

Postrojenje za navlačenje montažnih nosača ili segmenata

Snježana Tešović

Ključne riječi

navlačenje nosača,
navlačenje segmenata,
postrojenje,
skela,
ugradnja,
rešetka,
ležajevi

Key words

girder launching,
segment launching,
plant,
scaffold,
installation,
truss,
bearings

Mots clés

lancement des poutres,
lancement des segments,
poste,
échafaudage,
mise en oeuvre,
treillis,
appareils d'appui

Ключевые слова

насаживание балок,
насаживание
сегментов,
установка,
леса,
монтаж,
решиётка, опоры

Schlüsselworte

Trägereinschiebung,
Segmenteinschiebung,
Anlage,
Gerüst,
Einbau,
Fachwerk,
Lager

S. Tešović

Stručni rad

Postrojenje za navlačenje montažnih nosača ili segmenata

Opisano je postrojenje koje se rabi pri gradnji mostova i vijadukata za navlačenje nosača i predgotovljenih segmenata. Podrobno je prikazana tehnologija rada postrojenja koje služi za lokalni prijevoz nosača i elemenata i za njihovu ugradnju. Opisani su i svi sastavni dijelovi postrojenja koje se kao cjelina još naziva skelom za navlačenje, samohodnom rešetkom ili lansirnom rešetkom. Istaknute su prednosti upotrebe ove skele pri gradnji i upozoreno na važnost ispravnog rada s njom.

S. Tešović

Professional paper

Plant for launching prefabricated girders or segments

The plant used for launching girders and prefabricated segments during construction of bridges and viaducts is described. The technology of this plant, used for local transport of girders and elements, and for their final installation, is described in detail. The author also describes all components of the plant which, regarded as a whole, is also called launching scaffold, mobile truss, or launching truss. Advantages gained by using this scaffold on construction projects are presented, and the emphasis is placed on the proper use of the plant.

S. Tešović

Ouvrage professionnel

Poste de lancement des poutres ou segments préfabriqués

Le poste utilisé au cours de la construction de ponts et viaducs pour le lancement des poutres et segments préfabriqués est décrit. La technologie de ce poste, utilisé pour le transport local des poutres et des éléments, et pour leur mise en oeuvre finale, est décrite en détail. L'auteur décrit également tous les composants du poste qui, regardé dans sa totalité, est également appelé échafaudage de lancement, treillis mobile ou poutre de lancement. Les avantages d'utilisation de ce poste sur les projets de construction sont décrits, et l'accent est mis sur son utilisation en conformité avec les règles de l'art.

С. Тешович

Отраслевая работа

Установка по насаживанию монтажных балок или сегментов

В работе описана установка, применяемая при строительстве мостов и виадуков по насаживанию балок и предварительно изготовленных сегментов. Подробно описана технология работы установки, служащей для локальной перевозки балок и элементов и для монтажа их. Описаны и все составные части установки, которые ещё как одно целое называются лесом по насаживанию, самоходной решёткой или запускающей решёткой. Подчёркнуты преимущества применения этой установки при строительстве и предупреждается о важности исправности работы с ней.

S. Tešović

Fachbericht

Einschiebeanlage für vorgefertigte Träger oder Segmente

Beschrieben ist eine Anlage für das Einschieben von Trägern und vorgefertigten Segmenten die beim Bau von Brücken und Talbrücken benutzt wird. Detailliert ist die Arbeitstechnologie der Anlage dargestellt die zum Lokaltransport und Einbau der Träger und Elemente dient. Beschrieben sind alle Bestandteile der Anlage die als Ganzes auch Vorbaurüstträger, selbstbewegendes Fachwerk oder Lancierfachwerk genannt wird. Die Vorteile der Benützung dieses Gerüsts beim Bauen sind hervorgehoben, und es wird auf die Wichtigkeit der regelrechten Arbeit mit dem Gerüst hingewiesen.

Autor: Mr. sc. Snježana Tešović, dipl. ing. građ., Hidroelektra niskogradnja d.d., Zeleni trg 6a, Zagreb

1 Uvod

Pri montažnim se gradnjama upotrebljavaju razne pomoćne konstrukcije ili naprave koje mogu biti vrlo složene, tako da su za njihovo koncipiranje, izvedbu i upotrebu potrebni znanje, iskustvo i kreativna sposobnost.

