

Samohodni nosač greda *Apolo*

Ante Andrić, Nikica Kršinić

Ključne riječi

samohodni nosač *Apolo*,
betonska greda,
most,
vijadukt,
dvostruko predodlaganje,
rekonstrukcija

Key words

Apolo self-propelled beam
transporter,
concrete beam,
bridge, viaduct,
double pre-placement,
retrofitting

Mots clés

transporteur de poutres
automoteur de type *Apolo*,
poutre en béton,
pont, viaduc,
préplacement double,
reconstruction.

Ключевые слова

самоходный носитель
Аполо,
бетонная балка,
мост, виадук,
двойное
преддепонирование,
реконструкция

Schlüsselworte

selbstbewegender Träger
Apolo,
Betonbalken,
Brücke,
Talbrücke,
zweifache Vorablage,
Rekonstruktion

A. Andrić, N. Kršinić

Stručni rad

Samohodni nosač greda *Apolo*

Uvodno je opisan stroj *Apolo* primarna namjena kojega je prenošenje betonskih greda od mjesta proizvodnje do obližnjeg deponija ili na samom mostu odnosno vijaduktu. Stroj je portalne konstrukcije s vlastitim pogonom, s kotačima i vitlom za dizanje. Uz tehnička svojstva i funkcije stroja opisana je i tehnologija rada dvostrukim predodlaganjem s navlačnom skelom. Potanko su opisana praktična iskustva te modifikacija i rekonstrukcija postojećeg fiksnog ovješnja u pokretno

A. Andrić, N. Kršinić

Professional paper

Apolo self-propelled beam transporter

The authors describe the *Apolo* transporter, which is primarily used to transport concrete girders from the point of manufacture to the nearby temporary disposal site, or for transport on the bridge or viaduct site. The transporter is a self-propelled wheeled vehicle of gantry type, and is equipped with a hoisting winch. In addition to the transporter's technical properties and functions, the operating technology - involving double pre-placement and a launching truss - is described. The practical use of the transporter, and the conversion of the existing fixed suspension into a mobile suspension, is described in full detail.

A. Andrić, N. Kršinić

Ouvrage professionnel

Transporteur de poutres automoteur de type *Apolo*

Les auteurs décrivent le transporteur *Apolo*, qui est notamment utilisé pour le transport de poutres de béton depuis le lieu de leur production jusqu'au dépôt temporaire voisin, ou pour le transport sur les chantiers de ponts ou viaducs. Le transporteur est un engin automoteur sur pneus, de construction en portal, et il est équipé du treuil. En plus de ses fonctions et caractéristiques techniques, la technologie d'opération - préplacement double et poutre de lancement - est également décrite. L'emploi pratique du transporteur, y compris la conversion de la suspension fixe existante en une suspension mobile, est décrit en détail.

A. Андрич, Н. Кршинич

Отраслевая работа

Самоходный носитель балок *Аполо*

В статье в введении описано устройство *Аполо*, первичным назначением которого является перенесение бетонных балок от места производства до ближайшей свалки или на самом мосту, соответственно, виадукту. Устройство имеет собственный привод, с колёсами и мотовилом для поднятия. Наряду с техническими функциями и свойствами устройства описана и технология работы с двойным преддепонированием с натягательными лесами. Подробно описан практический опыт, а также модификация и реконструкция существующей фиксированной подвески моста и подвижную.

A. Andrić, N. Kršinić

Fachbericht

Selbstbewegender Balkenträger *Apolo*

Einleitend beschreibt man die Maschine "Apolo" deren Hauptbestimmung der Transport von Betonbalken ist, und zwar vom Erzeugungs- zum nahen Ablegeplatz oder lokal auf der Brücke bzw. Talbrücke. Die Maschine ist konstruiert als Portal mit eigenem Antrieb, mit Rädern und Hebewinde. Neben technischen Eigenschaften und Funktion der Maschine beschreibt man auch die Arbeitstechnologie mit zweifacher Vorablage und Vorbaurüsträger. Detailliert beschreibt man die praktischen Erfahrungen sowie die Abwandlung und Rekonstruktion des bestehenden unbeweglichen in beweglichen Aufhang.

