

Transport in vgradnja ločnega podporja pri gradnji jamskih prog s pomočjo podajalnika lokov PL08-PV

Simon DOBAJ, Bogomir TREBIČNIK, Franjo MAZAJ,
Miran SKLEDAR, Anton KOTNIK, Iztok NAVRŠNIK

■ 1 Uvod

Premogovnik Velenje, d. d. (slika 1), ki deluje v okviru skupine Holding Slovenske elektrarne, je tehnološko zelo razvita družba. Njegova glavna naloga je pridobivanje lignita za potrebe proizvodnje električne energije v Termoelektrarni Šoštanj.

Z več kot 135-letno tradicijo pridobivanja lignita je Premogovnik Velenje močno vpet v slovensko energetske gospodarstvo. Zaloge velenjskega lignita pri sedanjem odkopu zadoščajo še za štiri desetletja delovanja premogovnika. Zaradi sprememb v energetiki in predvidenih sprememb v delovanju termoelektrarne se bodo premogovniška delovišča zaprla, še preden bodo zaloge lignita pošle. Sedanja letna proizvodnja lignita znaša okoli 3,9 milijona ton.

Simon Dobaj, dipl. inž., Bogomir Trebičnik, dipl. inž., Franjo Mazaj, inž., Miran Skledar, inž., Anton Kotnik, univ. dipl. inž., Iztok Navršnik, dipl. inž., vsi Premogovnik Velenje, d. d., Velenje



Slika 1. Območje Premogovnika Velenje

V procesu pridobivanja lignita igrajo jamske proge pomembno vlogo. Pri tem je zelo pomemben tehnološki postopek razvoja in izdelave jamskih prog, vključno z izolacijsko oblogo, transportiranjem premoga s pripravskih delovišč in organizacijsko strukturo. Pri jamskih progah so predvsem pomembni njihova pravilna izdelava, transport, izdelava in montaža njihove podgradnje, kar obravnava ta prispevek.

■ 2 Pregled razvoja podgradnje jamskih prog v zgodovini

Podgrajevanje jamskih prog se je v zgodovini spreminjalo. V začetku so podgrajevali z lesenimi podporniki – poligoni. Z razvojem jame Premogovnika Velenje so se spreminjali tudi načini podgrajevanja. Določene proge so podgrajevali z različnimi podgradnjami. Znani sta predvsem pod-



Slika 2. Podgradnja z betonskimi paneli

gradnja z betonskimi paneli (slika 2) in s kompozitnimi sidri in armaturno mrežo iz umetnih mas (slika 3).

krožni ali zvončasti profil vgrajeno v jamsko proggo. Zaradi protipožarne varnosti (lignit je namreč zaradi svoje

strukture zelo nagnjen k samovžigu), le-to obložimo z izolacijsko oblogo (slika 4).

Postopek izreza jamske proge je mehaniziran in je izveden s pomočjo napredovalnih strojev (slika 5), ki izrežejo profil. Večjih zapletov pri izrezu proge ni. V 8-urnem dnevnem obratovanju napredovalnega stroja izdelamo 6 do 7 metrov jamske proge.

Glavni problem pri izdelavi jamske proge je predvsem v ustrezni podgradnji, pri čemer je potrebno za 1,2-metrski del odseka proge (segment) pripraviti približno 28 kosov ločnega podporja, dvakrat toliko veznih elementov in zajeten del hrastovih kladičev za oblaganje profila. Ves ta material je treba izza napredovalnega stroja ročno prenesti na mesto



