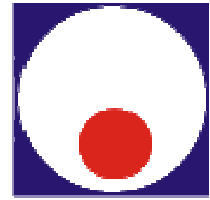


НАУЧНИ ТЕМАТСКИ СКУП
**ДОБРИВОЈЕ С. БОЖИЋ – ИЗУМИТЕЉ
САВРЕМЕНОГ СИСТЕМА КОЧЕЊА ВОЗА**
ЗБОРНИК РАДОВА



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ



ФАКУЛТЕТ ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВУ

**ДОБРИВОЈЕ С. БОЖИЋ – ИЗУМИТЕЉ
САВРЕМЕНОГ СИСТЕМА КОЧЕЊА ВОЗА**

Тематски зборник

Уредници

Проф. др Новак Недић
Проф. др Драган Петровић
Доц. др Милан Бижић

Краљево, 2016.

Издавач

Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу
Доситејева 19, 36000 Краљево

Уредници

Проф. др Новак Недић
Проф. др Драган Петровић
Доц. др Милан Бижић

Програмски одбор

- Проф. др Новак Недић, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
- Академик проф. др Владан Ђорђевић, Српска академија наука и уметности, у пензији
- Проф. др Миле Савковић, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
- Проф. др Војкан Лучанин, Машински факултет у Београду
- Проф. др Душан Стаменковић, Машински факултет у Нишу
- Проф. др Драгомир Мандић, Саобраћајни факултет у Београду
- Проф. др Горан Симић, Машински факултет у Београду
- Проф. др Драгослав Шумарац, Инжењерска комора Србије
- Проф. др Драган Петровић, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
- Проф. др Милан Коларевић, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
- Проф. др Зоран Бундало, Висока железничка школа струковних студија у Београду
- Др Милутин Миловановић, Институт "Кирило Савић", у пензији
- Обрад Божић, дипл. инж. маш., Железнице Србије
- Даниела Златић Шутић, дипл. инж. техн., Завод за интелектуалну својину Републике Србије
- Ненад Нерић, дипл. инж. грађ., Удружење инжењера и техничара "Добривоје Божић" Краљево
- Милутин Вучинић, дипл. инж. маш., Народна техника Краљево
- Драган Драшковић, историчар, Народни музеј Краљево

Публикацију суфинансирани

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

Тираж: 300 примерака

ИСБН 978-86-82631-84-2

Штампа: АДМ графика, Краљево

ПРЕДГОВОР

Већ годинама поједине особе из Краљева, углавном старије, повремено помињу Саватија Божића и инжењера Добривоја Божића и његову кочницу. Због оскудних информација, разговори на ту тему се углавном завршавају са неколико лепих и похвалних реченица. Тако је, до пре извесног времена, било и у Удружењу инжењера и техничара "Добривоје Божић" Краљево и Народној техници у Краљеву. Поменуто удружење обраћа се Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву са иницијативом да се живот и дело Добривоја Божића осветли. Факултет ово веома радо прихвата, на челу са Деканом проф. др Милом Савковићем и уз пуну подршку почетног иницијатора проф. др Новака Недића и наставника железничког машинства проф. др Драгана Петровића и доц. др Милана Бижића. Након тога, Факултет одређује програмски одбор и координатора и модератора овог скупа - проф. др Новака Недића, уз дефинисање карактера скупа – научни тематски национални скуп под називом "Добривоје С. Божић – изумитељ савременог система кочења воза", а поводом 130 година од рођења овог чувеног проналазача из области Старе Рашке, као и 40 година постојања Универзитета у Крагујевцу. Одлучено је да се скуп одржи на Факултету 25. новембра 2016. године, у трајању од један дан.

Број симпатизера организације овог скупа све је већи на Факултету, у граду Краљеву и шире. У том смислу, скуп су подржали: Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије; Градоначелник Града Краљева; Савез инжењера и техничара Србије; Инжењерска комора Србије; Народни музеј из Краљева; Историјски архив Краљево; Регионална привредна комора Краљево; Железнички музеј из Београда; Завод за интелектуалну својину Републике Србије; Матица иселеника Краљево; Фондација "Младен Селак" из Београда, као и знатан број истакнутих појединаца из Краљева и ван Краљева.

Свима њима дугујемо неизмерну захвалност. Њихова искрена подршка у тренутку када смо све ово започињали много нам је значила.

Рађају се нове идеје. Покренули смо иницијативу да се истог дана отвори изложба посвећена животу и делу Добривоја Божића у Народном музеју у Краљеву. Добили смо искрену подршку Железничког музеја у Београду и Народног музеја у Краљеву, уз подршку више појединаца рођених Краљевчана који живе у Београду. Припреме теку веома добро и очекујемо успешну и посећену изложбу.

Није било лако написати рад за овај научни-тематски скуп. Стога смо посебно захвални свим ауторима радова, члановима Програмског одбора и рецензентима, без којих засигурно не би ни било овог, по нашем мишљењу, изузетно значајног скупа.

У Краљеву, октобар 2016.

Др Новак Н. Недић, ред. проф.

Др Драган З. Петровић, ред. проф.

САДРЖАЈ

| | |
|---|-----|
| Новак Н. Недић, Милутин Н. Миловановић ДОБРИВОЈЕ С. БОЖИЋ – ИЗУМИТЕЉ И КОНСТРУКТОР АУТОМАТСКОГ СИСТЕМА КОЧЕЊА ШИНСКИХ ВОЗИЛА..... | 1 |
| Драган Петровић, Милан Бижић ДОПРИНОС ДОБРИВОЈА С. БОЖИЋА РАЗВОЈУ КОЧНИЦА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА..... | 19 |
| Горан Симић, Драган Милковић, Саша Радуловић ОСВРТ НА ИСПИТИВАЊА КОЧНИЦЕ БОЖИЋ – 9 ДЕЦЕНИЈА КАСНИЈЕ..... | 43 |
| Зоран Бундало, Слободан Росић ДОБРИВОЈЕ БОЖИЋ – ЖИВОТ И РАД ПРОНАЛАЗАЧА ПРВЕ САВРЕМЕНЕ КОЧНИЦЕ..... | 63 |
| Снежана Шарбох ПАТЕНТИ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА..... | 77 |
| Предраг Петровић ТРАКТАТ О ЖИВОТУ И ДЕЛУ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА..... | 101 |
| Надежда Шубара АУТОМАТСКА КОЧНИЦА ДОБРИВОЈА БОЖИЋА, МОЖЕ ЛИ БИТИ ПРЕВАЗИЂЕНА..... | 139 |
| Милан Бижић, Драган Петровић ПРОБЛЕМИ КРЕТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА СА ОСВРТОМ НА КОЧЕЊЕ И ЗНАЧАЈ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА..... | 159 |
| Саво Трифуновић О ДОБРИВОЈУ БОЖИЋУ, ИЗУМИТЕЉУ ПРВОГА РЕДА..... | 187 |
| Бранислав Гавриловић, Зоран Бундало АНАЛИЗА БУКЕ ПРИ ВАЗДУШНОМ КОЧЕЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА..... | 205 |
| Љубомир Лукић, Мирко Ђапић ПУТЕВИМА ИНЖЕЊЕРСТВА У СРБИЈИ..... | 225 |

ДОБРИВОЈЕ С. БОЖИЋ – ИЗУМИТЕЉ И КОНСТРУКТОР АУТОМАТСКОГ СИСТЕМА КОЧЕЊА ШИНСКИХ ВОЗИЛА *

Новак Н. Недић¹, Милутин Н. Миловановић²

¹ Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу,
Доситејева 19, 36000 Краљево, nedic.n@mfkv.kg.ac.rs

² Институт "Кирило Савић" и Машински факултет Универзитета у Београду,
Војводе Степе 51, 11010 Београд

Резиме: У српском роду, посматрано кроз историју, постоје инжењери који су својим изумима и/или конструкцијама померили свет напред и тиме уздигли свој народ и своје окружење до висина. Међу њима су и они који нису имали среће да свој овоземаљски живот заврше уз максималну захвалност и наклон који заслужују. Можда је то реална стварност јер су то људи који су били испред свог времена и изнад свог простора и нису могли бити разумљиви. Међу таквим је и инжењер Добривоје С. Божић. За његов изум и конструкцију "Божичева кочица" (патентни назив) знају многи у научној и стручној јавности и данас после 90 година, али не знају биографију и библиографију овог изумитеља и конструктора. Ретки су учени људи и људи инжењери од памети који су истовремено изумитељи и конструктори. Инжењер Добривоје Божић је засигурно и изумитељ и конструктор. Он је специфичан и по томе што је своје резултате (истина после школовања на елитној високој техничкој школи у Немачкој) правило у својој земљи и исте нудио својој земљи. Нажалост, ни он ни његова земља нису имали среће да његови изуми и конструкције буду предмет производње у сопственој земљи. Али, без обзира на историјску и друштвену околност времена у коме је живео и стварао инжењер Добривоје Божић, обавеза је потомака тог времена и простора да системски прикупе његове резултате и сместе их у ризницу српске баштине и његовим именом назову оно што ће подсећати на великана свог народа и света ради срећније и богатије будућности. Намера аутора овог рада и целог научног тематског скупа је да покрену мисију осветљавања и промоције дела инжењера Добривоја С. Божића.

Кључне речи: Добривоје С. Божић, изумитељ и конструктор, корени стваралаштва, аутоматски систем кочења шинских возила.

1. УМЕСТО УВОДА

Шта знамо о инжењеру Добривоју С. Божићу? Колико смо се одужили инжењеру Добривоју С. Божићу? Да ли смо пример човека из студеничког краја, из патријархалне и високо образоване породице, светског изумитеља и конструктора и добровољца у оба Балканска рата и Првог светског рата довољно искористили

* Овај рад је, у делу, финансиран и подржан од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије

у промотивном и стваралачком духу нашег народа? Једина институција у Србији која носи име по њему је Удружење инжењера и техничара и то од 2011. године (Удружење инжењера и техничара "Добривоје Божић" Краљево). Нема назива улице, нема назива железничких институција и сл. под његовим именом [1].

У Српској академији наука и уметности, "Живот и дело српских научника" Биографије и библиографије, Књига 1, Београд, 1996. године, објављен је списак учених људи, пионира науке и научника у Србији из XIX века по рођењу. На списку постоји њих 133, међу којима је и Добривоје Божић. Ови знаменити људи су на списку поређани према години рођења. Нема биографије и библиографије Добривоја Божића [2].

У склопу Националног пројекта "Путевима инжењерства у Србији (и у Срба) ПИСУС, који је уређивао проф. др Владимир Шолаја, деведесетих година прошлог века у склопу публикације Записи, 1995. године, објављен је први рад о животу и делу овог изумитеља и конструктора [3].

У универзитетском уџбенику (други део) под називом "Кочнице и кочење шинских возила", др Милутин Миловановић, др Радоје Лишанин, мр Марија Вукшић Поповић и Ђорђе Кржић, Машински факултет Београд, 2007., аутори дају краћу биографију инжењера Добривоја Божића са насловом "Родоначелник науке о кочењу и кочницама у Србији" [4].

У универзитетском уџбенику "Железничка возила – основе", Д. Петровић, В. Александров, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, 2013., аутори наводе "да је Божићев допринос развоју кочница железничких возила планетарних размера, у многим случајевима је био далеко испред времена у коме је стварао" [5].

У уџбенику "Кочнице и кочење возова" (друго издање) Владимир Ваинхал, Београд, 1991. (прво издање је било 1982.) за III, IV и V степен образовања даје опис изведених Божићевих решења, компоненти и система [6].

У књизи Драгослав Пајић "Кочнице и системи уређаја за збијени ваздух на железничким возилима", Београд, 1970., даје се приказ Божићевих компоненти [7].

Савез проналазача Србије и Црне Горе у Београду је у својој публикацији "Гласник 3" публиковао више текстова о Добривоју Божићу ("Светски геније Добривоје Божић", "Покрали су ме творци >>V<< бомби", "Божићева кочница и Ајнштајн", "Мистериозни нестанак Божићевих радова" и др.) [8].

У част знаменитог железничког стручњака Николе Станковића Стапарског у Стапару (Војводина) је одржан 17.09.2010. године стручни скуп "Лик и дело инжењера Добривоја Божића и његов епохални проналазак" (водећи организатор овог скупа је Војвођанско друштво за железницу – Нови Сад). Не постоји јавно објављен зборник изложених презентација.

Оно што је заједничко свим малобројно објављеним чланцима и текстовима јесте да се ради о инжењеру светског формата, који је са нашег простора и кога називају геније, родоначелник, изумитељ, епохални проналазач, конструктор и слично. Међутим, очигледно је да су то више појединачне констатације веома компетентних личности, с једне стране, а са друге стране информације су без фундаменталне и системске разраде и још мање организоване промоције. Пошто

је домаћој и иностраној јавности инжењер Добривоје Божић највише познат по "Божићевој кочници" то је и овај рад као и цео скуп првенствено посвећен његовим резултатима у кочењу шинских возила, иако он има патентне резултате у области млазних мотора и гасних турбина. Међутим, његово дело није независно од његовог живота, живота његове шире фамилије и веома бурних друштвено историјских околности које су се дешавале у XX веку на простору Србије, бивше Југославије и целог света, стога ће у мањој мери бити о томе. Особито из разлога, што је та ствар недовољно истражена, чак обилује нејасним, непотпуним, нејединственим и збуњујућим информацијама.

Заправо, циљ овог рада, као и целог скупа, је да се на бази до сада прикупљених података и истраживања укаже на значај српског инжењера Добривоја Божића у светској науци и струци и подстакне организована промоција, организује потпуније истраживање његовог живота и дела и чување његових резултата као важне баштине српског народа, а ради срећније и богатије будућности нашег народа.

2. КОРЕНИ, ДРУШТВЕНО-ИСТОРИЈСКЕ ОКОЛНОСТИ И ОБРАЗОВНО -ПРОФЕСИОНАЛНА ПОДЛОГА ЗА ЊЕГОВО СТВАРАЛАШТВО

Инжењер Добривоје С. Божић рођен је 23. децембра 1885. године пред зору (по Јулијанском календару), односно 4. јануара 1886. године (по Грегоријанском календару) у вароши Рашки (тада на самој граници са Отоманским царством), срез студенички, округ чачански, у Краљевини Србији (која само што је уздигнута са нивоа Кнежевине Србије 1882. године), као прво дете од оца младог пароха Саватија Божића и мајке Босилјке [9]. Отац Саватије је рођен 1859. године у селу Река (које и данас има исто име и у њему се налази засеок Божићи), општина Рудно, срез студенички, (данас Град Краљево) (Слика 1 и Слика 2).



Слика 1. Засеок Божићи (данас)



Слика 2. Двориште куће где је рођен Саватије Божић (данас)

Село Река је веома стрмо брдско село на подручју Рудна, удаљено јединим макадамским путем пар километара од манастира Студенице.

Упркос сиромашним условима у породици и немогућности родитеља да га школују Саватије као једини из породице (два брата Танасије и Пимена остају на имању) упорно иде путем описмењавања и школовања. Основну школу завршава у манастиру Студенца 1871. године. У манастиру наставља да служи, незванично учи предмете гимназије, учествује као добровољац у одреду анхимандрита Сава Дечанина у српско-турском рату 1876-1878. године (познат као Јаворски рат, у ближем окружењу његовог села), а затим уписује Богословију у Београду 1879. године и завршава 1882. године, са одличним успехом и уз похвале и награде. У Рашки 1883. године почиње да ради као учитељ, а онда 30. септембра 1884. године буде постављен за пароха у Рашки. Исте године жени се са Босиљком ћерком Хаџи Јосифа Алексића, трговца из Краљева (родом из села Вра изнад манастира Студеница). У Рашки остаје до 1894. године, када се у јануару исте године премешта (због специфичних гранично одбранбених и политичких околности) са парохијом у Краљеву (после непуних 11 година проведених у Рашки, са петоро деце). Тада је његов најстарији син Добривоје био у деветој години и имао започету основну школу у Рашки. Краљевачки парох бива све до 1938. године (44 године и са својих 79 година). Остатак овоземаљског живота прота Саватије проводи у Краљеву (у близини градске цркве) до 1960. године, када се упокојио у 101.-ој години живота. Његова кућа и данас постоји у улици Танаска Рајића број 12 у Краљеву. Одлуком Владе Републике Србије од 18. јуна 1997. године утврђена је за споменик културе Божића кућа. (Слика 3)

Саватије Божић је у Краљеву остао упамћен не само као прота – анхимандрит, него као неко ко је радио не само за спасење душе својих парохијана, већ је радио и за слободу и благостање свог народа [10-12].



Слика 3. Божића кућа у Краљеву (из 1900. године)

Био је осуђен на смрт 1916. године од стране аустроугарске власти као "велики непријатељ Аустроугарске", а затим ослобођен од ове казне и био у логору Нежидеру у Мађарској (са својим најстаријим сином Добривојем) све до јула 1918. године, када буде пуштен пред крај Великог рата.

Са својом супругом Босиљком је имао десеторо деце. Седморо је доживело старије године (синови: Добривоје, Божићар, Милија и Милош, кћери: Лепосава, Роксанда и Зорка). Веома је ценио образовање, тако да је његово петоро деце завршило високе елитне школе у градовима Европе (Добривоје, машинж.; Божићар, грађ.инж.; Милија, руд.инж.; Милош, лекар; и Роксанда, грађ.инж.).

Скоро да нема институције, из тог доба, у Краљеву да прота Саватије није био оснивач и/или функционер (Црвени Крст (1896.), Матарушка бања (1899.), Народна одбрана (1908.), Гимназија (1911.), Радничка школа, Аеро планско друштво (1922.) и др.) [13-14].

Важно је овде напоменути друштвено-историјске околности које су се десиле крајем XIX и почетком XX века у Србији, а које су допринеле мотивацији и стваралачком духу српског народа, а то су:

- осамостаљење Кнежевине Србије од Отоманског царства (1878.),
- доношење Закона о потпомагању домаће радиности (1873.),
- на Великој школи на Техничком факултету у Београду уводи се предмет "Наука о машинама" (1873.) (први предмет машинске струке),
- Србија се проглашава Краљевином (1882.),
- доноси се Закон о акционарским друштвима (1898.),
- формира се Универзитет у Београду (1905.) и
- уводи се стратешка политика школовања деце у иностранству са давањем стипендије уз обавезно враћање у земљу након дипломирања.

Његова деца су била велики ствараоци и браниоци слободе српског народа (Божићар – солунац и пројектант пруге Краљево – Косовска Митровица, Милија – директор рудника Трпача, Милош – акционар Матарушке бање и Роксанда – радила на реконструкцији цркве Светог Марка у Београду и изради пруге Београд – Бар).

Добривоје се још у детињству одвајао од остале деце по свом немирном духу. У једном тренутку бежи од куће са жељом да путује по свету и постане лађар.

Саватије му предлаже да изучи школе па тада да путује по свету као учен човек, а не као лађар, што овај и прихвата [15]. Очито је да је јака животна филозофија његовог оца да му деца буду учени људи и градитељи своје земље била пресудна за животни и професионални пут све његове деце па и Добривоја. Петоро деце се опредељује за студије на елитним европским школама у области инжењерства и медицине (независно од пола детета).

Добривоје рано детињство проводи у варошици Рашки до селидбе породице у Краљево јануара 1894. године. Највероватније основну школу у трајању од четири године започиње у Рашки а завршава у Краљеву (не постоје школске књиге у Краљеву из тог доба). Потом похађа осмогодишњу гимназију у Крагујевцу, коју успешно завршава 1903/04. школске године [16]. Даље образовање наставља у домену машинског инжењерства и учења страних језика (немачки, француски и италијански). У Немачкој на Високој техничкој школи у Карлсруеу и Дрездену (најбоље високе техничке школе у Немачкој) је завршио студије машинства и постаје инжењер машинства 10. новембра 1910. године. Захваљујући професору Рудолфу Дизелу (изумитељу дизел мотора) стиче посебна знања о конструкцији гасних и парних турбина. Познавао се са Лавославом Ружичким – нобеловцем за хемију који је тада студирао хемију у Карлсруеу. Овим се завршава његов формални пут образовања.

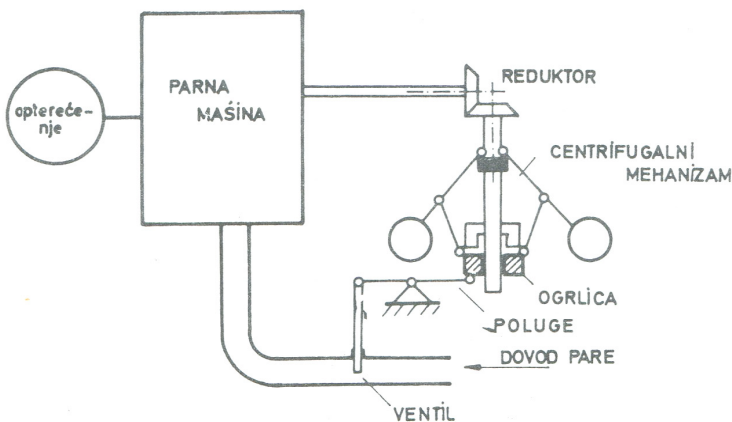
Одмах по завршетку студија инжењер Добривоје Божић се враћа у Србију и запошљава се 1911. године код Српских државних железница у њиховој главној радионици у Нишу. Као млад инжењер добија задатак оправка кочница на Дворском возу. Ту препознаје проблеме кочења воза. Упознаје кочницу Westinghouse, открива њене недостатке и тражи нова решења. За мање од две године рада т.ј. 1913. године пријављује патент у Немачкој где предлаже побољшање управљања једнокоморне пнеуматске кочнице. Он је тада имао непуних 28 година. Исте године се ово побољшано решење уграђује на један вагон Српских железница. Међутим његов истраживачко стваралачки рад прекида Први и Други балкански рат као и Први светски рат где он учествује, прво, као добровољац инжењер у артиљеријском пуку моравске дивизије, а затим у Церској битци. Уласком Аустроугарске власти у Србију, односно у Краљево, 1916. године бива ухапшен са својим оцем Саватијем (осуђен као "комит") и депортован у логор у Нежидеру (Мађарска). Ту остаје све до пред крај Великог рата 1918. године.

После завршетка Великог рата 1919. године инжењер Божић се враћа раду код државне железнице Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца у министарству и у радионицама. Ту се он интензивно враћа изуму и конструкцији боље кочнице. Радионица у Нишу била је уништена током рата, тако да је он своја испитивања наставио у Главној железничкој радионици у Загребу. На почетку 1921. године пријављује патент у својој земљи "Железничка кочница са збијеним ваздухом". Врло брзо 1922. године пријављује други патент "Распоредник са брзачем за железничке кочнице". Свестан недовољног разумевања за његов истраживачки рад, (морао је да обавља и друге послове), инжењер Божић напушта Државну железницу 19. децембра 1923. године да би се потпуно посветио стваралаштву у домену кочења шинских возила. Формира своју приватну фирму. Преко

Министарства железница Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца 1925. године пријављује Међународној унији железница UIC – Комисији V Систем кочнице за међународни саобраћај испитивање његове кочнице. Овим инжењер Божић иде путем да његова кочница буде прихваћена за легалну примену у међународном железничком саобраћају. Шта је била подлога за овакав његов захтев и како ће бити реализована његова жеља је предмет наредног поглавља.

3. СТАЊЕ И ПОТРЕБА РАЗВОЈА АУТОМАТСКОГ СИСТЕМА КОЧЕЊА ШИНСКИХ ВОЗИЛА КРАЈЕМ XIX И ПОЧЕТКОМ XX ВЕКА У СВЕТУ

Изумом парне клипне машине са спољашњим сагоревањем почетком XVIII века у Великој Британији, човек је први пут створио вештачку енергију и машину за потребе индустрије. Стога се овај догађај назива индустријска револуција или енергетска револуција. Џејмс Ват – шкотски изумитељ и инжењер из Глазгова је успео да Њукоменову парну машину усаврши у енергетској ефикасности и управљању у периоду (1765-1784.). Он први пут уводи регулисање броја обртаја парне машине на бази центрифугалног регулатора познат до данашњег дана као Ватов регулатор (Слика 4) [17]. До извођења првог јавног железничког транспорта долази у Енглеској 1825. године када је Џорџ Стивенсон израдио прву машину за вучу вагона коју је назвао "Локомотива" и демонстрирао њен рад на првој јавној железничкој прузи у свету на релацији Стоктон и Дарлингтон. Одмах после тога у САД 1929. године почиње производња локомотива у Балтимору и Охају, мада су прве локомотиве у САД увезене из Велике Британије. Овим САД започињу свој примат у железничком саобраћају у односу на Европу.



Слика 4. Ватов регулатор

За сваку машину је потребно управљање. Нема машине која може да функционише без управљања. То важи и за шинска возила. Једина специфичност шинских возила, са становишта управљања, је да је пут кретања унапред дефинисан самом изградом пруге. Међутим, за свако шинско возило, потребно је управљати у свим режимима кретања и то:

- устаљеном брзином кретања по равним и нагибним пругама у оба смера кретања (при успону и при паду),
- равномерним убрзањем кретања,
- равномерним успорењем кретања,
- заустављањем ($v=0$),
- мировањем ($\Delta s=0$).

Објекат управљања, у овом случају, је шинско возило, односно воз у посебном случају. Пошто управљање зависи од објекта управљања то је овде, нужно, пре свега, са становишта управљања разумети шта је воз.

Воз је вучно возило за транспорт путника и/или терета. Вучу обезбеђује локомотива. Вучени део воза чине редно повезани вагони (теретни и/или путнички). Број вагона се креће од неколико до неколико стотина. Пошто је веза између вагона еластична као и сваки вагон то композиција вагона заједно са локомотивом чини механички редни осцилаторни систем [18].



Слика 5. Воз као редни осцилаторни систем

На слици 5 су:

c_L - крутост локомотиве,

c_{v_i} - крутост вученог возила ($i=1, \dots, n$),

c_i - крутост одбојника вученог возила ($i=1, \dots, n$),

c_0 - крутост одбојника на локомотиви.

Понашање воза, углавном, зависи од масе вагона и локомотиве, крутости вагона и локомотиве и крутости везних елемената (одбојника) и брзине кретања. Безбедност воза је приоритет број један. Од почетка примене воза, жеља корисника је да воз буде што већег капацитета (више робе и путника), веће брзине кретања и високе безбедности.

Имајући у виду структуру воза и наведене жеље корисника (оба проблема су присутна од почетка примене воза за транспорт) проблем управљања није лак.

Свако возило због своје природе, мора имати кочнице. У овом случају локомотива има мотор – моторно кочење и кочнице, а вагони имају само кочнице. Отуда је о кочењу и кочници почето да се размишља од тренутка када је Џорџ Стивенсон конструисао прву локомотиву 1825. године, која се кретала брзином од 47 km/h. Проблем кочења решавао се према сазнањима у тој области у том добу, па је ручна механичка кочница, за почетак задовољавала постављене задатке. На сваком возилу (локомотиви и вагонима) су постојали кочничари, који су на знак кочничара локомотиве сви синхронизовано кочили. Сила кочења је остваривана мишићима руке и преносила се преко система механичких елемената до крајњих извршних органа (папуче) [4, 18]. Погон је немашински а управљање ручно и за свако возило појединачно.

Претходно решење је све мање и мање задовољавало потребе корисника. Човек са својим мишићима, са својом неадекватном реакцијом, са проблемом синхронизације није био задовољавајуће решење. Требало је, пре свега, ручни погон кочнице заменити моторним погоном. Отуда је Вестингхаус конструисао прву кочницу на пнеуматски погон то јест на погон сабијеног ваздуха, која се појавила у периоду 1850-1875. године то јест 1869. године. Ово је била прва продужна кочница то јест кочница је била централизована (са даљинским управљањем) на нивоу целог воза. Систем кочнице или кратко речено кочница је имала централизован извор сабијеног ваздуха у локомотиви, пнеуматско управљање извршног органа за сваки точак возила и главни вод сабијеног ваздуха који је одржавао директну пнеуматску везу између извора (компресор са резервоаром) и локалних пнеуматских извршних органа за сва возила, односно њихове точкове. Свако повећање или смањење притиска у главном ваздушном воду се директно пропорционално одражава на промену силе кочења једностраног пнеуматског цилиндра (Слика 6) тј.:

$$F_c = A p \quad (1)$$

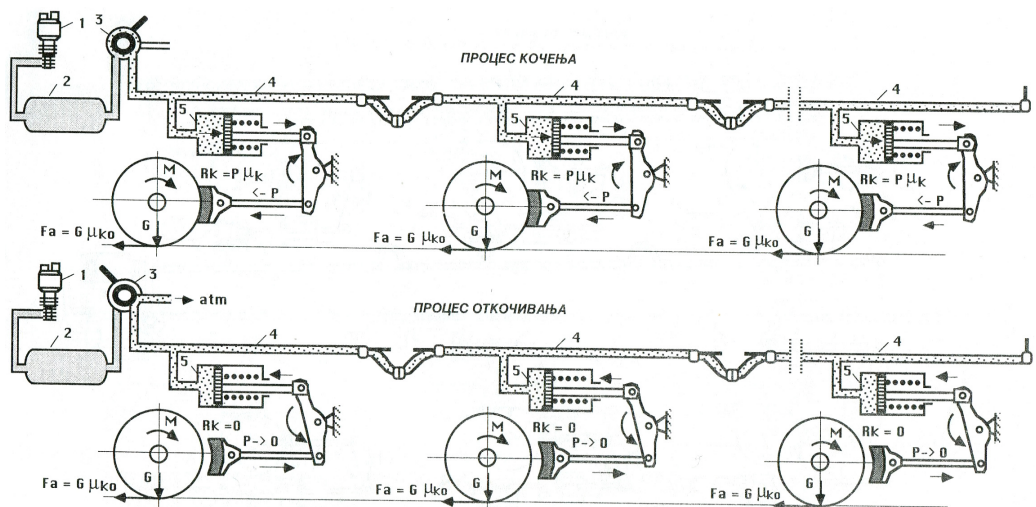
где су:

F_c - сила цилиндра,

p - притисак ваздуха у комори цилиндра и

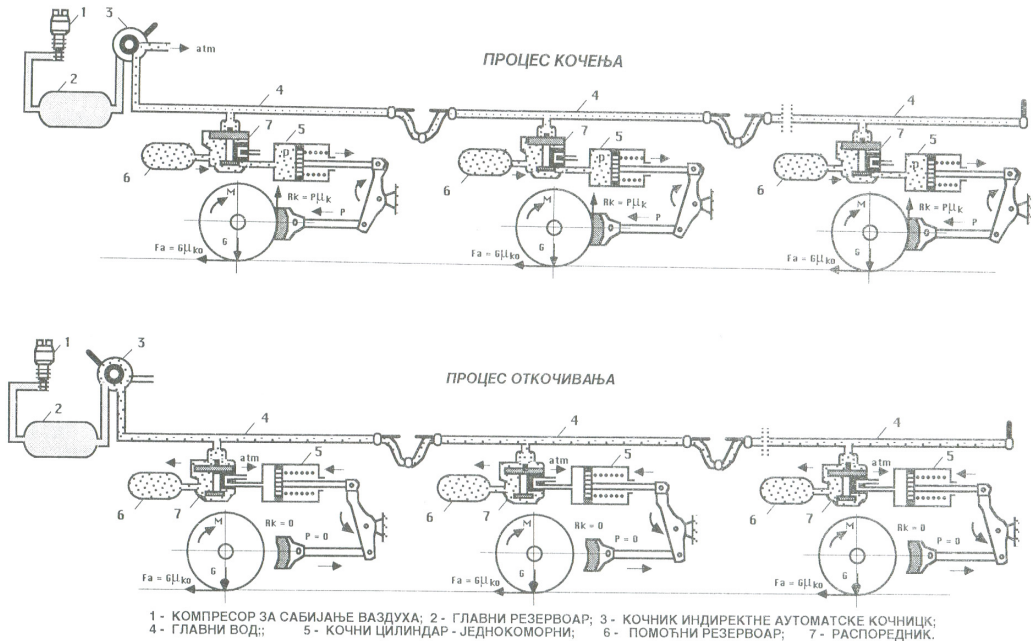
A - чеона површина клипа цилиндра.

Са повећањем притиска сабијеног ваздуха у главном воду, сила цилиндра се пропорционално повећава, а са смањењем се пропорционално смањује сагласно једначини (1).



Овако директно решење кочнице је носило велики безбедоносни недостатак. Проблеми су били у случајевима цурења ваздуха у главном воду или прекида вода (услед раздвајања кола и сл.). Отуда је Вестингхаус 1875. године (наводи се

и 1872. година) конструисао пнеуматску продужну индиректну кочницу. Она се зове индиректна јер се притисак у цилиндру при кочењу не повећава на бази притиска у главном воду, већ на бази притиска у помоћном резервоару који се напаја из главног вода (ГВ). У откоченом стању ваздух у ГВ налази се под вишим притиском. Кочење се врши смањењем притиска у ГВ. Увођење помоћног резервоара довело је до увођења новог елемента названог распоредник са два притиска. При процесу кочења он повезује помоћни резервоар и радну комору цилиндра, а при откочивању радну комору и атмосферу (Слика 7).



Слика 7. Једнокоморна пнеуматска кочница индиректног дејства (аутоматска)

У случају раскида воза кочница аутоматски кочи оба дела воза, зато се ова кочница зове аутоматска кочница. Она је аутоматска само у случају опасности а не у нормалном раду. У нормалном раду са њом управља машиновођа из локомотиве преко кочника. Ова кочница се у пуном називу назива пнеуматска продужна индиректна и аутоматска кочница са два притиска. Ово решење је било основно у употреби у многим железничким управама САД и Европе. Примена овог решења у Европи је каснила.

Основу индиректне кочнице чини увођење помоћног резервоара. Ова новина је задржана до данашњег дана. Ово је довело до повећања пробојне брзине, што је такође била значајна новина у побољшању процеса кочења возила.

И поред тога што је ово био значајан искорак у побољшању процеса кочења возова, остали су следећи проблеми:

- исцрпност кочнице,
- постепено откочивање возила,
- даље повећање пробојне брзине ваздуха у главном воду и

- регулисање силе кочења точка воза у функцији терета (код теретних вагона) и брзине (код путничких вагона).

Нерешавање ових проблема се, пре свега, одражавало на безбедност кретања возова (особито при већем паду железничке саобраћајнице и проблема раскидивости везе вагона). Повећање капацитета (у случају теретних вагона) и повећање брзине кретања (у случају путничких вагона), као и потребе комбиновања теретних и путничких вагона је захтевало адаптивно аутоматско регулисање силе кочења точка, како појединачних кола, тако и целог воза.

Ово су били проблеми, чије је даље нерешавање ограничавало развој железничког транспорта. Решење проблема није било лако, знајући и данас какав је озбиљан проблем непрекидног (континуираног) регулисања силе трења и проблем стабилности и кашњења флуидних система управљања са дугачким водовима (особито код пнеуматских система управљања), а овде имамо и један и други проблем [19-23]. Поред тога воз по својој механичкој конструкцији представља редни осцилаторни систем са великим бројем својих елемената (маса, еластичних и пригушних елемената) [4]. Квалитетно управљање кретања воза захтева:

- адаптивно управљање сваког вагона и локомотиве,
- синхронизовано управљање целе композиције воза,
- брзо управљање,
- аутоматско кочење у случају опасности,
- принудно управљање од стране корисника транспорта и др.

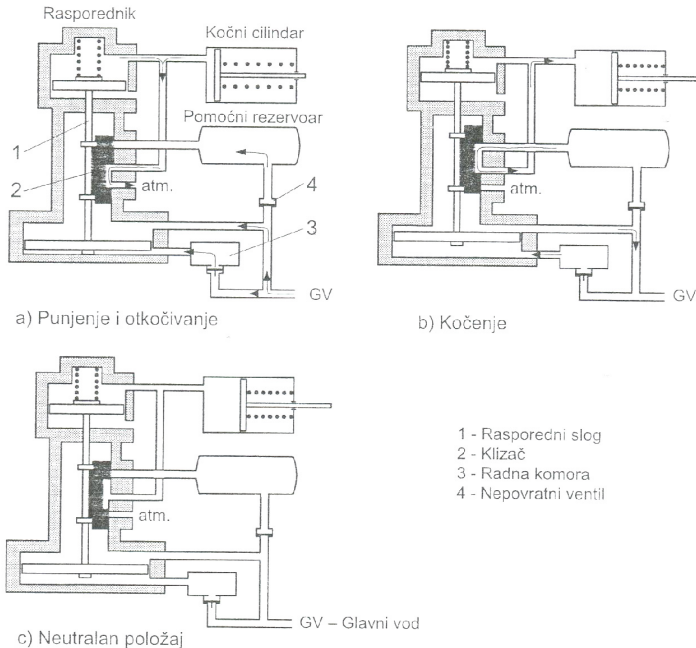
После увођења помоћног резервоара (1872. или 1875.) и двопритисног распоредника од стране Вестигхауса, педесет година је прошло без значајнијих новина у процесу управљања кочења код воза, док се нису појавили патенти инжењера Добривоја Божића из Србије. Шта је он то допринео у решавању овог проблема је предмет наредне главе.

4. ИЗУМИ И КОНСТРУКЦИЈЕ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА У АУТОМАТСКОМ КОЧЕЊУ ШИНСКИХ ВОЗИЛА

Дипломирање Добривоја Божића 1910. године и његов почетак рада 1911. године у Главној радионици Српских државних железница у Нишу се дешава у време када се интензивно вршило испитивање двопритисног распоредника у САД и Европи. Овај распоредник није задовољавао потребе Међународне железнице. Међународни железнички саобраћај је имао проблем безбедног кочења возова са исцрпним кочницама [4]. Оваква ситуација је тражила конструкцију неисцрпне кочнице. Распоредник као управљачки елемент извршног елемента кочнице то јест пнеуматског једностраног (једнокоморног) цилиндра је требало конструкционо изменити да се омогући надокнада потрошеног ваздуха у помоћном резервоару. Трбало је увести трећи (неутралан) положај распоредника. Тај принцип је био познат, али је требало наћи конструкционо решење које ће да задовољи потребе железничког саобраћаја.

Инжењер Добривоје Божић са две године радног искуства 4. новембра 1913. године подноси патентну пријаву у Немачкој за свој проналазак са именом

"Steuventil fuer Einkammer-Druckluftbremsen" у преводу "Управљачки вентил за једнокоморне кочнице са сабијеним ваздухом", за који му је Немачки патент издат, тек после завршетка Великог рата то јест 21. јуна 1920. године (DE 322153С). Након овог прихваћеног патента, инжењер Божић наставља са новим патентима [24-26]. Прихватљивост ових патената нам указује да је инжењер Божић дао оригинално конструкционо решење распоредника са три радна притиска, на коме је базиран распоредник са три радна притиска до данашњег дана (Слика 8) [4].



Слика 8. Функционална шема распоредника са три радна притиска

Инжењер Божић иде даље, 1925. године преко Министарства железнице Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца подноси пријаву Међународној унији железница UIC – Комисија V за испитивања система кочнице за међународни саобраћај. Комисија прихвата захтев, организује испитивање 1927. и 1928. године на прузи Загреб – Карловац (за равну пругу) и Лич – Сушак (пруга са нагибом од 23 промила). Након испитивања кочнице септембра 1928. године, направљен је извештај о испитивању, након чега је добијен сертификат за њену употребу на железницама Европе [4, 18].

Након овог сертификата, инжењер Божић креће у намери да се његова кочница производи. У Краљевини Југославији није постојала фирма која је могла ово да квалитетно уради, стога је он Чешкој Шкоди продао лиценцу, с тим што је уговором заштитио интересе своје земље, на начин да је Југословенска државна железница имала право на бесплатно коришћење.

Не постоје систематизовани подаци колико је до Другог светског рата направљено Божићевих кочница, али је тај број знатан према неким подацима.

Међутим, инжењер Божић опет није имао среће, Други светски рат се примицао и десио. Пред рат се бавио изумом млазног мотора. Свој изум нуди Војсци Југославије, али не бива прихваћен. Прави покушај да са породицом буде у Француској и тамо настави са радом, али му се жеља није остварила. Породицу враћа у своју земљу. Немачка окупациона власт у Београду узима му кућу за њихове потребе. Његова породица остаје да живи у подруму те куће, а он се "потуцао" по земљи Србији (о чему нема одређених података).

Рат зауставља његов истраживачки и развојни рад. Након завршетка рата бива хапшен од нове власти Југославије, па пуштен. Одлази за Канаду са породицом. Тамо не успева да се успешно организује ни пословно ни породично. Шездесетих година (тачније 1961. године) се појављује у својој земљи у жељи да организује производњу његових усавршених изума и конструкција везаних за кочницу (Слика 9) [8]. Покушава у "Шинвозу" – Зрењанину и код "Прве петолетке" Трстеник и на жалост и њега и земље он не бива прихваћен са својим жељама. Своја нова решења патентира у Југославији (патентна пријава бр. Р-1287/64 од 10. септембра 1964. године) и то: "Универзалне кочнице за теретне вагоне са дејством како у саставу теретних возова тако и у саставу путничких и брзих возова са аутоматским подешавањем кочних снага према оптерећењу вагона, и експресне за путничка и брзовозна кола као у саставу брзовозних возова тако и у саставу теретних возова са аутоматским подешавањем кочних снага према брзини кретања кола (оргинални назив из патентне пријаве).



Слика 9. Инжењер Добривоје Божић у свој испитној станици Фабрике шинских возила у Зрењанину 1961. године

На жалост, инжењера Божића стиже неизлечива болест и он смртно завршава 13. октобра 1967. године у изнајмљеном стану и бива скромно сахрањен у гробу своје ћерке, брата и сестре, уз организацију државних институција на Новом гробљу у Београду, где и данас постоји његов гроб.

Министарство Саобраћаја Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца је штампало књигу под називом "Божићева кочница" [27].