Autori: Ante Andrić, dipl. ing. stroj.; Nikica Kršinić, dipl. ing. građ., Hidroelektra Niskogradnja d.d., Zagreb

1 Uvod

Samohodni noslač greda ili u građevinskom žargonu imenom *Apolo* stroj je koji izgledom, ali i primjenom uvelike podsjeća na mjesečevo vozilo. Osnovne su funkcije jednostavno i brzo prihvaćanje elementa koji se montira, učvršćivanje da ne ispadne pri vožnji, pouzdan prijevoz do mjesta montaže ili odlagališta te jednostavno odlaganje.

Budući da je gotovo uvijek riječ o teškim betonskim ili čeličnim montažnim elementima, mase veće od 150 t, koje treba prevesti na veće udaljenosti i uskladištiti, taj zadatak ne može kvalitetno izvršiti ni toranjska, ni kranjska, ni autodizalica, već upravo stroj koji je samohodan, lagan, brz i pouzdan te jednostavne konstrukcije, što je naročito važno za montažu odnosno demontažu.

Samohodni noslač greda *Apolo* po svojoj namjeni pripada transportnim sredstvima prekidne dobave koji se zovu granici (dizalice), a čija je karakteristika obavljanje dobavnih odnosno manipulacijskih postupaka unutar ograničenoga radnog prostora. Granik ima tri ili više pogonskih mehanizama kojima se teret ovješeno o nosivo sredstvo ili zahvaćen zahvatnim sredstvom diže, spušta i horizontalno prenosi. Osnovni su projektni parametri *Apolo*:

- nosivost
- geometrijski parametri
- kinematički parametri
- pogonski parametri
- vrste tereta i način zahvaćanja tereta [1].

Najveća brzina koju samohodni noslači postižu pri vožnji bez opterećenja ne prelazi 20 km/h.

2 Opis stroja

Samohodni noslač greda *Apolo* po svojoj konstrukciji funkcionira kao dva paralelna međusobno povezana portala u čijem se gornjem dijelu nalazi vitao za podizanje odnosno bočni pomak, a donji dio služi kao radni prostor. Posjeduje vlastiti pogon, a za razliku od u industriji češće upotrebljavanih granika na tračnicama, kreće se na kotačima.

Budući da je riječ o stroju – vozilu koje se uglavnom rabi na terenima gdje je izvor energije realni problem, pogoni se isključivo dizelskim motorom koji preko hidromotora te sustava razvoda hidrauličnih instalacija i hidropumpi izvršava sve primarne funkcije stroja: pokretanje vitla za podizanje, pokretanje kotača za vožnju, zaokretanje kotača pri skretanju te ostale funkcije kao što su regulacija brzine dizanja, regulacija brzine vožnje, kočenje, bočno i horizontalno prenošenje tereta.

Na slici 1. prikazan je *Apolo* talijanskog proizvođača *Comtec S.R.I.* koji tvrtka *Hidroelektra Niskogradnja* upotrebljava na svojim gradilištima mostova i vijadukata kao osnovnim sredstvom za prijevoz i odlaganje betonskih nosača. Tehničke karakteristike stroja jesu: nosivost 2 x 75 t, upotrebna radna visina 3800 mm, osovinska širina 6200 mm, snaga pogonskog motora 55 kW, brzina vožnje bez opterećenja 6,5 km/h [2] te vitla s kukom ili užetom.