Slika 3. Podgradnja s kompozitnimi sidri in armaturno mrežo iz umetnih mas



Slika 4. Klasična podgradnja z izolacijsko oblogo

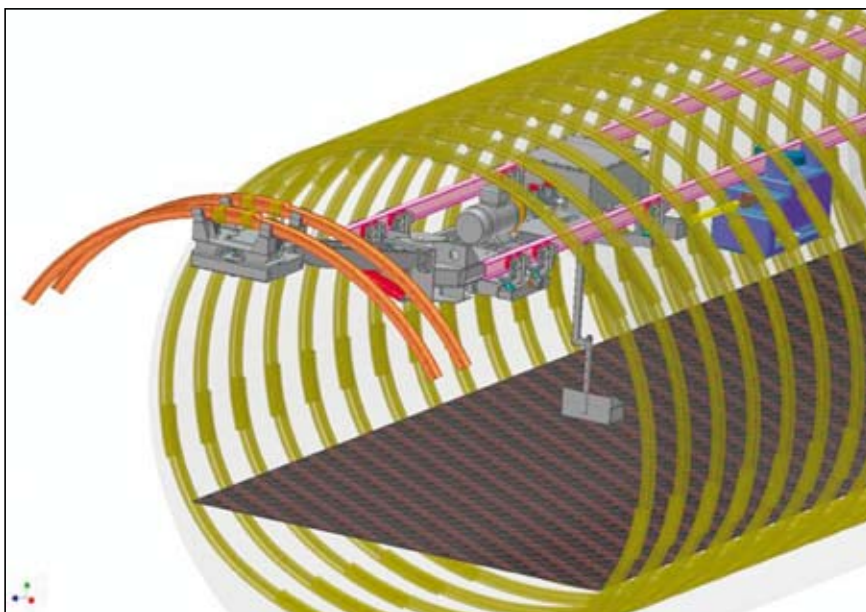
V določenem obdobju se je podgradnja z betonskimi paneli pokazala za učinkovito predvsem na območjih stabilnih delov jame, medtem ko se na območjih stalnih aktivnosti (odkopi) v progah ta sistem ne obnese, saj je prišlo do loma panelnih segmentov, njihova sanacija pa je zelo zamudna.

Drugi način podgradnje – s kompozitnimi sidri in armaturnimi mrežami iz umetnih mas – je bil del poskusa, ki ni prinesel zelenih rezultatov, zato smo ga opustili.

Dandanes uporabljamo za podgradnjo jamskih prog ločno podporje K 24 (masa 24 kg/m), ki je kot zaključen



Slika 5. Napredovalni stroj GPK-PV



Slika 6. Podajalnik ločnega podporja

vgradnje, kar je zelo zahtevno. Zaradi tega je nastala potreba po izdelavi podajalnika lokov oz. načina mehanizirane podgradnje jamske proge.

3 Ideja in zasnova podajalnika lokov

Na podlagi vseh teh ugotovitev smo prišli do spoznanja, da bi bil najbolj primeren tako imenovani podajalnik

ločnega podporja (slika 6), ki pripelje ločno podporje, les in vezni pribor na čelo proge oz. mesto vgradnje po izrezanem profilu proge. Na mestu vgradnje zgornji venec ločnega podporja tudi dvigne in vgradi, kar predstavlja hitrejše, bolj humano in varnejše delo pri izdelavi jamskih prog.