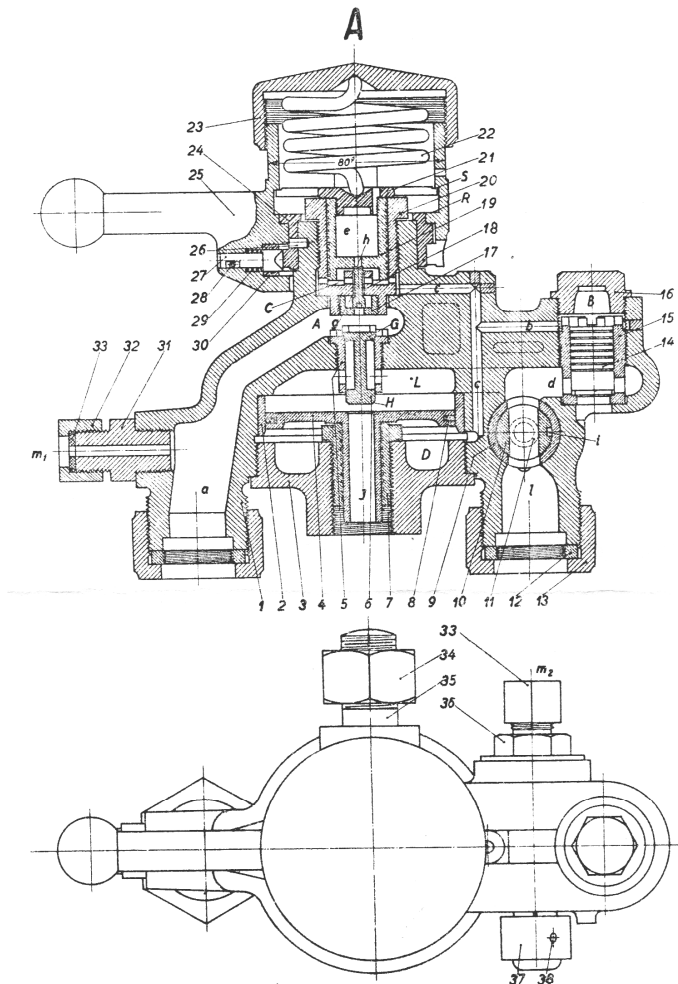
У књизи су описани главни делови аутоматске Божићеве кочнице која одговара свим условима које је И.У.Ж. прописала 1927. године. Старији типови Б.К. система просто аутоматног са брзачем који се могу употребити само за путничке возове описани су у ранијим издањима.

Главни делови Б.К. јесу кочник на локомотиви којим рукује машиновођа и распоредници на локомотивним тендерима и колима, који према дејству кочника производи одговарајућа дејства на овим возним средствима.

Распоредника има три врсте и то:

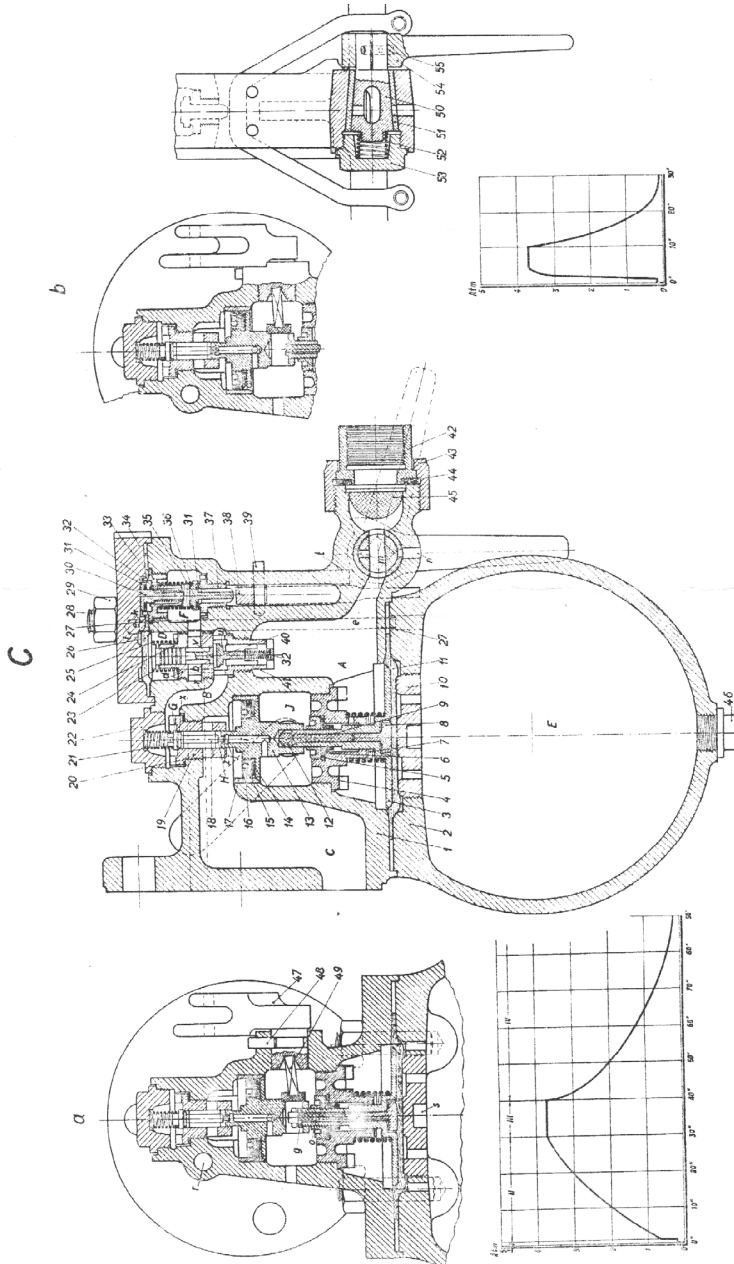
1. **Прост распоредник** који је примењен на локомотиви, тендеру, путничким колима и оним теретним колима чија товарна тежина није велика. Ови распоредници имају два дејства: за путнички и за теретни воз.
2. **Теретни распоредник** је примењен на теретним колима чија је товарна тежина већа од сопствене тежине. Овај распоредник има само једно дејство и то само за теретни воз.
3. **Брзовозни распоредник** је примењен на брзовозним колима и има два дејства за брзи и теретни воз.

Кочник Типа А је дат на Слици 10.

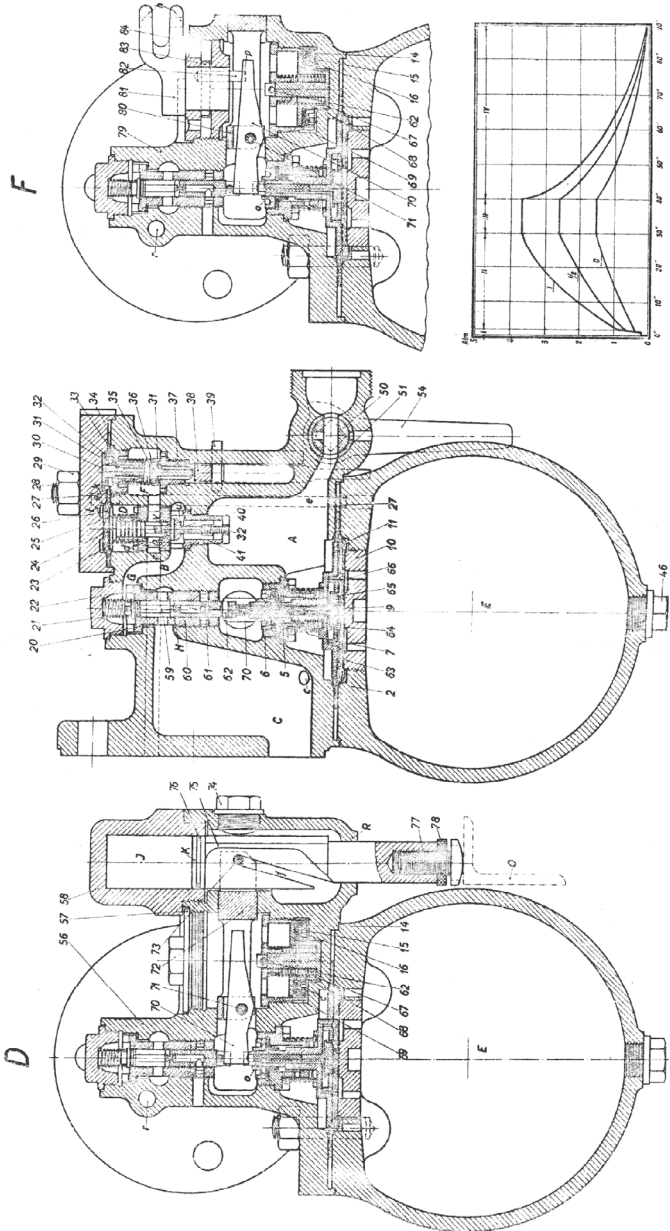


Слика 10. Божићев кочник Типа А

Прости распоредник Типа С, теретни распоредници Типа D и Типа F су дати на Слици 11 и Слици 12 (сукцесивно).



Слика 11. Божићев Прости распоредник Типа С



Слика 12. Божићев Теретни распоредник Типа D и Типа F

5. ЗАКЉУЧАК

Истраживања и сагледавања која су обављена у последњих годину дана (од тренутка покретања иницијативе Удружења инжењера и техничара "Добривоје Божић" Краљево у Краљево и подршке Факултета за машинство и грађевинарство у Краљево) од стране познавалаца живота и дела (као и ново-заинтересованих) инжењера Добривоја Божића су показала пуну оправданост иницијативе да се осветли живот и дело "светског човека, а са ових простора".

Поред осталог, истраживања показују:

1. Инжењер Добривоје Божић потиче из породице проте Саватија и Босилке Божић (девојачко Алексић) са десеторо деце са простора Рашка – Краљево која је са својим образовањем и служењем (професионалним и духовним), градитељством, патриотизмом и родољубљем обојила своје окружење до знатних висина. Веома редак пример. Засигурно припада врху у историји Краљева.
2. Инжењер Добривоје Божић је дао оригинално решење распоредника са три радна притиска, повећао пробојну брзину ваздуха у Главном воду од 80 m/s на 150 m/s, решио проблем постепеног откочивања возова, дао решење неисцрпности кочнице и дао решења препуњења радне коморе. Божић је први у Европи оригинално решио проблем аутоматске промене силе кочења у функцији степена терета кола на принципу ваге. Божић је први у свету предложио кочење путничких возова у функцији брзине кретања на принципу центрифугалног регулатора.
3. Инжењер Добривоје Божић засигурно припада врху учених људи и инжењера од високе памети српског рода који су задужили свет (Никола Тесла, Михајло Пупин, Милутин Миланковић и др.). За њега се може написати књига Добривоје Студенички Божић "Од Студенице до изумитеља и конструктора".
4. Инжењер Добривоје Божић припада оним изумитељима и конструкторима из Србије који су своје резултате правили у Србији и стално нудили Србији до краја живота.
5. Инжењер Добривоје Божић припада оним који нису имали среће у прихваћивости својих резултата за производњу у земљи. Може се слободно рећи да ни његова земља није имала те среће да то прихвати.
6. Инжењер Добривоје Божић припада генерацији која је живела у Србији у периоду дешавања два балканска (у којима је учествовао као добровољац) и два светска рата и у осцилаторним променама друштвено-политичког система.
7. Нажалост, инжењер Добривоје Божић није имао среће ни у породичном животу.
8. Живот и дело инжењера Добривоја Божића није довољно истражено и треба га наставити.
9. Нужна је системски организована промоција и чување дела Добривоја Божића од стране државе, градова у којима је он растао и стварао, универзитета и других.
10. Потребно је формирати фондацију "Добривоје Божић" која ће да се брине о лику и делу Добривоја Божића.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Статут инжењера и техничара "Добривоје Божић" Краљево, Краљево, 2011.
- [2] "Живот и дело српских научника", Српска академија наука и уметности, Биографије и библиографије, Књига 1, Београд, 1996.
- [3] Слободан Ћ. Росић, "Добривоје Божић- проналазач прве савремене кочнице", ПИСУС, Записник, 2/1995, Београд.

- [4] др Милутин Миловановић, др Радоје Лишанин, мр Марија Вукшић Поповић и Ђорђе Кржић, "Кочнице и кочење шинских возила, Други део, Подлога за пројектовање, избор и одржавање", Машински факултет, Београд, 2007.
- [5] Драган Петровић, Владимир Александров, "Железничка возила, Основе", Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Краљево, 2013.
- [6] Vladimir Vainhal, "Коћнице i коћење vozova", Drugo izdanje, Beograd, 1991.
- [7] Dipl. inž. Dragoslav Pajić, "Коћнице i системи уређаја за збијени vazдух на жељезничким vozilima", 1970.
- [8] ГЛАСНИК 3, Савез проналазача СЦГ, Привредна комора Србије, Београд, фебруар 2005.
- [9] Историјски архив Краљево, Инв. број 1., Црква у Рашки, Матична књига рођених 1881-1903.
- [10] Прота Саватије Божић, "Аутобиографија", 1. августа 1953. год., Ранковићево.
- [11] Прота Саватије Божић, "Писмо Патријарху Српске православне цркве, Господину Герману, 31. јануар 1959. године, Краљево.
- [12] Божића кућа у Краљеву I-IV, info Kraljevo (<http://infokraljevo.com>), март 2016. године.
- [13] Раде Јоветић, "Њима припада небо", Краљево, 1998.
- [14] Матарушка бања 1898-1998., Изложба, Краљево, 1998.
- [15] Драгољуб Поповић, примаријус др сци.мед. (сестрић Добривоја Божића), "Прилог за биографију маш.инж. Добривоја Божића", Београд, 1992.
- [16] Споменица Гимназије у Крагујевцу 1833-1983., Крагујевац, 1989.
- [17] Borislav R. Milojković, Ljubomir T. Grujić, "Automatsko upravljanje", Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1990.
- [18] др Милутин Миловановић, др Радоје Лишанин, "Кочнице и кочење шинских возила" Први део, Теоријске основе, Машински факултет, Београд, 2000.
- [19] Dj. Dihovicni, N. Nedic (2008): Simulation, animation and program support for a high performance pneumatic force actuator system, Mathematical and Computer Modeling, 48(5-6): 761-768, DOI:10.1016/j.mcm.2007.11.013, ISSN 0895-7177 (M21)
- [20] N.Nedić, L.J. Dubonjić, V. Filipović "Design of constant gain controllers for the hydraulic control system with a long transmission line" Forschung Ingenieurwesen, Vol.75, No.4 (2011) pp. 231–242 DOI 10.1007/s10010-011-0143-6, ISSN: 0015-7899 (M23)
- [21] V. Filipovic, N.Nedic, V.Stojanovic (2011): Robust identification of pneumatic servo actuators in the real situations, Forschung Ingenieurwesen 75(4): 183–196, DOI: 10.1007/s10010-011-0144-5, ISSN: 0015-7899 (M23)
- [22] Н. Недић, "Аутоматско управљање механизмама и машина са трећем" (уводно предавање), 28. Саветовање производног машинства Југославије, 28.-29. септембра 2000. год.
- [23] Н.Н.Недић, (1995), "Истраживање и развој електрохидрауличких и електропнеуматских сервосистема", МАШИНСТВО ЗА XXI ВЕК, Монографија, Нови Сад 1995.
- [24] D. Božić, "Compressed air continous brake system forpassanger or freight trains", United States Patent Office, Patented June 20, 1922.
- [25] D. Božić, "Quick action triple valve", United States Patent Office, Patented Feb. 2, 1926.
- [26] D. Božić, "Distributed for fluid pressure brakes", United States Patent Office, Patented Aug. 7, 1928.
- [27] "Божићева кочница", Министарство Саобраћаја Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, Штампарија Државних Железница, Београд, 1929.

ДОПРИНОС ДОБРИВОЈА С. БОЖИЋА РАЗВОЈУ КОЧНИЦА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Драган Петровић¹, Милан Бижић²

¹ Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу,
Доситејева 19, 36000 Краљево, petrovic.d@mfkv.kg.ac.rs

² Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу,
Доситејева 19, 36000 Краљево, bizic.m@mfkv.kg.ac.rs

Резиме: У раду је дат кратак приказ развоја железничког саобраћаја у свету и код нас. Посебна пажња је посвећена кочењу железничких возила. Наведени су проблеми који су постојали у кочењу железничких возила до појаве иновација Добривоја Божича. Описано је Божичево решење, као и његов значај и утицај на развој пнеуматских система кочења железничких возила. Божич је први у свету на посве новој основици применио тропритисни распоредник у кочном систему железничких возила чија је главна карактеристика могућност постепеног откочивања. Тиме је допринео бржем, сигурнијем и квалитетнијем развоју и железничких возила и целокупног железничког саобраћаја. Дуго година о овом научнику није било говора, тако да је наша а и светска јавност била ускраћена за спознају праве вредности његовог дела. Циљ овог рада је да бар домаћој научно-стручној јавности приближи генијална техничка остварења инжењера Добривоја Божича из области кочења железничких возила.

Кључне речи: Железница, развој, кочница.

1. УВОД

Почетак и развој железничког саобраћаја уско је везан са највећим техничким достигнућима човечанства. Од свога настанка човек је настојао да на што лакши и бржи начин савлада удаљеност између два места. У почетку, терет се преносио снагом мишића, на рукама и леђима, а касније на носилима или коришћењем запрежне вуче. Тешки предмети су преношени котрљањем преко дрвених ваљака (балвана) (слика 1). Ваљак је у ствари претеча точка.

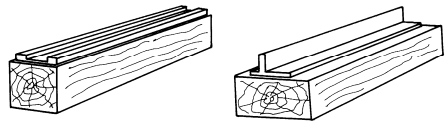


Слика 1. Транспорт терета помоћу балвана

Даљим развојем увидело се да је непотребно користити површину котрљања по целој дужини ваљка, већ је треба заменити са два точка која су међусобно повезана осовином. Проналазак точка доводи до револуционарног преображаја копненог саобраћаја. Грађени су макадамски путеви који су омогућавали лакше кретање дрвених кола са точковима и запрежном вучом. Развоју технике у том периоду највише је допринела експлоатација руде. Дрвена кола (слика 2а) натоварена рудом лакше су се кретала по дрвеним шинама (слика 2б) него по макадамским путевима.



Слика 2а. Дрвена кола за превоз руде из XVII века



Слика 2б. Разни облици дрвених шина

Касније су дрвени точкови и шине због смањења хабања, облагани металним оплатама (слика 3а), све док их у потпуности нису замениле челичне конструкције (слика 3б).



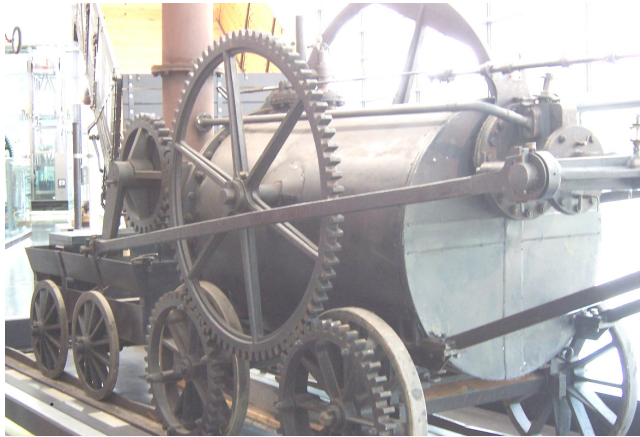
Слика 3а. Дрвени точкови обложени металним оплатама



Слика 3б. Метална кола за превоз руде

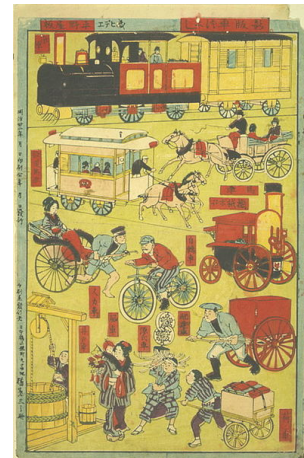
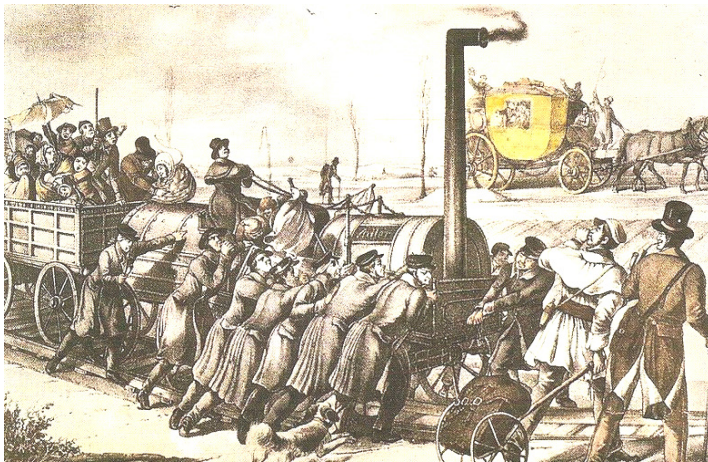
Године 1602. француски инжењер Бомон, који је радио у енглеским рудницама, конструисао је нови тип кола која су имала и примитиван уређај за кочење. Ова кола је назвао “Вагон“. Изумом парне машине 1782. године, шкотски изумитељ Џејмс Ват (James Watt) је покренуо нову еру у индустријализацији, посебно у

развоју саобраћаја. XIX век је донео велике промене међу којима и појаву парних возила на друму. Развој железничког саобраћаја не може се одвојити од успеха првог парног возила на шинама које се појавило 1804. године, конструкције Ричарда Тревитика (Richard Trevithick) (слика 4). Ово возило је вукло вагоне натоварене теретом масе од 10 тона и 60 људи, а кретало се брзином од око 10 km/h, при чему га је Тревитик назвао „Invicta” (Непобедива).



Слика 4. Прво парно возило на шинама „Invicta”- (Непобедива), које је конструисао Р. Тревитик 1804. године

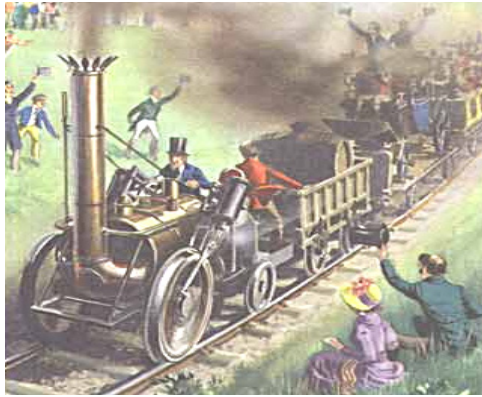
Током деветнаестог века, у скоро целом свету, железнице брзо мењају постојеће мреже дилижанси (слика 5). Железнички саобраћај, у том периоду великих географских открића и индустријских револуција, постаје пресудан за развој привреде и друштва целог света.



Слика 5. Дилижансе и железница на сликама из деветнаестог века

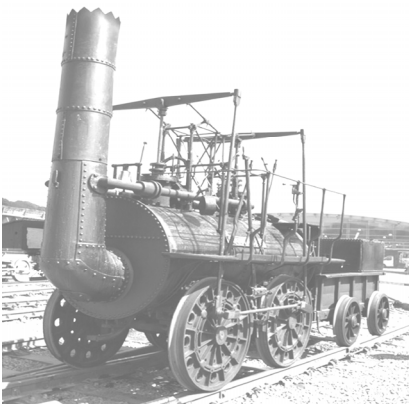
Прва пруга намењена јавном железничком саобраћају саграђена је 1825. у Енглеској на релацији од угљенокопа Дарлингтон до пристаништа Стоктон.

Џорџ Стивенсон (George Stephenson) је, сем учешћа у изградњи пруге, исте године изградио парну машину која је вукла 22 путничка и 12 теретних вагона и кретала се просечном брзином од 15 km/h, коју је назвао „Locomotion“ (слика 7а). Стивенсон је лично возио ову машину која није била опремљена ни кабином ни местом за машиновођу (слика 6). Стивенсон је био неписмен до своје деветнаесте године, а што се тиче технике био је самоук [1]. Због великих успеха у развоју, 1825. година се сматра као почетак организованог железничког саобраћаја, а назив „Локомотива“ ушао је у званичну употребу [4].

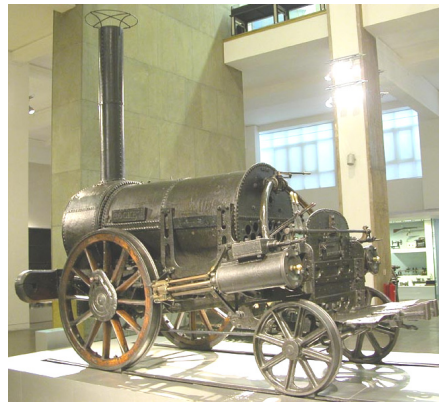


Слика 6. Почетак железничког саобраћаја 1825. (уметничка слика)

Многобројни недостаци и технолошки развој учинио је да се „Locomotion“ убрзо претвори у застарелу и несигурну конструкцију. Наиме, прва железничка несрећа догодила се 1828. када је експлодирао котло „Locomotion“-а, при чему је погинуо машиновођа.



а) „Locomotion“



б) „Rocket“

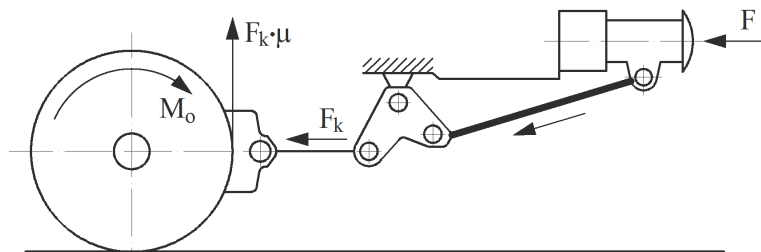
Слика 7. Музејски експонати Стивенсонових локомотива

Знатан напредак постигао је 1827. године, француз М. Сеген проналаском котла са цевима. Две године касније (1829.) Џ. Стивенсон је применио тај поступак у својој чувеној локомотиви „Rocket“ (слика 7б), која се кретала, за то време невероватном брзином од 47 km/h.

Прва редовна железничка линија Ливерпул – Манчестер за превоз путника отворена је 1830. године. Од тада се железнички саобраћај ширио великом брзином свуда у свету.

Ограничавајући фактор за даљи, још бржи, развој железничког саобраћаја представљао је нерешени проблем кочења. То је био главни разлог за немогућност постизања већих брзина и већих маса терета и броја путника који би могао да се превезе железницом. И поред великих напора, на задовољавајуће решење кочења железничких возила, чекало се још наредних сто година.

У почетку се кочење на железници обављало ручно. Ручним кочницама називамо оне код којих кочну силу производи снага мишића кочничара посредством ручице, точка или полуге. Чак се и Стивенсон није задовољавао ручним кочењем и од почетка железничког саобраћаја сво знање и време је утрошио на стварање аутоматског система кочења. Зато је кочно полужје спојио са одбојним уређајима (слика 8). При сабијању одбојника кочно полужје би притискивало кочне папуче на тачкове вагона. Иако интересантно и једноставно решење, ову кочницу није било могуће аутоматизовати, тако да се одустало од даљег развоја ове идеје и настао је период у коме су се јављала многа решења, али ниједно није било значајно боље од постојећег, па се није могло одржати.



Слика 8. Принциуска схема Стивенсовог система кочења

Упркос још увек нерешеном проблему кочења, пола века после појаве парних локомотива почео је развој електричних локомотива, а нешто касније и локомотива погоњених моторима са унутрашњим сагоревањем. Прве електричне локомотиве направљене су у Немачкој 1879. и Америци 1880. године. Појавом дизел мотора 1897. године, кога је конструисао немац Рудолф Дизел (Rudolf Christian Karl Diesel), почео је развој дизел локомотива. Већ од тада почиње бескомпромисна трка парне, дизел и електро вуче (слика 9). Иако конструисане пре дизел, електричне локомотиве су имале спорији развој све до краја другог светског рата. У односу на дизел, електро вуча је еколошки прихватљивија, зато што мање загађује животну средину и у погледу издувних гасова и у погледу буке. Због тога је крајем двадесетог и почетком двадесет првог века све веће финансијско улагање у изградњу и електрификацију железнице. Данас је електро-вуча најраспрострањенија, нарочито када се ради о возовима великих брзина.

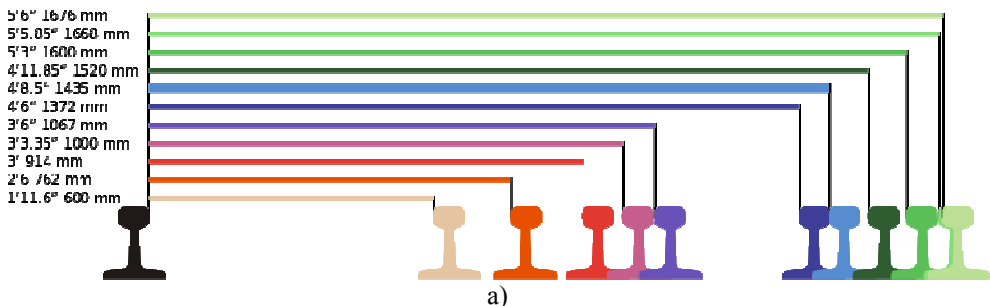
Постигнуто повећање снаге и брзине локомотива, почетком двадесетог века, није могло да омогући видљивији резултат без решења ефикаснијег кочења железничких возила.

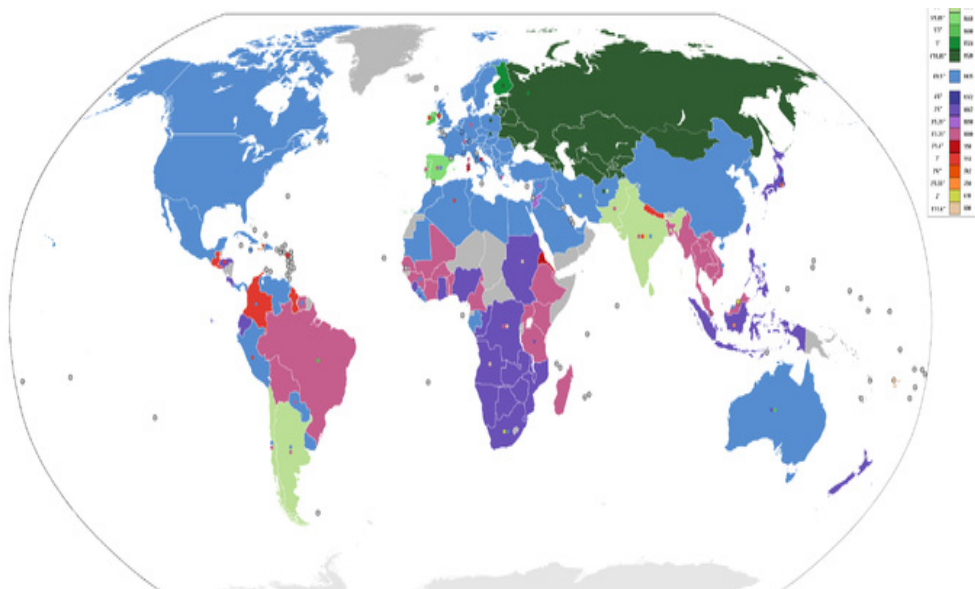


Слика 9. Трка локомотива различитих погона (поштанска марка из Сједињених Америчких Држава с краја 19. века)

Упоредо са развојем и усавршавањем конструкција железничке технике текла је и стандардизација како техничких решења возила, тако и инфраструктуре, али и целокупног железничког саобраћаја. Ово је било неопходно зато што железнички саобраћај повезује удаљене градове и државе, па чак и континенте. Поред много добрих и корисних карактеристика, железнички саобраћај је омогућавао и експлоатацију и окупацију до тада незамисливих размера. Зато су неке државе, сходно својим интересима, намерно отежавале слободан проток железничког саобраћаја и одступиле од неких стандардних димензија, као што је нпр. ширина колосека. Под ширином колосека подразумева се нормално растојање између унутрашњих страна глава шина (слика 10а). Уместо као у скоро целој Европи, стандардне ширине колосека 1435 mm, усвојене су неке друге ширине колосека, нпр:

- уски колосек – ширине 600 mm, 610 mm, 750 mm, 760 mm, 1000 mm, 1067 mm (Јапан, Индонезија, Јужна Африка)
- нормални колосек – 1435 mm (Србија и већи део светских колосека - слика 10б), 1445 mm, 1448 mm
- широки колосек – 1524 mm (државе бившег СССР-а, Финска), 1600 mm (Ирска, Бразил), 1667 mm (Индија, Пакистан, Малезија), 1676 mm (Шпанија, Португалија, Аргентина, Чиле итд.)





б)

Слика 10. Ширине колосека у свету

2. ПОЧЕТАК РАЗВОЈА ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА У СРБИЈИ

Потписивањем Берлинске конвенције 1878. године, Србија се обавезала да ће изградити железничку пругу на релацији Београд – Ниш – Врање, што је практично представљало спајање два царства, турског и аустроугарског. Међутим, оно што је још значајније је да је пруга Београд – Ниш представљала деоницу планиране пруге Берлин – Беч – Будимпешта – Београд – Ниш – Софија – Истанбул – Багдад. Ово би омогућило Немачкој приступ значајним налазиштима нафте, што није одговарало другим великим силама. Завршетак те деонице означава и почетак постојања српских железница. Свечани воз прошао је првом српском пругом 4. октобра 1884. године, а након једанаест дана почео је и званичан редован саобраћај на релацији Београд – Ниш.

За изградњу пруге Београд – Ниш, уговорена је (без јавног позива!) такозвана Бонтуова концесија, из које се већ у првом додиру са крупним западним капиталом изродила једна од највећих новчаних афера у српској историји. Инспирисан догађајима пада Бонтуове (Pol Ežen Bontu) Генералне уније за грађење и експлоатацију железнице, чак је и Емил Зола написао роман Сребро. Пропаст Бонтуове Генералне уније повукла је за собом и пад француске владе. У вези ове концесије проф. Слободан Јовановић је написао: “Кварење наших политичких нарави почело је одмах под утицајем страног злата” [3].

Локомотива „Милан“ је прва локомотива на Балкану (слика 11) која је ручно израђена 1882. године. Име је добила по тадашњем краљу Србије Милану Обреновићу [2]. Локомотива „Милан“ или „N^o1“, произведена је у руднику „Мајданпек“. Најстарија парна локомотива саграђена за пругу ширине 600 mm, радила је на индустријској прузи у Мајданпеку. Кретала се брзином од 20 km/h. Сачувана је и налази се у железничком музеју у Пожеги.



Слика 11. Парна локомотива „Милан“

3. КОЧЕЊЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Кочни систем железничких возила врши регулисање брзине кретања, успоравање и заустављање воза. Чињеница да је одавно позната шала да железничке композиције „могу брже да се крећу узбрдо него низбрдо“ говори о величини техничког проблема безбедног кочења променљиве масе (празан – товарен) од неколико хиљада тона. Као и код конструкција локомотива, вагона и колосека, још крајем деветнаестог века, настала је трка и у конструкцији кочнице железничких возила.

У почетку развоја железничких возила, сила кочења се мењала ручно, а након тога је Американац Џорџ Вестингхаус крајем деветнаестог века конструисао ваздушну (пнеуматску) кочницу. Била је то кочница са директним дејством. Приликом кочења ваздух се пуштао у главни вод, док је при откоченом положају у воду владао атмосферски притисак. При раскидању воза није могло наступити аутоматско кочење, те уз друге недостатке ова кочница није одговарала основним захтевима добре и сигурне кочнице. Уз Вестингхаусову кочницу, у Америци су се такмичила још четири техничка решења кочнице. Ова конкуренција омогућила је добијање савршеније форме и распрострањање Вестингхаусове кочнице како у Америци тако и у Европи. У Европи се кочница Вестингхаус употребљавала једино за путничке возове. До првог светског рата теретни возови у Европи били су кочени ручно.

Поред Вестингхауса у Америци су Смит, а у Европи Харди (Hardy) пројектовали кочнице са разређеним ваздухом (вакуумске кочнице). Након Вестингхаусове кочнице, у Немачкој се појавило неколико варијанти кочнице као што су: Кунце-Кнор, Хилдебранд-Кнор, а у Швајцарској Шармиј, Drolshamer, итд. Све те кочнице су радиле на принципу стандардног распоредника са два притиска и нису на задовољавајући начин решавале уочене недостатке.

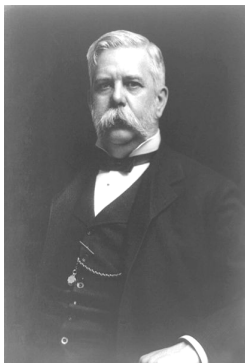
Идеју о кочницама са три распоредна притиска патентирао је 1892. године Енглец Хамфри (Humpfrey). Идеја је остала само на папиру и никада није практично остварена.

Док су Watt, Trevithick, Stephenson, Diesel и остали изумитељи, својим проналасцима ставили возове у покрет, дотле су Westinghouse, Smith, Hardy,

Kunce, Knorr (слика 12), а и многи други, развијали кочнице железничких возила, које су до појаве Добривоја Божића имале огромне недостатке.



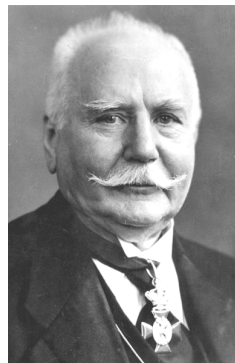
George Stephenson



George Westinghouse



Georg Knorr



Bruno Kuncce

Слика 12. Заслужни изумитељи за развој железнице

Главни недостаци тадашњих кочница железничких возила су се огледали у следећем:

- При раскидању воза није наступало аутоматско кочење оба дела воза.
- Долазило је до исцрпљивања кочнице на дужим падовима колосека, односно кочница је губила своју снагу.
- Није постојала аутоматизација силе кочења у зависности од степена товарења воза.
- Није постојала аутоматизација силе кочења у зависности од брзине кретања воза.
- Пробојна брзина кочног система воза је била недопустиво мала (максимално 80 m/s).
- Блокирање точкова је била честа појава.

Ови недостаци ограничавали су брзину кретања и отежавали коришћење железнице у већем обиму. Услед несавршености кочница долазило је до честих удеса и застоја железничког саобраћаја. Због блокирања точкова при кочењу, нарочито је било изражено често клизање точкова по колосеку, продужетак зауставног пута и настајање „равних места“ на точковима возила, а самим тим и оштећење и возила и колосека.

3.1. Кретање железничких возила

У циљу што јаснијег објашњења значаја Божићевог решења, потребно је анализирати основне ставке кретања воза. Осим геометријско – конструкционих карактеристика возила и колосека, на кретање железничке композиције – воза (слика 13), утичу:

- укупна маса воза,
- силе (вучне силе, силе отпора, кочне силе) које током кретања делују на воз.



Слика 13. Железничка композиција – воз

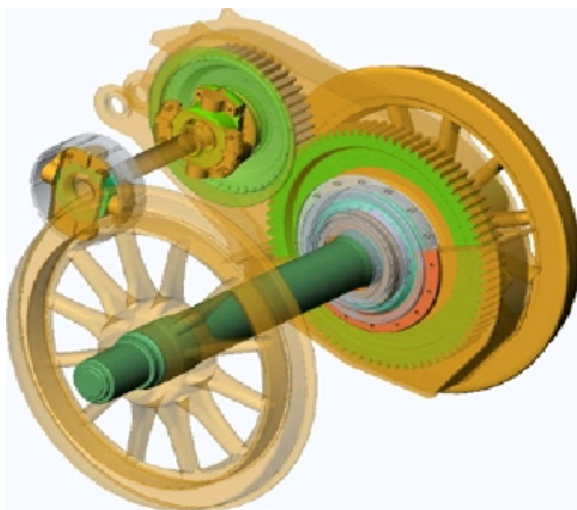
За покретање воза, за промену брзине његовог кретања и за заустављање неопходне су следеће спољашње силе:

- F_V - вучна сила,
- F_K - кочна сила и
- W - силе отпора.

Резултујућа сила кретања воза F_r зависи од односа вучне силе F_V , кочне силе F_K и отпора кретању W . У зависности од тих односа кретање воза остварује се у три режима:

- $F_r = F_V - W$ - кретање са вучном силом,
- $F_r = - W$ - кретање без вучне силе,
- $F_r = - F_K - W$ - кретање са кочном силом.

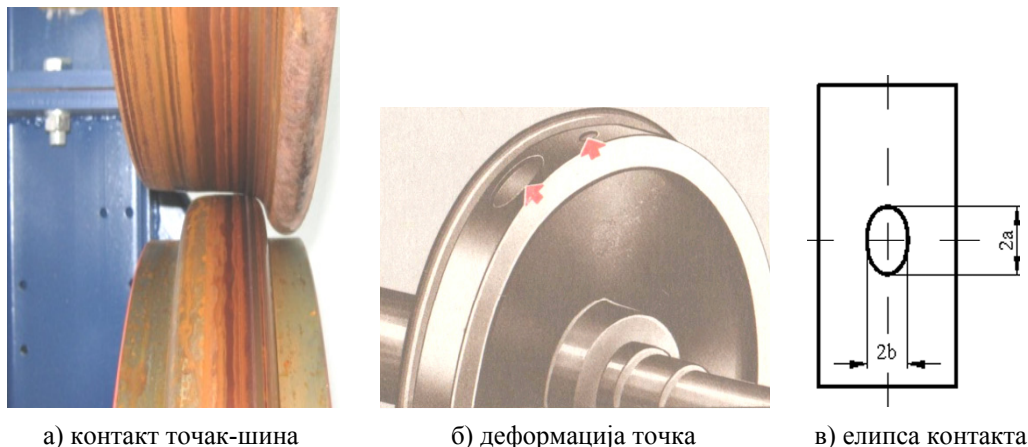
Основни и најчешћи начин преноса вучних сила код железничких возила остварује се адхезијом. Адхезиона сила се јавља на месту контакта точка и шине. У погонском мотору вучног возила настаје момент који преко осовинског преносника снаге погони точкове на обртање (слика 14).



Слика 14. Осовински преносник снаге (обртног момента)

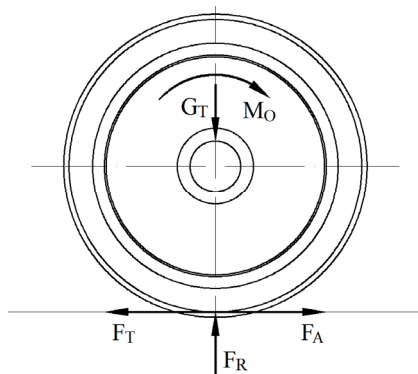
Точкови у контакту са шином (слика 15а) стварају адхезиону силу која омогућава возу да се креће. Адхезија је физичка појава којом се објашњавају процеси на контактної површини два ваљкаста тела. Теоријске основе ове појаве

је поставио Херц. По овој теорији шина и точак нису идеално крута тела, а њихов међусобни додир није ни тачка ни линија. Под вертикалним дејством тежине долази до еластичне деформације (слика 15б), тако да се контакт између шине и точка врши по елиптичној, такозваној Херцовој површини (слика 15в).