Ovdje će biti govora o jednom takvom postrojenju s pomoću kojega se navlačenjem ugrađuju predgotovljeni nosači ili pojedini segmenti nosivih konstrukcija mostova.

Takva su postrojenja tako projektirana da sama prihvaćaju element koji se montira, prevoze ga do mjesta ugradnje i postavljaju na projektom predviđeno mjesto. Uvjet koji jest potrebno zadovoljiti za rad je dovoljan broj ležajeva za kretanje postrojenja.

Elementi koji se montiraju takvim postrojenjima uglavnom su gredni prednapeti nosači " T " ili " I " presjeka, a mogu biti i sandučastog presjeka. To pokazuje široki tehnološki raspon upotrebe tih postrojenja [3].

Osim uobičajenog naziva postrojenja za navlačenje upotrebljavaju se i drugi nazivi za to postrojenje kao što su: skela za navlačenje, samohodna rešetka ili lansirna rešetka.

2 Opis postrojenja

Postrojenja za navlačenje nosača konstruktivno su koncipirana kao dvije paralelne međusobno povezane nosive rešetke s radnim međuprostorom. Po gornjoj se zoni kreću kolica s vitlima i pogonskim motorima, a donja se zona kreće preko vagira na ležajevima (slika 1.).



Slika 1. Uzdužni presjek –vitla i donji vagiri

Postrojenje za navlačenje nosača označava se parom brojeva (npr. 250/65 i 100/40) od kojih prvi određuje najveću težinu nosača koju treba prenijeti, a drugi najveću udaljenost između susjednih oslonaca (parovi valjkastog ležaja) koja je u skladu s najvećom težinom.

Važan uvjet da bi se nosivost i razmak među osloncima mogli ostvariti jest da svi oslonci na kojima leži postrojenje za navlačenje budu u istoj ravnini.

Svaka promjena nivelete linije hoda metalne konstrukcije izaziva osjetne promjene u uvjetima napreznja same konstrukcije.

Ako je promjena nivelete negativna, tj. odgovara konkavnom iskrivljenju u odnosu na horizontalnu ravninu, utjecaj na metalnu konstrukciju, ako ju se promatra oslonjenu na tri oslonca, jest isti kao kad nastupa popuštanje središnjega oslonca sa smanjenjem reakcije u tom osloncu, smanjenjem negativnog momenta savijanja u sredini i povećanjem pozitivnih momenata, bilo zbog vlastite težine, bilo zbog tereta u rasponima.

Positivna promjena nivelete odgovara longitudinalnom zakrivljenu ravnine ceste, konveksnom u odnosu na horizontalnu ravninu. Posljedica utjecaja na konstrukciju oslonjenu na tri oslonca jest povećanje negativnih momenata, a to su oni koji daju najveća napreznja.

Zbog toga treba postojati mogućnost da postrojenje za navlačenje može lako podnijeti promjene nivelete.

2.1 Dijelovi postrojenja:

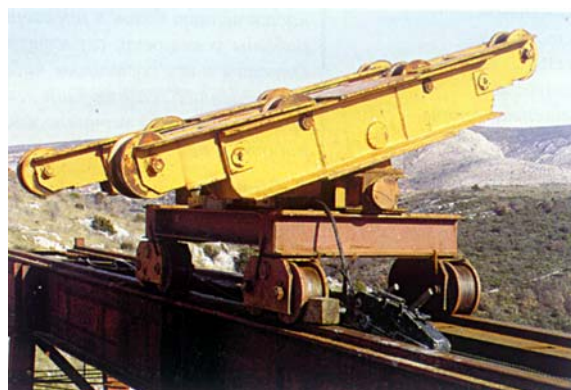
1. Klinovi za spajanje

Nakon prvog spajanja, pri prvim pomicanjima konstrukcije spojni klinovi olabave, zbog prilagođavanja oslonih površina prirubnica. Zato treba nadgledati i kontinuirano pritezati veze klinova.