Zasnova podajalnika lokov je temeljila na izkušnjah delavcev, ki izvajajo

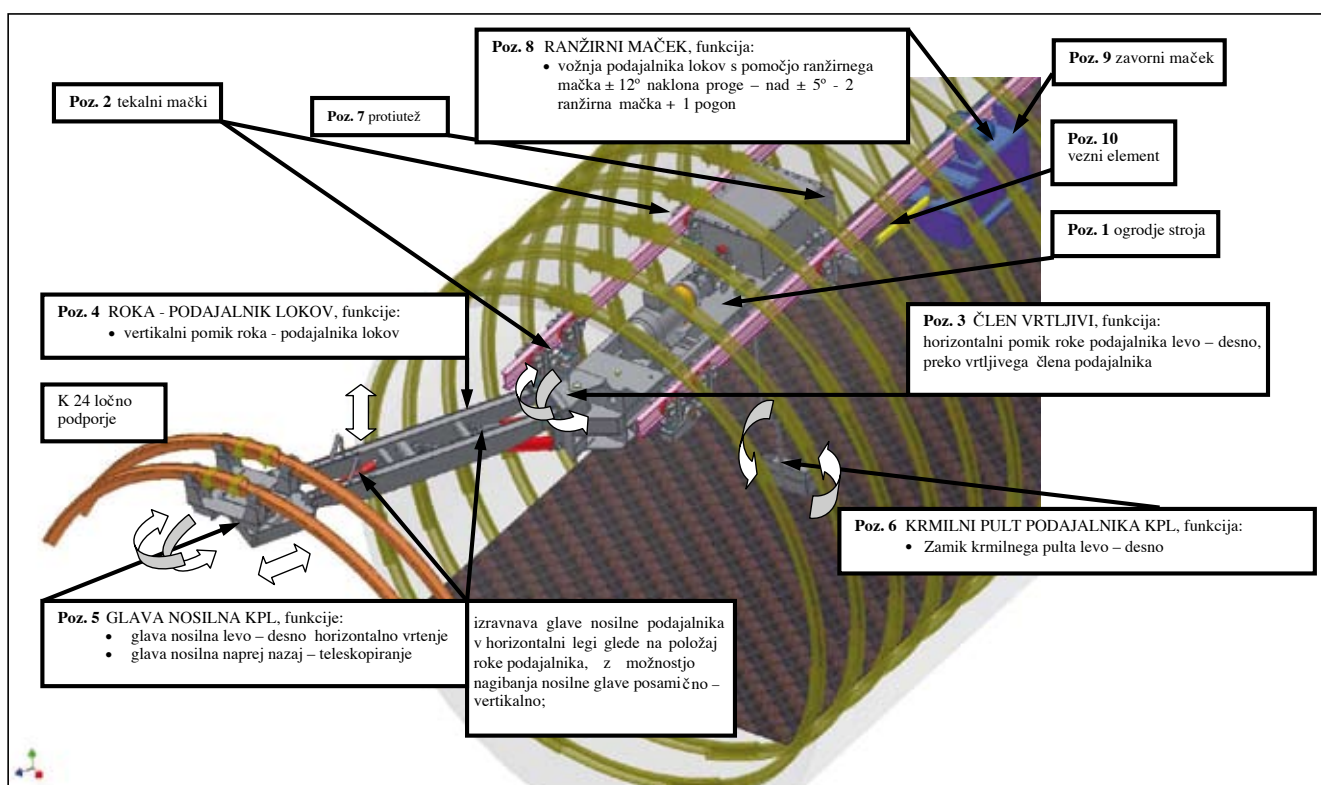
tehnološki proces izdelave jamskih prog, in projektnege tima, ki je skupna spoznanja spravil na papir ter si zadal temeljna izhodišča pri konstruiranju.

Podajalnik lokov služi za prenos in vgradnjo ločnega podporja in lesa. Konstrukcija podajalnika je bila izdelana na podlagi potreb, izkušenj in sistema vgradnje ločnega podporja K 24.

Podajalnik lokov sestavljajo naslednje komponente (slika 7):

- ogrodje,
- prvi in zadnji prečni most s tekalnimi mački,
- vrtljivi člen,
- roka,
- nosilna glava,
- hidravlični agregat,
- hidravlična stroja,
- konzola hidravlične komande,
- protiutež,
- ranžirni maček,
- zavorni maček,
- vezni elementi in
- elektrooprema.

Funkcije, ki jih mora zaradi transporta in manevriranja ločnega podporja zagotavljati podajalnik lokov, so naslednje:



Slika 7. Podajalnik lokov – sestava v jamski progi

- vožnja s pomočjo ranžirnega pogona po progi z naklonom $\pm 5^\circ$;
- horizontalni pomik roke čez vrtljivi člen (poz. 3);
- vertikalni pomik roke (poz. 4);
- izravnava nosilne glave v horizontalni legi glede na položaj roke, z možnostjo nagibanja nosilne glave posamično – vertikalno;
- premik nosilne glave (poz. 5) levo – desno v horizontalno;
- premik nosilne glave (poz. 5) naprej in nazaj – teleskopiranje;
- zamik krmilnega pulta (poz. 6) levo – desno.