Слика 15. Контактна површина точка и шине

Када погонски мотор локомотиве преко осовинског преносника снаге (слика 14) делује на точак обртним моментом M_o , на ободу точка настаје тангенцијална сила F_T . Услед дејства тангенцијалне силе, настаје на контактної површини точка и шине сила реакције која се назива адхезиона сила F_A која је, у односу на тангенцијалну силу F_T , истог правца, а супротног смера (слика 16).



Слика 16. Обртни момент и силе на погонском точку

Проклизавање точка железничког возила у односу на шину настаје у случају прекомерног повећања обртног момента погонских мотора тј. вучне силе, или при погоршању адхезионих услова, односно код смањења коефицијента адхезије. Појава проклизавања се спречава смањењем обртног момента погонских мотора и/или посипањем песка испред погонских точкова.

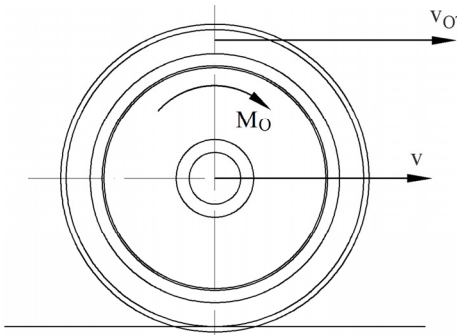
Кретање, проклизавање и клизање точка у односу на шину може да се дефинише преко односа обимне v_{oT} и подужне брзине точка v (слика 17). У зависности од

вредности разлике Δv_T обимне брзине точка v_{oT} и подужне брзине точка v , имамо различите режиме кретања железничког возила:

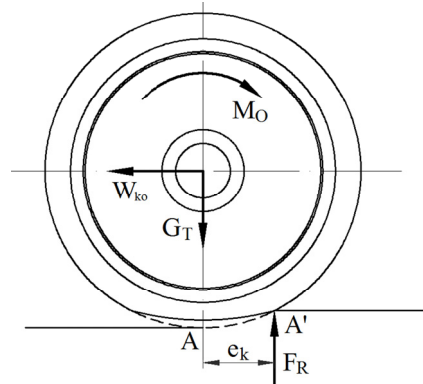
- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| а) мировање | $v_{oT} = v = 0$ |
| б) котрљање без проклизавања | $v_{oT} = v$ |
| в) котрљање са проклизавањем | $v_{oT} = v \pm \Delta v_T$ |
| г) клизање блокираног точка | $v_{oT} = 0$ и $v > 0$ |

Проклизавање точка може бити:

- $\Delta v_T > 0 \rightarrow$ у режиму вуче
 $\Delta v_T < 0 \rightarrow$ у режиму кочења



Слика 17. Брзине точка



Слика 18. Еластична деформација точка и шине

Осим тога, при котрљању точка по шини долази до еластичног деформисања додирне површине точка са шином (слика 18). Деформација шине и точка претвара се у талас који се креће испред точка. Реакција подлоге F_R померена је у односу на осу точка за величину e_k која се назива крак отпора котрљања. Дужина крака e_k зависи од материјала точка и шине. Коefицијент адхезије ψ дефинише се као количник адхезионе силе F_A и вертикалне силе притиска по точку G_T :

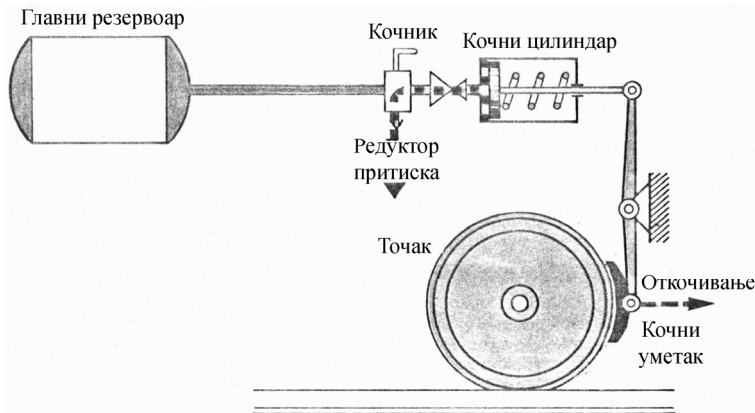
$$\psi = \frac{F_A}{G_T} \quad (1)$$

Значајан утицај на вредност коefицијента адхезије имају геометрија и материјал точка и шине, континуалност повећања и смањења брзине возила, запрљаност контактних површина, атмосферски утицаји и др. Поред ових услова, на вредност коefицијента адхезије, односно вучну силу, утичу још и конструкционо–вучне карактеристике железничког возила као што су размештај адхезионе тежине као и положај и распоред погонских мотора. Адхезиона тежина је онај део тежине вучног возила који оптерећује погонске точкове.

Због тешкоћа аналитичког дефинисања коefицијента адхезије, најчешће се прибегава његовом експерименталном одређивању. Анализом експерименталних резултата недвосмислено је утврђено да чим наступи клизање блокираног точка, отпор (коefицијент трења) између шине и точка падне на

најмању вредност [5]. Тиме се значајно продужава зауставни пут железничког возила, тако да је најефикасније кочење увек на граници котрљања, односно при потпуном обртању точка.

До појаве Божићевог изума кочење железничких возила обављало се у почетку ручно, а касније пнеуматски али неаутоматски (директно) према схеми датој на слици 19. Иако је овај начин кочења имао велике недостатке, и иако су на решавању тог проблема радили многи истраживачи света, и после више деценија неуспешних покушаја није се успео развити неки бољи систем кочења. Утисак је да није било изласка из тог зачараног круга. Главна тема расправе у круговима научника и инжењера који су развијали кочницу, била је да ли кочење железничких возила треба вршити са разређеним или ваздухом под притиском. После много проба са разређеним ваздухом није долазило до значајнијег напретка.



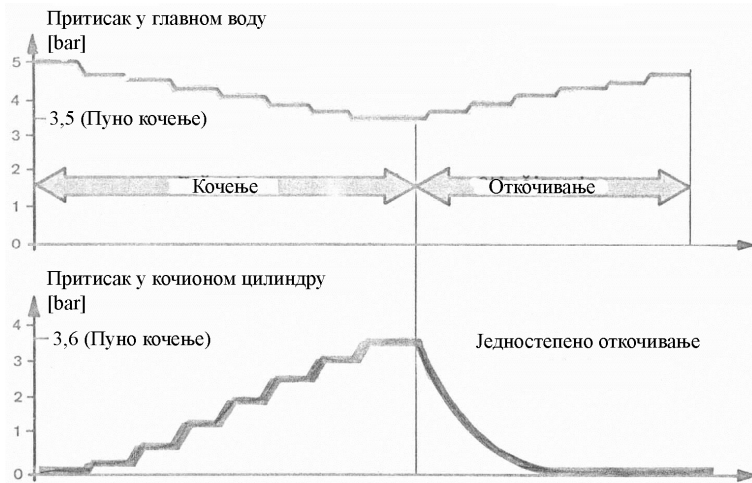
Слика 19. Принципу рада директне (неаутоматске, исцрпне) кочнице

Код директних – неаутоматских – исцрпних кочница ваздух се из главног резервоара преко ваздушног вода директно упушта у кочни цилиндар. Велики недостатак ових кочница је тај што у случају раскида воза неће доћи до аутоматског кочења ниједног растављеног дела.

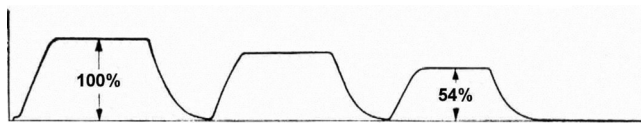
Исцрпне кочнице имају једностепено откочивање, односно једном започето откочивање не може се прекинути (слика 20). У овом случају је распоредник кочнице са два распоредна притиска: главни вод – кочни цилиндар. Код ових исцрпних кочница, ако је воз закочен до било ког степена, чим се главни вод мало допуни, кочнице ће потпуно откочити. Притом се кочни цилиндар неће потпуно допунити јер и притисак у главном воду није достигао своју максималну вредност. Ако се процес кочење – откочивање понови неколико пута узастопно, притисак у кочном цилиндру ће се све више смањивати, тј. количина сабијеног ваздуха се исцрпљује (слика 21), а самим тим и кочна сила ће се све више смањивати.

Дакле, велики недостаци ових кочница су што у случају раскида воза неће доћи до аутоматског кочења и што се при кретању на дугим падовима нагиба колосека може десити да кочница неће моћи да оствари довољну силу кочења.

Поред тога, огромни недостаци ових кочница су што немају регулацију величине силе кочења у зависности од масе возила (са и без терета) и брзине кретања, немају синхронизацију кочења (мала пробојна брзина) од локомотиве до задњег вагона, тако да се често дешавало да при промени режима кретања (полазак, убрзање, успорење) долази до судара између појединих возила композиције или до раскидања веза између возила.



Слика 20. Промена притиска у главном воду код кочења и откочивања исцрпних кочница



Слика 21. Промена притиска ваздуха у кочном цилиндру код исцрпних кочница

У немогућности да нађу адекватно решење, поједини истраживачи су предлагали да се кочење празних железничких возила врши са једним, а товарених са два кочна цилиндра.

4. ДОПРИНОС ДОБРИВОЈА БОЖИЋА РАЗВОЈУ КОЧНИЦА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

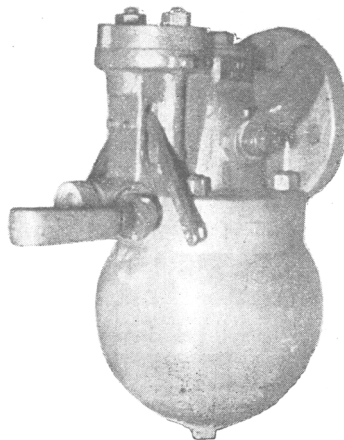
Видели смо да су у почетку, развоју железнице допринели енглески, француски, немачки, и амерички инжењери. Ипак, кочење железничких возила није било решено на одговарајући начин. Даљи развој железнице (повећање брзине возила и масе превезеног терета) није био могућ без квалитетног решавања свих наведених проблема.

Добривоје Божић (слика 22) рођен је, према тада важећем календару, 23. децембра 1885. године у Рашки. Због каснијег државног преласка на нови календар у неким изворима се води да је рођен почетком 1886. године. Након завршетка основне и средње школе у Краљеву и Крагујевцу, студије наставља на

Високој техничкој школи у Карлсруеу и Дрездену – Немачка, где му је један од професора био и Рудолф Дизел. После завршених студија, враћа се у Србију и 1911. године запошљава у државној железничкој радионици у Нишу, где се сусреће са проблемима кочења железничких возила. До свог изума дошао је у периоду од 1911. до 1914. године. Конструисао је и патентирао кочни систем железничких возила у коме је први пут примењен распоредник са три притиска (слика 23). Распоредник је најодговорнији уређај кочног система. По Божићевом решењу његова улога је да распоређује ваздух не у два, већ у три дела кочног система: главни ваздушни вод, кочни цилиндар и помоћни резервоар [6].



Слика 22. Добривоје Божић



Слика 23. Спољашњи изглед Божићевог распоредника са три притиска - тип Ц

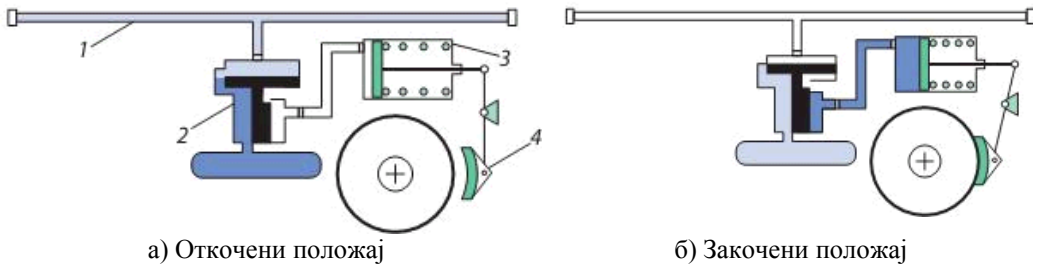
Право је чудо да након вишевековног ропства у непотпуно ослобођеној Србији, коју је тих година задесио Први балкански рат (1912.), Други балкански рат (1913.) и Први светски рат (1914.) дође до једног таквог епохалног открића. Како је у Нишу радионица у којој је радио Божић услед ратних дејстава била уништена, он је своја истраживања наставио у Краљеву, Београду и Загребу. Године 1922. у америчком патентном заводу је прихваћено његово решење кочног система под називом "Систем континуираног кочења путничких и теретних возова компримованим ваздухом". То је био тек почетак, а преостао је још велики пут да Божићев патент буде одобрен и препоручен за употребу на железничким возилима од стране Међународне железничке уније (УИЦ-а).

На конференцији држава победница Првог светског рата, 1923., Француска је поднела предлог у којем препоручује употребу директне, исцрпне кочнице Вестингхаус за кочење железничких возила. Пошто је кочница Кнор долазила из земље која је губитница Великог рата, у том периоду није имала велике шансе поред Вестингхаусове кочнице. При томе, Кнорова кочница је била само једна од модификација Вестингхаусове кочнице. Ове кочнице су користиле у то време стандардни распоредник са два притиска. На истој конференцији представник Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца препоручио је општи пријем кочнице „Божић“, као боље и савршеније решење. Велики успех наших представника на

тој конференцији је у томе што није аутоматски прихваћен француски предлог, односно кочница Вестингхаус, него је остављен одређени временски период у којем је Божићу, а и другим конструкторима, под тачно дефинисаним правилима, дата шанса да практично докажу Међународној железничкој унији квалитет својих решења. Године 1923. Божић је пријавио и патент под називом „Брзореагујући троструки вентил“ који је признат 1926. Своје решење кочнице железничких возила, Добровоје Божић је пријавио преко железнице Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца 1925. године. Трећи патент „Разводник за кочне системе са флуидом под притиском“ усвојен је 1928. године.

Пошто су представљали потпуно ново, револуционарно решење, ови патенти су у почетку имали много отпора, али су после бројних тестирања на прузи Загреб – Ријека прихваћени од Међународне уније железница 1928 године. Комплетно решење је регистровано као кочница „Божић“.

Код Божићеве аутоматске – индиректне – неисцрпне кочнице делују три притиска: стални притисак у радној комори главног резервоара, променљиви притисак у главном воду (1) и променљиви притисак у кочном цилиндру (3). Ваздух се из главног резервоара, преко главног вода (1) индиректно посредством распоредника и помоћног резервоара (2) упушта у кочни цилиндар (3). Обрнуто у односу на директне кочнице, код Божићеве кочнице у откоченом положају главни вод је под притиском а кочне папуче (4) нису у додиру са точком возила (слика 24а). У случају кочења или раскида железничке композиције, празни се главни вод, у њему тада влада атмосферски притисак, па притисак из помоћног резервоара делује на кочни цилиндар и аутоматски наступа кочење (слика 24б).



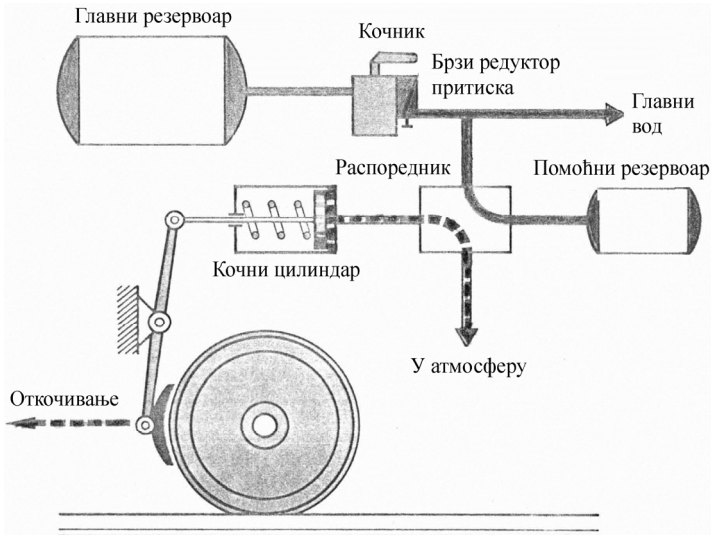
Слика 24. Упрощена шема рада Божићеве аутоматске – индиректне – неисцрпне кочнице

Најодговорнији уређај кочног система је распоредник (слика 23). Његова улога је да распоређује ваздух у делове кочног система као што су: главни ваздушни вод, кочни цилиндар и помоћни резервоар. Божићев тропритисни распоредник био је тако конструисан да је њиме први пут у свету решено питање постепеног откочивања железничких возила. Такође, опасност дотадашњих кочница са два притиска, да се због пражњења односно „исцрпљивања“ помоћног резервоара на дугачким падовима железничког колосека, не оствари потребна сила кочења, отклоњена је Божићевим решењем (слике 25 и 26).

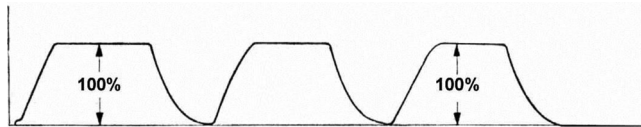
За разлику од вучених, код вучних возила (локомотива) постоји и командни уређај – кочник (слика 27). Кочник је централни уређај кочног система воза. Божићев кочник даје команде за:

- кочење и откочивање свих кочница у возу,

- пуњење кочног система збијеним ваздухом,
- надокнаду губитака услед незаптивености кочних уређаја тј. одржавање радног притиска у главном воду,
- пражњење главног вода у атмосферу и брзо кочење.



Слика 25. Принципа рада индиректне (аутоматске, неисцрпне) – Божићеве кочнице



Слика 26. Промена притиска ваздуха у кочном цилиндру – Божићеве кочнице



а)

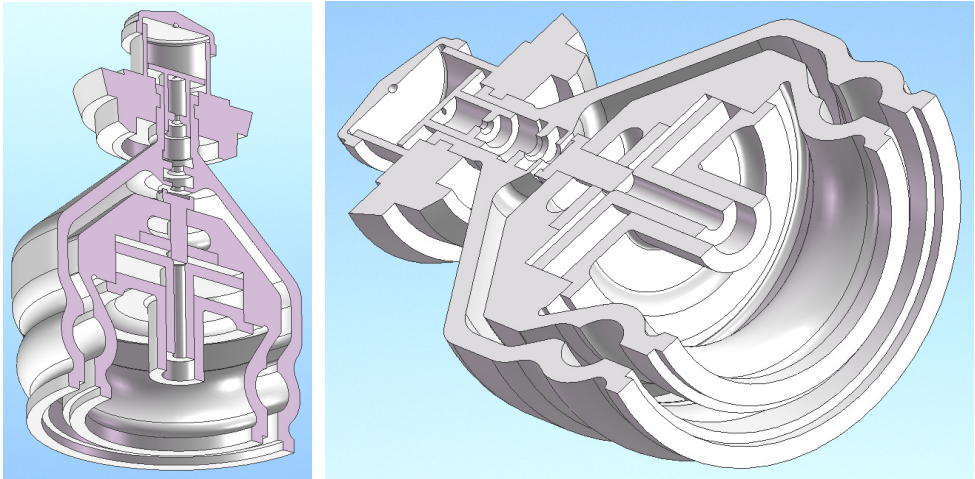


б)

Слика 27. Кочник а) и управљачница локомотиве б)

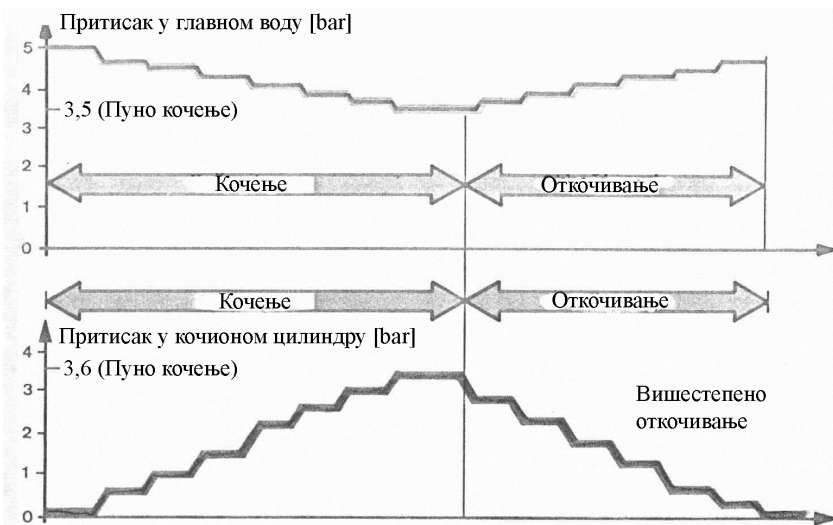
Пре српског конструктора Божића ниједан кочник није могао да аутоматски одржава стални притисак ваздуха у главном воду за време кочења. У односу на раније кочнице, Божић је на оригинални начин осмислио подешавање притиска у комори релеја. Руководећи се истим начелима према којима је и Божић конструисао свој кочник (слика 28), сви савремени кочници имају својство одржавања радног притиска у главном воду за време кочења и откочивања. На овај начин се избегава исцрпљивање кочнице, односно без обзира колико пута кочили, кочна сила ће имати приближно исту вредност.

Ове кочнице се зову још и неисцрпне, зато што се допуњавање помоћних резервоара врши за све време кочења и откочивања, тако да притисак у кочном цилиндру остаје константан (слика 26). Код Божићевих кочница, смањење силе кочења може се вршити поступно. Поступно откочивање омогућава распоредник са три распоредна притиска: главни ваздушни вод – радна (помоћна) комора (резервоар) – кочни цилиндар.



Слика 28. Пресек Божићевог кочника – просторни модел

Према томе, кочнице код којих је могуће постепено кочење и постепено откочивање, тј. код којих се допуњавање помоћних резервоара врши за све време кочења и откочивања, при чему се одржава максимална вредност кочне силе у сваком тренутку времена без обзира на више пута поновљено кочење, називају се неисцрпним (слика 29).



Слика 29. Промена притиска у главном воду код кочења и откочивања неисцрпних Божићевих кочница

4.1. Побољшање параметара кочења и откочивања

Да би што потпуније сагледали допринос, односно нови концепт кочења, који је успоставио Добривоје Божић, осврнимо се на параметре кочења и откочивања који су овим концептом побољшани, а неки и по први пут успостављени. Захваљујући Божићевом принципу кочења који је касније примењен на свим савременим кочницама железничких возила, међународна железничка унија – УИЦ је као обавезну пробу прописала испитивање неисцрпности кочнице.

Железничка возила се крећу под дејством вучне силе F_v . По престанку дејства вучне силе, воз ће се, услед постојања отпора кретања W , после извесног времена зауставити. Пут који пређе воз, без кочења, од тренутка престанка вучне силе до тренутка потпуног заустављања – назива се слободни зауставни пут, и он је дугачак. Рецимо, ако је брзина воза $V=80$ km/h, од престанка дејства вучне силе до потпуног заустављања (без кочења), односно слободни зауставни пут износиће око 7,5 km. Уколико воз кочимо онда пут, од тренутка почетка кочења (активирања кочница) па до тренутка заустављања воза, називамо зауставни пут, а време које при томе протекне називамо зауставно време [6].

За преношење промене притиска ваздуха од локомотиве кроз главни вод до задњих кола, потребно је извесно време. Због тога ће последње возило закочити са извесним закашњењем у односу на прво. Ово кашњење постоји како у процесу кочења тако и у процесу откочивања. Пробојно време је оно време које протекне од тренутка почетка кочења (активирањем кочника у локомотиви) до тренутка када последње возило у возу почне да кочи. Пробојна брзина је однос дужине воза и пробојног времена. Што је пробојна брзина већа, краћи је зауставни пут железничких возила.

Ако је пробојна брзина мала, возила која још нису закочена налаћу на она већ закочена. Зато је у међународним прописима дефинисана минимална брзина кретања ваздуха у кочном систему (пробојна брзина) и она данас износи минимум 250 m/s. Пре Божићевог проналаска највећа пробојна брзина у свету је била испод 80 m/s. Прво Божићево решење омогућило је скоро два пута већу пробојну брзину од максималне брзине, у то време, најбољег светског решења.

И поред тога што су возила у железничкој композицији повезана међусобно преко еластичних вучних и одбојних уређаја, ипак у току кочења и откочивања долази до низа различитих удара и трзаја [10]. Ово се негативно одражава и на комфор путника и на сигурност терета, па чак може довести и до кидања веза између железничких возила. Да би дугачки возови могли кочити и откочивати без трзаја и удара потребно је да се кочна сила постепено повећава и смањује, тако да кочење и откочивање свих точкава буде синхронизовано. Што је удаљеност последњег возила од вучног возила (локомотиве) већа, то је дуже времена потребно да ваздух под притиском пређе потребно растојање.

Код путничких возова (чија је дужина обично краћа од теретних композиција) примењују се кочнице брзог дејства (ознака Р), а код теретних возова кочнице спорог дејства (ознака G). Уколико би се путничка кочница (брзог дејства) употребила код теретног воза (који је дужи од путничког воза) дошло би до кочења првих возила, а ваздух још не би стигао до задњих возила што би изазвало налетање незакочених (задњих) на закочена (предња) возила.

Очигледно да је, у зависности од тежине и дужине воза, неопходна регулација силе кочења. Регулација може бити ручна или аутоматска. Ручно регулисање се врши променом преносног односа кочног полужја „путнички – теретни“ (слика 30). Аутоматско регулисање се врши, у зависности од степена товарења, мењањем притиска ваздуха у кочном цилиндру [9].



Слика 30. Ручица мењача кочнице „путнички – теретни“

Код откочивања се разлика у брзини откочивања првих и последњих возила још неповољније одражава јер треба не само дати ваздушни сигнал за откочивање, већ уједно треба допунити помоћне резервоаре. Због тога је време откочивања дуже од времена кочења (табела 1). Божићево решење је и овај проблем отклонило.

Табела 1. Времена кочења и откочивања путничких и теретних железничких возила

| Врста кочнице | Кочење Време пуњења кочног цилиндра [с] | Откочивање Време пражњења кочног цилиндра [с] |
|----------------|--|--|
| Путничка – R/P | 3 – 5 | 15 – 20 |
| Теретна – G | 18– 30 | 45 – 60 |

Божићев распоредник је конструисан тако да је за свако оптерећење аутоматски подешавао притисак у кочном цилиндру. То је постигао тзв. „кантарским“ уређајем који је мењао вредност кочне силе у зависности од угиба огибљења возила. На овај начин се празна или слабо натоварена железничка возила коче мањом, а више натоварена већом силом. Друге земље су у то време развијале кочнице са два кочна цилиндра. У случају празног вагона радио би само један кочни цилиндар, а у случају натовареног вагона радила би оба кочна цилиндра. Велике компаније преко својих представника покушале су, због својих интереса, да критикују Божићеве патенте, али све касније конструкције кочног система се заснивају на његовом (једноставнијем, сигурнијем и јефтинијем) решењу. Божићев кочни систем железничких возила се у суштински неизмењеном облику задржао до данас. Овим путем је доказана генијалност и супериорност

Божићевог решења, а све критике су временом „пале у воду“ јер су биле технички неутемељене и подстакнуте једино жељом за профитом и славом. Поред претходно реализованих и међународно прихваћених патената, Божић је осмислио и предложио уређај на принципу центрифугалног регулатора који би, при мањим брзинама кретања воза, сводио притисак у кочном цилиндру на одговарајућу меру и тако смањио силу кочења. Овим би се избегло блокирање точкова возила при кочењу, а самим тим и формирање такозваних „равних места“ (слика 31.) на точковима. На овај начин решава се и проблем промене силе кочења у зависности од брзине кретања железничких возила [7].



Слика 31. Формирање „равног места“ на точку дужине „А“

Иако се Божићевим решењем избегава блокирање точкова, формирање „равног места“ на точку и значајно скраћује зауставни пут железничких возила, његов предлог тада није био прихваћен!?

Овај Божићев став наука и струка је схватила и прихватила тек много година касније и налази се у примени код савремених железничких кочница.

Божић је лиценцу за свој патент продао Чешкој компанији „Шкода“ (Škodovy závody). Од зарађеног новца добар део је уложио у уређење Матарушке Бање (слика 32), а део за изградњу породичне куће у Београду (улица Крунска бр. 69, слика 33) у коју се уселио 1939. године.



Слика 32. Тераса у Матарушкој Бањи

После Другог светског рата Божић је од нових власти, неоправдано проглашен за државног непријатеља и ухапшен под оптужбом да је сарађивао са окупатором. Из затвора је пуштен на инсистирање Руса који су знали о каквом се промашају ради. У страху да ће поново бити ухапшен и стрељан, као и због тога што му је онемогућен даљи рад у земљи на усавршавању кочнице железничких возила, он је у тајности са породицом напустио Југославију.



Слика 33. Божићева кућа у Београду

Посебна комисија Генералне дирекције ЈЖ је 1954. разматрала питање типа кочнице које би требала да се одобри за употребу. Већ тада је Металски завод „Тито“ у Скопљу имао откупљену лиценцу од тада мало познате Швајцарске фирме Ерликон и само чекао одлуку комисије па да започне производњу. Наравно, колегијум Генералне дирекције (занемарујући Божићеве резултате?!) усвојио је гледиште комисије да за Југословенске железнице највише одговара тип кочнице Ерликон и донео одлуку да се убудуће искључиво та кочница уграђује на сва возила ЈЖ-а.

Непотребно трошећи паре на лиценцу, уједно је и спречен сваки даљи озбиљнији развој кочнице железничких возила у Србији!

5. ЗАКЉУЧАК

Добривоје С. Божић је својим изумима решио до тада нерешиве проблеме кочења железничких возила: први је конструисао и применио распоредник са три радна притиска. Конструисао је најефикаснији кочник (централни уређај кочног система) којим се са локомотиве управља кочним системом воза. Божићеве конструкције кочника и распоредника решиле су проблеме аутоматског одржавања сталног притиска ваздуха у главном ваздушном воду за време кочења и откочивања, уједно је и повећао пробојну брзину ваздуха у главном воду са 80 на 150 m/s. Његов кочник је омогућио постепено кочење и откочивање воза и решио проблем неисцрпности кочнице воза током кочења. За савремене кочнице УИЦ је прописао обавезно испитивање неисцрпности кочнице, која у ранијим прописима није била условљена.

Својим изумима Божић је решио проблем препуњености радне коморе, проблем аутоматске промене силе кочења у зависности од оптерећења железничког возила (мерањем угиба огибљења конструкцијом „кантарског уређаја“ – данас се та иста идеја мерења угиба огибљења користи употребом тзв. мерног вентила). Први је решио и предложио аутоматизацију кочења путничких возова у

функцији брзине и за то конструисао центрифугални регулатор. Иако ово решење у то време није прихваћено, данас се користи код свих (и путничких и теретних) железничких возила.

На потпуно нов начин значајно је повећао степен аутоматизације процеса кочења и избегао често блокирање и формирање равних места на точковима железничких возила. Божићевим проналасцима омогућено је сигурније, квалитетније и економичније кочење железничких возила. Није више било потребно запошљавати велики број кочничара који су поред машиновођа били обавезни учесници у кретању железничких композиција.

После Божићевих проналазака дефинитивно се одустало од кочница са разређеним ваздухом и одлучено је да се користе кочнице са збијеним ваздухом. Такође, решено је и питање двораспоредних и трораспоредних кочница. Усвојена је трораспоредна као савршенија, која омогућава постепено откочивање и обезбеђује неисцрпност кочнице. Повећање пробојне брзине омогућило је мирније и сигурније кочење. Ефикаснијем и безбеднијем кочењу допринела је и аутоматизација кочења у зависности од оптерећења и брзине кретања. Ово је утицало на даљи, још бржи, развој железничког саобраћаја у целом свету. Најбољи судија ових закључака је увек непроменљиво и непристрасно време, зато што су сви други развијани системи кочења железничких возила, одавно ван употребе.

Сва каснија решења ваздушних кочница у свету су само усавршавања Божићевих проналазака. Његов принцип кочења је непревазиђен и основа је за све врсте до данас примењиваних ваздушних кочница.

Из свега изнетог закључујемо да је Божићев допринос развоју кочница железничких возила планетарних размера, а у многим случајевима је био далеко испред времена у коме је стварао [4]. Са потпуним правом можемо рећи да је Добривоје Божић чак био и претеча развоја ABS система кочења (Anti-lock Braking System) којим су данас опремљена друмска возила.

После Другог светског рата Добривоје Божић је неправедно оптужен за сарадњу са непријатељем, одузета му је сва имовина, а он је, плашећи се од даљих још драстичнијих мера, са породицом емигрирао из Југославије на северно-амерички континент. Добривоје Божић је у емиграцији остао све до 1961. године када се, без породице, за стално вратио у Београд са огромном жељом да у нашој земљи покрене производњу најсавршеније кочнице железничких возила у свету. Оставши и без породице и без имовине ову своју жељу, у новом државном систему, изложен огромној опструкцији, није успео да оствари.

Или, власт тога доба, из само њима знаних разлога, није била спремна да тај непроцењиво вредан поклон прихвати?!

Преминуо је у Београду 13. октобра 1967. у осамдесет другој години живота.

Да би илустровали колики је позитиван утицај Добривоје Божић извршио на развој ове области навешћемо речи Јосипа Швагела из Загреба, који у предговору своје чувене књиге "Кочнице на железничким возилима" [5] истиче:

"...посебно пак треба да нагласим благодарност госп. инг. Добривоју Божићу, који ме је пробама својом кочницом и личним утицајем

заинтересовао за ову важну грану железничке технике, те је тиме стварни иницијатор ове књиге".

"Ванредни развитак спроводних кочница у последњем десетлећу, одличан успех на том пољу нашега земљака инг. Божића, траже свога тумача".

На крају закључујемо, да развој железничког саобраћаја није заслуга једног човека, већ је он непрестано усавршавање многих проналазака више генерација инжењера и техничара неколико земаља, између којих Србија, захваљујући машинском инжењеру Добривоју С. Божићу, има значајно место. Проучавајући његов рад и живот, видимо да је Добривоје Божић пример светског проналазача – страдалника, иако је све учинио како би свима омогућио сигурнији, лакши и бољи живот. За то је уложио целог себе.

Животна судбина проналазача попут Добривоја С. Божића не треба да обесхрабри будуће истраживаче. О томе је још 1919. говорио и наш највећи проналазач Никола Тесла, нагласивши:

„То је тежак задатак за проналазача, кога често погрешно тумаче и не награђују. Међутим, он налази огромну компензацију у задовољству које произилази из његових моћи и сазнања да припада класи изузетно привилегованих људи без којих би човечанство већ одавно ишчезло у тешкој борби против немилосрдних сила природе“ [8].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Величковић Д, Стивенсон, Техничка књига, Београд 1949.
- [2] Слободан Јовановић, "Влада Милана Обреновића 1878-1889", књига друга, БИГЗ, Југославија публик, СКЗ, Београд 1990, стр. 119.
- [3] Радован Калабић, Грофовска времена, друго допуњено издање, Графипроф, ИСБН 978-86-903027-1-0, Београд, 2015.
- [4] Драган Петровић, Владимир Александров, Железничка возила - основе, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, ИСБН 978-86-82631-66-8, Краљево 2013. год, стр. 223.
- [5] Швагел Јосип, "Кочнице на железничким возилима", Предузеће за железничку издавачко-новинску делатност, Београд 1962. год.
- [6] Ваинхал Владимир, "Кочнице и кочење возова", Предузеће за железничку издавачко-новинску делатност, Београд, 1991. год.
- [7] Драган Петровић, Милан Бижић, Influence of Bozic brake on development of rail traffic, XVII Scientific-Expert conference on Railways, RAILCON 16, 13-14 October 2016. Niš, Serbia
- [8] Музеј Николе Тесле, Стална изложбена поставка о Николи Тесли, Крунска улица бр. 51, Београд 2016.
- [9] Драган Петровић, Милан Бижић, Improvement of suspension system of Fbd wagons for coal transportation, Engineering Failure Analysis, Volume 25, (2012), 89–96, ISSN 1350-6307, doi:10.1016/j.engfailanal.2012.05.001.
- [10] Драган Петровић, Милан Бижић, Мирко Ђелошевић, Determination of dynamic sizes during the process of impact of railway wagons, Archive of Applied Mechanics, Volume 82, Number 2, (2012), 205-213, ISSN 0939-1533, doi: 10.1007/s00419-011-0549-5.

ОСВРТ НА ИСПИТИВАЊА КОЧНИЦЕ БОЖИЋ – 9 ДЕЦЕНИЈА КАСНИЈЕ

Горан Симић¹, Драган Милковић², Саша Радуловић³

¹ Машински факултет Универзитета у Београду, Краљице Марије 16,
11022 Београд, gsimic@mas.bg.ac.rs

² Машински факултет Универзитета у Београду, Краљице Марије 16,
11022 Београд, dmilkovic@mas.bg.ac.rs

³ Машински факултет Универзитета у Београду, Краљице Марије 16,
11022 Београд, sradulovic@mas.bg.ac.rs

Резиме: У току 1927. и 1928. године, под надзором Међународне железничке уније обављена су испитивања у циљу одобравања кочнице Божич за примену на возилима у међународном железничком саобраћају. Она су довела до светских патената, производње и коришћења те кочнице на великом броју шинских возила, од којих су нека са Божич кочницом у саобраћају и данас. У раду су приказани најзанимљивији делови из извештаја о испитивањима. Оцењени су постигнути резултати и јединствени дамет у историји железничког машинства Србије.

Кључне речи: Тематски скуп, Добривоје Божич, кочење, постепено откочивање, неусиљена кочница, типска испитивања.

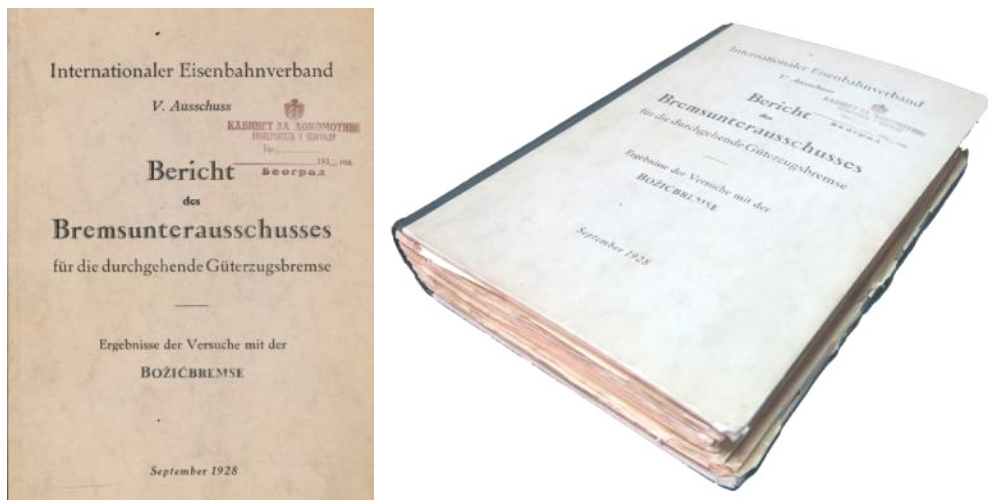
1. УВОД

У библиотеци Катедре за шинска возила на Машинском факултету Универзитета у Београду налази се један веома драгоцен документ за историју железничког машинства Србије: Извештај поткомитета за продужну теретну кочницу Међународне железничке уније о резултатима испитивања кочнице Божич [1], слика 1. На основу тог извештаја је кочница Божич 1928. године одобрена за употребу у међународном железничком саобраћају.

Претраживањем података на интернету може се пронаћи податак о једном патенту Добривоја Божича [2] пријављеном 1913. године, када је имао непуних 28 година и две године пошто се после дипломирања запослио на Железницама Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца. Патент чији наслов у преводу гласи "Распоредник за једнокоморну кочницу са збијеним ваздухом" је одобрен са приличним закашњењем, тек 1920. године, вероватно због избијања првог светског рата. Без увида у садржај патента, на жалост, не можемо оценити да ли је већ у њему било речи о распореднику са три радна притиска, али свакако сведочи о веома раном озбиљном истраживачком, инжењерском и проналазачком раду Добривоја Божича.

Из литературе [3] је познато да је принцип распоредника са три радна притиска који омогућава постепено кочење и постепено откочивање железничких возила

патентирао Енглеz Хамфри (Humpfrey) још 1892. године. Међутим, практична реализација тог принципа је остварена тек кроз рад Божића [4, 5, 6, 7, 8] и Дролсхамера (Drolshammer) [9, 10, 11] који су паралелно, на различите конструктивне начине, развили железничку кочницу на том принципу.



Слика 1. Извештај са испитивања кочнице "Божић"

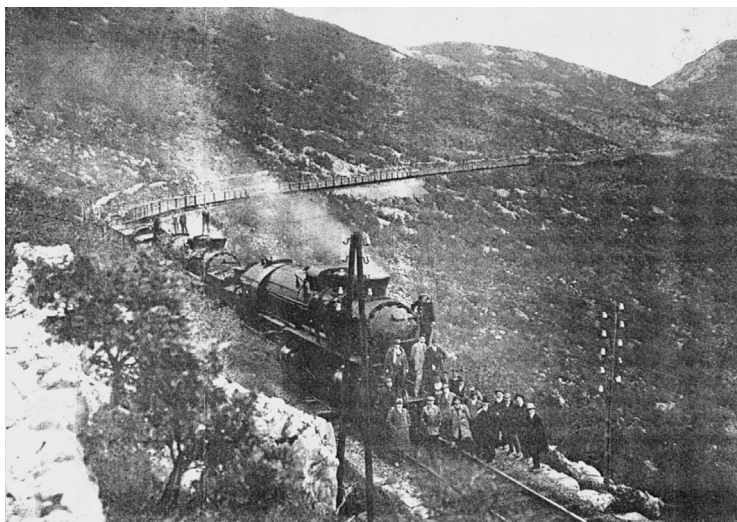
Из документације Међународне железничке уније [12] се види да је кочница Дролсхамер прихваћена од стране пете комисије Међународне железничке уније за употребу на возилима у међународном железничком саобраћају, само шест месеци пре кочнице Божић. Без обзира на ту чињеницу, кочница Добровоја Божића представља инвентивно техничко достигнуће светских размера. Готово деведесет година после тог догађаја, можемо са изузетним дивљењем и поштовањем да анализирамо извештај о испитивањима кочнице Божић и да констатујемо да је Добровоје Божић, под покровитељством и уз потпору Железница Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца тада реализовао један грандиозан подухват, какав је и у данашњим условима, мерен и сопственим искуством [13, 14, 15, 16, 17], тешко замислив.

2. ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ

Званичан захтев за испитивање кочнице Божић су поднеле Железнице Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца Међународној железничкој унији током 1925. године, на бази спроведених претходних интерних испитивања. Са тих испитивања потиче фотографија на слици 2. Из извештаја [1] се види да је Поткомисија за продужну теретну кочницу пете Комисије 1926. године тај захтев прихватила.

Програм за испитивања је базиран на ранијим испитивањима кочница типа Westinghaus и Kunze-Knorr које су у то време биле једине одобрене кочнице за међународни железнички саобраћај у Европи. Кочница Westinghaus је била исцрпна кочница са једностепеним откочивањем. Кочница Kunze-Knorr је била

условно неисцрпна кочница, која је радила на принципу два радна притиска. Степенато откочивање је код ове кочнице било могуће захваљујући гломазном систему са двокоморним цилиндром. У случају слабе заптивености кочног цилиндра, ова кочница је такође била исцрпна.



Слика 2. Композиција са испитивања 23.10.1925. на прузи Лич-Сушак¹

У мају 1927. поткомисија је дефинисала 33 захтева које мора да испуни продужна кочница за теретне вагоне. Да би одређена конструкција кочнице била прихваћена у међународном железничком саобраћају, испуњење наведених услова морало је да се докаже испитивањима.

Постављени технички захтеви су били примерени тадашњем стању технике где је брзина теретних возова била до 60 km/h. Било је уобичајено да значајан проценат вагона у композицији буде опремљен само главним ваздушним водом, тј. да их коче они вагони који су опремљени кочницом. Осовинско оптерећење теретних вагона је било 15 t.

Од будућих теретних кочница се тражило да задовоље следеће:

1. Расположива количина ваздуха под притиском мора бити довољна да омогући функционисање кочнице.
2. Кочница мора бити функционална ако је један део вагона снабдевен комплетном кочном опремом, док остали вагони имају само главни ваздушни вод.
3. Кочница мора функционисати тако да на вагонима који имају само главни ваздушни вод нема потребе за додатном опремом, посебно нису потребни преносни вентили.
4. На вагонима који имају комплетну кочну опрему мора постојати могућност искључивања кочнице тако да ти вагони тада раде само са главним ваздушним водом.

¹ Сliku је уступио дипл. инг. Ђорђе Кржић, а потиче из књиге "Frein Воžić / Воžić Bremse" о којој немамо ближих података.

5. Нормални радни (над)притисак износи 5 bar^2 . Кочница треба да ради без проблема и при притиску $0,5 \text{ bar}$ вишем или нижем од нормалног. И при притиску нижем од $4,5 \text{ bar}$, све до 2 bar , мора кочница још увек да ступи у дејство.
6. Кочница треба да буде спремна за рад и откочена, када је нормални радни притисак успостављен у целој композицији. Кочење треба да се спроводи смањењем притиска у главном ваздушном воду, а откочивање – повећањем притиска.
7. Пробојна брзина кочнице треба да износи најмање 100 m/s при брзом кочењу из нормалног радног притиска за возове било које врсте и састава до 200 осовина.
8. Кочница мора да омогући, како брзо кочење путем брзог и значајног испуштања ваздуха из главног ваздушног вода тако и степенасто експлоатационо кочење до потпуног кочења и потпуно кочење, без степена, путем лаганог испуштања ваздуха из главног ваздушног вода.
9. Нормално кочење се мора пренети до краја композиције од 200 осовина када се притисак у главном ваздушном воду обори за $0,5 \text{ bar}$, при било каквом распореду кочених и нековених вагона у композицији.
10. За постизање потпуног кочења мора се оборити притисак у главном ваздушном воду најмање за 1 bar , а највише за $1,5 \text{ bar}$ када је вагон празан и највише $1,7 \text{ bar}$ када је натоварен.
11. При нормалном или брзом кочењу притисак у кочном цилиндру мора брзо да нарасте тако да буде довољан да папуче налегну на точак. Остварени притисак папуча не сме прећи 20% од највишег притиска који се при том кочењу остварује. Одмах потом треба притисак постепено да расте тако да се 95% од максималне вредности достигне не за мање од 28 s када је ход клипа кочног цилиндра минималан и највише за 60 s када је ход клипа максималан, рачунато од тренутка почетка пораста притиска у кочном цилиндру.
12. Код вагона који се могу различито кочити зависно од тога да ли су празни или натоварени, потребно је да сила притиска папуча на точак за време целог процеса потпуног кочења код товареног вагона и код празног вагона буде приближно у пропорцији са оптерећењем. Времена до постизања максималне силе притиска треба да буду у оба случаја приближно једнака.
13. Када се кочи празан вагон, при највећем ходу клипа кочног цилиндра и нормалном радном притиску од 5 bar , притисак папуча на точкове у односу на сопствену тежину вагона (коченост), мора да износи најмање 50% . При најмањем ходу клипа кочног цилиндра притисак папуча не сме прећи 85% сопствене тежине вагона.
14. Када се кочи натоварен вагон, при највећем ходу клипа кочног цилиндра и нормалном радном притиску од 5 bar , притисак папуча на точкове мора да износи најмање 50% од тежине вагона са теретом. При најмањем ходу

² У то време јединица за притисак се изражавала као $\text{kg/cm}^2 \approx \text{bar}$

- клипа кочног цилиндра притисак папуча не сме прећи 85% од тежине вагона са теретом.
15. Највећи дозвољени ход кочног цилиндра за празан вагон који нема аутоматски регулатор кочног полужја, подељен са преносним односом кочног полужја од клипне полуге до кочних папуча, сме да износи највише 20.
 16. При потпуном и континуалном откочивању појединачног вагона, после потпуног кочења, мора притисак у кочном цилиндру да опада постепено на тај начин да су папуче отпуштене (рачунајући од тренутка почетка пада притиска у кочном цилиндру) најраније за „а“ секунди при најмањем ходу папуча и најкасније за „б“ секунди при највећем ходу папуча, како при кочењу празног тако и натовареног вагона. Ако кочница нема мењач за вожње у равници и на паду, наведене границе су $a=45$ и $b=110$ секунди. Ако кочница поседује мењач равница-пад, границе су:
 - за вожњу у равници $a = 25$ и $b = 60$ секунди
 - за вожњу на паду $a = 45$ и $b = 110$ секунди
 17. Време пуњења кочнице једног вагона треба да буде тако димензионисано да се не ремети пуњење помоћних резервоара и откочивање ни на крају дугих композиција и да у главном ваздушном воду не дође до великих и наглих промена притиска које би могле да изазову ненамерно кочење у суседним вагонима.
 18. Кочница мора да има две конструктивне варијанте: прва варијанта треба да одговара за примену само на теретним вагонима; друга варијанта треба да има две могућности, једна за примену у теретним возовима, друга за примену у брзотеретним или путничким возовима. У другој варијанти се захтева само кочење празних теретних вагона.
 19. Руковање кочницом мора да буде једноставно. Евентуални мењачи на вагону морају бити лако уочљиви и лако приступачни са обе стране вагона.
 20. Светли отвор главног ваздушног вода треба да буде између 25 и 30 mm.
 21. Кочница мора бити тако конструисана да се на најмању меру ограничи опасност од оштећења или мањкавости у раду – посебно опасност да не кочи и недовољно или ненамерно откочи.
 22. Код вагона са продужном кочницом који имају и ручну кочницу, мора свака од ових кочница да се активира независно. Ручно кочени вагони (који се коче са вагона) морају имати опрему за активирање кочнице у случају опасности.
 23. За кретање возова треба да се користе локомотиве и тендери који су опремљени како са аутоматском кочницом тако и са директном кочницом.
 24. Кочница треба да омогући превоз потпуно натоварених возова од најмање 1500 t и приближно 100 осовина, делимично натоварених возова од најмање 1200 t и приближно 150 осовина и празне композиције до 150 осовина у равници и на великим падовима. Превоз празних возова од 200

осовина треба да се обезбеди на равничарским пругама. Све ове композиције треба да буду састављене претежно од двоосовинских вагона.

25. Мора бити могуће распоредити вагоне који коче и вагоне који не коче, као и празне и натоварене вагоне према саставима који су уобичајени у експлоатацији, на што је могуће неправилнији начин. Посебно мора бити могућа било која позиција групе некочених вагона, која, код возова са ниским учешћем вагона који се коче, треба да има до 15 вагона.
26. При брзом кочењу на равној и правој прузи, из брзина које треба да буду између 30 и 60 km/h, под претпоставком да су локомотива и тендер кочени само са аутоматском кочницом истовремено са композицијом, уз толеранцију од 3%, али најмање 10 m, зауставни пут треба да да буде највише једнак дужини L:

$$L = \frac{4,25V^2}{40 \cdot a \frac{13,6 + 40a}{0,6 + 40a} \cdot \frac{V}{V + 30} + 0,0006V^2 + 3,6} \quad (1)$$

при чему је:

L – максимални зауставни пут у m,

V – брзина на почетку кочења у km/h,

a – коченост воза укључујући локомотиву и тендер, т.ј. однос укупне тежине кочених вагона према укупној тежини воза.

Код вагона који се коче према сопственој тежини, узима се сопствена тежина. Код вагона који се коче према терету кочена тежина се узима као прекретна тежина. Код локомотива и тендера је кочена тежина једнака највећој сили притиска кочних папуча.

27. Кочница треба при свим условима да делује без штетних удара и напрезања за особље, терет и возила. При томе се претпоставља да одстојање одбојничких тањира у најнеповољнијем случају не прелази 10 cm и у просеку за цео воз износи 3,5 cm.

Кочење треба да протекне мирно и у случају кад су сви вагони воза од 1500 t и са приближно 100 осовина натоварени и у случају делимично натовареног или празног воза до 150 осовина када се сви вагони коче или када је приближно 75% осовина празног воза од 200 осовина кочено.

28. Штетна дејства на воз се не смеју појавити ни када се током интензивног кочења заведе брзо кочење.
29. Кочница мора да при откочивању за време вожње делује без штетних удара и напрезања.
30. Резерва кочне способности ни при вожњи на дугим падовима не сме бити исцрпљена.
31. Кочница мора бити тако направљена да се најдужи и највећи падови који се могу појавити на главним пругама могу превести са минималним колебањима прописане брзине.

32. Проба кочнице треба да буде могућа на једноставан начин и да обезбеди машиновођи сигурност да је главни ваздушни вод целог воза повезан и делотворан.
33. Нове теретне кочнице које се одобравају за возила у међународном саобраћају морају без проблема да раде са већ одобреним теретним кочницама.

3. ПРИПРЕМА ИСПИТИВАЊА 1927. ГОДИНЕ

Прва серија испитивања Божић кочнице је обављена у априлу и мају 1927. године. За спровођење испитивања је Поткомитет за теретну продужну кочницу саставио програм, чији је циљ био провера да ли кочница испуњава све прописане захтеве. У том циљу је требало припремити следеће вагоне опремљене Божић кочницом:

- 75 двоосовинских отворених вагона за угалъ,
- 10 затворених двоосовинских вагона,
- 5 вагона са обртним постољима,
- 3 двоосовинска вагона за посматраче,
- 1 вагон са обртним постољима са мерном опремом,
- 3 локомотиве,
- неколико резервних вагона,
- 48 осовина путничких вагона са брзодејствујућом ("Р") кочницом са распоредницима Westinghaus.

Осим тога је било потребно још:

- 75 осовина вагона опремљених Kunze-Кногт кочницом (половина једне композиције),
- 75 осовина вагона опремљених Westinghaus кочницом (половина једне композиције),
- око 1000 t терета и одговарајућа опрема за утовар и истовар терета према захтевима програма испитивања,
- особље потребно за манипулацију теретом, формирање композиција, организацију саобраћаја итд.

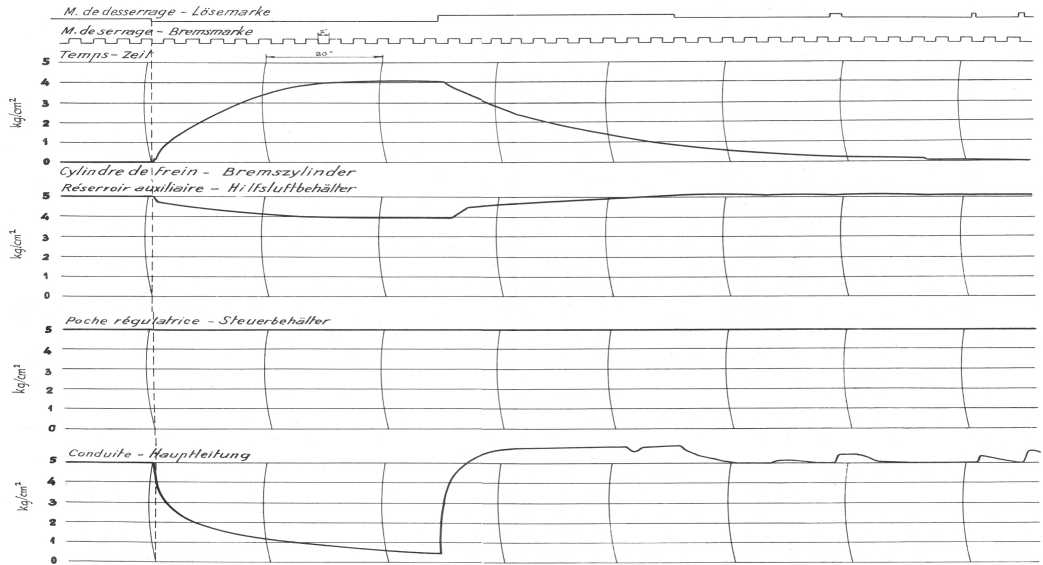
Испитивањима је руководио представник поткомисије за теретне кочнице. На локомотиви, у три посматрачка вагона и у мерним колима налазили су се посматрачи поткомисије који су водили свако посматрачко место са једним асистентом, два радника и особљем које је вршило мерење. Из сваке земље која је била чланица поткомитета, на сваком посматрачком месту је могао да буде још по један представник.

4. МЕРНА ОПРЕМА

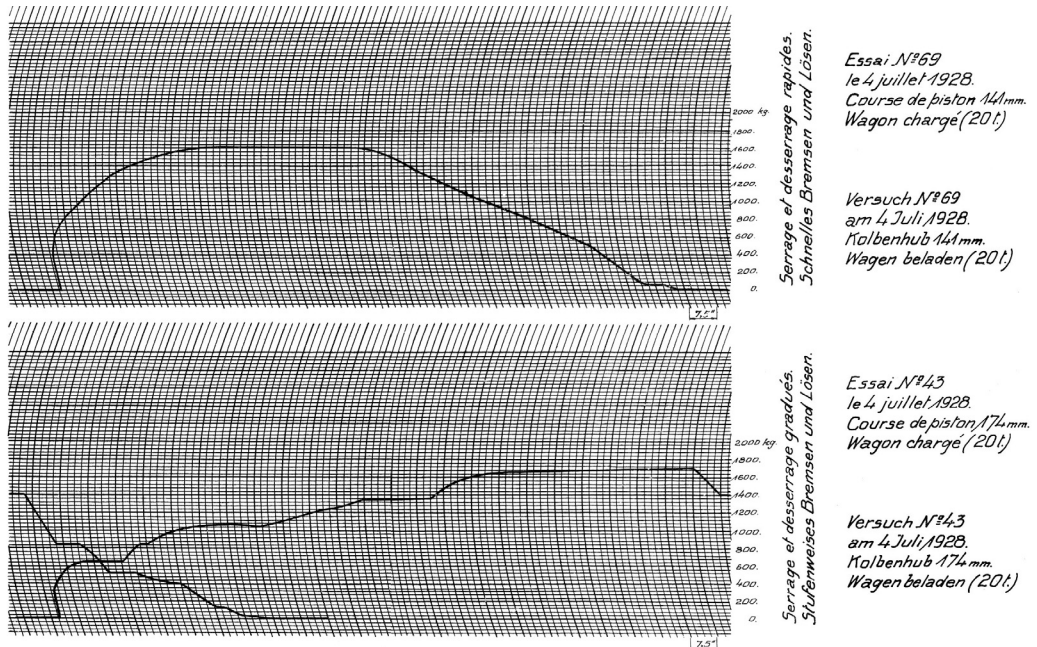
Мерна опрема се састојала од већег броја преносних мерача притиска са записивањем на покретној траци са временском скалом. Пример записа из извештаја је на слици 3. У мерним колима која су увек била на крају композиције је мерена још и брзина и зауставни пут. Од локомотиве до сваког посматрачког, тј. мерног места је доведен електрични сигнал којим је на

покретној траци записиван тренутак завођења кочења и тренутак завођења откочивања на кочнику локомотиве. Сва мерна места су била повезана телефонском везом међусобно и са локомотивом.

Из извештаја се види да су за мерење силе притиска кочних папуча на точак коришћена два типа мерних уређаја: један који је припадао Југословенским железницама и други који је припадао Француским железницама. Пример једног оригиналног записа је приказан на слици 4.



Слика 3. Притисци у главним просторима кочнице – брзо кочење и откочивање



Слика 4. Сила притиска папуча на точак при брзом (горе) и постепеном кочењу (доле)

Сва мерна места су примала различите звучне сигнале који су служили за сигнализирање разних догађаја везаних за испитивање, пре свега када треба покренути, а када зауставити писаче мерних апаратура. У сваком од ових вагона су били постављени и манометри који су перманентно показивали притиске у главном ваздушном воду, радној комори, кочном цилиндру и помоћном резервоару.

Са данашње тачке гледишта је интересантно да у то време нису постојали давачи за мерење убрзања. Уместо тога су уздужни поремећаји при кочењу оцењивани помоћу једног постоља са металним куглама. Кугле су биле тако постављене да је, зависно од величине удара, инерцијална сила избацивала из лежишта различити број кугли. Бележен је број испалих кугли и страна на коју су избачене (напред или назад), што је служило за приближну оцену насталих уздужних реакција, пошто у програму испитивања критеријуми за то нису били дефинисани.

5. САСТАВ ИСПИТНИХ КОМПОЗИЦИЈА

Од наведених вагона је током испитивања формирано осам различитих састава композиција према табели 1.

Табела 1. Преглед главних карактеристика композиција за испитивање

| Ознака композиције | Број осовина | Маса (t) | Расподела терета дуж композиције | Опремљеност кочницом |
|-------------------------------|--------------|----------|---|--|
| A ₂ | 150 | 1200 | приближно равномерно | Божић |
| A ₃ | 150 | 1200 | приближно равномерно | Божић |
| A ₄ | 150 | 750 | сви вагони празни | Божић |
| A ₅ | 100 | 1500 | макс. натоварени (20 t) вагони за превоз угља | Божић |
| A ₆ | 200 | 1050 | сви вагони празни | Божић |
| A ₂ T ₂ | 150 | 1200 | приближно равномерно | 1/2 кочница Божић 1/2 кочница Westinghaus |
| A ₂ Z ₂ | 150 | 1200 | приближно равномерно | 1/2 кочница Божић 1/2 кочница Westinghaus |
| A ₇ | 48+12 | | напред путнички вагони, позади празни теретни | Брзодејствујућа ("P") кочница 48 осов. W , 12 осов. Божић |

За сваку од композиција је требало испитивање спровести са 2 до 4 комбинације распореда кочених и нековених вагона, укључујући и композиције са групама до 26 узастопних нековених осовина. Пример прописаног састава и распореда вагона у композицији A₂ је дат на слици 5.

Расподела растојања одбојничких тањира у композицијама је била 0 cm, 3 cm, 6 cm, 0 cm, 3 cm, 6 cm..., с тим да између десетог и једанаестог, двадесетог и двадест првог итд. вагона растојање буде 10 cm.

Расподела ходава кочних цилиндара за сваких пет вагона редом дуж композиције је била 100 mm, 120 mm, 140 mm, 160 mm и 180 mm.


 Слика 5. Састав и кочење композиције А₂

6. ИСПИТИВАЊА У МЕСТУ

Испитивања у месту су вршена пре одговарајућих испитивања на прузи:

- тродневна испитивања на празној композицији А₆ (200 осовина),
- дводневна испитивања на делимично натовареној композицији А₂ (150 осовина).

Током ових испитивања су мерењима проверавани:

- Време пуњења ваздушне инсталације композиције са различитим бројем вагона са укљученом и искљученом кочницом. Време пуњења комплетне инсталације композиције није било прописано, већ је бележено као информација.
- Заптивеност комплетне инсталације је проверавана мерењем карактеристичних притисака на пет произвољно изабраних вагона током једног сата после заведеног брзог кочења кад је главни ваздушни вод потпуно испражњен и у откоченом стању када је главни ваздушни вод напуњен и затворена чеона славина ка локомотиви.
- Кочење и откочивање је проверавано мерењима на пет одабраних вагона у композицији. Мерења су спроведена и делимичним утоваром и истоваром вагона ради провере зависности кочне силе и времена кочења и откочивања од оптерећења вагона.
- Мерење пробојне брзине је вршено са различитим бројем укључених и искључених кочница у композицији почев од кочења само првог и последњег вагона до кочења целе композиције.
- Постепеност кочења и откочивања је мерена на пет одабраних вагона у композицији.
- Утицај номиналног притиска у главном ваздушном воду на процес кочења и откочивања је мерен при номиналном притиску од 2, 4 и 6 бар. Испитивање при номиналном притиску у главном ваздушном воду од само 2 бар је са данашње тачке гледишта неубичајено, ако се има у виду да актуелни прописи захтевају нормалан рад кочнице у области 5 ± 1 бар.
- Утицај разних могућих сметњи, пре свега незапivenessности инсталације, је вршен на начин договорен током испитивања, јер у захтевима нису били постављени фиксни критеријуми.

- Утицај некочених вагона на рад кочнице је требало испитати да би се утврдила најдужа група некочених вагона која не омета нормалан рад кочнице на осталим вагонима.
- Мерење стварних притисака кочних папуча на точак на одабраним вагонима са различитим степеном товарења и на сваком од тих вагона по два мерења са сваким од три подешена хода клипа: најкраћим, средњим и најдужим.

7. ИСПИТИВАЊА НА РАВНИЧАРСКОЈ ПРУЗИ

Ова испитивања су обављана на прузи Загреб – Јастребарско – Карловац и назад, током девет радних дана са свих осам састава возова наведеним у табели 1 и са свим предвиђеним комбинацијама укључених и искључених кочница.

Југословенске државне железнице су морале да израде ред вожње тако да се испитивања у правцу Карловца, потпуно несметано могу обављати од 9 до 12:30h, а у повратку у правцу Загреба између 14 и 17:30h. Оне су такође биле задужене да после сваког кочења, у року од 3 минута свим члановима поткомисије доставе резултате: брзину из које је кочено, зауставни пут или растојање од задатог места заустављања, пробојну брзину, време кочења и број кугли које су пале. На тај начин је требало да се уз многобројна кочења одржи предвиђена сатница испитивања.

На сваком мерном месту је посматрач из поткомисије на крају сваке вожње стављао свој печат, узимао траке и формуларе са записима резултата и предавао их руководиоцу испитивања.

Са сваком композицијом је при томе изведено по 31 кочење према унапред утврђеном плану. Од тога је било по 17 брзих кочења, 9 нормалних кочења и 5 регулационих кочења са задатим смањењем брзине, без заустављања. Брзине из којих се кочи су биле дефинисане за свако кочење и износиле су од 10 до 60 km/h.

Дуж пруге су на местима почетка сваког планираног кочења постављене одговарајуће табле, а почев од тог места су постављене ознаке на сваких 25 m које су служиле за допунско мерење зауставног пута. На местима почетка кочења је локомотива морала да буде са што отворенијим регулатором, тј. са што већом вучном снагом. У случају брзог кочења, машиновођа је у тренутку проласка његове кабине крај табле са ознаком, брзо окретао кочник у положај брзог кочења и иза тога враћао регулатор у нулти положај, тј. искључивао вучу. Учешће било какве допунске кочнице није било дозвољено, а све ручне кочнице су морале бити пломбиране у откоченом положају.

По заустављању је метарском пантљиком утврђен положај кабине машиновође од најближе 25-метарске ознаке како би се утврдио зауставни пут. Зауставни пут који су измерила мерна кола је служио за контролу. Запис брзине са локомотиве у тренутку завођења кочења је такође поређен са брзином која је измерена са мерним колима.

У случају нормалног кочења, такође је постојала табла за почетак кочења и циљ је био да машиновођа заустави композицију на жељеном, обележеном месту. По заустављању је мерено растојање кабине машиновође од жељене тачке заустављања.

Током заустављања излазак из композиције је био дозвољен само члановима поткомисије који су вршили мерење зауставног пута. Такође, без одобрења руководиоца испитивања, нису смеле да се на вагонима врше никакве интервенције током испитивања.

При регулационом кочењу је воз поред одговарајуће табле морао са откоченом кочницом да прође задатом брзином и до друге задате ознаке је машиновођа морао да смањи брзину на задати ниво, без заустављања.

Осим тога изведено је неколико кочења у случају опасности. Ова кочења су вршена без знања машиновође и вршио их је руководиоца испитивања на местима где се остала мерења нису реметила.

8. ИСПИТИВАЊА НА ПАДУ

Ова испитивања су изведена на прузи Загреб – Сушак (данашња Ријека), на деоници између станица Лич и Сушак. Одлика ове деонице, дуге 35 km, је да на готово целој дужини има пад од 25%.

Испитивања су састављена од две групе:

- четири испитивања са четири потпуна кочења и три брза кочења током вожње. У оквиру тога, иза једног потпуног кочења из 30 km/h се воз што брже откочује и не кочи се даље до постизања 35 km/h, када се заводи брзо кочење. Индиректна кочница локомотиве је искључена. Директна кочница, ако је могуће, не треба да се користи. Прописане су брзине 15, 30 или 35 km/h, које машиновођа на одређеним деловима пруге треба да одржава и из којих се спроводе кочења.
- пет испитивања током којих се брзина све време током спуштања одржава на 35 km/h, са само једним брзим кочењем на пад од 25 %. Индиректна кочница локомотиве је искључена. Употреба директне кочнице локомотиве је забрањена.

У оба случаја је по једно испитивање било спроведено са кочником Божић, а остала са кочником Westinghaus. На појединим вагонима су уз пломбиране ручне кочнице били распоређени кочничари. Они су смели да активирају ручне кочнице само на специјални знак са локомотиве (практично, само у случају непредвиђене ситуације).

За разлику од вожњи на равничарској прузи, мерења на првом и последњем вагону се врше све време испитивања. Евидентира се број кугли које падну током сваког кочења, као и време када је дошло до пада. Одмах потом се кугле враћају на своје место.

Током испитивања са једним брзим кочењем, мери се време откочивања тј. минимално време за које машиновођа може поново да покрене композицију. Такође, током тог времена треба измерити температуре на што више точкова.

9. НАЈВАЖНИЈИ РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА 1927. ГОДИНЕ

Током испитивања 1927. године, од 33 постављена захтева описана у поглављу 1, више захтева није испуњено или делимично није испуњено, а и у неколико

случајева, где је захтев формално био испуњен, поткомисија је коментарисала нежељена одступања која су се појављивала.

При смањеном номиналном притиску (захтев бр. 5) се догађало да и до 30% празних вагона на крају композиције не закочи. У више случајева је констатовано препуњавање радне коморе, после чега се ти вагони нису могли откочити враћањем притиска у главном ваздушном воду на номинални (везано за захтев бр. 6).

Приликом испитивања у месту, на композицији празних вагона, зависно од броја укључених кочница, добијене су пробојне брзине од 75 m/s до 98 m/s. Током испитивања у возњи пробојне брзине су се кретале од 76 m/s у случају композиције празних вагона до 100 m/s у случају делимично или потпуно натоварене композиције. Поткомисија је констатовала да су распоредници били мање осетљиви у случају празних вагона, што је утицало на мање пробојне брзине. Констатовано је да скоро у свим случајевима пробојна брзина лежи испод прописаног минимума од 100 m/s (захтев бр. 7).

Захтев бр. 11 да брзи наскок притиска не сме да пређе 20% од максималног притиска, као и да време кочења треба да износи од 28 до 60 s, није испуњен. Код товарених вагона наскок је често износио и до 30%. Код празних вагона наскок је био спор и код неких вагона је постизан тек после 25 s. Због тога се време кочења протезало и до 110 s.

Поткомисија је сматрала да је то последица чињенице да се регулација максималног притиска у цилиндру врши калибрисаним отвором променљивог прстенастог пресека. Тиме се постизала врло добра пропорционалност крајње кочне силе са оптерећењем вагона. Међутим, из истог разлога је време протичања ваздуха такође било обрнуто пропорционално оптерећењу, па су времена до наскока и до постизања максималног притиска у цилиндру код празних вагона била сувише дуга. То је практично утицало и на неиспуњење неколико других захтева.

Није испуњен ни други део захтева број 12, где се тражило да времена до постизања максималног притиска у кочном цилиндру буду приближно једнака за празан и товарен вагон.

Није испуњен захтев број 13 о минималној кочености од 50% код празних вагона. Код товарених вагона (захтев бр. 14) је било варијација у кочености код једнаких оптерећења вагона.

Време откочивања (захтев бр. 16) је код појединачних празних вагона било знатно дуже него код товарених и износило је и до 150 s, што је изнад захтеване горње границе од 110 s. Откочивање је од почетка према крају композиције било све дуже, што је машиновођа морао да решава таласима надпритиска и за целу композицију је трајало 4 до 5 минута. Таласи надпритиска су, међутим, доводили до препуњавања радних комора на челу воза, што је био још један значајан проблем током испитивања 1927. године. У неким случајевима се догађало да поједини празни вагони уопште до краја не откоче.

Захтев 19 да сви пребацивачи буду лако доступни са обе стране вагона делимично није испуњен, јер је кочница имала један са једне стране вагона неприступачан пребацивач са положајима „искључена кочница“, „кочник

Божић“ и „кочник Westinghaus“. Осим тога је поткомисија сматрала да је постојање таквог пребацивача начелно проблематично, пошто железничко особље по правилу не зна који кочник има локомотива. Пошто се показало да кочница са распоредником Божић може да ради несметано у положају Westinghaus, препоручено је да се положај ручице „Божић“ избаци, тј. да остану само положаји „кочница укључена“ и „кочница искључена“.

У погледу захтева 21 који се односи на неправилности у раду кочнице, подкомисија је оценила да распоредник Божић садржи неколико осетљивих делова. Детаљно је анализирао елементе распоредника и констатовала да неки од њих могу да се делимично или потпуно запуше при раду, код неких су често биле присутне незаптивености итд., због чега је у току испитивања у неким случајевима долазило до неправилности у раду кочнице.

Захтев 23 везан за кочну опрему локомотиве делимично није био испуњен јер је у вожњи прекорачено захтевано време кочења. Такође је кочни цилиндар имао један преструјни канал, што захтевима није било дозвољено и у једном случају је водило отказивању кочнице због истицања ваздуха.

Изузев јаких трзаја код композиције са празним вагонима захтев 24 је испуњен. Захтев 27 да кочница не сме да изазове јаке уздужне трзаје у неким случајевима возова са празним вагонима није био задовољен. Ово је повезано са већ наведеним проблемима око кочења празних вагона.

Захтев 29 да кочница не сме да изазове штетне ударе је сматран испуњеним, мада се у току испитивања два пута догодило кидање вучне опреме. Констатовано је да примењена вучна опрема није имала довољну чврстоћу на кидање јер је покидана при сили од приближно 540 kN.

Поткомисија је истакла добру особину кочнице Божић да аутоматски надокнађује губитке ваздуха у кочном цилиндру и помоћном резервоару. Такође је у закључку извештаја констатовано да су испитивања на паду показала врло добре резултате.

С друге стране, комисија је у закључку недостатке објединила на следећи начин:

- недовољан наскок, кашњење или чак изостанак кочења на крају композиције са празним вагонима,
- сувише мала пробојна брзина у случају празних вагона,
- прекорачење времена кочења и откочивања у неким случајевима, нарочито код празних вагона,
- лоша видљивост искључне славине и проблем због три положаја у односу на уобичајена два,
- проблеми у регулисању кочнице (због осетљивих делова) и честе незаптивености.

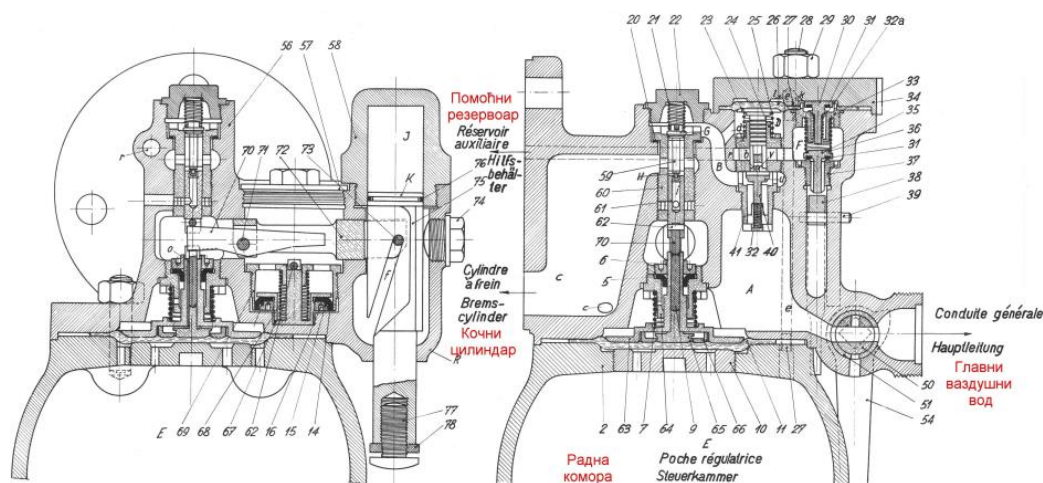
Због тога поткомисија није могла да дâ предлог за прихватање кочнице у тадашњем облику, али је предложила да се изведу побољшања и да се потом спроведу допунска испитивања.

10. ИЗМЕНЕ У КОНСТРУКЦИЈИ РАСПОРЕДНИКА

Кочница Божић која је испитивана, као главне подклопове је имала кочник Божић тип А, и три типа распоредника: тип С – са мењачем "Теретни-56

Путнички", тип D – са аутоматским прилагођавањем кочне силе оптерећењу и тип F – са троположајним ручним пребацивачем ("Празан – Полунатоварен – Натоварен").

Мада многобројни недостаци наведени у претходном поглављу делују озбиљно, очигледно је да је Божић веома добро разумео све механизме који су доводили до проблема. Он је успео у току само неколико месеци после испитивања 1927. године да осмисли и спроведе измене на конструкцији распоредника, како би се сви наведени проблеми решили. Распоредник типа D са изменама је приказан на слици 6. Главне измене су биле на улазном вентилу – 40 и на вентилу за пуњење радне коморе – 30.



Слика 6. Кочник Божић, типа D

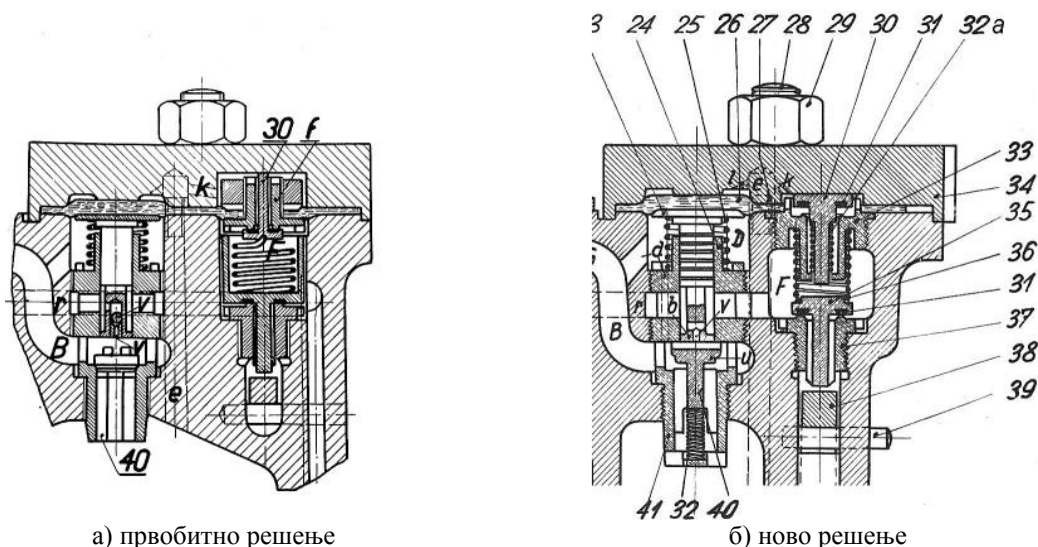
У првобитном решењу (слика 7а) је ваздух из главног ваздушног вода преко улазног вентила – 40 пролазио кроз канал "v" преко неповратног лоптастог вентила "V", а онда каналом "r" пунио с једне стране помоћни резервоар, а са друге простор "F". Вентил "f" се подизао и преко канала "k" и "e" пунио радну комору. Када се заврши пуњење и притисци у главном ваздушном воду, помоћном резервоару и радној комори изједначе, затварали су се улазни вентил – 40, вентил "V" и вентил "f". У случају препуњавања, повишени притисак у радној комори се због затворених вентила није могао спустити обарањем притиска у главном ваздушном воду, већ само повлачењем ручице за откочивање на вагону.

У новом решењу (слика 7б) се помоћу еластичне опруге – 32 улазни вентил – 40 малом силом држи у отвореном стању. Кроз калибрисани канал "v" који сада нема лоптасти неповратни вентил, пуни се помоћни резервоар на једној и простор "F" на другој страни. Пречник овог канала је повећан у односу на претходну верзију. Вентил – 30 се у новом решењу такође држи отворен малом силом помоћу нове слабе опруге – 32а. Преко њега се кроз канале "k" и "e" пуни радна комора.

После препуњавања се у овом случају лаганим обарањем притиска у главном ваздушном воду смањује притисак и у радној комори, пошто опруга – 32 држи

вентил – 30 у отвореном стању, а опруга – 32а улазни вентил према главном ваздушном воду. Пошто у каналу "v" нема више лоптастог вентила, преко њега се при препуњавању лагано изједначава и притисак у помоћном резервоару.

У случају кочења је пад притиска у главном ваздушном воду бржи и већи, па разлика притисака затвара вентил – 32 и тада распоредник нормално ради на принципу три распоредна притиска.



а) првобитно решење

б) ново решење

Слика 7. Измене на распореднику

Друга измена је додата опруга – 68 са слике 6, чиме је умањен негативан утицај противклипа – 67 на распоредни клип 63 на почетку кочења. На тај начин је значајно повећана осетљивост кочнице нарочито у случају празних вагона.

Преструјни канали који су постојали у кочном цилиндру при испитивањима 1927. године су затворени.

Пребацивач „Укључено-Искључено“, који је при првим испитивањима имао и трећи положај који се користио само када је на локомотиви кочник „Божић“, сада је изостављен, јер се показало да распоредник и са кочником „Божић“ у положају „Укључено“ ради без сметњи.

У Јануару 1928. су Југословенске државне железнице обавестиле поткомисију да су припремиле ново испитивање са наведеним изменама и побољшањима којима се недостаци наведени у извештају из 1927. године отклањају.

11. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА 1928. ГОДИНЕ

Поткомитет је саставио програм допунских испитивања у коме су углавном поновљена општа испитивања кочнице у месту и она испитивања у возњи којима је требало доказати да су ранији недостатци отклоњени. Ова испитивања су обављена између 3. и 13. јула 1928. године, на истим деоницама пруге као и годину дана раније.

Као резултат тих испитивања поткомисија је у свом извештају детаљно коментарисала све тачке у којима су се при претходним испитивањима појавили недостаци.

Захтев 5: Измене на распореднику су повећале наскок и неосетљивост у случају кочења празних вагона. При притисцима у главном ваздушном воду између 2 и 6 bar, ни у једном случају се више није догодило да изостане наскок и да кочница не закочи.

Захтев 6: Констатовано је да је проблем препуњавања радне коморе решен применом двостраног вентила који повезује радну комору са главним ваздушним водом и захваљујући еластичним опругама које држе вентил у полуотвореном стању, дозвољавајући изједначавање притиска у радној комори при довољно лаганом обарању притиска у главном ваздушном воду после таласа надпритиска.

Захтев 7: Захваљујући мерама на смањењу унутрашњих отпора у распореднику, повећана је осетљивост и пробојна брзина. При испитивањима у месту су сада постигнуте средње пробојне брзине између 114 и 140 m/s у случају композиција са празним вагонима и 151 m/s када је воз састављен од натоварених вагона. У возњи су измерене средње пробојне брзине од 115 m/s у случају празних вагона до 136 m/s у случају делимично натовареног воза.

Захтев 8: Наведене мере су довеле до тога да је максимални притисак при брзом кочењу и постепеном кочењу до потпуног кочења био готово идентичан.

Захтев 9: Разлика у потребном паду притиска да би се остварило степенасто кочење у случају празног и натовареног вагона сада је била приближно једнака. Ни у једном случају се није појавило нежељено кочење неког вагона.

Захтев 11: Наскок код празних и натоварених вагона се мало разликовао и сведен је у захтевану границу од 20%. Раније велике разлике у временима кочења које су при првим испитивањима биле изван задатих граница су сведене у дозвољене оквире, тако да је овај Захтев испуњен. Поткомисија је приметила да регулација времена кочења мора да се обавља веома пажљиво.

Захтев 12: Поткомисија је констатовала веома добру пропорционалност између оптерећења и максималног притиска у кочном цилиндру. И ако су времена кочења на истом вагону варијирала зависно од хода клипа и степена натоварености, констатовано је да су те варијације биле у дозвољеним границама.