Stezanje se obavlja dok je spoj pod pritiskom: za gornje nosače dok je spoj u sredini raspona između dva oslonca, a donje spojeve treba pritezati kad se nalaze nad osloncem.

2. Valjkasti ležajevi

Valjkasti su ležajevi oslonci po kojima se kreće skela, a sastoje se od baze na kojoj su montirane dvije vage s kotačima (slika 2.)



Slika 2. Ležajevi postrojenja

3. Postolje valjkastih ležajeva

Postolje je sastavljeno od jednog okvira s četiri kotača, a služi za poprečni pomak. Na postolje se mogu

montirati, prema potrebi, ili valjkasti ležajevi, ili trokutni nosači za dizanje.

4. Vitla

Na gornjoj strani rešetkastog nosača pomiče se tron vitala koji se sastoji od dva vitla za dizanje greda i jednog vitla s kontinuiranim čeličnim užetom za longitudinalno pomicanje rešetkastog nosača ili vitla.

5. Vitla za dizanje

Vitla za dizanje imaju samokočivi motor i bubanj s kanalima da bi se dobilo ispravno namatanje užeta.

6. Vitla za vuču (s kontinuiranim čeličnim užetom)

Takva vitla imaju motor s dvostrukim polaritetom što omogućava dvije brzine pokretanja.

Budući da vitlo za vuču funkcionira na trenje, dva užeta za vuču na okvirima vitla za dizanje imaju dvije poluge s kontrateretima koji su potrebni da bi osigurali potrebnu početnu napetost užeta pri kretanju u oba smjera.

U stanju mirovanja uža za vuču mora biti napeto tako da kontratereti budu u najvišoj poziciji.

7. Sidra

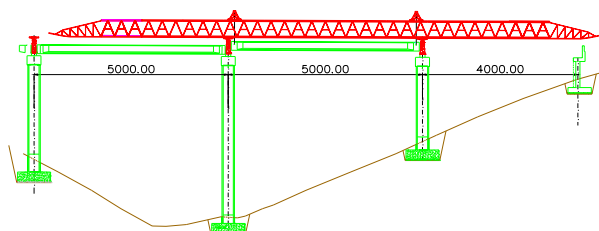
Vitla za dizanje učvršćena su sustavom sidara na valjkaste ležajeve koji djeluju kad treba premjestiti metalnu konstrukciju.

Sidra su montirana ispod i u centru metalne konstrukcije, da bi se po njoj omogućilo kretanje trona vitala. Drugi par takvih sidara montiran na tri četvrtine konstrukcije omogućuje odlaganje grede na njezino pravo mjesto. Sidra imaju odgovarajuću snagu koja dopušta navlačenje sa 6% pada.

Za navlačenje u usponima koji su veći od 1,5%-2% dovoljno je da funkcioniraju samo ona sidra koja se opiru silaznom kretanju, a potrebna su da bi izvršili uzlazno kretanje jer se silazna kretanja zbivaju zbog težine, a vitlo djeluje kao kočnica.

8. Tračnice za bočnu translaciju

Tračnice moraju uvijek biti u horizontalnoj ravnini. Usmjeravanje konstrukcije kao bočne translacije mora uvijek biti izvedeno s konstrukcijom na dva oslonca (slika 3.), bilo da su reakcije u osloncu minimalne, ili da bi se izbjegnuli horizontalni naponi na konstrukciji.



Slika 3. Uzdužni položaj postrojenja za navlačenje na dva ležaja

3 Tehnologija rada postrojenja za navlačenje nosača

3.1 Ležajevi

Ležajevi se sastoje od betonskog temelja sa sidrima, čeličnoga rešetkastog stupa, poprečnoga čeličnog praga i vagira (kolica). Oni moraju omogućiti uzdužno i poprečno kretanje postrojenja s obzirom na uzdužnu os objekta [2].