Vsi cilindri morajo biti v zelenih položajih blokirani s protipovratnimi blokirnimi ventili, da ne pride do nevarnega samodejnega popuščenja posameznih gibanj, ko je cilindri v določeni poziciji.

Maksimalna obremenitev nosilne glave z bremenom je $\approx 750 \text{ kg} = 7,5 \text{ kN}$ (2 kpl sestava ločnega podporja z veznimi elementi (400 kg) in $\approx 350 \text{ kg}$ lesa). Delovni tlak stroja je prilagojen razmeram obratovanja, kot tudi vertikalni pomik roke, katere tlak je prilagojen maksimalni obremenitvi materiala na nosilni glavi, maksimalno 750 kg. Vožnja podajalnika lokov je prilagojena sedanjemu načinu prevažanja po viseči tračni progi s pomočjo ranžirnega vlaka, pri čemer znaša delovni tlak 110 barov. Stroj obratuje v temperaturnem razponu od $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ do $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Ker je v jamskih prostorih lebdeči premogov prah, je nevarnost kontaminacije delovnega medija velika.

Vse skupaj je zaradi potencialne nevarnosti v jami, predvsem zaradi prisotnosti metana in premogovega prahu, moralo biti izdelano v skladu z različnimi zakonskimi in podzakonskimi akti – pravilniki in standardi za obratovanje strojev in naprav v jami Premogovnika Velenje. Pri razvoju stroja smo zato upoštevali:

- Zakon o rudarstvu (Ur. L. RS, št. 56/1999, 61/2010–Z Rud-1) in njemu podrejene pravilnike ter podzakonske akte,
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu ter o tehničnih ukrepih za dela pri raziskovanju in izkoriščanju mi-



Slika 8. Testiranje podajalnika lokov v hčerinskem podjetju HTZ Velenje, d. o. o.

- neralnih surovin pod zemljo (Ur. L. RS, št. 68/03, 83/03, 65/06),
- Pravilnik o varnosti strojev (Ur. L. RS, št. 25/2006 in Ur. L. RS, št. 75/2008),
- Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Ur. L. RS, št. 102/00 in 91/2002),
- Zakon o kemikalijah (Ur. L. RS, št. 36/1999, Ur. L. RS, št. 11/2001 – ZFfS, 65/2003, 110/2003 – UPB1, 47/2004 – ZdZPZ, 61/2006 – Zbi-oP, 16/2008),
- Standard SIST EN 13463–2, Neelektrična oprema za uporabo v potencialno eksplozivni atmosferi – 2. del: Zaščita z omejenim pretokom,
- Standard SIST EN 13463–3, Neelektrična oprema za uporabo v potencialno eksplozivnih atmosferah – 3. del: Zaščita z neprodornim okrovom »d«,
- Standard SIST EN 13463–5, Neelektrična oprema za uporabo v potencialno eksplozivnih atmosferah – 5. del: Zaščita s konstrukcijsko varnostjo »c«,
- Standard SIST EN 13463–6, Neelektrična oprema za uporabo v potencialno eksplozivnih atmosferah – 6. del: Zaščita s kontrolo virov vžiga »b«,
- Standard SIST EN 13463–7, Neelektrična oprema za uporabo v potencialno eksplozivnih atmosferah – 7. del: Zaščita s kontrolo nadtlaka »p«,

- Standard SIST EN 13463–8, Neelektrična oprema za potencialno eksplozivne atmosfere – 8. del: Zaščita s potopitvijo v tekočino »k«,
- Standard SIST EN 1127–1: 2008, Eksplozivne atmosfere – preprečevanje eksplozije in zaščita pred njo – 1. del: Osnovni pojmi in metodologija,
- Standard SIST EN 1127–2: 2002, Eksplozivne atmosfere – preprečevanje eksplozije in zaščita pred njo – 2. del: Osnovni pojmi in metodologija za rudarstvo,
- Standard SIST EN 1710: 2006, Oprema in sestavni deli za uporabo v potencialnih eksplozivnih atmosferah podzemnih rudnikov,
- SIST EN 982: 1998 + A1: 2008, Varnost strojev – Varnostne zahteve za fluidne sisteme in njihove komponente – Hidravlika,
- ISO 4413 Hydraulic Fluid Power – General Rules Relating to Systems.