Захтев 13: Коченост празних вагона је постигнута унутар захтеваних граница.

Захтев 14: Коченост натоварених вагона, изузев ретких изузетака, је постигнута унутар захтеваних граница.

Захтев 16: Констатовано је знатно побољшање у односу на прва испитивања, мада је примећена и разлика између вагона са идентичним оптерећењем и ходовима клипа. Времена откочивања појединачних вагона су сведена у дозвољене границе. Времена откочивања воза су са 4-5 минута смањена на нешто више од 3 минута. Посебно је констатовано да нема више препуњавања радне коморе које је имало раније нежељене последице.

Захтев 17: Повећањем калибрисаног отвора за прво пуњење помоћног резервоара и другим мерама је време првог пуњења сведено на 5 минута.

Захтев 19: Одбацивањем посебног положаја за укључену кочницу када се управља Божић кочником и променом положаја ручица овај захтев је испуњен. У погледу полужног уређаја за подешавање кочног притиска од оптерећења вагона, поткомисија је констатовала мање недостатке и препоручила да се они у будућности отклоне.

Захтев 21: Спроведеним изменама је неправилан рад распоредника сведен на појединачне изузетке.

Захтев 24: Захтев је испуњен и за возове са празним вагонима.

Захтев 25: Захваљујући повећаној пробојној брзини заставни путеви су били краћи него при првим испитивањима и знатно испод граничних вредности.

Захтев 26: Захваљујући повећаној пробојној брзини и равномернијем кочењу вагона уздужни трзаји су знатно смањени упркос чињеници да су заставни путеви били краћи.

Захтев 29: Није било штетних утицаја.

На основу ових резултата поткомитет је констатовао да кочница Божић задовољава постављене захтеве, сама или у комбинацији са Westinghaus или Kunze-Кнопг кочницом и да се може одобрити за примену на теретним вагонима у међународном саобраћају.

Мада је током испитивања провераван и рад брзодејствујуће "Р" кочнице, у извештају она није посебно обрађена. Пошто за ту врсту кочнице нису постојали прописани захтеви за испитивање све до после другог светског рата, подразумевало се да је и та врста кочнице Божић одобрена.

12. ЗАКЉУЧАК

Извештај о типском испитивању кочнице Божић представља техничко сведочанство о једном изузетном проналазачком и инжењерском подухвату. Пре готово деведесет година Добривоје Божић се захваљујући сарадњи и подршци Југословенских државних железница упустио у један грандиозан подухват какав је био примерен само технички много развијенијим земљама. Колико су била напредна техничка решења Божић кочнице сведочи чињеница да се возила опремљена овом кочницом још и данас могу користити у железничком саобраћају.

Том врстом кочнице се додуше данас не могу више опремати нова или реконструисана возила, јер су пнеуматске кочнице у протеклим деценијама значајно напредовале. Тај напредак је великим делом остварен на бази решења кочнице Божић, која на жалост касније није усавршавана. Остаје међутим у историји железничке кочне технике забележено да је код кочнице Божић:

- први пут практично реализован принцип рада са три радна притиска, који је основа свих модерних кочница (истовремено са кочницом Drolshammer),
- повећана пробојна брзина до 150 m/s,
- постигнуто постепено откочивање воза,
- постигнута неисцрпност кочнице при узастопним кочењима на дугим падовима,
- решен проблем препуњавања радне коморе,

- постигнуто аутоматско прилагођавање силе кочења у зависности од оптерећења,
- конструисан кочник веома лак за употребу и фино регулисање кочне силе.

Са данашње тачке гледишта, патентирање идеје како практично реализовати принцип кочнице са три радна притиска, затим развој свих подсклопова кочнице – посебно више варијанти распоредника, реализација прототипова, производња и уградња кочнице на 100 двоосовинских вагона, спровођење обимних и дуготрајних испитивања, измене у конструкцији после прве серије испитивања, добијање одобрења за употребу у међународном железничком саобраћају и на крају примена на великом броју железничких возила, стављају Добривоја Божића на пиједестал убедљиво најзначајнијег инжењера и проналазача у области железничког машинства Србије и једног од уопште најзначајнијих машинских инжењера у Србији.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bericht des Bremsunterausschusses für die durchgehende Güterzugbremse, Ergebnisse der Versuche mit der Božićbremse, Internationaler Eisenbahnverband, V Ausschuss, Bern, September 1928.
- [2] Патент: DE322153C , Steuerventil fuer Einkammer-Druckluftbremsen, Publication date 21 Jun 1920, Filing date 4 Nov 1913, Dobriwoje Bozitsch Dipl Ing
- [3] Јосип Швагел, Кочнице на железничким возилима, Завод за новинско издавачку и пропагандну делатност ЗЈЖ, Београд 1962.
- [4] Патент: US 1420237 A compressed air continuous brake system for passenger or freight trains. Publication date June 20, 1922., Filing date Mar. 1, 1922,- Dobriwoje Bozic
- [5] Патент: US 15336922 A Accelerator, Publication date April 14, 1925., Filing date Nov 5, 1923,- Dobriwoje Bozic
- [6] Патент: US 1571506 A Quick-action triple valve, Publication date Feb 2, 1926, Filing date Oct 4, 1923, Dobriwoje Bozic
- [7] Патент: AU 1923014908 Improvements in valves for fluid pressure railway brakes, Filed on 24/10/1923, Dobriwoje Bozic
- [8] Патент: US 1679 348 Distributor for fluid-pressure brakes, Publication date Aug 7 1928, 1927, Filing date Feb 23, 1927, Dobriwoje, Bozic
- [9] Патент: US 1527127 Compressed-air brake for railway vehicles and the like, Publication date Feb 17, 1925, Filing date Aug 16, 1924, Ivar Drolshammer
- [10] Патент: US 1536 527 Railway brake, Publication date May 5, 1925, Filing date May 26, 1923, Ivar Drolshammer
- [11] Патент: US 1602 656 Compressed air brake, Publication date Oct 12, 1926, Filing date Aug 27, 1925, Ivar Drolshammer
- [12] UIC 543, Brakes - Regulations governing the equipment of trailing stock, Edition no.14, February 2014, Appendices A.1 and A.2, Updated 1.2.2016.
- [13] Simić, G., Milković, D., Radulović, S., Report of brake performance test of Sdggmrss wagon, No: 13.04-125, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, March 2016.
- [14] Simić, G., Milković, D., Failure analysis of block brake unit support of EMU, 26th DanubiaAdria, Symposium, Proceedings, pp 215-216, Montanuniversitat, Leoben, Austria, 2009.

- [15] Radulović, S., Simić, G., Milković, D., Lučanin, V., Tanasković, J., Influence of measurement method and data processing on the results of brake performance test, Railcon 16, Niš, 13-14.10.2014; in „Proceedings“, Faculty of mechanical engineering Niš, pp. 33-36.
- [16] G. Simić, V. Lučanin, J. Tanasković, M. Radović, Experimental research of characteristics of shock absorbers of impact energy of passenger coaches, Experimental Techniques, (2009) vol. 33, br. 4, str. 29-35.
- [17] Milković, D., Simić, G., Jakovljević, Ž., Tanasković, J., Lučanin, V., Wayside system for wheel–rail contact forces measurements, Measurement 46, pp. 3308-3318, 2013

ДОБРИВОЈЕ БОЖИЋ – ЖИВОТ И РАД ПРОНАЛАЗАЧА ПРВЕ САВРЕМЕНЕ КОЧНИЦЕ

Зоран Бундало¹, Слободан Росић²

¹ Висока железничка школа струковних студија, Здравка Челара 14, Београд,
cheminot@eunet.rs, cheminot2@gmil.com

² Инфраструктура желенице Србије а.д. Немњина 6, Београд, srosic@sbb.rs

Резиме: У раду је описан живот и рад инжењера Добривоја Божића, једног од највећих српских конструктора и проналазача. Његови проналасци су имали велику улогу у даљем развоју железнице, јер су отворили ново поглавље у конструисању железничких кочница. Добривоје Божић је својом новом кочницом успешно решио све проблеме који су се јављали код других решења. За разлику од ранијих решења, он је конструисао кочницу са тропритисним распоредником да би онемогућио исцрпљивање кочнице и истовремено омогућио постепено откочивање воза. Осим нових решења на главном делу сваке железничке кочнице – распореднику, Божић је извео и више побољшања на другим уређајима. Први у свету употребио је при конструисању кочника гумене мембране. Божић је конструисао своју нову кочницу, најпре тип „С“ за теретне возове, а касније и типове „D“ за путничке возове и „CD“ за мешовите возове. Међународна унија железница, под притиском моћних фабрика чији су интереси били угрожени, на све могуће начине је правила проблеме и стално постављала нове захтеве, да би Божићева кочница ипак била одобрена као међународна (интернационална). Добривоје Божић је један од ретких српских инжењера чије је дело имало јако велики значај за кочиону технику у целом свету.

Кључне речи: Добривоје Божић, проналазач, кочица.

1. УВОД

Инжењер Добривоје Божић је несумњиво један од највећих српских конструктора и проналазача, који је својим радом дао огроман допринос у области конструисања железничких кочница. Веома је значајан његов допринос, како у теоријском осмишљавању тако и у практичном извођењу конструкција железничких кочница. Добривоје Божић је поштован и слављен као један од највећих умова ове земље, да би после Другог светског рата осетио сву тежину живота у емиграцији. Пред крај живота вратио се у Србију, у Београд где је умро и где је сахрањен. О његовом раду је остала богата стручна грађа и у нашој земљи и у иностранству, али и поред тога, данас су његово име и рад неоправдано пали у заборав.

2. ЖИВОТ, ШКОЛОВАЊЕ И РАД ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Добривоје Божић је рођен је 05.01.1886. године (23.12.1885. године по старом, Јулијанском календару) у Рашкој, у свештеничкој породици од оца Саватија и

мајке Босиљке, рођене Алексић. Божићеви родитељи, рођени у једном селу у близини манастира Студеница имали су шесторо деце, четири сина и две ћерке. Саватије је као свештеник прво службовао у Рашкој, где му се и родио најстарији син Добривоје. Врло брзо је са службом прешао у Краљево, где су се родила још три сина и две ћерке. Иако релативно скромних могућности, они су одлучили да својој деци омогуће високо образовање и од шесторо њихове деце, петоро је завршило високе школе у Немачкој, Аустрији и Чешкој:

- Добривоје, инжењер машинства,
- Милија, инжењер рударства (био је једно време директор рудника Трепча),
- Божидар, инжењер геологије (пројектант пруге Краљево – Косовска Митровица),
- Милош, доктор и оснивач Матарушке бање у коју је свој капитал уложио и сам Добривоје и
- сестра Ројна, удата Милосављевић, инжењер.

Добривоје је као мали био несташно дете и волео је да ради "на своју руку" и као дечак је имао велику жељу за путовањима и новим сазнањима. Тако је два пута бежао од куће и оба пута је враћан. Први пут је пешице стигао до тадашње српско – турске границе код Ивањице и тада су га вратили кући. Потом је побегао у Београд где се запослио као слуга и да би се прикрио, променио је име. У Београду га је пронашао ујак Милош и вратио родитељима. После другог бежања, кад је враћен кући у разговору са својим оцем своје бежање од куће образлаже жељом да путује по свету и постане лађар. Отац Саватије му предлаже да је боље да заврши школу, па тада да путује по свету као учен човек, што је Добривоје и прихватио. Основну школу је почео да похађа у Рашкој, а наставио је у Краљеву. Гимназију је завршио у Крагујевцу, а студирао је у иностранству. Студије машинства уписује у Немачкој, чије су високе школе у тој области уживале велики углед. Машинство је започео да студира на Високој техничкој школи у Карлсруеу, где му једно време предавао и чувени Рудолф Дизел. На студијама у Немачкој Божић је стекао врло добро знање из области техничких конструкција и парних и гасних турбина. Студије машинства је завршио и дипломирао у Дрездену. Он је био полиглота, за време студија научио је осим немачког и француски и италијански језик [10].

По завршетку студија, вратио се у Србију 1911. године и запослио се на Српским државним железницама. Прво радно место је било подинжењер II класе у главној радионици у Нишу. У овој радионици су врло брзо учили да је реч о веома квалитетном инжењеру и од самог почетка су му поверавали да решава одговорне задатке. Један од првих задатака била је оправка кочница на дворском возу. Он је са много труда и стрпљења детаљно испитивао ове кочнице и учио је неке проблеме и недостатке у вези са њиховом конструкцијом.

Пред Први светски рат инжењер Божић је почео прве експерименте са новом конструкцијом железничких кочница, али је избијање рата прекинуло његов рад. До окупације Србије 1915. године он је био на служби у нишкој железничкој радионици, а период окупације до 1918. године је провео код родитеља на селу. За време Првог светског рата прота Саватије Божић био је председник националне организације – Српске одбране и због тога су га Немци ухапсили.

Прота је синове склонио у своје родно село, али су ту окупатори ухватили и Добривоја, јер су сумњали да је комита. Саватија и Добривоја су осудили на смрт и ноћ пре извршења казне прота је потпуно оседео. Пре извршења смртне казне, официр је питао проту да ли има неку жељу. Он је одговорио да се разочарао поступком Немаца, сматрао је да су они културан народ и због тога их је поштовао. Не може да верује да они могу чинити оваква недела, да стрелају невинне људе. За себе није тражио милост, јер је њему свештенику било место у националној организацији. Молио је да не стрелају сина, јер је он врло способан инжењер, који може служити за добро човечанства. Отац је тврдио да се Добривоје склонио у село због ратне опасности и није имао никакве везе са комитама. Немци су променили одлуку да их страљају и пустили су их на слободу [16].

По завршетку рата инжењер Божић ради у Министарству саобраћаја Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца (у даљем тексту СХС) као машински инжењер II класе, да би се поново вратио на железницу у звању инжењера II класе у одсеку за железничке радионице Машинског одељења Генералне дирекције Државних железница Краљевине СХС.

Инжењер Божић се оженио у зрелим годинма 1931. године са Радмилом – Секом Плећевић (1912-1970.), ћерком свог школског друга, београдског адвоката Плећевића. Свадба је била у хотелу „Српски краљ“. Добривоје, Радмила и њена млађа сестра Даница живели су у кући у Улици Кнегиње Персиде (данас Крунска 69). Захваљујући погодном финансијском уговору с акционарским друштвом „Шкодини заводи“ из Плзена – чешки "Škodovy závody" (у даљем тексту „Шкода“) у износу од 500.000 златних франака, инжењер Божић је обезбедио завидну материјалну егзистенцију. Он је финансирао и изградњу две куће за рентирање у улици Јована Ристића (данас улица Светозара Марковића), а купио највећи део акција Матарушке бање, велики комплекс шума у околини Пећи, акције рудника на Косову и вилу на хрватском приморју.

Радмила и Добривоје Божић су у браку добили двоје деце која су рођена у Београду, сина Драгана и ћерку Весну. У кући са 17 просторија имали су сталну послугу, собарицу, куварицу, шофера и дечју неговатељицу. Чести гости у његовом дому били су многи угледни људи тог времена, а често и радо су окупљали своје рођаке и пријатеље, а нарочито за своју крсну славу Свети Никола (19. децембар), Божић, Ускрс и за дечје рођендане. Својевремено се у отменим круговима Београда дуго препричавала прослава рођендана са дечјим маскенбалом ћерке Весне. Иако је одавао утисак озбиљног и помало умишљеног човека, забележено је да је понекад инжењер Божић умео да гитаром, коју је добро свирао, забави своје пријатеље. Породица је често путовала у иностранство, нарочито у Италију, Грчку, Француску. За та путовања су радо користили своју велику јахту „Gilio blanko – Бели крин“ са три члана посаде. Инжењер Божић је био члан Јахтинг клуба у Дубровнику, где је била смештена јахта (у Грузији). Волео је да учествује у регатама јахти, а животни сан му је био да управља јахтом. Једно време породица је живела у Монте Карлу [16].

Други светски рат прекинуо је безбрижан живот и плодну делатност инжењера Божића. Наступиле су тешке године за њега и његову породицу. На почетку

рата, покушао је са породицом да пређе границу у Сушаку (Ријека), али је ухапшен. У затвору је провео 103 дана. Због неуспеле операције слепог црева преминула им је кћерка Весна. И поред великог богатства које је имао, за време окупације су живели у сиромаштву. Шуме у околини Пећи и куће су користиле окупационе власти, а Матарушка Бања у ратним условима није доносила приходе. Немачке окупационе власти нису биле вољне да изађу у сусрет његовим захтевима у вези с имовином, јер су знали да он још увек представља опасног конкурента њиховој индустрији. За време ратних година породица Божић је продавала ствари и уметничке предмете из куће да би се прехранила. Иако су ови дани били тешки, инжењер Божић и његова породица нису претпостављали да их чекају још тежи дани.

Ослобођење Југославије донело је друштвене промене, на чијем су се удару нашли многи који су у претходној држави имали значајну улогу. Један од њих био је и инжењер Божић, који је, иако се никада није активно бавио политиком, убрзо по ослобођењу ухапшен. Оптужен је за сарадњу с немачким окупатором. Мада за такве оптужбе није могао да се нађе ниједан ваљан доказ, ко зна како би се све завршило по инжењера Божића да за њега нису случајно сазнали совјетски официри, који су знали за његове значајне конструкције. Њихово распитивање за инжењера Добривоја Божића, а по неким верзијама и понуда да ради у Совјетском Савезу, довело је до његовог пуштања из затвора [10].

Боравак у затвору, претње смртном казном, одузимање и оно мало имовине што му је преостало (имовина му је готово потпуно страдала у рату), утицали су на то да се породица Божић одлучи на бег из земље. Првом приликом која им се пружила доспели су до мора и бродићем су побегли у Италију. Из Италије најпре одлазе у Канаду, а затим у Сједињене Америчке Државе.

Инжењер Божић је у емиграцији добио још једног сина – Роберта (Бранко), који се родио 1950. године у Виндзору у Канади и он је оца први пут упознао тек када је имао 10 година, јер је одрастао у хранитељској породици. Без икаквих средстава и већ у одмаклим годинама да би почео испочетка, Добривоје Божић није успео да се снађе у новој средини. Убрзо га је породица напустила и он је остао сасвим сам [16].

Међутим и у Југославији је то време дошло до ублажавања крутих идеолошких ставова и многи угледни људи у емиграцији били су позивани, преко наших амбасада, да се врате у земљу. Тадашњи југословенски амбасадор у САД био је Лео Матес, чији је отац био предратни високи функционер Државних железница. Амбасадор је врло добро знао за инжењера Божића и његово дело. На његова упорна инсистирања, инжењер Божић први пут се вратио у Југославију 1953. године, други пут 1959. године. Коначно од 1961. године до своје смрти, стално је боравио у Београду, прво у стану своје сестре Ројне Милосављевић у Илирској број 1, а затим у изнајмљеном стану у Улици кнеза Милоша број 4. Добио је пензију и могућност да настави своја истраживања. Јавна гласила су пропратила његов повратак у земљу поново одајући признања за његов рад.

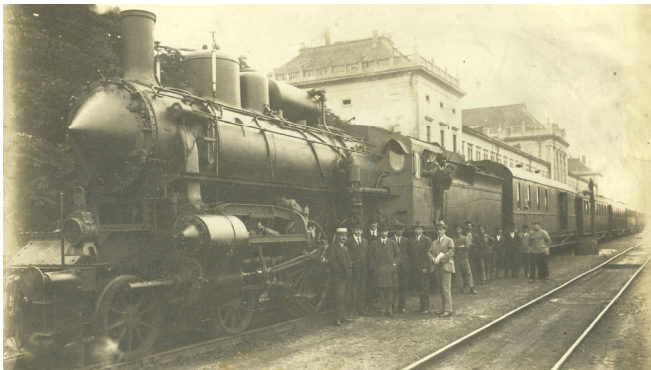
Инжењер Божић је врло достојанствено подносио материјалне тешкоће. Никада није говорио о неправди коју је претрпео (насртај на националну част, неправедно затварање и одузимање имовине). Он је говорио о новим

проналасцима у вези надзвучних авиона, који ће му како се надао, омогућити богат и безбрижан живот. Инжењер Божић је пред крај живота путовао у Париз ради преговора у вези новог проналаска. Потом је добио повратну авионску карту за пут у САД у вези тог проналаска. Пут није остварен, јер је изненада умро.

Преминуо је изненада на Интерној клиници у Београду 13.10.1967. године у 82. години живота. Као узрок смрти наводи се гангрена, која је захватила доње делове трбушног зида и која је била последица шећерне болести, која није благовремено откривена и лечена. Сахрањен је 16.10.1967. године на Новом гробљу у Београду (парцела 24, гроб 119). У име Заједнице југословенских железница од инжењера Божића се опростио инжењер Војислав Пајић.

3. РАД НА КОНСТРУИСАЊУ НОВЕ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ КОЧНИЦЕ

После рата инжењер Добривоје Божић радио је прво у Министарству саобраћаја Краљевине СХС, да би се поново вратио на железницу у Машинско одељење Генералне дирекције Државних железница Краљевине СХС. Већ тада је одлучио да развија нову конструкцију железничке кочнице. С обзиром на то да је нишка Главна железничка радионица потпуно уништена у рату, он је већину испитивања радио у Главној железничкој радионици у Загребу, где је имао боље услове за рад (слике 1 и 2). У његовој радној екипи били су инжењери Јосип Швајгел и Рудолф Фегел и механичар Игњатије Роботић [15].



Слика 1. Гарнитура за испитивање распоредника Божић, железничка станица Загреб главни колодвор 1921. године (фото: Железнички музеј Београд)

Већ 1922. године он је завршио прву конструкцију своје нове кочнице. Пробе са њом су дале задовољавајуће резултате и ову кочницу, под именом Божићева кочница, октобра те године Министарство саобраћаја Краљевине СХС усвојило је као одговарајућу кочницу за наше железнице. И поред тог признања, до потпуног окончања рада на конструисању нове кочнице, инжењеру Божићу је предстојао изузетно дуг пут. Иако је управа Државних железница помагала његов рад, државна служба је захтевала да он део свог времена посвети и другим текућим задацима и пословима.

Да би могао да се потпуно посвети конструисању и развоју своје нове кочнице, инжењер Божић је 19.12.1923. године напустио државну службу и основао своје

предузеће „Генерална компанија за кочнице“ („Compagnie Generale de freins“). Седиште овог предузећа је само номинално било у Паризу, због лакше комуникације са Међународном унијом железница (UIC). Право седиште предузећа је било у Загребу, поред седишта Загребачке обласне дирекције железница и Главне железничке радионице, јер је блиска сарадња инжењера Божића и наших железница на развоју нове кочнице настављена и даље. Главни проблеми који су стајали пред њим били су да отклони одређене недостатке који су се јављали у експлоатацији његове кочнице и да за њу добије признање Међународне уније железница (UIC), без које не би била могућа њена шира примена.

За важност рада Добривоја Божића, важно је знати да је питање железничке кочнице у то време било један од највећих и најважнијих техничких проблема. До појаве прве ваздушне кочнице, возови су кочени ручно и такав начин кочења представљао је ограничавајући фактор даљег развитака железнице. Даље повећање брзине и масе возова није било могуће остварити без увођења ефикаснијег начина кочења. Још у другој половини XIX века чињени су велики напори да се изради ефикаснија и довољно поуздана и економичнија кочница од ручне.



Слика 2. Испитивање кочнице пробног воза у радионици Загреб, инжењер Божић је означен стрелицом (фото: Железнички музеј Београд)

Тај проблем је решио тек Американац Вестингхаус (George Westinghouse, 1846 – 1914.), који је поставио темељ ваздушне кочнице [8]. Иако су Вестингхаусова и сличне кочнице ушле у редовну употребу, оне су имале неколико озбиљних недостатака, који су ограничавали њихову употребу. Најважнији недостаци су били немогућност постепеног откочивања воза, немогућност подешавања силе кочења према тежини воза, што је доводило до блокирања точкова и што је било веома опасно, као и могућност исцрпљивања кочнице на дугачким падовима. Осим тога, конструкција ових кочница је била веома компликована, што је доводило до честих кварова и скупог одржавања.

Проблем примене једноставних аутоматских кочница код теретних возова био је изражен и на почетку XX века. Међународна комисија је у Берну у мају 1909. третирала питање о кочници само код дугих теретних возова и тада су утврђени услови које би требало да задовоље кочнице.

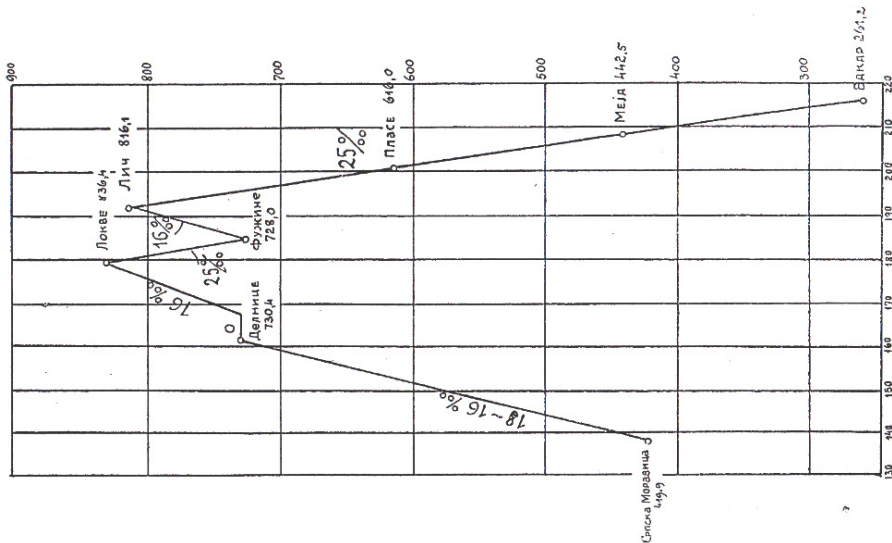
Џорџ Вестингхаус је пронашао и "ударио темељ" ваздушної кочници и после њега је постојао низ проналазача који су се бавили усавршавањем ваздушне кочнице. У периоду од 1908. до 1912. године вршене су многобројне пробе са Хардијевом кочницом са разређеним ваздухом [9]. У 1913. години вршене су пробе са Вестингхаусовом кочницом са збијеним ваздухом, а 1917. године и са Кунце – Кноровом кочницом, такође са збијеним ваздухом. На основу добијених резултата и с обзиром на опште постојеће прилике у то време на железницама, готово све европске железничке управе задржале су примену кочница са збијеним ваздухом.

Код кочница са збијеним ваздухом парна пумпа на локомотиви („ваздушна пумпа“) усисава атмосферски ваздух и сабија га у „главни резервоар“, који је такође на локомотиви и сабија га са надпритиском од 7 до 8 атмосфера. Од главног резервоара полази цев – „главни вод“ дужином целог воза на који су надовезани „помоћни резервоари“ и „кочиони цилиндри“ са „распоредником“ на сваким колима са кочницом и та веза иде преко „кочника“ тј. уређаја помоћу кога машиновођа рукује кочницом. Помицањем ручице кочника његов вентил доводи у везу главни резервоар са главним водом, при чему ваздух из главног резервоара пуни главни вод или се пак отвара испуст ваздуха из главног вода споља, при чему се врши кочење због повећања притиска у кочионом цилиндру или се најзад, прекида свака веза главног вода како са главним резервоаром, тако и са атмосферским ваздухом, чиме се постиже да притегнуте кочнице остану у непромењеном стању.

Инжењер Божић је својом новом кочницом са збијеним ваздухом успешно решио све проблеме који су се јављали код других решења. Да би онемогућио исцрпљивање кочнице и истовремено омогућио постепено откочивање воза, он је конструисао кочницу са тропритисним распоредником, за разлику од ранијих решења, која су имала само два распоредна притиска. Инжењер Божић је овом конструкцијом решио проблеме исцрпљивања и постепеног откочивања кочнице, уз нерешен проблем подешавања кочне силе према маси вагона код теретних возова. У току рада инжењер Божић је решио и овај проблем, може се слободно рећи на генијалан начин. Он је распоредник за теретне вагоне конструисао тако да се за, свако оптерећење аутоматски подешавао притисак у кочном цилиндру. То је постигнуто помоћу такозваног кантарског уређаја у распореднику, на који је дејствовао полужни систем, са сталним ослоном на мазалици осовине. Према спуштању сандука вагона под промењеним оптерећењем, мењао се однос кракова "кантара", а њиме и висина цилиндарског притиска. То у основи једноставно али генијално решење доста је критиковано, нарочито од стране француских стручњака, због неких почетних проблема око подешавања оваквог уређаја. Показало се, међутим, да нема бољег и једноставнијег начина за регулисање кочне силе. Сва каснија решења железничких кочница су у истом или измењеном облику заснована на овој идеји. Осим ових нових решења на главном делу сваке железничке кочнице – распореднику, Божић је извео и више побољшања на другим уређајима. Уочивши који елементи кочница нису довољно поуздани, извршио је њихову замену бољим. Први у свету употребио је при конструисању кочника гумене мембране уместо непоузданих шибера, који су се често кварили.

Инжењер Божић је желео да направи кочник којим ће машиновође лако управљати и у који ће имати пуно поверења да неће у критичном моменту отказати и у томе је потпуно успео. Његов кочник се и данас сматра једним од најпогоднијих и најједноставнијих за руковање. На овим принципима је Божић конструисао своју нову кочницу, најпре тип „С“ за теретне возове, а касније и типове „D“ за путничке возове и „CD“ за мешовите возове [10].

Инжењеру Божићу било је лакше да реши проблеме конструисања нове кочнице него да се избори за њено признање. Међународна железничка унија (UIC), под притиском моћних фабрика чији су интереси били угрожени, на све могуће начине је правила проблеме и стално постављала нове захтеве да би Божићева кочница била одобрена као међународна. Пошто је ова кочница својим перформансама знатно надмашивала друга решења и после дуготрајних проба на прузи Загреб – Сушак (слика 3), која је између два рата сматрана најтежом на мрежи југословенских железница (са 25 промила), комисија UIC је признала Божићеву кочницу као међународну.



Слика 3. Профил дела пруге Српске Моравице - Бакар

Приликом испитивања 1922. године коришћене су две серије локомотива (слика 4). За пробне вожње коришћене су локомотиве серије Л + Т 1030 (касније пренумерисана у ЈДЖ 01-030,030) и Л + Т 601 (касније пренумерисана у ЈДЖ 32-036,036):

- локомотива 1030 (ЈДЖ 01-030,030) произведена је 1922. године у берлинској фабрици Berliner Maschinenbau AG (vormals L.Schwartzkopff), фабрички број 7940. После Другог светског рата ова локомотива је радила и дирекцији Скопље, где је 70-тих година касирана [2].
- локомотива 601.054 (ЈДЖ 32-036,036) произведена је 1922. године у будимпештанској фабрици Magyar Allami Vas, Acél és Gépgyárak, фабрички број 4026. Ова локомотива је све време радила на ријечкој прузи где је после Другог светског рата касирана [7].

| Л о к о м о т и в е и л и т е н д е р а | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|--------------|---------|------------------------|---------------|----------------|--------------|---------------------------------|--------------------|-------------------|---------|--------|---------------------|-------------------|
| Технички број | Серија и број | Број осовина | | Сопот. тежина у служби | Кочена тежина | Површина клина | Кочни пренос | Кочива снага при 3·75 атм. цил. | | | Вода | | Дужина са обоблицма | Примедбе |
| | | целоукупно | кочених | | | | | у тонама | у % сопств. тежине | у % кочене тежине | пречник | дужина | | |
| | | | | t | % | % | mm | | | | | | m | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Z 601 | 7 | 6 | 106·5 | 94·7 | 4 × 849 | 4·92 | 58·6 | 55·0 | 61·9 | 25 | 17·0 | 14·47 | |
| 2 | T 601 | 4 | 4 | 56·1 | 56·1 | 987 | 7·62 | 26·4 | 47·0 | 47·0 | 25 | 10·5 | 7·90 | Потпуно натоварен |
| 3 | Z 1080 | 5 | 3 | 68·5 | 42·0 | 849 | 8·16 | 26·0 | 38·0 | 62·0 | 25 | — | — | |
| 4 | T 1080 | 4 | 4 | 52·0 | 52·0 | 730 | 6·8 | 18·6 | 35·6 | 35·6 | 25 | — | — | Потпуно натоварен |

Слика 4. Подаци о локомотивама коришћеним на пробним вожњама

Пробне вожње су вршене:

- са брзим возовима, састава 7 кола (4-осовинска),
- са мешовитим возовима, састава 7 кола (4-осовинска) + 52 теретних кола (2-осовинска),
- са теретним возовима, састава 1 службена кола (3-осовинска) + 35 теретних кола (2-осовинска),

На следећој слици су приказани дијаграми брзина (интересантно је да се види да је поједине возове возио лично Добривоје Божић).

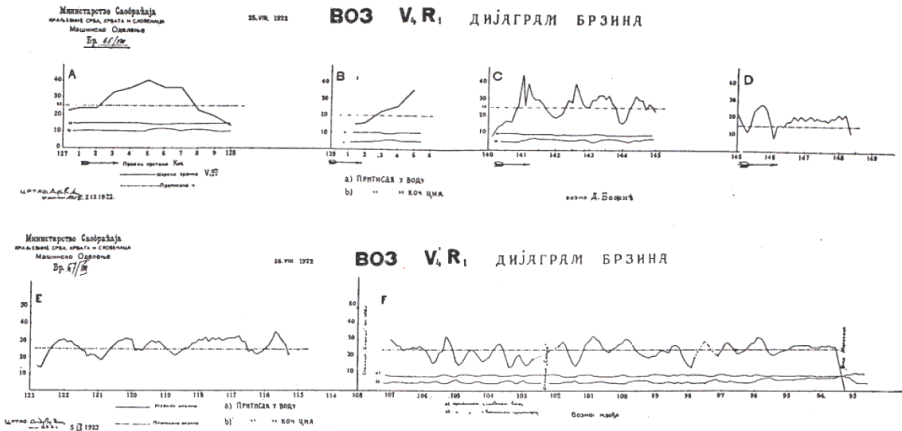
У извештају је речено да ова кочница потпуно испуњава 33 захтева постављена од стране ове комисије. Ово су биле само прве пробе потребне да се нова кочница прихвати и 1924. године Божићеве кочни уређаји су уграђени на локомотивама 113, 114, 115, 116 и 118, које су биле у саставу Обласне дирекције Београд [3]:

- локомотиве 113 и 114 (касније пренумерисане у ЈДЖ 101 – 004 и 101 – 005) произведене су 1900. године у фабрици Janos Weitzer у Араду, фабрички број 69 и 70.
- локомотиве 115 и 118 су касније пренумерисане у ЈДЖ 101 – 001 и ЈДЖ 101 – 002 а локомотива 116 је касирана пре 1933. године, а произведене су 1908. године у белгијској фабрици Forges Usines et Fonderies Haine-Saint-Pierre, фабрички бројеви 951, 952 и 954.

Ове локомотиве су између два рата радиле у Македонији и Срему. За време рата су коришћене у подручју Краљева, где су после Другог светског рата убрзо и касиране [17].

Након бројних успешних проба, највећи противници Божићеве кочнице су убрзо напустили своја решења и развили нове кочнице на основу копирања Божићевих идеја, тако да су Весингхаусова, Кнорова, Ерликонова и друге признате кочнице из тог периода суштински копије његовог проналаска, измењеног само у најнужнијој мери са циљем избегавања проблема са патентном заштитом. И тада инжењер Божић није наишао на разумевање за своје идеје до краја. Он је предложио конструкцију направе која би приликом принудног кочења испуштала одређену количину ваздуха из кочног вода у

атмосферу, чиме би се кочење знатно убрзало. Чланови комисије УИС су тај предлог одбили, да би се после дужег временског периода та његова идеја остварила на савременим кочницама.



Слика 5. Дијаграми брзина возова приликом испитивања

После овог великог признања и с обзиром на то да у Југославији није постојало предузеће способно да прави ову кочницу, он је своју конструкцију продао чехословачкој фабрици "Шкода". Приликом склапања овог посла инжењер Божић је на посебан начин заштитио интересе наше земље, јер је остало право да се и код нас, кад се за то створе услови, ова кочница производи без икаквих обавеза према "Шкоди". Комплетна "Божићева" кочница (то су два конструкциона дела, распоредник и кочник који чине функционалну целину) користила се у Југославији и Чехословачкој, а поједини делови у Швајцарској, Француској, Манџурији и Румунији.

Инжењер Божић је и даље наставио предано да ради на усавршавању железничких кочница. После решавања главних проблема при кочењу теретних возова, инжењер Божић је посветио пажњу кочењу путничких возова. То је у правом смислу био визионарски подухват, јер су за брзине којима су се тада кретали возови и постојећа решења били задовољавајући. Он је, међутим, био сигуран да ће веће брзине ускоро постати реалност. Веће брзине су захтевале и знатно веће силе кочења, које би при успоравању у једном тренутку довеле до блокирања точкова. Било је потребно довести величину кочне силе у везу не само са масом воза већ и са брзином. Да би решио овај проблем, Божић је први предложио уређај на принципу центрифугалног регулатора, који би притисак у кочним цилиндрима при мањим брзинама сводио на одговарајућу меру. На тај начин би за све време успоравања воза владао увек одговарајући најповољнији притисак у кочним цилиндрима. Мада ова врло исправна теоријска замисао није нашла у то време своје адекватно и задовољавајуће практично решење, она се у измењеном облику задржала све до данас у скоро свим решењима других конструктора.

Тек у најскорије време, са развојем електронских уређаја, овај начин регулације је почео да се напушта. То на најбољи начин показује далековидост Божићевих

решења. Овде треба напоменути да у то време још увек нису били потпуно дефинисани закони трења приликом кочења. Каснија теоретска сазнања у потпуности су потврдила исправност његових идеја [10].



Слика 6. Чланови међународне комисије за пробу кочнице "Божић" 1925. године (фото: Железнички музеј Београд)

4. ПЕРИОД ПОСЛЕ ДРУГОГ СВЕТСКОГ РАТА

Иако већ доста стар, инжењер Добривоје Божић је и по повратку у земљу наставио да се бави кочницама. У Железничкој радионици (данашња фабрика шинских возила "Шинвоз") у Зрењанину радио је на усавшавању своје кочнице. У међувремену, наше железнице су се определиле за швајцарску кочницу "Ерликон", иако је Божићева кочница и после Другог светског рата, 1947. године, добила још једно званично признање од Међународне железничке уније. Томе су изгледа допринели политички односи у Европи после рата, лоши односи наше земље са Чехословачком у то време, као и повољне понуде швајцарске фабрике. Фабрика „Шкода“ је после рата променила име „Божићевој кочници“ и њена даља производња је, уз неке ситне измене, настављена под именом „ДАКО“. Новије верзије ове кочнице су се и касније производиле у тој фабрици. Добривоје Божић се надао да ће успети да промени ту одлуку, доказујући да је његова кочница боља и економичнија. С тим се слагао и један број стручњака. Већ остарели Божић није имао снаге за још једну борбу и још једно доказивање својих идеја.

У Железничком музеју у Београду формирано је Одељење које носи име инжењера Божића и у оквиру кога постоји Техничка збирка у којој се налази подзбирка кочионих уређаја, 9 распоредника и 4 кочника система „Божић“, поклон Железничког института у Београду 1957. године.

Институт је 1956. године прикупљао литературу, документацију и моделе кочница које је планирао да изложи у Музеју, а у радионицама Института израђене су практичне витрине за смештај прикупљеног материјала. У Железничком музеју у Београду је 22.03.1957. године отворено Одељење кочница, а први посетиоци су били учесници Семинара за кочнице, који се одржавао у Београду од 18. до 23. 03.1957. године. Изложен је сав интересантан

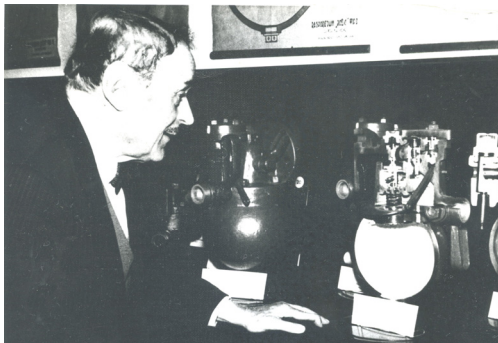
материјал о кочницама, с тим што је преовладао материјал који се односио на тип кочнице „Божић“. У том погледу, музејска колекција је била јединствена, а изложен је и једини примерак интересантне конструкције за брзе возове. Институт је Музеју поклатио 36 књига, часописа и брошура, 12 цртежа различитих типова распоредника система „Божић“, касираних на картону, рађених у Машинском одељењу Министарства саобраћаја Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца (1922. године) и Радионици Југословенских државних железница у Загребу (1932/1933. године), затим 8 цртежа у боји, фирме „Шкода“ из Плзена. Цртежи фирме „Шкода“ у Чехословачкој, којој је инжењер Божић 1928. године продао свој патент за фиксну суму од 500.000 златних франака, приказују уздужне и попречне пресеке распоредника „Божић“ тип:

- тип „С“ за путничке возове,
- тип „D“ за теретне возове,
- тип „CD“ за путничке и теретне возове,
- тип „CF“ за путничке и теретне возове са ручним подешавањем силе кочења,
- цртеж кочника „Божић“ са двама славинама.

Ови цртежи се могу делимично видети и на једној фотографији снимљеној у Железничком музеју у Београду, приликом посете инжењера Божића Железничком музеју у марту 1961. године.

Стална музејска поставка замењена је новом 1974. године. Од тада, па до данас, у две витрине у сталној поставци, изложена су 3 кочника и 4 распоредника система „Божић“, 5 брошура посвећених „Божићевој кочници“, међу којима је и немачка патентна исправа „Распоредник за аутоматске кочнице са збијеним ваздухом“ из 1938. године и две фотографије инжењера Добривоја Божића из 60-тих година, у време када је инжењер Божић често посећивао Железничку радионицу у Зрењанину.

Испод једне фотографије је накнадно придодат потпис инжењера Божића, пребачен са оригиналног писма инжењера Божића упућеног из Краљева 09.05.1963. године фабрици „Прва петолетка“ у Трстенику, у вези с израдом прототипа универзалног распоредника Божићеве кочнице.