Ležajevi koji omogućavaju samo uzdužno kretanje (slike 4. i 5.) postavljaju se na mjesta koja postrojenje prelazi da bi došlo od mjesta prihvaćanja do mjesta ugradnje elementa. To može biti kopneni dio pred upornjakom i dio objekta na kojem su elementi montirani. Uvjet za postavljanje takvih ležajeva jest da trasa objekta nije u zavoju, da je širina objekta znatno veća od takvih ležajeva da bi objekt imao dovoljan broj raspona, kako bi se operacija premještanja kavaleta (rešetkasti stupovi) ekonomski isplatila. Širina poprečnog praga mora biti dovoljna



Slika 4. Uzdužno kretanje nosivih greda



Slika 5. Uzdužno kretanje segmenata sandučastog presjeka

da kompenzira zanošenje skele na jednu ili na drugu stranu. Na mjestu prihvaćanja elementa takav se ležaj može premješati prema potrebi prihvaćanja elementa autodizalicom.

Poprečno kretanje potrebno je omogućiti na mjestu prihvaćanja elementa i na mjestu ugradnje elementa.

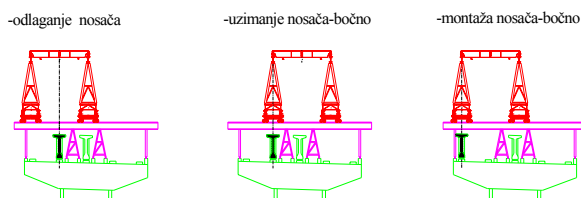
Visinu ležajeva na mjestu ugradnje određuje visina elementa koji se ugrađuje, a tlocrtna dimenzije određuje tlocrtna geometrija naglavnic.

Visina ležajeva na mjestu prihvata određuje način prihvaćanja elementa. Ako postrojenje nailazi na element između rešetaka, dovoljno je temeljima zadovoljiti nosivost tla i na njih postaviti poprečni prag s vagirom i omogućiti samo uzdužno kretanje.

Ležaj je može maknuti autodizalicom prije istovara s transportnog sredstva i nakon toga ponovno vratiti iza nosača.

Ako nosač visinski izlazi iz gabarita radnog dijela između rešetaka, potrebno je izraditi visoke ležajeve.

Na mjestu ugradnje potrebno je omogućiti poprečno kretanje postrojenja tako da os nosača koji se montira i nalazi obješen za vitla postrojenja u osi lansirne konstrukcije dođe u os ležajeva predviđenih za taj nosač. Zbog toga za krajnje nosače rešetka jednom svojom stranom redovito izlazi iz tlocrtnih gabarita naglavnica. Ovdje konstrukcija ležaja mora imati dovoljnu nosivost. Ako želimo izbjeći taj problem, u slučaju da su konzolna opterećenja prevelika potrebno je uvesti u slijed operacija i dodatnu fazu, a to je: odlaganje nosača na slobodno mjesto nemontiranog nosača negdje pri sredini poprečnog presjeka, poprečno pomicanje postrojenja tako da os jedne rešetke padne u os nosača koji se prihvaća posebnim vitlima te prenosi do mjesta ugradnje i montira. Time se dobiva da gabariti rešetke ne izlaze previše iz gabarita naglavnica (slika 6.). Taj je postupak moguć za sve nosače za koje je potreban, a to su obično po dva krajnja nosača.



Slika 6. Postupak bočne montaže nosača

U slučaju da je trasa objekta u zavoju, širina ovih ležajeva diktira i geometrija kretanja postrojenja, tj. mjesto dodira skije rešetke i sljedećeg ležaja s obzirom da je duljina rešetke veća od duljine dvaju raspona.

Moguća su dva tipa ležaja s obzirom na redoslijed dijelova i njihovu pokretnost.

Kod prvog se tipa stupovi (kavalete-rešetkasti stupovi) sidre u temelje (slika 7.) i preko njih se postavlja poprečni prag po kojem putuje vagir za poprečnog kretanja skele.

Poprečni pragovi radionice (pogon za izradu nosača) oslanjaju se na armiranobetonske temelje koji su ujedno i stupovi. Oni su montažno demontažni i mogu se iskoristiti na više mostova.