Slika 1. *Apolo* Comtec nosivosti 75 t na gradilištu mosta Kličevica

3 Uporaba stroja i njegove modifikacije

Donji elementi nosača *Apolo* osim podvozja, hidromotora, reduktora te mehanizma za zaokretanje čine kotači čije gume moraju biti izrađene od specijalnih materijala: kombinacije slojeva platna, gume, kaučuka i čeličnih pletenih žica – *karkasa*, da bi izdržale povećane tlakove. U praksi se pokazalo da je zbog trošenja pri vožnji po trasi s poprečnim padovima, gdje se teret bitno naginje na jednu stranu, vijek trajanja zamjenske gume u odnosu prema originalnoj tvorničkoj gumi i do tri puta manji.



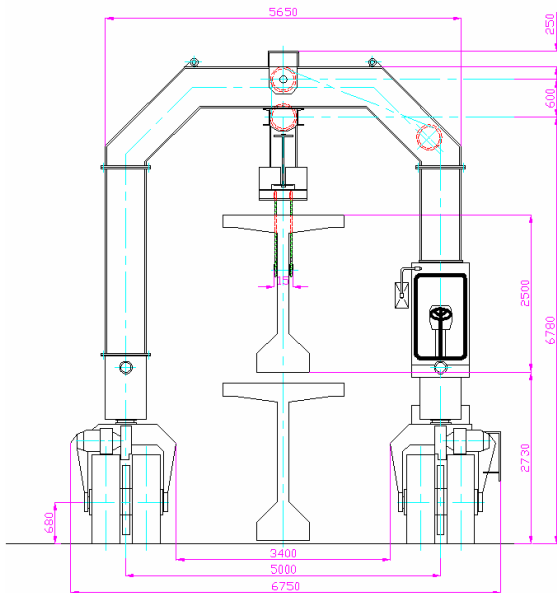
Slika 2. *Apolo* De Nicola nosivosti 80 t na gradilištu Mokro Polje

Budući da je *Apolo* vozilo koje u većini slučajeva za prenošenje duljih nosača mora biti u paru (slika 3.), velika mana jest sinkronizacija istodobnoga pokretanja i kontinuiranost vožnje jednog vozila u odnosu na drugo. U praksi se pokazalo da je iskustvo vozača stroja presudno za učinkovito prebacivanje elemenata.



Slika 3. *Apolo* Gradis-HENG u paru

Za složenije geometrijske uvjete te dodatni zahtjev za bočnim pomakom grede za gradnju vijadukta Severinske drage, tvrtka *Hidroelektra Niskogradnja* upotrijebila je postojeći *Apolo MD75* slovenskog proizvođača *Gradis*, tehničkih karakteristika: nosivost 2 x 75 t, osovinski razmak 5000 mm, visina dizanja 5400 mm, brzina dizanja 5 m/min, najveća brzina vožnje pod opterećenjem 4 km/h, snaga pogonskog motora 112 kW [3] (slika 4.).



Slika 4. *Apolo* Gradis MD 75

Nizom modifikacija: proširenjem portala za 1850 mm, konstruiranjem novog ovješnja, ubacivanjem kotača ispod ovješnja, povezivanjem ovješnja i portala sustavom užetnika (koloturnika) te vezanjem ovješnja hidra-

uličnim cilindrima za portal, postignuta je mogućnost vožnje grede iznad grede kao i odlaganje dviju greda između nogu kolica [4] čime je dobiven veliki radni prostor upravo na trasi vijadukta kojom vozi *Apolo* (slike 5. i 6.).

Takvim je načinom odlaganja greda razvijena nova tehnologija montiranja greda tzv. *dvostruko preddeponiranje* tj. odlaganje dviju greda na mostu/vijaduktu na trećem polju unazad, dok se na drugome polju betonira kolnička ploča a na prvom suši.

Današnja tehnologija osim predodlaganju Apolom pozna je i predodlaganje niskonosećim višeosovinskim transporterom tzv. *biligom*.

Samo polaganje greda na nultom polju obavlja se postrojenjem - navlačnom skelom talijanskog proizvođača *Aspem*, nosivosti 250 t/65 m, koja je najveća navlačna skela tog tipa u Hrvatskoj.