Слика 7. Инжењер Божић у Железничком музеју, Београд 1961. године
(фото: Железнички музеј Београд)

Преговори о изради прототипа, лансирању и производњи новог универзалног распоредника Божићеве кочнице за путничке и теретне вагоне, локомотиве и

тендере и за све врсте возова – путничке и теретне су прекинути на тај начин што је 08.06.1963. године инжењер Божић писмом обавештен да фабрика „Прва петолетка“ није заинтересована за сарадњу на конструкцији, изради и испитивању Божићевог распоредника за кочнице железничких возила.

У то време „Прва петолетка“ је увелико и самостално развијала широк програм хидрауличних и пнеуматичких уређаја, инсталација и система, како на бази лиценци, тако и на бази сопственог развоја. После упознавања с проблематиком Божићевих ваздушних кочница, инжењер Божић је понудио и комплетирани завршене цртеже конструкције свог млазног мотора за надзвучне брзине. Он је интензивно пратио радове на тим моторима у свету и сматрао је да су његова решења најоптималнија, испред осталих постојећих конструкција млазних мотора.

Инжењер Божић је био заинтересован не само за своју техничку афирмацију, већ и за то да нађе сигурног финансијера за своју кочницу и свој млазни авион и наравно за своју егзистенцију. Међутим, оба понуђена пројекта нису реализована. На основу једног извештаја Комисије Железничког института од 12.04.1954. године, који се чува у Железничком музеју, може се закључити да су за све предратне кочнице (до II светског рата) – Божић, Drolshamer, Hildebrand-Knop и Breda, већ престале патентне заштите (до 1954. године).

Из Железничког музеја су коришћени кочници и распоредници инжењера Божића за изложбу Организације проналазача и аутора техничких унапређења Железничара Србије „Проналазаштво и иновације на железници“, маја 2003. године у просторијама Железничког музеја, затим на изложби „Проналазаштво – Београд 2005“ од 23. до 27.05.2005. године у Галерији Етнографског музеја у Београду у организацији Савеза проналазача и аутора техничких унапређења Београда и на Изложби патената у организацији прославе Дана Београда од 18. до 20.04.2007. године у простору Музеја града Београда.

Такође, у Народном музеју у Краљеву, у сталној поставци, изложени су Божићев кочник и распоредник, фотографија и текст о инжењеру Божићу. У Краљеву је сачувана кућа у којој је живела породица Саватија и Босиљке Божић, која је стављена под претходну заштиту од стране Завода за заштиту споменика културе Краљево.

5. ЗАКЉУЧАК

Данас, када је неминовни технички прогрес наметнуо нова и савременија решења, тешко је схватити сву величину доприноса Добривоја Божића развоју железнице. Он је открио распоредник са способношћу постепеног откочивања, кочење према маси воза, кочење према брзини воза, неисцрпност кочнице, односно основе савремених железничких кочница. Та открића су фундаментални допринос развоју кочних уређаја и све исправности његове основне идеје потпуно су потврђене у пракси.

Његова кочица није доживела ширу примену иако је по квалитету надмашивала друга решења, јер велике и моћне фабрике нису допуштале да се неко други пробије на њихова тржишта. Можда би чешка фабрика "Шкода" и успела да

наметне Божићево решење већем броју земаља да политички догађаји, односно почетак Другог светског рата то није онемогућио. После рата, инжењер Божић у емиграцији није више био у прилици да даље ради, развија и усавршава свој проналазак, а неминовни технички напредак је довео до бољих кочница. Међутим, Добривоје Божић остаје један од ретких српских инжењера чије је дело имало тако велики значај за железнички саобраћај у целом свету.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Andrews H. I., Railway Traction, Амстердам, 1986.
- [2] Бундало З., Парна локомотива серије ЈЖ 01 (ex СХС 1000), часопис Железнице, број 1-2/2000. ЖЕЛНИД, Београд, 2000.
- [3] Бундало З. Росић С., Развојне тенденције вуче возова највећих брзина на прузи Београд - Ниш у периоду 1884 - 1994. година, Симпозијум "Техника железничких возила", Ниш, 1994.
- [4] Бундало З., Преглед водећих серија вучних возила на прузи Београд-Ниш у периоду 1884 – 1994. године", Симпозијум "Техника железничких возила", Ниш, 1994.
- [5] Бундало З. Бошњак М., Прилог истраживању утицаја коришћења индустријских колосека на укупне транспортне трошкове, ,13 ЕУРОПСКИ ПРОМЕТНИ КОНГРЕС Загреб, 2015.
- [6] Бундало З. Вуловић Р., Улога информационог система у одржавању електромоторних возова серије 412/416 у депоу „25.МАЈ” Земун , Други БиХ конгрес о железницама, Сарајево
- [7] Ваинхал В., Кочнице и кочење возова, Београд, 1991.
- [8] Лончаревић Д., Наше железнице, Београд, 1939.
- [9] Николић Р., Божић кочница и проба са њом Технички лист Удружења југословенских инжењера и архиеката, број 24, Загреб, 1922.
- [10] Росић С., Добривоје Божић, проналазач прве савремене кочнице, ПИЛУС Записи 2, Београд 1995.
- [11] Halliwell CJ, The Lokomotiven Jugoslawiens, F.S.Foerlag, Malme, 1973.
- [12] Швајгел Ј., Кочнице на железничким возилима, Београд, 1962.
- [13] Божићева кочница, Министарство саобраћаја, Београд, 1929.
- [14] Organ fur die Fortschritte des Eisenbahnwesen, br.8, Nürnberg, 1928.
- [15] Најновији тип Божићеве кочнице, Железничке новине број 72, Завод за НИПД ЈЖ, Београд, 1961.
- [16] Архивска грађа Железничког музеја у Београду¹
- [17] Архив Србије, фонд Железница Србије, фасцикла 68

¹ Материјали из Архиве железничког музеја о животу и раду инжењера Добривоја Божића обухватају постојећу литературу новинских чланака, писаног материјала у виду прилога за биографију инжењера Добривоја Божића од примаријуса др.сци.мед. Драгољуба Поповића, из Београда, његовог сестрића (18.02.1992. године), разговора са госпођом Даницом Тасић, рођеном Плећевић из Београда, свастиком Добривоја Божића (јануара 2001.године), разговора са Драганом (Денијем) Божићем (14. и 26.05.2004. године) и Робертом (Бранком) Божићем (16.06.2004. године), синовима инж. Божића у Железничком музеју у Београду. Сву ту грађу је прикупила Милена Милићевић, кустос Железничког музеја у пензији, а грађу је учинио доступном Томислав Никодијевић, виши архивиста.

ПАТЕНТИ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Снежана Шарбох

Завод за интелектуалну својину, Кнегиње Љубице 5, 11000 Београд, ssarboh@zis.gov.rs

Резиме: У овом раду су описане патентне активности које је Добривоје Божић, инжењер машинства, проналазач и конструктор прве савремене кочнице за шинска возила, предузимао ради заштите својих проналазака у Краљевини Југославији и другим земљама. Упркос значају Божићевих проналазака, на којима је и данас је заснован систем кочења возова у целом свету, њима је посвећен несразмерно мали број публикација. Још је мањи број радова који имају за предмет патенте којима је Добривоје Божић заштитио своје проналаске, тако да до данас није био познат чак ни приближан број патената који су му за њих били одобрени. Из овог разлога спроведено је истраживање у базама патентних докумената, расположивој домаћој и иностраној архивској грађи и другим релевантним изворима информација. Резултати овог истраживања указују да је Добривоје Божић заштитио патентима не само своје најпознатије проналаске из области кочница за шинска возила, већ и неке проналаске који су мање познати, као и да је за своје проналаске добио више од 60 патената, и то у најмање 18 различитих земаља. Систематизација и анализа ових патената би требале да допринесу бољем познавању дела овог нашег неправедно запостављеног великана и његовој адекватнијој промоцији у нашој земљи и свету.

Кључне речи: Добривоје Божић, проналасци, патенти.

1. УВОД

Упркос значају својих проналазака, Добривоје Божић (1885-1967.), инжењер машинства, проналазач и конструктор прве савремене кочнице за шинска возила, ни до данас није стекао заслужено место у широј јавности [1]. Разлози због којих је остао у сенци других наших великана, попут Николе Тесле, Михајла Пупина и Милутина Миланковића, доста су сложени, а сигурно да су томе знатно допринели догађаји после завршетка Другог светског рата, када је по ослобођењу био ухапшен под оптужбом да је сарађивао са окупатором. Иако је био ослобођен, страхујући за свој живот пребегао је са својом супругом и сином у иностранство 1947. године, док су нове власти истовремено извршиле конфискацију његове имовине [2]. Мада се у вратио у Београд 1964. године, где је провео последње три године свог живота, ни тада није доживео тријумфалан дочек, налик ономе који је имао Никола Тесла 1892. године [3]. Тиме се придружио немалој групи наших сјајних проналазача који нису стекли заслужену славу, а којој сигурно припадају Андрија Радовановић, Љубомир Клериф, Никола Бизумић, Огњеслав Костовић Степановић, Коста Миловановић Кока и други.

2. БИОГРАФИЈА ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Родитељи Добривоја Божића, прота Саватије Божић и мајка Босиљка (девојачко Антић), потичу из села Божића у близини манастира Студеница [1]. Отац је био на служби у Рашкој када се 23. децембра 1885. године родио Добривоје као прво дете својих родитеља [1, 5].



Слика 1. Добривоје Божић

Породица Божић 1894. године прелази у Краљево, где се родило још петоро деце. Деца у Краљеву завршавају основну школу, а потом се уписују у гимназију у Крагујевцу, јер тада исте у Краљеву није било. У том периоду развоја српске државе (период осамостаљивања државе од турске владавине) у Србији образовање се посебно ценило и држава је чинила велике напоре да створи своју интелигенцију. Факултете уписује петоро њих (Добривоје, Богомир, Милија, Роксанда и Милош) и сви они студирају у иностранству и успешно завршавају студије [1, 5, 9].



Слика 2. Божића кућа у Краљеву

Добривоје Божић касније одлази на студије у Немачку. Одмах по окончању студија на Високој техничкој школи у Карлсруеу (Баден – Виртемберг), где му је

један од професора био Рудолф Дизел, и у Дрездену (Саксонија), новопечени инжењер машинства Добривоје Божић је у својој 25. години добио посао у Српским државним железницама. Први распоред му је био у Железничкој радионици у Нишу. Одмах по ступању на дужност омогућен му је истраживачки рад на задатку који је сам одабрао – унапређење Вестингхаусове ваздушне кочнице, која је тада у употреби била већ 50 година, али се показала као недовољно поуздана при већим брзинама [2, 4].

Наиме, још од увођења првих пруга, 1825. године, појавио се проблем успешног кочења железничких возила релативно великих сопствених маса. У почетку су кочење возова обављали кочничари, који су били распоређени по вагонима и који су на сигнални знак машиновође из локомотове, вршили кочење механичким кочницама, док је кочење локомотиве извођено такозваним ефектом „контра-паре“ [2, 4].

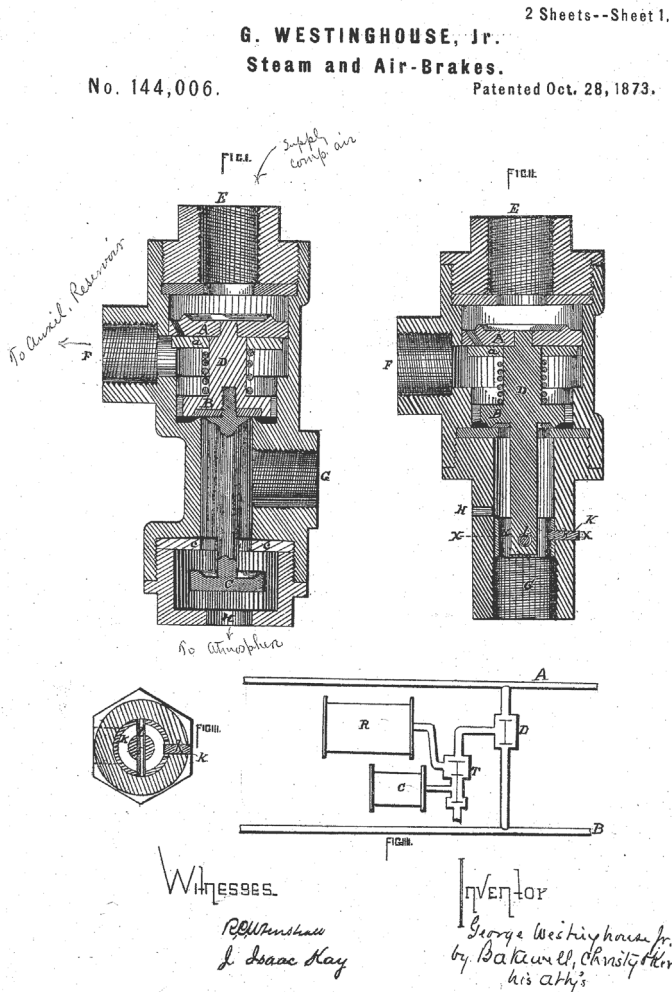
Џорџ Вестингхаус (George Westinghouse, 1846-1914.), који је нашој јавности иначе познатији по сарадњи са Николом Теслом [3, 6, 7, 8], конструисао је прву једнокоморну механичку кочницу директног дејства са ваздухом под притиском 1869. године [4]. Три године касније Вестингхаус је конструисао једнокоморну аутоматску кочницу индиректног дејства са збијеним, то јест компримованим ваздухом, за коју је добио амерички патент US 144,006 А, приказан на слици 3. Новина у овом типу кочнице је увођење помоћног резервоара, који се задржао и до данас. Ова побољшања су довела до повећања пробојне брзине, што је била значајна новина у процесу кочења возова. Међутим, она нису елиминисала све потешкоће приликом процеса кочења возова, јер се није могло изводити постепено откочивање, а и повећана пробојна брзина ваздуха била је још увек премала да би се отклониле честе појаве раскидања возова. Неке од ових проблема је покушао да реши и сам Вестингхаус, који је наставио да усавршава свој систем, за који је добио још патената (на пример, US 149,901 А, US 218,149 А и друге), а пронашао је и брзореагујући троструки вентил. Међутим, горе наведени технички проблеми су упркос његовим, као и настојањима бројних других стручњака остали и даље нерешени [4].

У односу на овакав развој, који се одвијао у Америци, усавршавање и развој кочница у Европи су текли знатно спорије. Тек 1907. године у Европи је по први пут покренут проблем механичког кочења теретних возова, да би 1909. године Међународна конференција, која је одржана у Берлину, дефинисала 25 услова које мора да испуњава кочница на теретним колима [4].

У таквим околностима, 1911. године Добривоје Божић, започиње свој истраживачки рад са циљем да отклони недостатке који су одликовали Вестингхаусову конструкцију кочнице за железничка возила [4, 5].

До првих резултата је дошао доста брзо, и то после мање од две године рада, јер је 4. новембра 1913. године у Немачкој поднео своју прву пријаву патента, за проналазак под називом „Steuerventil fuer Einkammer-Druckluftbremsen“, односно „Управљачки вентил за једнокоморне кочнице са компримованим ваздухом“. Мада је овај његов проналазак уграђен на један вагон те исте године [9], због избијања рата патент му је био издат тек 21. јуна 1920. године. Разлог због кога је Божић своју прву пријаву патента није поднео у Краљевини Србији треба

првенствено тражити у томе што је Краљевина Србија, упркос томе што је била једна од 11 земаља оснивача Париске уније за заштиту индустријске својине, основала своју прву одговарајућу административну институцију тек 15. новембра 1920. године, због чега је овај датум усвојен за дан Завода за интелектуалну својину [11, 12].



Слика 3. Вестингхаусов амерички патент US 144,006 А

Међутим, он је убрзо морао да прекине даљи рад на усавршавању кочница за шинска возила, јер је као добровољац-инжењер у артиљеријском пуку Моравске дивизије првог позива учествовао прво у Балканским ратовима, а затим и у Првом светском рату, где се, између осталог, борио и у Церској битци [9].

Свој рад Добривоје Божић је поново наставио после завршетка рата. У периоду од 1919. до 1931. године настају његови најзначајнији проналасци из области кочница за шинска возила, за које подноси више пријава патената и добија патенте, како у Југославији, тако и у иностранству.

Године 1925. је преко министарства железница Краљевине Срба, Хрвата Словенаца пријавио за испитивање Међународној унији железница UIC – Комисији V систем кочнице за међународни саобраћај. Године 1926. у Биасци је одлучено да се изradi програм за испитивање, које је извршено 1927. и 1928. године и то на прузи Загреб – Карловац (пруга у равници) и Лич – Сушак (пруга са нагибом 23%). Прва испитивања кочнице система Божић уграђене на воз са 140 осовина у Краљевини СХС су обављена на прузи Лич – Сушак 23. октобра 1925. године. Испитивања кочнице Божић пред Комисијом UIC обављена су у септембру 1928. године о чему постоји извештај („Bericht des Bremssunterausschusses tur die durchgehende Guterzugsbremse", Ergebnisse der Versuche mit der Vožić bremse, септембар 1928.) [4].

Захваљујући својим проналасцима Добривоје Божић је постао богат човек. Пошто у Краљевини Југославији није постојало предузеће које би могло да успешно производи његове кочнице, он је своје патенте продао Шкоди за 400.000 долара, с тим што је уговором заштитио интерес своје земље, јер је Југословенским државним железницама омогућио њихово бесплатно коришћење. Поред тога, стекао је и неколико вредних некретнина по Београду, а поседовао је и бању, пилану за прераду дрвне грађе у околини Пећи, као и рудник угља на Косову. У међувремену, породица Добривоја Божића и његове супруге Радмиле (девојачко Плећевић) увећала се за два члана: сина Драгана и ћерку Весну. У своју новоизграђену вилу у Крунској улици 69 у Београду Божићи су се уселили 1939. године [2, 9, 10].

Пред Други светски рат стручна интересовања Добривоја Божића су се усмерила у новом правцу – развоју комерцијалног млазног авионског мотора, за који је, на жалост безуспешно, покушао да заинтересује тадашњу команду ратног ваздухопловства. Међутим, тамо је одбијен, вероватно зато што је његов пројекат ишао испред свог времена и представљао је нешто сасвим ново у односу на тада актуелно стање технике. Након тога је извадио исељенички пасош за себе и породицу и отишао у Француску, али је после слома Француске жену и децу вратио у Београд [9].

Током окупације у Божићеву вилу се уселио један немачки генерал, док је његовој породици на коришћење остављен само сутерен [2, 10]. Одмах по ослобођењу Београда, Добривоје је ухапшен под оптужбом да је сарађивао са окупатором. Чим је пуштен из затвора, страхујући за свој живот пребегао је са својом супругом и сином (ћерка Весна је умрла током рата) у иностранство 1947. године, док су нове власти истовремено извршиле конфискацију његове имовине. Прво одлази у Италију, а касније у Канаду, где му се рађа други син, Роберт. Постао је канадски држављанин, мада је потом живео и у САД [2, 9, 10]. Када су крајем педесетих и почетком шездесетих југословенске власти позвале наше стручњаке да се врате из иностранства, одазвао се позиву и дошао у Београд 1964. године, где је провео последње три године свог живота радећи на усавршавању своје кочнице у фабрици „Шинвоз“ у Зрењанину [9]. Умро је 13. новембра 1967. године и сахрањен је на Новом гробљу у Београду.

Према расположивим подацима, у овом периоду је радио на даљем усавршавању своје кочнице, а одмах по повратку у Југославију Божић је пријавио Патентној

Управи у Београду проналазак нових типова распоредника Божићеве кочнице, на које се односи пријава патента П-1287/64 од 10. септембра 1964. године, и то универзалне кочнице за теретне вагоне са дејством како у саставу теретних возова, тако и у саставу путничких и брзих возова са аутоматским подешавањем кочних снага према оптерећењу вагона, и експресне кочнице за путничка и брзовозна кола како у саставу брзовозних возова, тако и у саставу теретних возова са аутоматским подешавањем кочних снага према брзини кретања кола [4]. Истовремено са пријавом патента инжењер Божић 1964. године нуди пројекат лиценцног уговора југословенским железницама за лансирање, производњу и експлоатацију нових типова Божићеве кочнице и то: универзалне за теретне вагоне и експресне за путничка и брзовозна кола (оригиналан назив из предмета лиценцног уговора). Међутим, понуђени пројекат лиценцног уговора није реализован, јер су југословенске железнице у међувремену, тачније, 1954. године извршиле избор и усвојиле тип кочнице Оерликон за путничка и теретна кола, као и за локомотиве [4].



Слика 4. Гроб Добривоја Божића на Новом гробљу у Београду

Генерално посматрано, за инжењера Добривоја Божића, као истраживача Српских државних железница, може се рећи да је посебно заслужан за идеју и решење распоредника са три радна притиска, затим за повећање пробојне брзине ваздуха у главном воду од 80 на 150 m/s, те за решење проблема постепеног откочивања возова, као и за решење неисцрпности кочнице и решење препуњења радне коморе [4].

Божић је први у Европи оригинално решио проблем аутоматске промене силе кочења у функцији степена товарности кола на принципу ваге. Исто тако, Божић је први у свету предложио кочење путничких возова у функцији брзине кретања на принципу центрифугалног регулатора (кочница са два радна

притиска), заправо, конструисао је раскочник, који је имао задатак да смањи притисак ваздуха у кочним цилиндрима при ниским брзинама у току кочења, односно заустављања воза како би се избегло блокирање, односно клизање и оштећења точкова [4].

Стална опасност код кочнице са два притиска (главни вод – помоћни резервоар) да се исцрпи на дугачким падовима дефинитивно је отклоњена решењем у конструкцији Божића са три притиска (главни вод – радна комора – кочни цилиндар). Зато није чудо што је ово решење постало основ за све конструкције које су се доцније појавиле. Данас све конструкције кочница у свету садрже овај принцип, који је по први пут у таквом виду примењен у распореднику Божић [4, 9]. У наставку ће, пре детаљног описа патентних активности Добривоја Божића, укратко бити изложени основни појмови из области патентног права, јер без њиховог познавања није могуће адекватно разумевање презентованог материјала.

3. ПРОНАЛАСЦИ И ПАТЕНТИ – ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ИЗ ПАТЕНТНОГ ПРАВА

У јавности се појмови "проналазак" и "патент" често користе као синоними. Мада су ови изрази свима познати, њихова права значења се у великој мери разликују. Као прво, треба дефинисати појам "проналазак". У патентном праву проналазак представља решење одређеног техничког проблема. Суштина ове дефиниције се огледа у томе да проналазак мора имати техничку природу и припадати некој области технике, за разлику од других творевина људског ума, као што су естетске креације, са једне стране, или открића, научне теорије и математичке методе, планови, правила и поступци за обављање интелектуалних делатности, за играње игара или за обављање послова, програми рачунара и слично, са друге стране, за које се сматра да као такви немају техничку природу и да стога не представљају проналаске у смислу патентног права [3, 11, 12].

За разлику од проналаска, израз "патент" се односи на право које стиче носилац патента, а под њиме се често подразумева и сам документ којим му држава та права додељује. Патент се не стиче аутоматски, самим настанком проналаска или обавештавањем јавности о томе, већ тек после спроведеног управног поступка за признање патента који се покреће подношењем пријаве патента надлежном државном органу [3, 11, 12].

Сврха патента је да обезбеди заштиту проналаска. Ова заштита даје носиоцу патента искључива права, тј. такозвана имовинска или материјална права да прави, користи, односно да ставља у промет заштићени проналазак. Осим тога, носилац патента има право да спречи свако треће лице да то исто чини без његове сагласности. Поред имовинских права проналазач стиче још и морална права, односно право да буде наведен као творац проналаска [3, 12].

Патент се издаје само онда када проналазак задовољава законом дефинисане услове патентбилности. Да би могао бити заштићен патентом проналазак мора бити нов, мора представљати резултат стваралачког рада и мора бити индустријски применљив. Што се тиче новости, то значи да је потребно да

проналазак не буде идентичан оним проналасцима који су били познати, тј. доступни јавности пре подношења пријаве патента за предметни проналазак. Даље, проналазак представља резултат стваралачког рада ако није очигледан за стручњака из одговарајуће области, као што је, на пример, случај када је настао простим комбиновањем два или више проналазака који су били доступни јавности, или насупрот томе, ако настане изостављањем или једноставном заменом појединих елемената познатих проналазака другима. Коначно, проналазак се сматра индустријски применљивим ако га је могуће употребити или произвести, што је обично могуће утврдити већ на први поглед, мада у појединим случајевима применљивост проналаска није очигледна, нпр. у случају неког хемијског једињења, када је неопходно спецификовати за шта се оно може употребити (као лек или као хербицид или нешто друго). У извесним случајевима проналазак уопште није индустријски применљив, на пример, ако се ради о уређају типа перпетуум мобиле који се не може употребити за стварање корисног рада без перманентног улагања енергије, јер се то противи законима физике [3, 12, 14].

Патентом се може штитити производ или поступак, при чему појам производа има веома широко значење, тако да се под њим подразумевају уређај, алат, машина, супстанца, композиција или друго [3, 12].

Патент је временски ограничен, тако да у већини земаља траје 20 година од датума подношења пријаве. После истека овог временског периода свако може слободно користити проналазак који је до тада био заштићен патентом. Још значајније је да је патент територијално ограничен, односно да важи само у држави чији је надлежни орган издао тај патент, док у остатку света, односно у свим земљама у којима проналазак није заштићен патентом, проналазак свако може слободно да користи [3, 12, 13].

Ако подносилац пријаве патента, односно носилац патента усаврши свој проналазак, онда за то извршено побољшање може поднети допунску пријаву и стећи допунски патент, који је везан за пријаву патента или патент који су били раније поднети за тај проналазак и које се зато називају основним пријавама патената или основним патентима [3, 12, 14].

Због постојања различитих законских решења у различитим земљама, као и неједнаког положаја домаћих и страних лица, а у циљу њиховог уједначавања 1883. године је потписана Париска конвенција о заштити индустријске својине. Једна од 11 земаља – оснивача ове конвенције била и Краљевина Србија. Париска конвенција дефинише предмет индустријске својине и у њој се као такви експлицитно наводе патенти, модели, робни и услужни жигови, ознаке порекла, као и сузбијање нелојалне конкуренције, а уједно прописује и минимум права које су обавезне да у своје национално законодавство уграде земље чланице. Једно од најважнијих је право међународног првенства, такозвани приоритет којим је предвиђено да подносилац пријаве може на основу једне поднете уредне пријаве патента која се назива првом или најраније поднетом пријавом патента у једној од земаља чланица Париске уније у року од годину дана од датума подношења те пријаве поднети одговарајуће пријаве патената у осталим релевантним земљама чланицама Париске уније, при чему у тим

државама одговарајуће пријаве патената имају првенство у односу на све друге пријаве за исти проналазак које су поднете после пријаве патента на којој је засновано право међународног првенства. У случају позивања на приоритет, подносилац пријаве је дужан да наведе земљу, број и датум подношења прве уредне пријаве патента, као и да достави њен оверен препис [12, 14, 15].

Сваки патент је територијално ограничен, односно он важи само у држави чији је надлежни орган издао тај патент, због чега је Божић у свакој од земаља где је желео да заштити неки од својих проналазака морао поднети посебну пријаву патента. Ово је разлог због кога за исти проналазак постоји више патената издатих у различитим земљама. Скуп оваквих патената којима је заштићен исти проналазак у различитим земљама се назива патентном фамилијом, док се патенти који сачињавају патентну фамилију називају аналозима. Од свих патената који чине патентну фамилију онај за који је поднета прва пријава патента има највећи значај из више разлога. Као прво, датум подношења ове пријаве патента је најближи стварном датуму настанка проналаска. Као друго, ова пријава патента и/или одговарајући патент се често објављује први, чиме постаје део стања технике и спречава друга лица да заштите исти проналазак. Као треће, он представља индикацију у којој држави носилац таквог патента има највећи интерес, јер је сасвим природно да ће прво у њој поднети одговарајућу пријаву. У наставку ће се за овакав патент користити израз "основни патент", иако се овај израз користи и за патент за проналазак чије усавршавање или побољшање представља предмет допунске пријаве патента [3, 14, 15].

4. ПАТЕНТИ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Упркос значају Божићевих проналазака, њима је посвећен несразмерно мали број публикација. Још је мањи број радова који имају за предмет патенте којима је Добривоје Божић заштитио своје проналаске, тако да до данас није био познат чак ни приближан број патената који су му за њих били одобрени. Поред тога, у различитим текстовима, популарним или стручним, често се помиње „Божићев патент за кочницу“, али се скоро нигде се не наводи број тог патента или патената, земља порекла или датум подношења пријаве или издавања патента [1, 21, 5]. Из овог разлога, аутор је у сарадњи са колегама патентним инжењерима из Завода за интелектуалну својину и Савеза проналазача Србије спровео истраживање у базама патентних докумената, расположивој домаћој и иностраној архивској грађи и другим релевантним изворима информација са циљем да идентификује и класификује патенте Добривоја Божића [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Резултати овог истраживања указују да је Добривоје Божић заштитио патентима не само своје најпознатије проналаске из области кочница за шинска возила, већ и неке проналаске који су мање познати.

Као што је горе поменуто, Добривоје Божић је своју прву пријаву патента поднео 4. новембра 1913. године у Немачкој, за проналазак под називом „Steuerventil fuer Einkammer-Druckluftbremsen“, односно „Управљачки вентил за једнокоморне кочнице са компримованим ваздухом“, за који му немачки патент му је био издат тек 21. јуна 1920. године.

У наставку је дата актуелна листа патената Добривоја Божића. Ова листа тренутно садржи 62 патената из 18 различитих земаља, али се скоро извесно да ово није коначан број Божићевих патената и да ће ова листа бити допуњена новим подацима у наредном периоду.

Табела 1. Листа патената Добривоја Божића

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Датум објаве | Приоритет | Назив проналаска |
|--------|------------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|--|
| 1. | Аустралија | AU14908/23A | 24.10.1923 | 01.04.1924 | | Improvements in valves for fluide pressure railway brakes |
| 2. | Аустрија | AT101071B | 16.10.1923 | 25.09.1925 | YU 16.10.1922 | Verteiler an Druckluftbremsen für Fahrzeuge, insbesondere für Eisenbahnwagen |
| 3. | Аустрија | AT101072B | 03.11.1923 | 25.09.1925 | DE 07.11.1922 | Bremsbeschleuniger für Druckluftbremsen |
| 4. | Аустрија | AT104448B | 05.06.1925 | 25.10.1926 | YU 11.01.1924 | Steuerventil für Einkammer-Druckluftbremsen |
| 5. | Аустрија | AT114067B | 22.02.1927 | 26.08.1929 | FR 23.02.1926 | Steuerventil für Luftdruckbremsen |
| 6. | Аустрија | AT127457B | 31.10.1928 | 25.03.1932 | PL 31.10.1927 | Bremsventil |
| 7. | Белгија | BE313319A | | 16.10.1923. | YU 16.10.1922 | Distributeur pour freins à pression fluide |
| 8. | Белгија | BE313320A | | 27.10.1923 | DE 07.11.1922 | Accélérateur pour frein à pression fluide |
| 9. | Белгија | BE339855A | | 01.02.1927 | FR 23.02.1926 | Distributeur pour freins à air comprimé |
| 10. | Велика Британија | GB175271A | 07.02.1922 | 07.08.1923 | FR 07.02.1921 | New or improved compressed air continuous brake system for passenger or goods trains |
| 11. | Велика Британија | GB205520A | 16.10.1923 | 17.07.1924 | YU 16.10.1922 | A distributor for fluid-pressure brakes |
| 12. | Велика Британија | GB206826A | 27.10.1923 | 18.09.1924 | DE 07.11.1922 | Accelerator |
| 13. | Велика Британија | GB266725A | 23.07.1927 | 29.09.1927 | FR 23.02.1926 | Improvements in distributors for fluid pressure brakes |
| 14. | Велика Британија | GB299794A | 31.10.1928 | 11.07.1929 | PL 31.10.1927 | Improvements in and connected with compressed air brakes |

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Датум објаве | Приоритет | Назив проналаска |
|--------|------------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|--|
| 15. | Велика Британија | GB665546A | 13.05.1948 | 23.01.1952 | | Gas turbine |
| 16. | Данска | DK50008C | 24.10.1933 | 18.03.1935 | | Fordeler til Trykluftsbremser. |
| 17. | Италија | IT225261A | 15.10.1923 | 07.05.1925 | YU 16.10.1922 | Distributore per freni a pressione di fluido |
| 18. | Италија | IT225613A | 06.11.1923 | 16.05.1925 | DE 07.11.1922 | Acceleratore per i condotti d'aria dei freni ad aria compressa |
| 19. | Италија | IT255772A | 31.01.1927 | 08.11.1927 | FR 23.02.1926 | Distributore per freni ad aria compressa |
| 20. | Југославија | YU1830B | 08.02.1921 | 15.04.1924 | | Железничка кочница са збијеним ваздухом |
| 21. | Југославија | YU1858B | 16.10.1922 | 15.04.1924 | | Распоредник са брзачем за железничке кочнице |
| 22. | Југославија | YU3108B | 11.01.1924 | 01.09.1925 | | Распоредник са два различита дејства |
| 23. | Југославија | YU4518B | 23.02.1926 | 01.10.1927 | | Распоредник за кочницу збијеног ваздуха |
| 24. | Југославија | YU6621B | 26.08.1928 | 31.12.1929 | | Кочник за дугачке возове |
| 25. | Југославија | YU9098B | 21.04.1931 | 01.09.1932 | | Кочни распоредник за брзе возове |
| 26. | Канада | CA239793A | 16.01.1924 | 06.05.1924 | | Compressed Air Continuous Brake System |
| 27. | Канада | CA262294A | 03.10.1923 | 06.07.1926 | | Brake |
| 28. | Мађарска | HU89211A | 31.10.1923 | 15.09.1930 | DE 07.11.1922 | Gyorsító szelep légnemű közeggel működő vasúti vonatok fékberendezéséhez |
| 29. | Мађарска | HU89212A | 15.10.1923 | 15.09.1930 | YU 16.10.1922 | Vezérmű folyékony (légnemű) közeggel működő fékberendezésekhez |
| 30. | Мађарска | HU91343A | 18.12.1924 | 16.06.1930 | YU 11.01.1924 | Kettős működésű vezérszelep |
| 31. | Мађарска | HU94203A | 16.02.1926 | 01.02.1930 | FR 23.02.1926 | Vezérlőszelep légnyomású fékekhez |
| 32. | Немачка | DE322153C | 04.11.1913 | 21.06.1920 | | Steuerventil fuer fuer Einkammer-Druckluftbremsen |

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Датум објаве | Приоритет | Назив проналаска |
|--------|-----------|--|-----------------|--------------|---------------|--|
| 33. | Пољска | PL6979B | 15.10.1923 | 20.03.1928 | YU 16.10.1922 | Rozdzielacz do hamulca działającego zapomocą sprężonego powietrza. |
| 34. | Пољска | PL11210B | 19.02.1927 | 10.02.1930 | FR 23.02.1926 | Zawór trój drogowy do hamulców działających sprężonym powietrzem. |
| 35. | Пољска | PL13043B | 31.10.1927 | 12.03.1931 | | Rozrządczy zawór hamulcowy maszynisty. |
| 36. | САД | US1420237A | 01.03.1922 | 20.06.1922 | | Compressed-air continuous brake system for passenger or freight trains |
| 37. | САД | US1533692A | 05.11.1923 | 14.04.1925 | | Accelerator |
| 38. | САД | US1571506A | 04.10.1923 | 02.02.1926 | | Quick-action triple valve |
| 39. | САД | US1679348A | 23.02.1923 | 07.08.1928 | FR 23.02.1926 | Distributor for fluid-pressure brakes |
| 40. | Француска | FR505163A | 06.06.1919 | 24.07.1920 | | Dispositif assurant le freinage continu et automatique, par l'air comprimé, des trains de voyageurs ou de marchandises |
| 41. | Француска | FR21755E (допунски патент од FR505163A) | 06.10.1919 | 29.03.1921 | | Dispositif assurant le freinage continu et automatique, par l'air comprimé, des trains de voyageurs ou de marchandises |
| 42. | Француска | FR536797A | 07.10.1921 | 09.05.1922 | | Dispositif de freinage continu à l'air comprimé des trains de voyageurs ou marchandises |
| 43. | Француска | FR574538A | 17.10.1923 | 12.07.1924 | YU 17.10.1922 | Distributeur pour frein à pression fluide |
| 44. | Француска | FR576135A | 26.10.1923 | 11.08.1924 | DE 07.11.1922 | Accélérateur pour frein à pression fluide |

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Датум објаве | Приоритет | Назив проналаска |
|--------|---------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|--|
| 45. | Француска | FR604796A | 15.10.1925 | 12.05.1926 | | Distributeur pour freiner à air comprimé, permettant de réaliser le freinage direct et le freinage automatique |
| 46. | Француска | FR612307A | 23.02.1926 | 21.10.1926 | | Distributeur pour freins à air comprimé |
| 47. | Француска | FR663214A | 30.10.1928 | 19.08.1929 | PL 31.10.1927 | Robinet régulateur plus spécialement utilisable pour le contrôle des freins à air comprimé employés sur les véhicules ferroviaires |
| 48. | Француска | FR731935A | 21.04.1931 | 10.09.1932 | | Distributeur de frein à air comprimé, plus spécialement applicable aux trains rapides |
| 49. | Француска | FR863484A | 20.02.1940 | 02.04.1941 | YU 08.11.1939 | Moteur à fusées |
| 50. | Француска | FR1003735A | 19.02.1947 | 21.03.1952 | | Turbine à gaz |
| 51. | Француска | FR1121527A | 25.10.1954 | 20.08.1956 | | Perfectionnement aux turbomachines |
| 52. | Холандија | NL14189C | 16.10.1923 | 15.01.1926 | YU 16.10.1922 | Regelklep voor zelfwerkende luchtdrukremmen |
| 53. | Чехо-словачка | CS20510A | 15.10.1923 | 25.12.1926 | YU 16.10.1922 | Rozváděcí ventil tlakové brzdy |
| 54. | Швајцарска | CH109240A | 03.11.1923 | 02.03.1925 | DE 07.11.1922 | Accélérateur pour frein à air comprimé. |
| 55. | Швајцарска | CH110033A | 15.10.1923 | 16.05.1925 | YU 16.10.1922 | Distributeur de frein à air comprimé |
| 56. | Швајцарска | CH113488A | 10.01.1925 | 16.01.1926 | YU 11.01.1924 | Distributeur de frein à air comprimé pour trains de chemin de fer, à changement de régime automatique |
| 57. | Швајцарска | CH126327A | 12.01.1927 | 16.06.1928 | FR 23.02.1926 | Distributeur pour freins à air comprimé |
| 58. | Швајцарска | CH129462A | 03.11.1927 | 02.01.1929 | | Robinet de commande de frein |
| 59. | Шведска | SE64381C1 | 15.10.1923 | 20.12.1927 | YU 16.10.1922 | Regleringsanordning vid tryckluftbromsar |

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Датум објаве | Приоритет | Назив проналаска |
|--------|---------|----------------|-----------------|--------------|---------------|---|
| 60. | Шпанија | ES87027A1 | 15.10.1923 | 01.12.1923 | | Un distribuidor para freno de presión hidráulica. |
| 61. | Шпанија | ES87255A1 | 06.11.1923 | 16.12.1923 | | Un acelerador para freno de presión fluida. |
| 62. | Шпанија | ES184256A1 | 24.06.1948 | 01.12.1948 | FR 19.02.1947 | Perfeccionamientos En Las Turbinas De Gas |

Патенти у Табели 1 су наведени по земљама у којима су издати, а у оквиру сваке од њих по редном броју издатог патента. За сваки патент су поред земље издавања и његовог броја наведени и подаци о датуму подношења пријаве, датуму објаве патента, приоритету (ако је коришћен) и називу проналаска.

Као што се може видети из Табеле 1, Добривоје Божић је имао регистроване патенте из 18 различитих земаља, претежно европских, уз изузетак САД, Канаде и Аустралије. Ови подаци су сумарно приказани у Табели 2, из које се види да је Божић имао највећи број патената издатих у Француској (укупно 12), по 6 у Југославији и Великој Британији, те по 5 у Аустрији и Швајцарској, као и по 4 у Мађарској и САД, док је у осталим земљама са ове листе имао између 1 и 3 патента.

Табела 2. Преглед броја патената Добривоја Божића по земљама издавања

| Земља | Број патената |
|------------------|---------------|
| Аустралија | 1 |
| Аустрија | 5 |
| Белгија | 3 |
| Велика Британија | 6 |
| Данска | 1 |
| Италија | 3 |
| Југославија | 6 |
| Канада | 2 |
| Мађарска | 4 |
| Немачка | 1 |
| Пољска | 3 |
| САД | 4 |
| Француска | 12 |
| Холандија | 1 |
| Чехословачка | 1 |
| Швајцарска | 5 |
| Шведска | 1 |
| Шпанија | 3 |

Међутим, из Табела 1 и 2 је тешко утврдити које проналаске и када је Божић заштитио у појединим земљама, а што је неопходно за стицање слике о његовим проналазачким, али и пословним активностима. Због тога је, као прво, било

извршено међусобно упоређивање ових патената са циљем да се одреди који патенти из различитих земаља се односе на исте проналаске. На основу тога су одређене патентне фамилије, односно групе патената, од којих се свака односи на исти проналазак, због чега су такви патенти названи аналозима. После тога је утврђено за који од аналога је најраније поднета пријава, пошто такав аналог представља основни патент. У случају када на основу најраније поднете пријаве није био издат патент, онда је следећи патент по временском редоследу подношења пријаве сматран основним патентом. У случају када су постојала два патената са истим најранијим датумом подношења, онда су оба била означена као основни патенти.

Резултат овако спроведене анализе презентован је у наредној Табели 3, при чему су у њој подаци о свим основним патентима осенчени, за разлику од аналога, који у поменутој табели следе иза њих. Поред тога, свака патентна фамилија у овој табели је посебно нумерисана.