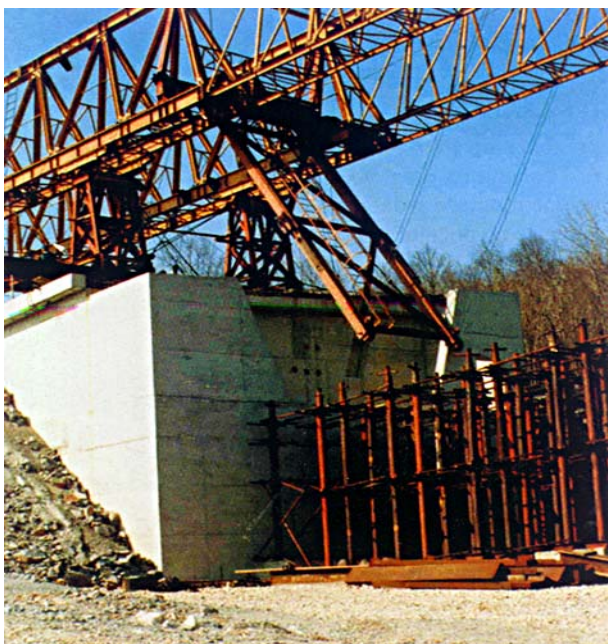


Slika 7. Rešetkasti stupovi-kavalete (most preko Kupe kod Pokupskog)

Za drugi se tip poprečni prag postavi na temelje. Na pragu su rešetkasti stupovi s kotačima (slika 8.) i međusobno povezani distancerima, a na stupovima su vagiri. Kod poprečnog kretanja postrojenja s njom se kreću i stupovi s vagirima. Taj se tip ležaja upotrebljava u slučaju kad je element viši od unutarnjega gabarita postrojenja.



Slika 8. Rešetkasti stupovi na kotačima (most Hreljin)



Slika 9. Rešetkasti stupovi-kavalete i pomoćni stup "igla" (most Hreljin)

Za normalni rad postrojenja potrebno je osigurati najmanje tri ležaja. Ležajevi se mogu montirati autodizalicom ako je moguć pristup, a ako nije, postrojenje može prednji ležaj montirati pomoćnim ležajem-"iglom" (slika 9.) koja se nalazi na prednjem kraju rešetke i služi kao privremeni oslonac za transporta uzduž postrojenja i montaže ležajeva.

Iz svih navedenih činjenica vidi se da je glavni zadatak tehnologa pri projektiranju rada s postrojenjem odgovarajućim ležajevima omogućiti prihvat, prijevoz i montažu elemenata koji se ugrađuju.

3.2. Rešetka

Kretanje takvih rešetaka riješeno je sustavom vitala koja ujedno služe i za transport i montažu elemenata. Razmak vitala, koja se kreću po gornjoj zoni rešetkastog sustava diktiran je rasponima mosta odnosno dužinama nosača [3].

Princip rada rešetke i elementa je sljedeći: Kada se rešetka kreće, element miruje odnosno kada se kreće element, rešetka miruje.

To se upravo postiže razmakom vitala. Kada se rešetka kreće, vitla se nalaze u blizini pripadajućih ležajeva za koja su zakvačena užadima. Motori vitala guraju rešetku preko vagira na ležajevima do narednog ležaja. Nakon toga se fiksira rešetka za ležajeve te se element s pomoću vitala prevozi uzduž rešetke do položaja za iduće kretanje rešetke ili montažu elementa.

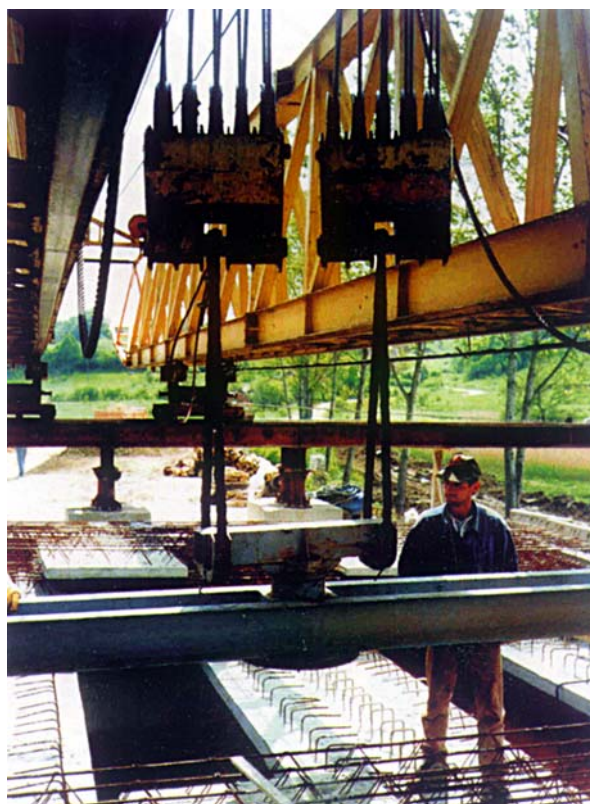
Poprečno kretanje rešetke potrebno je osigurati zbog smještaja nosača u poprečnom presjeku. Pogon za takvo kretanje daju ručna vitla na ležajevima.