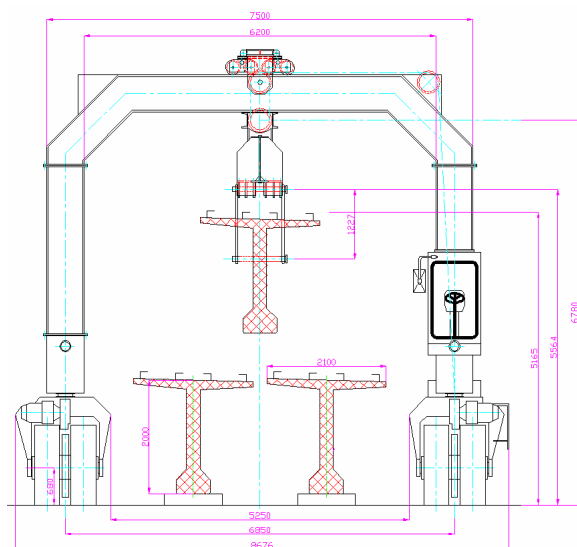
Takva su postrojenja tako projektirana da sama prihvaćaju element koji se montira, prevoze ga do mjesta ugradnje i postavljaju na projektom predviđeno mjesto [5].

Budući da je vožnja grede navlačnom skelom *Aspem* vrlo spora te bi samo vraćanje s nultog polja na početak mosta tj. mjesta odlaganja u kasnijoj fazi izgradnje mosta oduzimalo puno vremena, uloga nosača greda *Apolo* je veoma važna jer više nije nužno da pogon za proizvodnju glavnih nosača – greda bude vrlo blizu samog mosta/vijadukta. Primjer je pogon za proizvodnju glavnih nosača na gradilištu Severinske drage, koji je od samog vijadukta udaljen 1200 m, dok su na gradilištima mosta *Kličevica* i vijadukta *Raštevica* pogoni bili udaljeni 2000 m odnosno čak 3000 m. Kako je prosječna brzina vožnje *Apolo* pod opterećenjem na lošem terenu najviše 2 – 3 km/h, na vijaduktu *Raštevica* bio je potreban jedan sat za dovoz nosača.

Zbog postojećega kolničkoga traka na poluautocesti *Zagreb – Rijeka* pristup gredama i njihova montaža komplicirani su zbog nedostatka prostora, a zbog visine onemogućena je montaža navlačnom skelom tako da se grede bočno podižu sa tla. Stoga je spomenuta tehnologija razvijena tako da su svi elementi montaže: betoniranje stupova i naglavnica, navlačenje greda, dovoženje greda *Apolo* te betoniranje kolničkoga traka povezani lančano, a redosljed i dinamika izvođenja radova moraju se strogo poštivati, kako bi se izbjegli veći zastoji u radu.

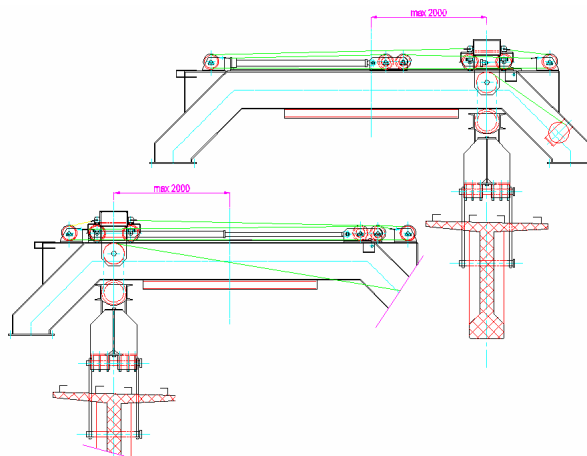
3.1 Modifikacija i rekonstrukcija stroja

Geometrijski parametri ovako modificiranog *Apolo* bitno su drugačiji: osovinski razmak je 6850 mm, visina dizanja 5564 mm, dok su ostali kinematički i pogonski parametri, izuzev ovješnja, ostali nepromijenjeni.