Табела 3. Листа патентних фамилија Добривоја Божића

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Назив проналаска | Основни патент/аналог |
|--------|------------------|----------------|-----------------|--|---|
| 1. | Немачка | DE322153C | 04.11.1913 | Steuerventil fuer fuer Einkammer-Druckluftbremsen | основни патент |
| 2. | Француска | FR505163A | 06.06.1919 | Dispositif assurant le freinage continu et automatique, par l'air comprimé, des trains de voyageurs ou de marchandises | основни патент |
| 3. | Француска | FR21755E | 06.10.1919 | Dispositif assurant le freinage continu et automatique, par l'air comprimé, des trains de voyageurs ou de marchandises | основни патент, који уједно представља допунски патент за FR505163A |
| 4. | Југославија | YU1830B | 08.02.1921 | Железничка кочница са збијеним ваздухом | основни патент |
| | Француска | FR536797A | 07.10.1921 | Dispositif de freinage continu à l'air comprimé des trains de voyageurs ou marchandises | аналог од YU1830B |
| | Велика Британија | GB175271A | 07.02.1922 | New or improved compressed air continuous brake system for passenger or goods trains | аналог од YU1830B; садржи додатни материјал |
| | САД | US1420237A | 01.03.1922 | Compressed-air continuous brake system for passenger or freight trains | аналог од YU1830B; садржи додатни материјал |
| | Канада | CA239793A | 16.01.1924 | Compressed Air Continuous Brake System | аналог од YU1830B; садржи додатни материјал |
| 5. | Југославија | YU1858B | 16.10.1922 | Распоредник са брзачем за железничке кочнице | основни патент |
| | Канада | CA262294A | 03.10.1923 | Brake | аналог од YU1858B |
| | САД | US1571506A | 04.10.1923 | Quick-action triple valve | аналог од YU1858B |
| | Италија | IT225261A | 15.10.1923 | Distributore per freni a pressione di fluido | аналог од YU1858B |
| | Мађарска | HU89212A | 15.10.1923 | Vezérmű folyékony (légnemű) közeggel működő fékberendezésekhez | аналог од YU1858B |

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Назив проналаска | Основни патент/аналог |
|--------|------------------|----------------|-----------------|--|--|
| | Пољска | PL6979В | 15.10.1923 | Rozdzielacz do hamulca działającego zapomocą sprężonego powietrza. | аналог од YU1858В |
| | Чехо-словачка | CS20510А | 15.10.1923 | Rozváděcí ventil tlakové brzdy | аналог од YU1858В |
| | Швајцарска | CH110033А | 15.10.1923 | Distributeur de frein à air comprimé | аналог од YU1858В |
| | Шведска | SE64381С1 | 15.10.1923 | Regleringsanordning vid tryckluftbromsar | аналог од YU1858В |
| | Шпанија | ES87027А1 | 15.10.1923 | Un distribuidor para freno de presión hidráulica. | аналог од YU1858В |
| | Аустрија | AT101071В | 16.10.1923 | Verteiler an Druckluftbremsen für Fahrzeuge, insbesondere für Eisenbahnwagen | аналог од YU1858В |
| | Велика Британија | GB205520А | 16.10.1923 | A distributor for fluid-pressure brakes | аналог од YU1858В |
| | Холандија | NL14189С | 16.10.1923 | Regelklep voor zelfwerkende luchtdrukremmen | аналог од YU1858В |
| | Француска | FR574538А | 17.10.1923 | Distributeur pour frein à pression fluide | аналог од YU1858В |
| | Аустралија | AU14908/23А | 24.10.1923 | Improvements in valves for fluide pressure railway brakes | аналог од YU1858В |
| | Белгија | BE313319А | | Distributeur pour freins à pression fluide | аналог од YU1858В |
| 6. | Француска | FR576135А | 26.10.1923 | Accélérateur pour frein à pression fluide | аналог DE пријаве од 07.11.1922 за коју није био одобрен патент, због чега представља основни патент |
| | Велика Британија | GB206826А | 27.10.1923 | Accelerator | аналог од FR576135А |
| | Аустрија | AT101072В | 03.11.1923 | Bremsbeschleuniger für Druckluftbremsen | аналог од FR576135А |
| | Мађарска | HU89211А | 31.10.1923 | Gyorsító szelep légnemű közeggel működő vasúti vonatok fékberendezéséhez | аналог од FR576135А |
| | Швајцарска | CH109240А | 03.11.1923 | Accélérateur pour frein à air comprimé. | аналог од FR576135А |
| | САД | US1533692А | 05.11.1923 | Accelerator | аналог од FR576135А |
| | Италија | IT225613А | 06.11.1923 | Acceleratore per i condotti d'aria dei freni ad aria compressa | аналог од FR576135А |
| | Шпанија | ES87255А1 | 06.11.1923 | Un acelerador para freno de presión fluida. | аналог од FR576135А |
| | Белгија | BE313320А | | Accélérateur pour frein à pression fluide | аналог од FR576135А |
| 7. | Југославија | YU3108В | 11.01.1924 | Распоредник са два различита дејства | основни патент |
| | Мађарска | HU91343А | 18.12.1924 | Kettős működésű vezérszelep | аналог од YU3108В |

| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Назив проналаска | Основни патент/аналог |
|--------|------------------|----------------|-----------------|--|---------------------------------|
| | Швајцарска | CH113488A | 10.01.1925 | Distributeur de frein à air comprimé pour trains de chemin de fer, à changement de régime automatique | аналог од YU3108B |
| | Аустрија | AT104448B | 05.06.1925 | Steuerventil für Einkammer-Druckluftbremsen | аналог од YU3108B |
| 8. | Француска | FR604796A | 15.10.1925 | Distributeur pour freiner à air comprimé, permettant de réaliser le freinage direct et le freinage automatique | основни патент |
| 9. | Југославија | YU4518B | 23.02.1926 | Распоредник за кочицу збијеног ваздуха | основни патент |
| 9. | Француска | FR612307A | 23.02.1926 | Distributeur pour freins à air comprimé | основни патент |
| | Мађарска | HU94203A | 16.02.1926 | Vezérlószelep légnomású fékekhez | аналог од YU4518B и FR612307A |
| | Швајцарска | CH126327A | 12.01.1927 | Distributeur pour freins à air comprimé | аналог од YU4518B и FR612307A |
| | Италија | IT255772A | 31.01.1927 | Distributore per freni ad aria compressa | аналог од YU4518B и FR612307A |
| | Пољска | PL11210B | 19.02.1927. | Zawór trój drogowy do hamulców działających sprężonem powietrzem. | аналог од YU4518B и FR612307A |
| | Аустрија | AT114067B | 22.02.1927 | Steuerventil für Luftdruckbremsen | аналог од YU4518B и FR612307A |
| | САД | US1679348A | 23.02.1927 | Distributor for fluid-pressure brakes | аналог од YU4518B и FR612307A |
| | Велика Британија | GB266725A | 23.07.1927 | Improvements in distributors for fluid pressure brakes | аналог од YU4518B и FR612307A |
| | Белгија | BE339855A | | Distributeur pour freins à air comprimé | аналог од YU4518B и FR612307A |
| 10. | Пољска | PL13043B | 31.10.1927 | Rozrządczy zawór hamulcowy maszynisty. | основни патент |
| | Швајцарска | CH129462A | 03.11.1927 | Robinet de commande de frein | аналог од PL13043B |
| | Југославија | YU6621B | 26.08.1928. | Кочник за дугачке возове | аналог од PL13043B |
| | Француска | FR663214A | 30.10.1928 | Robinet régulateur plus spécialement utilisable pour le contrôle des freins à air comprimé employés sur les véhicules ferroviaires | аналог од PL13043B |
| | Аустрија | AT127457B | 31.10.1928 | Bremsventil | аналог од PL13043B |
| | Велика Британија | GB299794A | 31.10.1928 | Improvements in and connected with compressed air brakes | аналог од PL13043B |
| 11. | Југославија | YU9098B | 21.04.1931 | Кочни распоредник за брзе возове | основни патент |
| 11. | Француска | FR731935A | 21.04.1931 | Distributeur de frein à air comprimé, plus spécialement applicable aux trains rapides | основни патент |
| | Данска | DK50008C | 24.10.1933 | Fordeler til Tryklufsbremser. | аналог од YU9098B и FR731935A |
| 12. | Француска | FR863484A | 20.02.1940 | Moteur à fusées | основни патент; цитиран 13 пута |

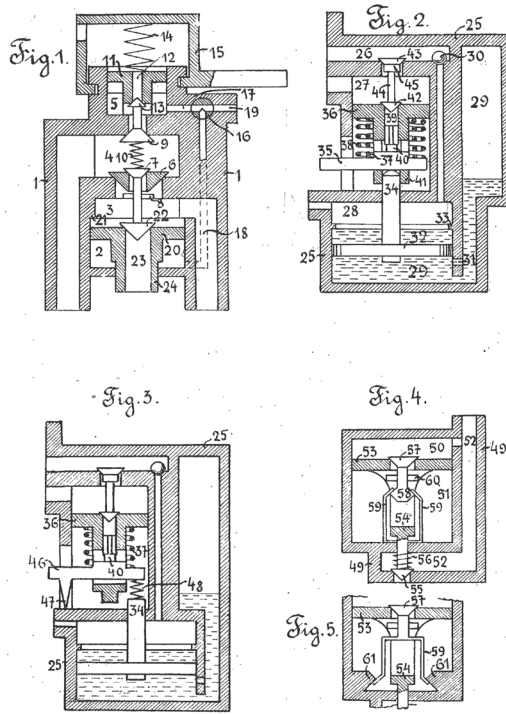
| Р. бр. | Земља | Број документа | Датум подношења | Назив проналаска | Основни патент/аналог |
|--------|------------------|----------------|-----------------|---|--------------------------------|
| 13. | Француска | FR1003735A | 19.02.1947 | Turbine à gaz | основни патент |
| | Велика Британија | GB665546A | 13.05.1948 | Gas turbine | аналог од FR1003735A |
| | Шпанија | ES184256A1 | 24.06.1948 | Perfeccionamientos En Las Turbinas De Gas | аналог од FR1003735A |
| 14. | Француска | FR1121527A | 25.10.1954 | Perfectionnement aux turbomachines | основни патент; цитиран 3 пута |

Овако презентовани подаци омогућавају прецизан преглед проналазачких и патентних активности Добривоја Божића. Као што је раније наведено, Божић је своју прву пријаву патента поднео у Немачкој, 4. новембра 1913. године, за проналазак под називом „Steuerventil fuer Einkammer-Druckluftbremsen“, односно „Управљачки вентил за једнокоморне кочнице са компримованим ваздухом“. Ово је уједно и једини Божићев немачки патент који је до сада откривен, иако се једна патентна фамилија (под бројем 6) позива на немачку пријаву патента DE В107081 II/20f од 7. новембра 1922. године, за коју му није био одобрен патент у Немачкој. Следећу пријаву патента из исте области технике, под бројем FR505163A, подноси тек по завршетку Првог светског рада, дана 06.06.1919. године у Француској, за проналазак под називом „Dispositif assurant le freinage continu et automatique, par l'air comprimé, des trains de voyageurs ou de marchandises“, односно за уређај који омогућава континуално и аутоматско кочење за путничке и теретне возове, а четири месеца касније, 06.10.1919. године, тамо подноси и пријаву за мање побољшање овог уређаја и добија француски допунски патент FR21755E.

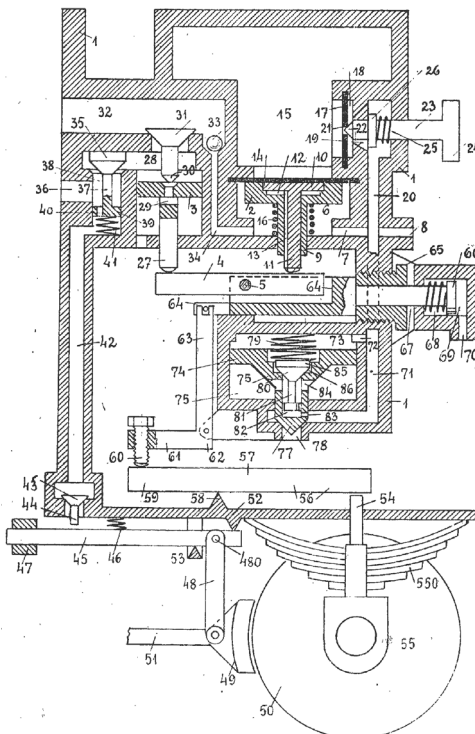
Са југословенским патентом YU1830B за проналазак под називом „Железничка кочница са збијеним ваздухом“, започиње заштиту низа својих најпознатијих проналазака из области кочница за шинска возила. Овај проналазак је заштитио у још четири различите земље: Француској, Великој Британији, САД и Канади. Следећи проналазак под називом „Распоредник са брзачем за железничке кочнице“ Божић је патентом заштитио у највећем броју земаља – укупно 16. Основни патент поново потиче из Југославије и то је YU1858B.

Овом периоду Божићевог стваралаштва припада и проналазак под називом „Accélérateur pour frein à pression fluide“, односно убрзавач дејства за кочницу са флуидом под притиском, који је заштитио француским патентом FR576135A, као основним патентом, и у још 8 других земаља, али не и у Југославији и Немачкој, где је иначе поднео најранију пријаву, али му патент није био издат.

Пријаву за следећи југословенски патент YU3108B за проналазак под називом „Распоредник са два различита дејства“ је поднео 11.01.1924. године. Иако овај проналазак представља даља побољшања његове кочнице, заштитио га је у још само три друге земље, док је следећи проналазак „Distributeur pour freiner à air comprimé, permettant de réaliser le freinage direct et le freinage automatique“ заштитио само у Француској патентом FR604796A.



Слика 5. Страница из Божићевог патента YU1830B



Слика 6. Страница из Божићевог патента YU1858B

Пријаве за југословенски патент YU4518B и француски патент FR612307A за проналазак „Распоредник за кочницу збијеног ваздуха“ је поднео истог дана, 23. фебруара 1926. године, тако да оба ова патента представљају основне. Очигледно да је овај свој проналазак Божић сматрао веома значајним, јер га је заштитио у још 8 других земаља.

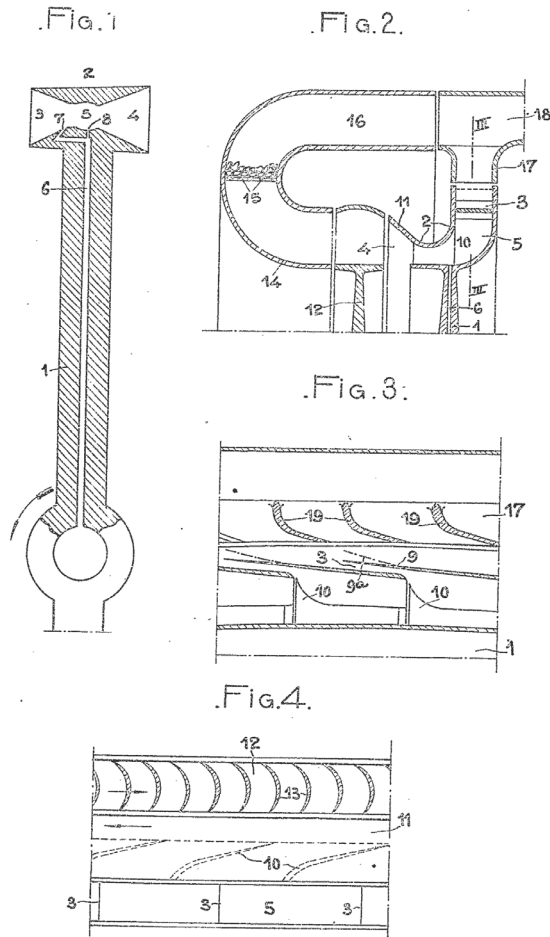
Са друге стране, кочник за дуге возове, Божић је прво заштитио патентом PL13043B у Пољској, а тек после тога у Југославији, Француској, као и још 3 друге земље. Овакав његов поступак, који се разликује од уобичајеног поступања у случају осталих проналазака, захтева даља истраживања.

За последњи Божићев проналазак из области кочница за шинска возила, кочни распоредник за брзе возове, који је заштитио патентом од 1931. године, постоје два основна патента: југословенски, YU9098B, и француски, FR731935A. Поред њих постоји још само један аналог, који уједно представља и једини Божићев патент у Данској, и то је DK50008C.

Као што је претходно поменуто, пред Други светски рат стручна интересовања Добривоја Божића су се усмерила у новом правцу и то ка развоју млазног мотора, који би имао примену у авионима или ракетама [9]. Управо у овом периоду поменути концепт је доживео динамичан развој, који је резултирао променом погона авиона са пропелерних на млазне моторе. Иако је Добривоје Божић прву пријаву патента за свој млазни мотор поднео 8. новембра 1939. године у Југославији, једини до сада пронађени патент за њега је добио у Француској и то је патент FR863484A. Свој проналазак Добривоје Божић је описао на следећи начин: „Најпопуларније говорећи мој „реактор“ је био цев у којој су се одигравале експлозије чији је потисак обезбеђивао кретање. С предње стране та цев је имала такозвану клапну – у ствари покретни затварач – која се у тренутку потиска отварала и пропуштала ваздух, а у тренутку наредне експлозије поново затварала, тако да су гасови излазили само на задњи део „реактора“. Овакви мотори доцније су названи пулзореакторима [9]. Иначе, Божић је покушао да заштити овај проналазак и у Краљевини Југославији, где је поднео одговарајућу пријаву патента П-1390/39 под називом „Ракетни мотор“. Судбина ове пријаве је веома интересантна: у Регистру пријава патената из 1939. године се наводи податак да је 1947. године стављена под секвестар, а да је 1948. године прешла у својину новонастале државе, Федеративне Народне Републике Југославије [23].

Исто тако, интересантни су још неки од његових навода из интервјуа датих домаћој штампи после повратка у Југославију 1964. године да је после рата у Канади имао прилику да види изложену летећу бомбу V-1 и да су на њој са предње стране такође биле клапне, али много више њих, тако да су подсећале на жалузине. Сматрао је да је то било исто као и оно што је он замислио, само усавршено и да су Немци непосредно пред априлски напад на Југославију успели да дођу у посед његовог проналазак посредством некога из Команде ратног ваздухопловства, којој је претходно понудио свој пројекат [9].

Имајући у виду ове његове наводе, као и чињеницу да овај његов патент спада међу најцитираније, јер је у другим патентима цитиран 13 пута, било би сврсисходно у наредном периоду детаљније анализирати конструкцијско решење млазног мотора описаног у овом патенту.



Слика 7. Страница из Божићевог патента FR863484A

У послератном периоду предмет Божићевог интересовања су постале гасне турбине, које је заштитио са још два основна патента у Француској. Први од њих, FR1003735A, има два аналога, један британски и један шпански. Други основни патент, FR1121527A, који се односи на побољшања код турбомашина, представља последњи Божићев патент, за који је пријаву иначе поднео 25. октобра 1954. године. Овај Божићев патент је цитиран 3 пута, због чега би му такође требало посветити дужну пажњу у току даљих истраживања.

Према расположивим архивским подацима, Добривоје Божић је последњу пријаву патента П-1287/64 поднео 11. септембра 1964. године по повратку у Југославију за проналазак под називом "Распоредник за кочнице" и то универзалне за теретне вагоне са дејством како у саставу теретних возова, тако и у саставу путничких и брзих возова са аутоматским подешавањем кочних снага према оптерећењу вагона, и експресне за путничка и брзовозна кола како у саставу брзовозних возова, тако и у саставу теретних возова са аутоматским подешавањем кочних снага према брзини кретања кола [4, 24]. Нажалост, за ову пријаву му није био одобрен патент, јер у Пријемном регистру за патенте из

1964. године постоји податак да је ова пријава стављена ад акта закључком 4784/66 од 25. септембра 1966. године [24].

Од 62 пронађена Божићева патента основне патенте представља њих 16, и то 9 француских, 5 југословенских и по један немачки и пољски, док преосталих 46 патената представљају њихове аналоге. У овом тренутку на располагању се налазе комплетни патентни списи за 57 Божићевих патената, а очекује се да ће ускоро бити набављено и преосталих 5 патената (3 белгијска и 2 шпанска), за које се тренутно доступни само библиографски подаци.

Анализа расположивих референци указује да листа Божићевих патената презентована у овом раду, иако до сада најпотпунија, није коначна и да се може очекивати откриће још извесног броја његових патената, на чему ће бити настављен рад у наредном периоду.

5. ЗАКЉУЧАК

Упркос значају проналазака Добривоја Божића, њима је посвећен несразмерно мали број публикација, а још је мањи број радова који имају за предмет патенте којима је Добривоје Божић заштитио своје проналаске, тако да до данас није био познат чак ни приближан број патената који су му за њих били одобрени. Поред тога, у различитим текстовима, популарним или стручним, често се помиње „Божићев патент за кочницу“, али се скоро нигде се не наводи број тог патента или патената, земља порекла или датум подношења пријаве или издавања патента. Из овог разлога, спроведено је истраживање у базама патентних докумената, расположивој домаћој и иностраној архивској грађи и другим релевантним изворима информација са циљем да идентификују и класификују патенте Добривоја Божића. Резултати овог истраживања указују да је Добривоје Божић заштитио патентима не само своје најпознатије проналаске из области кочница за шинска возила, већ и неке од проналазака који су јавности мање познати. На основу података прикупљених током спроведеног истраживања, утврђено је да је Добривоје Божић имао најмање 62 патента из 18 различитих земаља, као и најмање 2 пријаве за које му нису били одобрени патенти. Од 62 пронађена Божићева патента основне патенте представља њих 16 и то су 9 француских, 5 југословенских и по један немачки и пољски патент, док преосталих 46 патената представљају њихове аналоге. У овом тренутку на располагању се налазе комплетни патентни списи за 57 Божићевих патената, а очекује се да ће ускоро бити набављено и преосталих 5 патената (3 белгијска и 2 шпанска), за које се тренутно доступни само библиографски подаци. Систематизација и анализа ових патената требале би да допринесу бољој евалуацији дела овог нашег неправедно запостављеног великана и његовој адекватнијој промоцији у нашој земљи и свету.

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујем Заводу за интелектуалну својину што ми је поверио израду овог рада који се односи на патенте Добривоја Божића.

Захваљујем се и свима који су ми олакшали рад на изради овог рада. Пре свега бих желела да се захвалим Слободану Стојковићу, из Савеза проналазача Србије, који ми је уступио фотографије гроба Добривоја Божића, бројне литературске и патентне референце коришћене за писање овог рада, као и на веома корисним сугестијама у вези његове садржине.

Исто тако бих желела да се захвалим Саши Здравковићу, из Завода за интелектуалну својину на уступљеном материјалу, а посебно на италијанским патентима Добривоја Божића, као и корисним сугестијама.

Такође бих желела да се захвалим Даниели Шутић Златић, из Завода за интелектуалну својину на уступљеном литературском и патентном материјалу.

Посебно се захваљујем Фондацији „Младен Селак“ на уступљеном материјалу са раритетним новинским интервјуима Добривоја Божића.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Добривоје Божић". Видети: <http://www.zemljarsrbija.rs/%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%B0-%D1%98%D0%B5-%D1%81%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%98%D0%B0-%D0%B8%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BB%D0%B0/dobrivoje-bozic> (приступљено: 12.10.2016.)
- [2] З. Мајдин, "Проналазач из Крунске 69". Видети: <http://www.vreme.com/cms/view.php?id=1340010> (приступљено: 12.10.2016.)
- [3] С. Шарбох, Патенти Николе Тесле - ка коначној листи, Музеј Николе Тесле, Београд, 2006.
- [4] М. Миловановић, Р. Лишанин, М. Вукшић Поповић, Ђ. Кржић, Кочнице и кочење шинских возила - други део: Подлоге за пројектовање, избор и одржавање, Машински факултет, Београд, 2007.
- [5] Божића кућа у Краљеву – IV део – Добривоје Божић. Видети: <http://infokraljevo.com/bozica-kuca-u-kraljevu-iv-deo-dobrivoje-bozic/> (приступљено: 12.10.2016.)
- [6] S. Šarboh, "Nikola Tesla's Patents", in Proc of Sixth International Symposium Nikola Tesla, Belgrade, 2006. Videti: http://www.tesla-symp06.org/papers/Tesla-Symp06_Sarboh.pdf (приступљено: 05.04.2013.)
- [7] S. Šarboh, "The Patents of Nikola Tesla", "World Patent Information", vol.32, issue 4, pp.335–339, 2010.
- [8] S. Šarboh, "Nikola Tesla's Patent Applications for Which Patents Were Not Granted", Telfor Journal Vol.5, No.1, 2013.
- [9] *** "Светски геније Добривоје Божић" (са укљученим деловима текстова "Покрали су ме творци "V" бомби" Б. Ђурице из "Експрес недељне ревије" од 11. јуна 1964. и 29. октобра 1967., Р. Јовановића "Божићева кочница и Ајнштајн" из "Политике" и Н. Бурзана "Мистериозан нестанак Божићевих радова" из "Борбе" од 16. августа 1964.), "Гласник 3", Савез проналазача Србије и Црне Горе & Привредна комора Србије, Београд, стр.37-45, фебруар 2005.
- [10] Д. Јованић, "Животна исповест Боба Божића који је повратио вилу у Крунској". Видети: <http://www.nedeljnik.rs/velike-price/portals/news/zivotna-ispovest-boba-bozica-soveka-koji-je-povratio-vilu-u-krunskoj/> (приступљено: 12.10.2016.)
- [11] С. Шарбох, Ј. Поповић, "The protection of inventions, especially in the field of automatic control", Зборник радова VI International SAUM Conference '98, стр.376 - 381; Ниш; 28.-30. септембар, 1998.

- [12] С. Шарбох, Ј. Поповић, "Заштита проналазака и информациони сервиси" - "Електропривреда" бр. 4/04, стр.50-58, Београд, 2004.
- [13] С. Шарбох, "Патентне активности Михајла Пупина", Зборник радова XIX телекомуникационог форума ТЕЛФОР 2011. на CD-ROM-у, 2011.
- [14] "Paris Convention for the Protection of Industrial Property".
http://www.wipo.int/treaties/en/ip/paris/trtdocs_wo020.html (приступљено: 12.10.2016.)
- [15] С. Шарбох. "Управљање патентима пројектним концептом у условима међународне хармонизације", докторска дисертација, Универзитет Привредна академија у Новом Саду, Факултет за менаџмент малих и средњих предузећа, Београд, 2013.
- [16] United States Patent and Trademark Office: Patent full-Text Database. Видети: <http://patft.uspto.gov/>
- [17] Espacenet Patent Search. Видети: <http://worldwide.espacenet.com/>
- [18] Datenbeständen des DEPATIS-Systems des Deutschen Patent- und Markenamtes (DPMA). Видети: <http://depatisnet.dpma.de/DepatisNet>
- [19] WIPO IP Services: Patents. Видети: <http://www.wipo.int/patentscope/en/>
- [20] Canadian Patent Database. Видети: <http://www.ic.gc.ca/opic-cipo/cpd/eng/search/advanced.html>
- [21] Базе података о патентима националних завода за интелектуалну/индустријску својину (Србија и Југославија, Пољска, Чешка република, Немачка, Шпанија, Канада, Аустралија, Мађарска)
- [22] Archives de l'État en Belgique. Видети: <http://www.arch.be>
- [23] Пријемни регистар за патенте (1939), Архив Југославије, Фонд Савезног завода за патенте, 468, 197
- [24] Пријемни регистар за патенте (1964), Архив Југославије, Фонд Савезног завода за патенте, 468, 217

ТРАКТАТ О ЖИВОТУ И ДЕЛУ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Предраг Петровић

Институт за општу физичку хемију, Студентски трг 12, 11000 Београд, mpm@eunet.rs

Резиме: *Добривоје Божић, наш познати проналазач и конструктор прве савремене кочнице за железничка возила и поред тешког живота тог времена, школовао се у Немачкој, где је и стекао диплому машинског инжењера. Својим изумом поставио је основне принципе будућих осавремењавања кочионих система, којима су се бавили познати произвођачи у свету. С обзиром на значај Божићевог дела, сматра се да он није добио довољан публицитет у српској јавности, у односу на онај који заслужује, и у том смислу и после пола века након његове смрти не само да се не сме заборавити, већ се мора његов значај подићи на виши ниво него што је био до сада. Он то свакако заслужује. У овом раду приказани су материјални прилози о животу и делу Добривоја Божића, кроз основне биографске податке, као и податке везане за његова остварења, која су поткрепљена расположивим прилозима. Сви приказани материјални подаци и прилози су систематизовани кроз публицистичко истраживање које је аутор овог рада спровео. Многи текстуални материјали у овом раду су приказани у оригиналу, односно склопу и духу тадашњег српског граматичког правописа. Истраживање је спроведено у више институција које дају већи или мањи значај животу и делу Добривоја Божића. У том смислу, у раду су приказани многи материјални прилози и експонати који су изложени у неким техничким музејима у Србији, пре свега у Железничком музеју у Београду, Музеју науке Српске академије наука, Народном музеју у Краљеву, затим библиотекама Српске академије наука и уметности, Народној библиотеци у Краљеву, као и другим сродним институцијама у земљи и иностранству, чија је једна од области деловања и железничко машинство. У том смислу, на крају рада је дат и библиографски приказ коришћене литературе и литературе која разматра железнички саобраћај, нарочито времена у којем је Добривоје живео.*

Кључне речи: *Породица Божић, живот, дело, кочница, железница, музејске поставке.*

1. О ПОРОДИЦИ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Отац Добривоја Божића, прота Саватије рођен је 28. децембра 1859. године у селу Реци, Општина Рудо. Основну школу завршио је 1871. године у манастиру Студеница. У Српско – турском рату 1877/1878. године учествовао је као добровољац у Пионирској чети. Наредне године ступа у Богословију, коју успешно завршава 1882. године. Службовао је као стални учитељ у Рашки, а од 1884. године, пуних десет година био је парох у истом месту, тада граничном, које је само истоимена речица делила од области под турском влашћу.

Као писмен човек учествовао је у спровођењу пописа земљишта и уношењу података у земљишне књиге и организовао је сеоске страже за одбрану од ноћних упада Турака пљачкаша. Учествовао је у поправкама цркава у Рашки, Градцу и Краљеву. Уз редовне свештеничке дужности, радио је и у друштву "Свети Сава", путем којег је протурао писма, књиге и друге материјале свештеницима у окупираним крајевима под Турском влашћу. Бавио се политиком и био посланик тадашње Либералне странке.

Са супругом Босиљком, која потиче из околине Студенице имао је десеторо деце. Саватије је био на служби у Рашкој када се Добривоје родио 23.12.1885. године као прво дете. Потом родитељи 1894. године купују кућу и са петоро деце прелазе у Краљево, где се рађа још петоро. Основну школу, а потом по узрасту, деца уписују гимназију у Крагујевцу. Ту је и Добривоје матурирао 1904. године, јер исте у Краљеву није било.

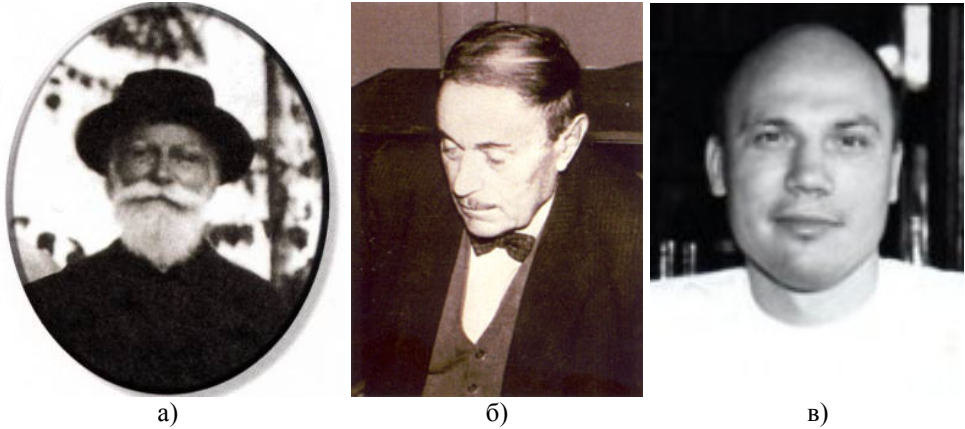
Кућа у којој су живели Божићеви саграђена је осамдесетих година 19. века као репрезентативна грађанска кућа у еклектичком духу, чији је изглед приказан на слици 1. Доња зона куће – сутурен, зидана је у складној комбинацији камена и опеке старог формата, са плитким сводовима од опеке. Високо приземље, са пропорционалним, симетричним и складно обликованим фасадама, одликује се декоративним елементима неоренесансног и неокласицистичког стила, па уз архитектонске вредности, чине овај споменик културе посебно значајним. Кућа у Краљеву у којој су живели Божићеви, одлуком Владе Републике Србије од 18. јуна 1997. године утврђена је за споменик културе под називом „Божића кућа у Краљеву“, у улици Танаска Рајића број 12. На кући је постављена одливена табла са исписаним текстом да је споменик културе под посебном заштитом. На кући су данас видни трагови небриге и неодржавања. [1, 2]



Слика 1. Кућа Божићевих у Краљеву (улица Танаска Рајића бр.12)

На слици 2, приказан је део породице Божић: Саватије, отац Добривоја Божића, Добривоје Божић и његов син Бранко-Боб.

У периоду развоја Српске државе по осамостаљењу од Турског ропства, у Србији се образовање посебно ценило, па се у школовање младих нараштаја пуно улагало од стране и породице и државе, која је чинила велике напоре да створи своју интелигенцију. У том периоду петоро, од шесторо деце Саватија Божића уписује факултете у иностранству и сви успешно завршавају.



Слика 2. Део породице Божић:

а) отац Добривоја Божића – прота Саватије (1859-1960), б) Саватијев син – Добривоје Божић (1885-1967), в) син Добривоја Божића – Бранко-Боб (1950- -)

Као што је већ поменуто, отац Добривоја Божића, Саватије био је познати краљевачки прота. Поред редовних послова које је обављао у Православној цркви и краљевачком Црвеном крсту, познат је и као један од првих покретача иницијативе за подизање будуће Матарушке Бање. Половином јуна 1898. године, Ибар се излио из свог корита, а по повлачењу воде, на местима садашњег парка, појавила се топла вода непријатног мириса. Тадашњи срески лекар из Краљева, др Димитрије Антић, доставио је узорак нове воде хемичару из Београда проф. др Марку Леку да изврши хемијску анализу и утврди главне састојке воде. Утврђено је да вода поседује: сумпор-водоник, натријум-бикарбонат, магнезијум, калијум, нитрате сребра и неке друге састојке, и да се као таква са великим успехом може примењивати за лечење реуматичних и сличних обољења. Тада започиње организовање око формирања будуће бање, а први корак је био оснивање Акционарског друштва са седиштем у Краљеву, чијим деловањем почиње организовани интензиван развој будуће бање.

Акционари се обраћају Матарушкој општини, затим среском одбору, окружном одбору, па затим Министарству народног здравља, и од свих добијају одговор да нема новца за подизање бање. Међутим, Саватије као предводник ту не стаје, већ се са групом угледних краљевчана – акционара (Петром Богавцем, Светозаром Буњакком и др.) договара и сви прихватају да дају по 3.000 динара за почетак подизања бање. На челу са Саватијем, акционари са браћом Курсулић из Рашке постижу договор, да се по мери изреже грађа и сплавовима низ Ибар спусти до „бање“ за изградњу купатила и других зграда.

Од 1937. године, Саватије је био председник Управног одбора, све до 1945. године, када је Бања национализована. Некако у то време, одузета му је и сва имовина коју је стварао дужи период у циљу развоја Бање као лечилишта. Саватијев син Добривоје, чувени и признати иноватор, један је од првих главних акционара А.Д. Матарушка Бања, који је део новца од патента улагао у развој бање, чиме је и постао један од главних акционара. [13]

Када је у питању Саватије Божић, приписују му се многе друге активности, али и истините приче, од којих су неке:

- Један је од оснивача Приватне гимназије у Краљеву, 1911. године, где је двадесет година био и предавач веронауке.
- Када је Аустро-Угарска супротно Берлинском уговору, 1908. године анектирала Босну и Херцеговину, Саватије сазива протесни збор у Краљеву у којем обавештава народ о намери Аустрије да окупира и Србију. Формира се Народни одбор на челу са Саватијем, који шаље депешу Русији, Енглеској и Француској за помоћ Србији у одбрани од Аустрије. Као Народни одбор, организује вежбе добровољаца, а од Николе Пашића, тражи оружје, муницију и бомбе за добровољце. Касније у време окупације, у јануару 1916. године, проту Саватија Аустријанци хапсе и изводе пред преки војни суд. Након саслушања одмах му саопштавају да је непријатељ Аустро – Угарске и Суд доноси одлуку да се осуђује на смрт. Међутим смртна казна није извршена, захваљујући Гувернеру који га је ослободио смртне казне, али је интерниран у Мађарску у Нежидер, где је провео две и по године.
- Саватије је био члан, а касније и председник Пољопривредног друштва. По неким наводима у то време калуђери из српског манастира Хиландара, долазили су у Србију и скупљали прилоге за српски манастир у Светој Гори, и тако су пролазили и кроз Краљево. Једном приликом донели су младе калеме крушака непознатог имена те је од тих једна била засађена у његовом дворишту, када су га питали како се зову ове крушке, није знао, али је рекао да су их донели калуђери са Свете Горе из манастира Хиландара и тако су ове крушке добиле име “Калуђерка”.
- Године 1882., када је пресецао пут кроз Ибарску клисуру Краљево – Рашка, Саватије је направио на једној доброј води чесму и на мермерној плочи ставио је свој потпис. Касније када је прошириван пут за Рашку, радници су разрушили чесму и плочу бацили у Ибар. Саватијев син, грађевински инжењер Божидар када је од 1929. до 1931. просецао и учествовао у градњи железничке пруге Краљево – Рашка, ту чесму је обновио и израдио бетонске цеви које су положене од извора до чесме, како се вода не би растурала и кварила. [13]

2. КРАТАК ОПИС БИОГРАФИЈЕ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Добривоје Божић, инжењер машинства, проналазач и конструктор прве савремене кочнице железничких возила, рођен је 23.12.1885. године у Рашкој, Краљевини Србије, а преминуо у СФРЈ, 13.10.1967. године у Београду.

Након завршетка гимназије у Крагујевцу, Добривоје уписује Високу Техничку школу у Краслуеу и Дрездену. Једно време му је предавао и Rudolf Christian Karl Diesel (1859-1913), проналазач и конструктор дизел мотора. Пре доласка Божића на Универзитет у Карлсруеу, ту су били професори и многи познати научници, међу њима и Хелмхолц (Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand 1821-1894) и Херц (Hertz Heinrich Rudolf, 1857-1894). [50–52]

Добривоје је говорио немачки, француски и италијански. По завршетку студија, 1911. године, као и већина студената оног доба враћа се у Србију да помогне

својим знањем развитуку отаџбине. Инжењерски рад започиње одмах по повратку у Дирекцији српских државних железница у Нишу, као подинжењер I класе (1911-1913.) и инжењер IV класе (1914.), где истовремено почиње и његов истраживачки рад у области кочења железничких возила. Касније усавршавање кочнице највише је спроводио у фабрици „Шинвоз“, тада Петровграду, сада Зрењанину.

Божић је знао да је кочница као уређај железничког возила, од самог почетка 1770. године односно покретања возила на пару (француз Николас Жозеф Кињо) и појаве прве локомотиве 1813. године (Џорџ Стивенсон), компликован проблем за развој шинских возила по основу повећања брзине кретања и носивости. Пре њега је само Џорџ Вестингхаус 1869. године конструисао кочницу са компримованим ваздухом, са директним дејством и унапредио је 1872. године као једнокоморну – аутоматску кочницу са индиректним дејством. Божић је истраживања прекинуо за време Првог светског рата и наставио после окончања рата радећи у Краљеву, Београду и Загребу.

У периоду између два Светска рата (око 1932. године), Добривоје се жени Радмилом Плећевић (слика 3), са којом је имао троје деце – Драгана, Весну и Бранка (друго име Роберт и надимак Боб). Ћерка Весна, због упале и перфорације слепог црева, преминула је у петој години живота. [70, 71]



Слика 3. Венчање Добривоја Божића и Радмиле Плећевић

Када се оженио Радмилом, имао је преко четрдесет година, а Радмила само деветнаест. Потицала је из више средње класе и према неким наводима, волела је лепе ствари, као што су одећа и накит. Имала је сестру Љубу, која је била сушта супрорност у односу на њу. Радмила није била одушевљена што ће се удати за много старијег човека, али је предосећала да ће са њим живети на високој нози, што јој је увек и била жеља.

У вилу у Крунској 69 (слика 4) у Београду, уселили су се 1938., када су имали сина Драгана и ћерку Весну. За то доба живели су на високој нози, са неколико чланова послуге, укључујући куvara, возача и дадиљу. Године 1946., вила у Крунској 69 им се одузима. [49]



Слика 4. Вила Добривоја Божића у Крунској бр. 69 у Београду

Син Драган се оженио Канађанком Маргарет, по смрти Добривоја, 1967. године, а нешто касније умире и мајка Радмила 1971. године у Торонту од рака панкреаса. Други светски рат дочекује у Београду, где му Немци одузимају целокупну имовину. Никада се није бавио политиком, али ипак по завршетку рата нова народна власт га проглашава издајником, хапси и оптужује за колаборацију са окупатором и сарадњу на ракетном пројекту V-2 (Fau 2), једној од првих балистичких ракета коју је немачка армија користила у завршној фази Другог светског рата, за нападе на циљеве у Британији и Белгији. Она представља почетак ракетне трке која ће се развијати током Хладног рата и која ће учинити могућим лет на Месец и лансирање сонди изван Сунчевог система.

Руси сазнају да је ухапшен и да је у затвору, и ослобађају га нудећи му посао. Међутим, пре одласка у Русију, он одлази у Италију, па у Канаду и Америку, и тамо проводи неко време.

У Канади, Виндзору Онтарио, 1950. године рађа се син Бранко, кога због сиромаштва које их је снашло на новом тлу, родитељи дају другој породици на издржавање, а убрзо после тога су се и развели. Боб као одрастао и поред тога што је знао да има родитеље и брата, колико су нам информације доступне и тачне, после тога никада их није ни видео, сем мајке на самој самрти.

Боб се једно време бавио боксом, тако да је седамдесетих година (1973/74.) боксовао са касније веома познатим Ларијем Холмсом, тада спаринг партнер великог Мухамеда Алија. Мечу у „Medison skver gardenu“ присуствовали су Вуди Ален и Френк Синатра. С обзиром да је меч од Холмса изгубио са поломљеном вилицом, то му је уједно био и последњи боксерски меч.