Kada rešetka nije u pogonu potrebno ju je skloniti s objekta i ukrutiti zbog utjecaja vjetra, a ako nije moguće rešetku maknuti s mosta, potrebno ju je sidriti za objekt i poprečno ukrutiti. Načine sidrenja i ukrućenja rešetke propisuje tehnolog.

Za rad s rešetkom potrebno je osigurati ljude koji su prošli tečaj rada sa postrojenjem, iskusne rukovodioce koji rade na postrojenju i svi moraju biti sposobni podnositi rad na visinama. Naravno, potrebno je najstrože pridržavati se propisa za rad na visinama s takvim sredstvima.

Prosječna je radna grupa za rad na postrojenju:

- | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| 1. rukovalac (upravljajč) postrojenja | - 1 radnik | - dizaličar |
| 2. pratilac rukovaoca postrojenja | - 1 radnik | - dizaličar |
| 3. vezači i sidritelji postrojenja | - 2 radnika | |
| 4. poslužitelji kolica na stupovima | - 2 radnika | |
| 5. signalist na stupu | - 1 radnik | |
| 6. potezači tirforom | - 4 radnika | |



Slika 10. Montaža omnia ploča postrojenjem za navlačenje (most preko Kupe kod Pokupskog)

Upravljanje postrojenjem smije samo osoba koja je stručno osposobljena za dizaličara.

Najveća brzina kod koje je dopušten rad s postrojenjem jest 40 km/h. Pri radu je potrebno neprekidno provjeravati brzinu vjetrova anemometrom s indikatorom koji treba biti smješten na povišenom mjestu područja kretanja postrojenja.

Također se ne smije raditi za kišnoga i snježnoga vremena pa je stoga potrebno pratiti izvještaje o vremenu.

Postrojenje za navlačenje nosača može se rabiti i za montažu omnia ploča (slika 10.).

3.3 Doprema i montaža postrojenja za navlačenje

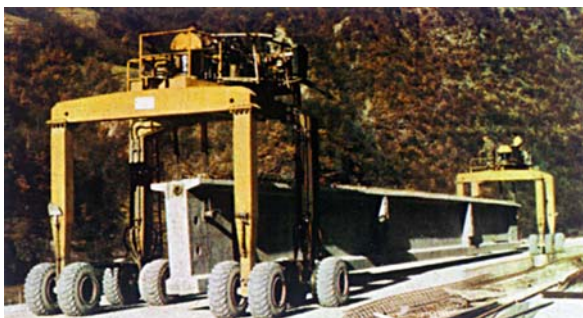
Postrojenje za navlačenje nosača u osnovnim se segmentima (slika 11.) prevozi šleperom do mjesta montaže. Za montažu postrojenja potrebna je 25-tonska autodizalica i ekipa ljudi koja će raditi s postrojenjem.

Rešetka se montira na tri ležaja na kopnenom dijelu gradilišta. Nakon montaže potrebno je izvršiti probno opterećenje pod nadzorom za to ovlaštene organizacije i tada je rešetka spremna za rad.



Slika 11. Montaža postrojenja za navlačenje

Nosače do postrojenja za navlačenje dovozi prijevozni uređaj, tzv. "APOLO" (slika 12.).