Slika 5. Gradis-HENG *Apola* u fazi preprojektiranjaSlika 6. Modificirani Gradis-HENG *Apola* pri uporabi na vijaduktu Severinske drage

Najveći problem preprojektiranja *Apola* odnosio se na konstruiranje novoga pokretnoga ovješnja čime se dobila bočna pokretljivost grede. Sam portal bilo je potrebno bočno nadograditi za 725 mm na čije je krajeve postavljen sustav dvostrukih užetnika, koji su preko hidrauličnog cilindra i pomoćnih kolica na kliznoj stazi povezani s ovješnjem.

Ovješnje je izmijenjeno u odnosu prema postojećem: podignuto je, ispod su ubačeni dvostruki kotači, a na portal su postavljene tračnice po kojima se ovješnje kreće. Mogućnost ovako konstruiranog sklopa jest da greda, širina koje nije veća od 2230 mm, putuje po 2000 mm ulijevo i udesno (slika 7.).



Slika 7. Kinematika pokretnog ovješnja

Što se tiče statičkog i dinamičkog proračuna opterećenja, konstrukcija ovješnja *Apola* može podnijeti betonske grede mase čak i do 220 t (2 x 110 t) za čije je eventualno prenošenje potrebno pojačati pogonski motor.

Treba napomenuti da se zbog stabilnosti vozila i sigurnosti vozača ne preporučuje vožnja *Apolom* kada je greda znatno izmaknuta izvan središta. Gredu je potrebno prvo dovesti na određite te bočno pomaknuti i spustiti.

Budući da je praksa pokazala da je samohodni nosač greda na gradilištu vrlo često nedovoljno iskorišten, tvrtka *Hidroelektra Niskogradnja* iskoristila je radnu visinu *Apola* od čak 5564 mm i za prebacivanje armaturnog koša od mjesta proizvodnje do kalupa.

Kako je armaturni koš lako savitljiv i nestabilan u vožnji, kao posrednik između jarma *Apola* i armaturnog koša ubačena je lagana čelična rešetka s čeličnim užetima i kukama, tzv. *vagir* (slika 8.).

Slika 8. Gradis-HENG *Apola* tijekom nošenja armaturnog koša

4 Zaključak

Iz prethodnog se teksta vidi da je rad sa samohodnim nosačem greda vrlo složen, ponajprije zbog velikih masa i dimenzija greda te zbog činjenice da *Apolo* u vožnji ne može svladavati nagibe veće od 6%.

Postojanje poprečnog nagiba na trasi također je otežavajuća okolnost. Zbog toga je pri određivanju lokacije poligona za proizvodnju nosača potrebno paziti da nema strmina na trasi *Apolo*, ali je olakotna okolnost što ne treba voditi računa o udaljenosti.

Prednost je samohodnog nosača greda u odnosu na druge vrste granika u već spomenutoj mobilnosti, ekonomskoj isplativosti, laganoj konstrukciji te jednostavnom održavanju i rukovanju, što je rezultiralo sve većom proizvodnjom i uporabom samohodnih nosača u građevinarstvu.

LITERATURA

- [1] Šćap, D.: *Prenosila i dizala*, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, str. 2.,3.
- [2] Comtec TCS S.r.l: *Manuale Uso e Manutenzione Edizione 01 Rev.0*, Mozzate (Como) – Italy, 07-2002, poglavlje 4.2
- [3] GIP Gradis: *Mobilno portalno dvigalo MD75, Navodila za montažu, upravljanje in vzdrževanje*, Ljubljana 1991., ctrež br. 454300000
- [4] Hidroelektra Niskogradnja d.d - Zagreb: *Bočni pomak jarma nosača greda APOLO II – Izvedbeni projekt*, Projekt 98/05
- [5] Tešović, S.: *Postrojenje za navlačenje montažnih nosača ili segmenata*, Građevinar 57 (2005) 2, 103 - 109