6. Odmik II od RP:«Izvažalna naprava jašek Borba«, št.2790, RTH, april 2007,
7. Odmik III od RP:«Izvažalna naprava jašek Borba«, št.2790, RTH, oktober 2008,
8. RP:«Montaža vodilnic in strojnih inštalacij v jašku Borba za novo izvažalno napravo«, RTH, oktober 2007
9. Odmik I od RP:«Montaža vodilnic in strojnih inštalacij v jašku Borba za novo izvažalno napravo«, RTH, januar 2008