4 Konstrukcija in izdelava podajalnika lokov

Konstrukcija z vsemi potrebnimi izračuni in načrti je bila izdelana v projektnem timu Premogovnika Velenje. Izdelava ter montaža elektro- in hidravlične opreme ter kasnejše testiranje (slika 8) pa so bili izvedeni v



Slika 9. Transport in vgradnja ločnega podporja

hčerinskem podjetju Premogovnika Velenje HTZ, d. o. o.

Hidravlični sistem podajalnika lokov temelji na hidravličnem agregatu z elektrohidravličnim krmiljem in sistemom »LS Load sensing«. Agregat ima dve hidravlični črpalčki in hidravlični rezervoar s pripadajočo opremo. Uporabljeni so tudi hidravlični cilindri z nastavljivimi protipovratno-blokirnimi ventili ter varnostnimi in nepovratnimi ventili. Hidravlični del oz. logiko zasnove sistema smo razvili skupaj s podjetjem Kladivar, d. o. o., Poclair Hydraulics Group iz Žirov, ki je priskrbelo tudi ustrezne komponente za opremo hidravličnega dela podajalnika.

Električni del krmilja podajalnika lokov je bil razvit in izveden v sodelovanju med Premogovnikom Velenje in podjetjem Bartec Varnost, d. o. o., iz Zagorja, ki ima v svojem proizvodnem programu ustrezno elektroopremo za potrebe obratovanja v jami Premogovnika Velenje.



Slika 10. Transport potrebne materiala na mesto vgradnje

Po vseh testiranjih in preizkusih tako hidravličnega in elektrodela podajalnika lokov kot tudi celotnega stroja je bila urejena in združena vsa dokumentacija, ki je bila potrebna, da smo izdali Izjavo o skladnosti s CE-oznako v skladu s Pravilnikom o varnosti strojev in Pravilnikom o protieksplzijski zaščiti.

■ 5 Podgradnja jamskih prog s pomočjo podajalnika lokov

Postopek vgradnje ločnega podporja s podajalnikom lokov je sledeč:

- za napredovalnim strojem pripravimo komplet tako imenovane »kape«, ki jo potem postavimo na podajalnik in s pomočjo napredovalnega stroja pripeljemo na pripravljeno mesto – izrezan zgornji profil proge ter vgradnja le-tega (slika 9);
- sledi transport potrebnega lesa za oblaganje in vseh 8 kosov stojk na mesto montaže, z lesom obložimo zgornji profil in po postavitvi stojk še stranski del – bok proge (slika 10);
- sledita transport in vgradnja 2 kompletov vmesnih »kap«, pripravljenih za napredovalnim strojem (slika 10);
- na vrsti je transport kompleta »kape« in spodnjih delov ločnega podporja;
- sledita vgradnja vmesne »kape« in polaganje spodnjega



Dnevni napredki pri izdelavi jamskih prog so izboljšani za približno 15 %.



Slika 11. Vgradnja spodnjega dela ločnega podporja in zaključitev profila

Najpomembnejše pa je, da so ga delavci pri svojem delu izredno dobro sprejeli, saj jim omogoča lažje in bolj učinkovito delo.

Pri konstrukciji in izvedbi stroja so člani tima pridobili veliko novih znanj in izkušenj, tudi pri izdelavi dokumentacije in konstruiranju. Ta projekt pa nam je postal izziv za izboljšanje še katerega postopka, ki je nujno potreben, tako pri izdelavi jamskih prog kot tudi pri pridobivanju premoga. Srečno!

■ 6 Zaključek

Z novim podajalnikom lokov PL08-PV se je sistem vgradnje ločnega podporja predvsem s stališča varnosti in humanizacije delovnega procesa znatno izboljšal.