Slika 12. Prijevoz nosača do mjesta prihvaćanja postrojenja za navlačenje

3.4 Načini montaže nosača postrojenjem za navlačenje nosača

Osnovni se princip rada postrojenja sastoji u prihvaćanju montažnog nosača na početku mosta, odakle ga potom prenosi najprije u uzdužnom a zatim u poprečnom smjeru i oslanja na njegova ležišta na stupovima. Nakon završene montaže jednog nosača postrojenje za navlačenje vraća se na početak mosta po sljedeći montažni nosač.



Slika 13. Transport segmenta - sandučastog nosača do mjesta prihvaćanja postrojenja za navlačenje

Iz ovog proizlazi da u tijeku montaže svakoga pojedinog nosača postrojenje za navlačenje u odlasku i povratku prelazi u prosjeku put jednak ukupnoj dužini mosta. Što je most duži, duža je i prosječna dužina puta koju postrojenje za navlačenje prelazi u tijeku montaže kolničkih nosača. Moralo se pribjeći raznim načinima, kako bi se izbjeglo kretanje postrojenja za navlačenje s kolicima i vitlima s jednog kraja mosta na drugi i nazad.

Jedan od načina izveden je na Krčkom mostu. Montažni su nosači s odlagališta na obali Krka plovnom dizalicom preneseni na oslonce velikog luka i zatim podizani električnim vitlom 60 metara u visinu, da bi se skratio put postrojenja za navlačenje [1].

Na vijaduktu Hreljin rad je počeo transportom segmenata s odlagališta. Utovar se obavlja pokretnom dizalicom (uporabljeno je jaram istog rasporeda rupa kao i onaj na postrojenju za navlačenje) na labudicu (slika 13.), njegovim fiksiranjem i učvršćivanjem te prevoženjem na riječku stranu vijadukta. Prvo je izveden stol nad prvim riječkim stupom, a nakon toga se na skeli uz prvi upornjak slažu elementi (slika 9.), zatim se izvodi prvi mokri čvor i uspostavlja kontinuitet. Dalje se postupak ponavlja stol po stol do drugog upornjaka gdje se opet ponavlja postupak uz prvi upornjak. Ovdje je duljina postrojenja za navlačenje nešto veća nego dva raspona. Sustav je skuplji, ali ima sljedeće prednosti:

- dovršeni dio rasponskog sklopa ne prenosi nikakve reakcije konstrukcije za montažu



Slika 14. Ležaj od rešetkastih stupova na kotačima na nultom segmentu (vijadukt Hreljin)

- stabilnost pri djelovanju nesimetričnih opterećenja zbog neuravnotežene montaže konzola osigurava sama konstrukcija

LITERATURA

[1] Šram, S.: *Suvremene metode i primjeri izgradnje mostova od armiranog i prednapregnutog betona*, Građevinski kalendar, 1986.

- nulti segment (slika 14.) može se namjestiti u normalnom ciklusu prethodnog raspona, segmenti se mogu dopremiti preko dovršenog dijela mosta

Na izvedbi srednjeg dijela betonske razupore mosta preko Rječine u Rijeci primijenjen je konzolni način izvedbe u segmentima postrojenjem za navlačenje. Prednost montažne gradnje izvođač je vidio u slijedećem:

- a) kvaliteta izvedbe u stalnom pogonu
- b) neusporedivo veća iskoristivost radnog vremena
- c) jer je kanjon Rječine izložen jakim strujama, osobito na visini
- d) eliminiranje negativnih utjecaja stezanja i puzanja mladog betona

Građenje predgotovljenim segmentima traži višu razinu tehnologije projektiranja i nužnost stroge kontrole dimenzija za vrijeme izrade i sklapanja segmenata.

4 Zaključak

U prethodnom su tekstu osim opisa i tehnologije rada postrojenja opisane i neke prednosti i mane rada postrojenja.

Velike mogućnosti ovog postrojenja za navlačenje proizlaze iz njegove sposobnosti samostalnog kretanja u uzdužnom i poprečnom smjeru, neovisno o visini stupova i konfiguraciji terena ispod mosta, što je omogućilo njegovu veliku primjenu pri izgradnji mostova velikih raspona i velikih težina glavnih montažnih prednapetih nosača.

[2] Kubat, B.: *Samohodne navlačne rešetke (skele)*, Simpozij, Suvremeni postupci izvedbe, Brijunski otoci, lipanj 1995.