Старији брат Драган, рођен 1935. године живи у Јужној Каролини, постао је инжењер, а млађи Бранко-Боб и поред првака Канаде у боксу, убрзо одустаје од спортске каријере и почиње да ради као возач новинара по минским пољима у Никарагви. Био је један од најпознатијих бармена на Менхетну. Радио је годинама у кафеу „Fanells“, одакле је недавно отишао у пензију. [72]

Бранко је био ожењен Американком Алекс, која је била девојка Барака Обама када је студирао на Колумбија Универзитету у Њујорку 1982. године. Са Алекс

је добио ћерку којој је дао име Весна, по рано преминулој сестри коју никада није видео.

Боб је први пут дошао у Београд 1985. године, када је и обишао Балканску улицу у којој је живела његова тетка Данка са ћерком Јасмином, као и породичну кућу у Крунској улици, која је тад била Канадска, па Ирачка амбасада (1985.), а у новије време седиште Демократске странке. Други пут долази у Београд 2003. године по питању реституције њихове породичне куће у Крунској улици, коју је његов отац Добривоје купио 1939. године.

Бранко и његов старији брат Драган – Дени, поред виле у Крунској улици, требало би да наследе и две стамбене зграде у ширем центру Београда (улица Светозара Марковића), као и неке руднике на Косову, и кућу на Хрватском приморју. Поседују и право на Акције Матарушке Бање.

Крајем педеситих и почетком шездесетих власти позивају наше стручњаке да се врате у земљу и Божић се 1964. године враћа у Београд. Октобра 1967. године умире и сахрањен је тихо и без помпи на Новом гробљу у Београду (слика 5), на парцели 24 и гробном месту 119, у гробницу у којој су већ били сахрањени његов брат лекар Милош (1900-1956.), сестра Зорка (1899-1957.), као и његова малолетна ћерка Весна (1938-1943.). [70] [71]



Слика 5. Споменик Добривоју Божићу (1886-1967.) на Новом гробљу у Београду (парцела 24, гробно место 119)

Сам чин и место сахране показују однос и немар државе према Божићу, али и породице, према човеку који је својим изумом дао не само значајан допринос у развоју кочионог система железничких возила, већ је и својим хуманим радом дао значајан публицитет Србији не само у свету науке, већ и хуманистике.

3. ПРЕТЕЧА КОЧИОНИХ СИСТЕМА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Кочнице су увек представљале део опреме свих мобилних средстава, па између осталих и железничких возила које су обезбеђивале безбедно кретање и заустављање возова у сваком потребном тренутку. С обзиром на значај од самог почетка развоја железнице, од половине XIX па нарочито до половине XX века и даље, развоју и експлоатацији кочне опреме придавана је велика пажња.

Развој кочних уређаја почиње са развојем железнице још из периода око 1875. године у Америци, а везује се за име Џорџа Вестингхауса. Тада се и усваја примена на железничким возилима продужене директне ваздушне кочнице довођењем ваздуха под притиском из главног ваздушног вода у кочне цилиндри. Тај систем је имао многе мане, пре свега у случају раскида главног ваздушног вода, када би долазило до откочивања воза и губљења контроле даљег кретања, па су се такве кочнице називале и неаутоматске. Даљим развојем је елиминисан овај недостатак, па је у случају раскида вода долазило до аутоматског кочења. То се постизало на тај начин што се приликом пуњења главног ваздушног вода кочни цилиндри празне и долази до откочивања, а приликом пражњења главног вода кочни цилиндри се пуне и настаје кочење. Тај принцип рада је задржан до данас, са знатним осавремењавањем, а на којем се заснива и систем кочења Добривоја Божића. [3, 4, 6, 33, 36]

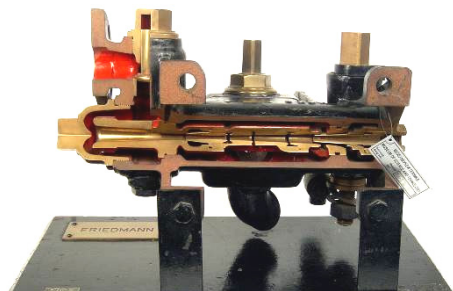
У музеју науке и технике (МНТ) Српске академије наука постоји неколико експоната из тог периода који су приказани на доњим сликама (слика 6).



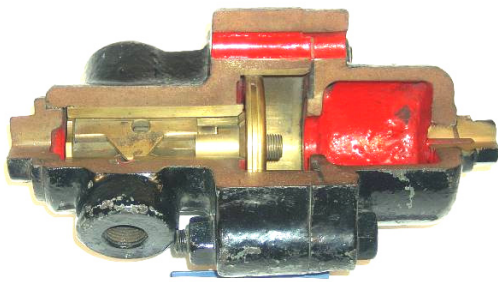
МНТ: 20.4 Напојни апарат за локомотиве узаног колосека



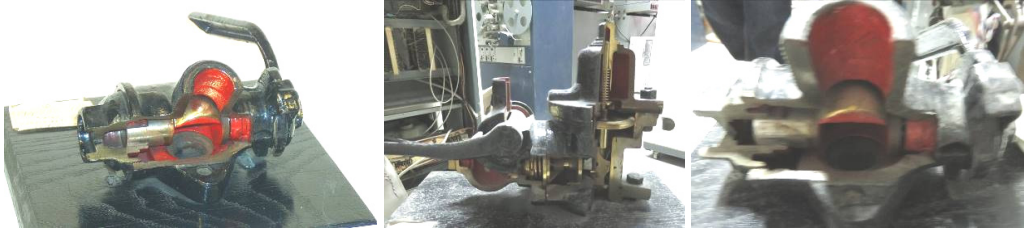
МНТ Т: 20.2 Westinghousov брзодејствујући расподелник



МНТ Т: 20.3. Нема података



МНТ: 20.5. Прост Westinghousov расподелник



МНТ Т: 20.6 Чеона славина
главног ваздушног вода

МНТ Т: 20.1 Кинематички
механизам са пресеком парног
цилиндра локомотиве

МНТ Т: 20.7. Лоптаста
славина

Слика 6. Неки експонати компонената кочионог система из Музеја науке и технике,
(претече Божићевог кочника) [14]

У каснијим фазама развијани су и други типови кочионих система железничких возила као што су: хидродинамички, електродинамички, електромагнетне кочнице, линеарне и роторске кочнице са ваздушним струјањем, кочнице са компримованим ваздухом, електроваздушне кочнице и др.

4. КРАТАК ОПИС ДЕЛА ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Добривоје Божић је знао да је кочиони систем из доба самог почетка развоја железничких возила, 1770. године од покретања возова на пару (француз Nicolas Joseph Cugnot) и појаве прве локомотиве 1813. године (George Stivenson), компликован проблем за развој шинских возила на основу повећања брзине кретања и носивости. Пре њега је само Џорџ Вестингхаус 1869. године конструисао кочницу на збијени ваздух са директним дејством и унапредио је 1872. године као једнокоморну аутоматску кочницу са индиректним дејством. На почетку Божићеве каријере његови претпостављени учили су његове амбиције, вредноћу и духовитост и поверили су му одржавање и оправку кочница на дворском возу. За младог инжењера то је био тежак задатак. Са много труда и стрпљења испитивао је детаљно све недостатке кочнице. Непосредно пред Први светски рат чинио је прве покушаје проналаска једне нове кочнице. За време рата он усавршава свој изум и након многих проба на прузи Загреб – Сушак, Министарство саобраћаја октобра 1922. године усваја Божићеву кочницу за наше државне железнице, а 1928. године Међународна унија железница (UIC) усваја је као интернационално решење. [44, 45]

Божић је својим изумом разрешио до тада нерешиве проблеме кочења возова попут решења распоредника (главни уређај кочнице) са три радна притиска, повећање пробојне брзине ваздуха у главном ваздушном воду (дуж воза) са 80 на 150 m/s, решење пре пуњења радне коморе и решење проблема аутоматске промене силе кочења у зависности од оптерећења железничког возила. Први је предложио кочење путничких возова у функцији брзине (кочење са два радна притиска). Конструисао је најефикаснији кочник (водећи уређај кочнице) којим се са локомотиве управља кочницом воза. Божићева решења кочнице железничких возила су остала као основна за све типове до данас примењених ваздушних кочница у железничком саобраћају. Кочнице данашњих великих произвођача су управо усавршене копије кочнице „Божић“. [10–12]

Међународној унији железница (UIC), своје решење кочнице железничких возила пријавио је преко железнице Краљевине Срба Хрвата и Словенаца 1925. године. После низа тестирања на прузи Загреб – Ријека и отпора његовом решењу од стране Немаца и Француза 1928. године, признат је и његов патент система кочења, као чувена кочница „Божић“.

У извештају интернационалне комисије од 15. септембра 1928. године састављеном у Берну, истакнуто је да Божићева кочница за теретне возове одговара свакој од 33 тачке, условљене од Интернационалне уније железница.

Непосредно пред почетак Другог светског рата у Чехословачкој је било око 40.000 кола са Божићевом кочницом, у Југославији 1.500 кола и локомотива. Пробе су вршене са Божићевом кочницом и у Пољској, Румунији и Манџурији, а кочник је уведен и код Швајцарских и Алзас-лотриншких железница.

На сликама 7, 8, 9 и 10 приказане су оригиналне фотографије тог доба са испитивања кочнице Божић, као и Добривојева захвалница Рудолфу Хегану у знак добре сарадње, од 5. марта 1931. године (слика 11). [18, 23]



Слика 7. Гарнитура састављена од 10 кола са првим распоредницима ”Божић” израђеним у радионици у Загребу, 1921.



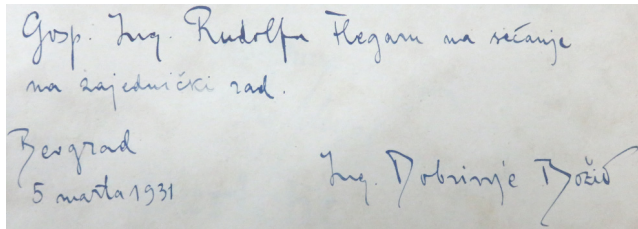
Слика 8. Чланови међународне комисије на предходним пробама кочнице „Божић”, 1925. године у станици Лич (Дривеник)



Слика 9. Испитивање функционалних карактеристика кочнице “Божић” [18]

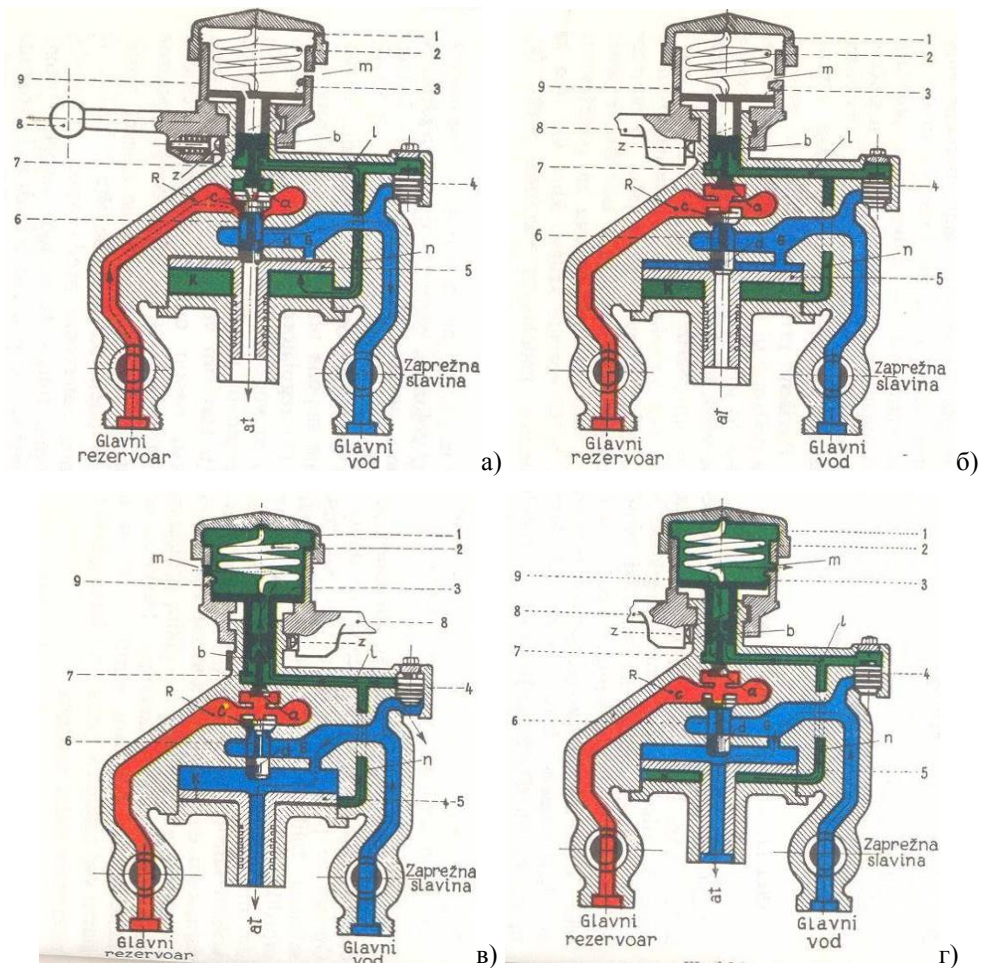


Слика 10. Добривоје Божић поред узорака својих модела изложених у Железничком музеју у Београду [18]



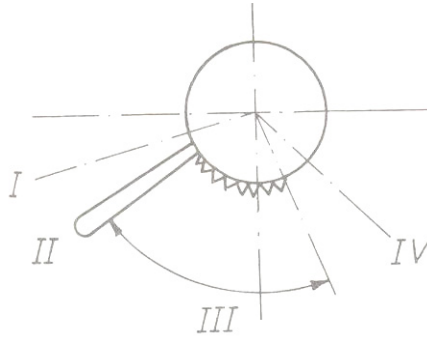
Слика 11. Оригинална захвалница Добривоја Божића Рудолфу Хегану у знак сећања на заједнички рад

Божићев кочник има примену на многобројним типовима локомотива и железничких кола (на Железницама Србије: 642, 643, 662, 611, 731, 732, 733, 761, 801, 802, 361, 362 и 342). На слици 12 приказан је шематски изглед кочника Божић, са својим позицијама и различитим видовима стања у току свог функционисања, а на слици 13 положај радне ручице кочника Божић. [5]



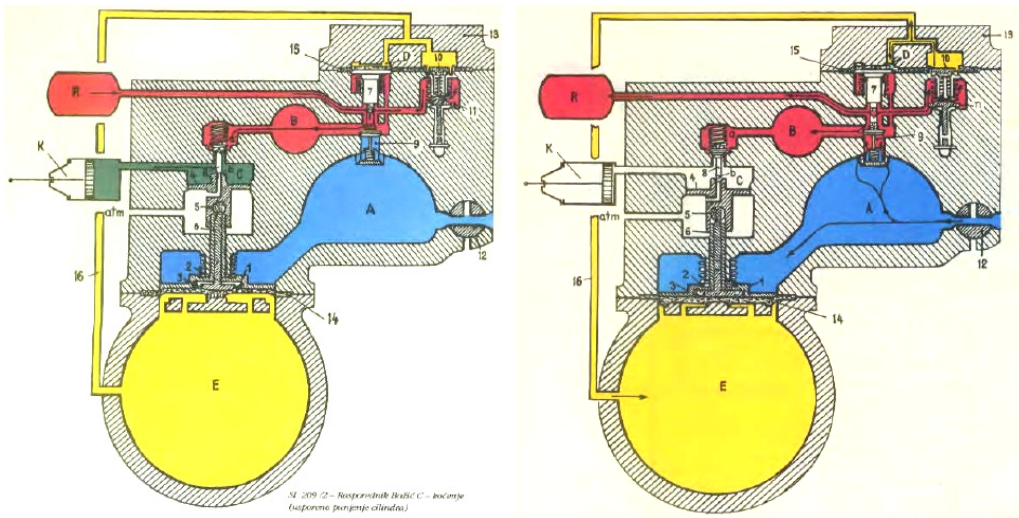
Слика 12. Кочник Божић: а) прекидни положај; б) пуњење и форсирано откочивање; в) брзо кочење; г) постепено кочење и постепено откочивање

На слици 12 су: 1-капа кочника, 2-опруга за подешавање, 3-криласти клип, 4-вентил брзог кочења, 5-клип изравњач, 6-главни двоструки вентил, 7-помоћни двоструки вентил, 8-ручица кочника, 9-обртни цилиндар, а-помоћни упусни вентил, б-помоћни испусни вентил, с-главни упусни вентил, д-главни испусни вентил, з-зуб.

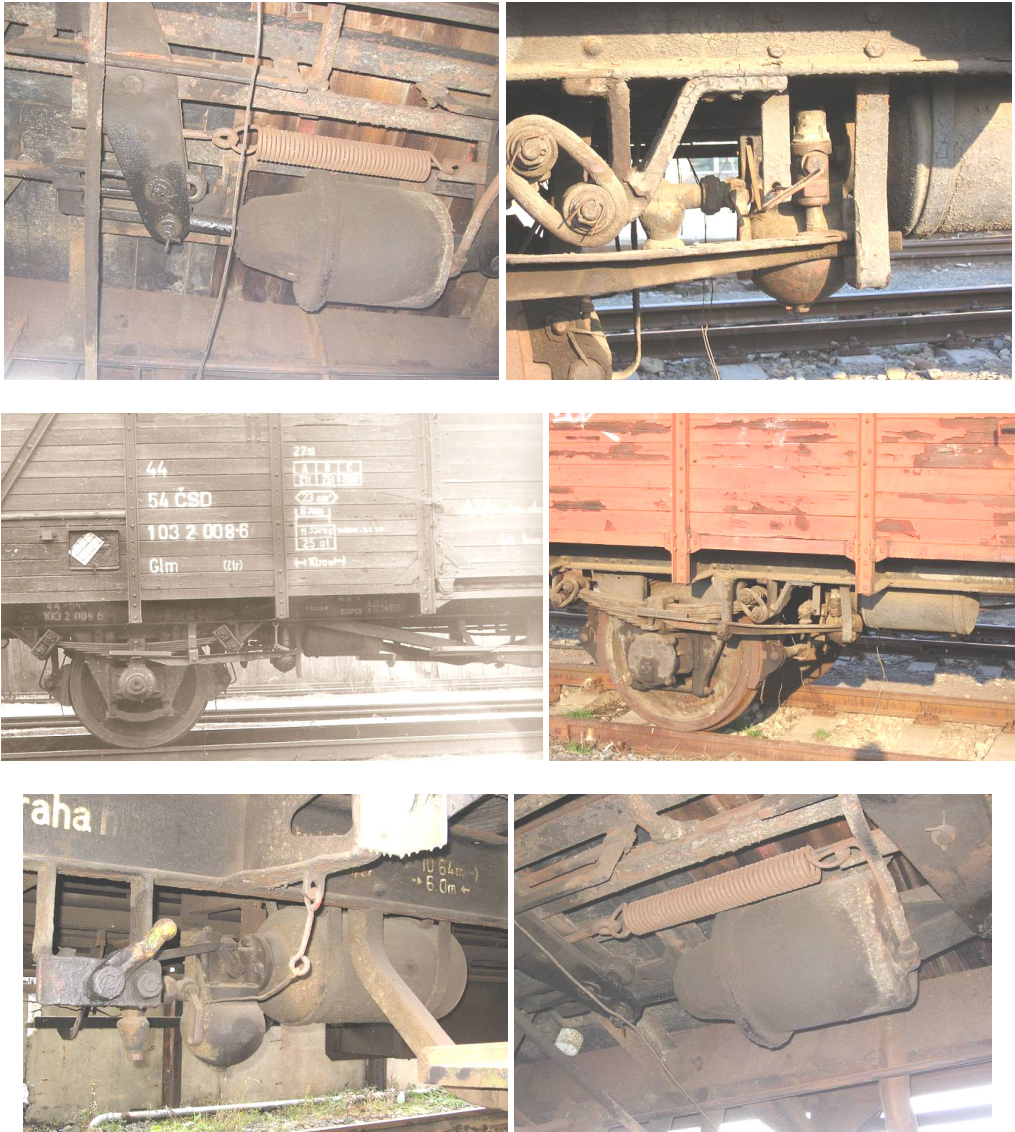


Слика 13. Радни положаји ручице кочника Божић: I-положај: пуњење и форсирано откочивање; II-положај: вожња; III-положај: постепено кочење и постепено откочивање; IV-положај: брзо кочење

На слици 14 приказан је пресек Божићевог кочника, а на слици 15 фотографије положаја Божићевог распоредника и кочника на једном типу железничких кола. [5]



Слика 14. Пресек Божићевог кочника [5]



Слика 15. Положај Божићевог распоредника и кочника са полугом за промену кочних сила према оптерећењу на једном типу железничких кола. [48, 23]

5. АНАЛИЗА ПОЗНАТИХ СИСТЕМА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ КОЧНИЦА СА АУТОМАТСКИМ И КОНТИНУИРАНИМ ПОДЕШАВАЊЕМ КОЧНЕ СИЛЕ ПРЕМА ОПТЕРЕЋЕЊУ ВАГОНА

За сада су познати следећи системи са распоредницима (у оригиналу):

Воџић

- а) тип D израђен у Загребу и признат од UIC 1928. године / нова UIC ознака Во-G-A.

б) тип CD израђен код Шкодиних завода и признат од UIC 1947 / нова UIC ознака Vo-GP-A.

Oerlikon

- а) тип Est 3d/A12 признат од UIC 1959. године / нова UIC ознака O-GP-A.
- б) тип Est 3d/A12a - нема документације да је признат од UIC.

Knorr

- а) тип KE 2A1 признат од UIC 1956. године / нова UIC ознака KE-GP-A.
- б) тип KE 2b A1 - нема документације да је признат од UIC.
- с) тип KEp A12 - нема документације да је признат од UIC.

Westinghouse

Двоструки распоредник тип E3+tip „Vide-Charge“ - нема документације да је признат од UIC, нова UIC ознака WE-GP-A.

Дакo /Шкода/

Типови CD, CVD i CV1D, нова UIC ознака DK-A, међутим ни један од ових типова не припада овде, јер имају аутоматно подешавање кочне снаге само „празан-натоварен“. [18]

5.1. Божић

а) Распоредник типа D са новом UIC ознаком Vo-G-A, а са дејством само на теретни воз, Загребачке израде, признат од UIC 1928. године. Састоји се од једног Божићевог радног агрегата: радна комора – радни клип – контра клип. Распоредник има само једну комору (радну) која је херметички одвојена од осталих простора једном гуменом мембраном.

Кочење и откочивање тј. упуштање компримираног ваздуха у кочни цилиндар, односно испуштање из њега врши се преко једног дуплог упусно-испусног вентила стављеног у дејство међусобним утицајем радног клипа и контра клипа преко једног унутрашњег озиба чији се ослонац налази у једним саоницама кретаним једном кулисом, која се ослања на један крак спољњег озиба, док се други крак ослања на осовину односно мазалицу једног теретног вагона, те се помера угибањем гибња према оптерећењу вагона. Овај начин подешавања кочне снаге према оптерећењу вагона у примени је још од пре 30 и више година, прво и једино у техници, а сада је ову обавезу прописала од пре неколико година и UIC.

Прописани наскок / прво брзо пуњење кочног цилиндра компримираним ваздухом и прибијање кочних папуча точковима вагона / ограничен је одбацивањем клипа здушника у радном клипу, што доводи до спуштања упусног вентила и његовог здушника у упусни пролаз пригушујући-успоравајући даљи пораст притиска у кочном цилиндру, док здушник испусног вентила чини то исто при откочивању, а све према прописима UIC. Настој је сразмеран највећој кочној снази, а према оптерећењу вагона.

Максималан притисак у кочном цилиндру постигнут је кад прстен прекидач који се такође налази у радном клипу, буде одбачен. Постигнути максимални притисак као и делимични, увек су сразмерни оптерећењу вагона.

Полужје за аутоматно подешавање кочне снаге према оптерећењу вагона састоји се из само једног, јединог дела – поменутог спољњег озиба, тешког 3-4 kg. Број делова самога распоредника износи 72 комада.

б) Распоредник типа CD са новом UIC ознаком Vo-GP-A изгрграђен је код Шкодиних завода и признат од UIC 1947. године. Он је индентичан са типом D, само има још и направу за подешавање кочног дејства како у теретном, тако и путничком возу на тај начин што се у путничком возу спречава одбацивање клипа здушника, те кочни притисак у кочном цилиндру брзо расте као и што је то потреба у путничком возу, а што је копирано из путничког распоредника типа C.

Овај тип има спољни озиб за аутоматно подешавање кочне снаге према оптерећењу вагона са дејством како у теретном тако и у путничком возу, а може се употребити и на путничком вагону само у том случају спољни озиб није потребан и распоредник сам сопственом тежином његове кулисе долази у положај за потпуно натоварен вагон тј. даје максималну расположиву кочну снагу.

Овај је тип, дакле, уневезалан и одговара свим условима UIC од 1923. године. Међутим, не одговара свим условима UIC од 01. јануара 1953. године, и то: услову 5 у којем по нормалном режиму од 5 атмосфера потпуно откочивање треба да наступи при повишеном притиску у главном воду на 4,85 атмосфера, и услову 16 по којем пробојна брзина кочења треба да буде најмање 250 m/s, док овај тип има највећу пробојну брзину од 210 m/s. Ни услов 18 (наскок од 10%) није тачно испуњен.

Овај се тип може подесити да одговара услову 16 повећањем његове осетљивости тј. повећањем површине радног клипа, као што је то учињено код Оерликонове копије Божићевог распоредника / његов радни клип има пет пута већу површину него Божићев, али се онда мора повећати и површина контра клипа, те би распоредник био веома волуминозан и тежак као што је и Оерликонов распоредник, а онда би се морао правити, као и код Оерликоновог распоредника огроман допунски резервоар за радну комору од 15 литара уместо од 3 литра Божићеве радне коморе, која се налази у самом распореднику.

Уосталом ни услов 5 / потпуно откочивање на 4,85 атмосфере у главном воду не би се могао задовољити постојећим елементима, него би се морала уградити нова апаратура као што имају и други системи.

Међутим, оба ова типа остају и даље у међународном саобраћају према одредби UIC, билтен No. 540-0, од 01. јануара 1960. године, страна 8.

Оба ова типа распоредника Божићеве кочнице јесу неисцрпна, јер аутоматно надокнађују изгубљени ваздух у кочном цилиндру из кочног резервоара, а овај аутоматно повлачи компримирани ваздух из главног вода, чим у њему притисак постане мањи него у главном воду, а овај аутоматно повлачи компримирани ваздух из главног резервоара преко Божићевог кочника на локомотиви. [18]

5.2. Oerlikon

а) Тип EST 3d/A12a са новом UIC ознаком O-GP-A, признат од UIC 1959. године. Из шематских цртежа се види да је овај тип јако компликована копија

Божићевог распоредника типа D (за теретна кола), која употребљава два пута Божићев радни агрегат: радна комора – радни клип – контра клип, компликујући га са другим направама тако јако да стручно особље није у стању да разуме његово функционисање. Тако на пример: нико не разуме откуда после наскока долази до успореног пораста кочионог притиска у дејству са теретним возовима. Осим тога, нико не уме да изврши ревизију и оправку тог распоредника који има 3 радне коморе и три пута више делова него Божићев тип D.

Тако на пример: тај Оерликонов распоредник има 9 гумених мембрана, уместо 2 у Божићевом распореднику, 9 клипова, уместо 4, 18 опруга, уместо 6, итд. Први радни агрегат (копија Божићевог распоредника типа C) има радни клип 5 пута веће површине него што је Божићев, те је целокупан распоредник услед повећања остале апаратуре веома гломазан и тежак, а посебан резервоар за радну комору тежак је 9 kg. При првом кочном импулсу, смањење притиска у главном воду тај први радни клип отвара преко једног копликованог механизма вентил брзач да би једна мала количина ваздуха из главног вода прешла у извесну посебну комору у циљу повећања пробојне брзине кочења. Непожељно поновно стављање у дејство вентила брзача спречено је новим компликованим механизмом названим „забравник“.

Први радни агрегат који је копија Божићевог распоредника типа C служи само за пуњење односно пражњење друге радне коморе другог радног агрегата и тек овај, који је управо копија радног агрегата Божићевог распоредника типа D, служи за упуштање, односно испуштање компримираног ваздуха из кочног цилиндра преко једног дуплог вентила, који функционише међусобним утицајем овог другог радног клипа и другог контра клипа преко једног озиба, чији се ослонац помера дејством једног спољњег врло компликованог полужја (17 делова) у сразмери са оптерећењем вагона.

Ово компликовано полужје осим његове огромне тежине (150 kg, уместо Божићевог од 3 kg) уз то је и несигурно у дејству. Наиме, полужје се врло често не враћа при истовару вагона саонице са ослоном озиба у положај за празан вагон, тј. не смањује кочну снагу сразмерно празном вагону, услед чега долази при кочењу до блокирања точкова и оштећења бандажа, што се дешавало на многим Југословенским возилима, односно вагонима.

Даље, како Оерликонов систем решава одвођење кондезоване воде из распоредника, као што је то учињено у Божићевим распоредницима, када се овај Оерликонов распоредник заледи при јаком мразу, исти не функционише.

Несигурност и неисправност Оерликонових распоредника је тако велика и тако многострука да је у самом упутству предвиђено 30 случајева неисправности и начини њихових исправки, тако да ни један кочни стручњак не може да се снађе. Због тога је Генерална дирекција била приморана да забрани својим стручњацима поправку неисправних Оерликонових распоредника, већ да их шаљу произвођачу на оправку.

Наскок (УИС услов 18) регулисан је посебном компликованом апаратом чије је функционисање неразумно за кочне стручњаке. Исто су тако неразумљиви за кочне стручњаке напојни вентили помоћног резервоара и радне коморе, као и „изравњач“ притиска. Они имају: 3 вентила, 2 гумене манжетне, 4 опруге и више

других направа, док код Божићевог распоредника постоји само по један вентил – за помоћни резервоар и за радну комору.

Исто је тако јако компликована апаратура тзв. „прекидача“ чије је дејство исто тако неразумљиво. [18]

5.3. Knorr

Тип KE 2 A1, нова UIC ознака KE-GP-A, признат од UIC 1956. године. Овај тип је веома компликована копија Божићевих распоредника C и D, тј. употребљава 2 пута Божићев радни агрегат: радна комора – радни клип – контра клип, компликујући га са другим направама тако јако да стручно особље није у стању да разуме његово функционисање нити да врши ревизију и оправку. Он има 3 коморе и 3 пута више делова него Божићев распоредник типа D. Тако нпр. тај Knorr-ов распоредник има: 8 гумених мембрана уместо 2 у Божићевом, 9 клипова уместо 4, 24 опруге уместо 6, итд.

Први радни агрегат, копија Божићевог типа C (за путничке вагоне) има радни клип 4 пута веће површине него Божићев. Да би се повећала његова осетљивост (а тиме и његова пробојна брзина кочења), контра клип је 4 пута веће површине, а читав апарат је веома гломазан и тежак при чему целокупна његова тежина износи 52 kg.

Овај први радни агрегат изведен је веома нетехнички: радни клип и контра клип који су на једној осовини, утичу један на други ексцентрично. При првом кочном импулсу тај први радни клип отвара преко неког ексцентричног штапића централни вентил-брзач да би једна мала количина ваздуха из главног вода прешла у извесну посебну комору у циљу повећања пробојне брзине кочења. Непожељно поновно стављање посебне коморе у дејство спречено је њеним затварањем помоћу једног компликованог механизма.

Први радни агрегат служи само за пуњење или пражњење друге радне коморе другог радног агрегата и тек овај који је компликована копија Божићевог распоредника типа D (за теретне вагоне), служи за регулисање кочног притиска према оптерећењу вагона. Регулисано полужје је у вези са 2 вагонска гибња, дијагонално распоређена и састоји се из 22 дела, од којих су два хидраулични (глицерински) амортизери. Његова је тежина 150 kg, на супрот Божићевом озибу од 3 kg. Како ово полужје функционише у пракси, немамо искуство. Како одвођење кондезоване воде није предвиђено у апарату, распоредник се свакако залеђује на јаком мразу. Кочница није неисправна, пошто ваздух из главног вода не може за време кочења да надопуњава помоћни резервоар, кад у њему притисак постане мањи од притиска у главном воду. [18]

5.4. Westinghouse

Двоструки распоредник тип E3 „Vide-Charge“ за који нема документације кад је признат од UIC, ипак има нову UIC ознаку WE-GP-A. То са 2 посебна распоредника од којих је први компликована копија Божићевог распоредника типа C са Божићевим радним агрегатима: радна комора – радни клип – контра клип и другим многобројним клиповима, мембранама, вентилима, опругама,

заптивним клипњачама и као са круном неспособности и компликованости, овај први распоредник има још и 2 шибера.

Овај први распоредник служи само за пуњење и пражњење друге радне коморе у другом посебном распореднику, која је рђава копија Божићевог распоредника тип D, тј. други радни клип и други контра клип дејствују један на другом преко једног озиба са променљивим ослонцем, који стоји под утицајем једног компликованог полужја од 17 делова као код Кноrove и Oerlikonove кочнице и који је исто тако веома тежак и несигуран.

Пошто нема никаквог техничког цртежа ових двеју распоредника, није могуће упустити се у детаљну анализу и критику. Кочница није неисцрпна, пошто се из шематског цртежа не види да се помоћни резервоар може надопуњавати током кочења, а такође се не види да ли се може одводити кондензована вода. [18]

5.5. Дако (Шкодини заводи)

Постоје типови: CD (два Божићева распоредника C-D), CVD i CVID. Нова је UIC ознака ДКА, али се не зна на који се тип односи.

Међутим, пробани тип од стране UIC не припада у категорију континуираног подешавања кочне снаге према оптерећењу вагона, пошто аутоматско подешавање постоји само или за празан или натоварен вагон. Па и на ово недовољно подешавање полужје је веома компликовано.

И овај распоредник исто као Кноrov и Oerlikonov је веома компликован, има много делова и није сигуран од залеђивања, а уз то није неисцрпан. Он има огромни радни и контра клип и што је најгоре, има посебан клип брзач исто тако огроман, као и радни клип. Како овај распоредник не припада у категорију аутоматског, континуираног подешавања кочне снаге према оптерећењу вагона, то је ван оквира ове анализе. [18, 34]

6. МУЗЕЈСКЕ ПОСТАВКЕ ДЕЛА ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Божићева кочница је заступљена у многим музејима у Србији и Европи. У нашој земљи, пре свега у Железничком музеју у Београду, Музеју науке и технике Српске академије наука у Београду, Народном Музеју у Краљеву, као и у неким другим музејима Европских градова.

У многим књигама које су везане за железницу, а нарочито које третирају кочиони систем, заступљен је и Божићев патент. У музејским документима о Добривоју Божићу, нађен је и спис, следеће садржине (оригинал):

-1914. Инжењер IV класе Радионице у Нишу VII. машинског одељења СДЖ, Државни календар Краљевине Србије за годину 1914. која је проста, Београд 1914; 342.

-1921. Виши инжењер II класе Одсека за радионице Машинског одељења Генералне дирекције државних железница Краљевине СХС, Државни календар Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца за годину 1921. која је проста, Београд 1921; 819;

-инж. Добривоје Божић, изгубио бесплатну легитимацију за повлашћену возњу бр. 738. I класе, СНСУ, бр. 13 (15.VIII 1925); 4

-Божић Добривоје, Челопечка 6, Београд, Попис чланова Удружења југословенских инжењера и архитеката почетком год. 1927. I. секција Београд, Технички лист 1927. г.

-Добривоје Божић (1886-1967). Из Рашке. Гимназију је завршио у Крагујевцу, машинску технику је студирао у Дрездену. Године 1911. запослио се као инжењер у главној радионици у Нишу Дирекције СДЖ. Уочивши недостатке дотадашњих кочионих система, од почетка своје инжењеријске каријере почео је рад на конструкцији новог типа железничких кочница. Прве пробе извео је непосредно пре почетка Првог светског рата, а наставио их је по његовом окончању. Године 1922. Министарство саобраћаја Краљевине Срба Хрвата и Словенаца усвојило је Божићеву кочницу за наше Државне железнице. Године 1928., Божићеву кочницу је признала Међународна унија железница, а коришћена је у Југославији, Чехословачкој, Швајцарској, Француској, Пољској, Румунији и Манџурији. Готово све доцније конструкције железничких кочница произашле су из Божићеве идеје. После Другог светског рата живео је у Канади и САД, умро је по повратку у земљу. [75]

-Најновији тип Божићеве кочнице, Железничке новине бр. 72 (22.03.1961); стр. 6.

-Ин мемориам, Железничке новине бр. 415 (18.X 1967); стр. 4. [18]

7. ЗАПИСИ О ДОБРИВОЈУ БОЖИЋУ У ЖЕЛЕЗНИЧКОМ МУЗЕЈУ У БЕОГРАДУ

У железничком музеју у Београду налазе се многи записи о Добривоју Божићу, од којих су неки наведени (оригинал):

1. Видео касета са изјавама инж. Душана Перзића, машинског инжењера из Београда и инж. Светомира Николајевића, ваздухопловног инжењера из Трстеника о раду инж. Добривоја Божића. Снимио Бошко Љубисављевић 26.IV 2000. године у Железничком музеју.

2. Аудио касета са тонским снимком изјава инж. Душана Перзића, машинског инжењера из Београда и инж. Светомира Николајевића, ваздухопловног инжењера из Трстеника о раду инж. Добривоја Божића. Снимио Бошко Љубисављевић 26.IV 2000. године у Железничком музеју.

3. CD-1. Видео снимак са изјавама инж. Душана Перзића, машинског инжењера из Београда и инж. Светомира Николајевића, ваздухопловног инжењера из Трстеника о раду инж. Добривоја Божића. Снимио Бошко Љубисављевић 26.IV 2000. године у Железничком музеју (2 ком).

4. CD-2. Тонски снимак изјава инж. Душана Перзића, машинског инжењера из Београда и инж. Светомира Николајевића, ваздухопловног инжењера из Трстеника о раду инж. Добривоја Божића. Снимио Бошко Љубисављевић 26.IV 2000. године у Железничком музеју.

5. CD-3 са видео и тонским снимком као на претходним.

6. Кочница Божић – Упутство о употреби ваздушних кочница на чешком језику (издање ČSD)

7. Први опис (1923. год.) распоредника са радном комором заптивеном течношћу (глицерином) и кочника (Тип 1922) Божић – Бремсе.
8. Понуда Шкодиних завода у Плзњу за снабдевање возног парка ЈЖ кочницом Божић – 1931. год.
9. Frein Vožić pour tous les trains – Vožić – Bremse für alle züge (Опис кочнице за међународне пробе – 1925. год.
10. Извештај комисије за избор ваздушне кочнице на ЈЖ, 12.IV 1954. и препис од 5.IX 1972.
11. Дејан Пајкановић, Ваздушне кочнице и њихова примена на железници
12. Документа које је Музеју поклонио инж. Светомир Николајевић из Трстеника:
 1. Пропратно писмо Заједнице Југословенских железница од 30. маја 1963. и писмо инж. Добривоју Божићу (стр. 1/2+1/2).
 2. Извештај о разговорима са инж. Добривојем Божићем у Конструктивном бироу Прве петолетке у Београду, 20. јуна 1961. г. (стр. 2).
 3. Извештај инж. М. Николића из Пројектног бироа Прве петолетке у Београду о посети инж. Божића овом Бироу 21. августа 1961. г. (стр. 3).
 4. Извештај инж. Д. Перзића из Пројектног бироа ППТ о разговорима вођеним у Заједници ЈЖ 30.X 1961. г. (5 стр.).
 5. Писмо Заједнице ЈЖ инжењеру Игњатију Роботићу 15.XII 1961. г. (стр. ½).
 6. Пропратно писмо Пројектног бироа ППТ од 8.II 1962. г. и предлог Уговора о хонорарном раду (1/2+10 стр.)
 7. Писмо инж. Д. Перзића Техничком сектору Заједнице ЈЖ у вези Божићеве кочнице, 28.V 1963. г. (1. стр.)
13. Документа које је Музеју поклонио инж. Душан Перзић из Београда
 1. Писмо инж. Добривоја Божића Првој петолетки из Трстеника, 23.XII 1961. г. уз три прилога: Упоредни преглед кочних распоредника (1. страна); Анализа познатих система железничких кочница (6 страна) и Пројекат уговора (1 страна) (укупно 9 страна).
 2. Писмо инж. Добривоја Божића Првој петолетки Трстеник са оригиналним потписом, 9.V 1963. г. (2. стр) и прилог: Упоредни преглед кочних распоредника (1. стр.).
 3. Негативан одговор Прве петолетке Трстеник на Божићеву понуду, 8.VI 1963. г. (1. стр.)
14. Слободан Росић, Добривоје Божић – проналазач прве савремене кочнице, Пинус Записи, 2/1995; 103-110 (сепарат – 2 ком.)
15. Допис Милене Милићевић, кустоса Железничког музеја новинару Њујоркера Паумгартнеру о животу и раду Добривоја Божића и текст о Роберту Бранку Божићу у Њујоркеру стр. 28-34
16. Попис експоната на изложби 18-23. марта 1957. године (Железничког института), поклон Музеју.
17. Излагање инж. Душана Перзића и инж. Бранислава Павловића на 539 седници Удружења за неговање ваздухопловних традиција: О ваздушним кочницама и млазном мотору конструктора инж. Д. Божића, 8.X 2007. – доставио Д. Перзић.

18. Забелешка са сусрета са др Грујицом Секулићем, стручним сарадником ЗЈЖ у пензији о кочницама, 31. X 2002.
19. Лука Чупковић, Биографија маш. инж. Добривоја Божића, 13.XI 2002.
20. Забелешка о сусрету са Даницом Тасић из Београда, свастиком инж. Добривоја Божића, јануара 2001.
21. Примаријус др Драгољуб Поповић, сестрић, Прилог за биографију машинског инжењера Добривоја Божића, 18.II 1992. г.
22. Драгољуб С. Јанковић, Биографија Дибривоја Божића, Кратка биографија непознатог аутора.
23. Најновији тип Божићеве кочнице, Железничке новине бр. 72 (22.III 1961.); 6 –копија.
24. Пополна железничка завора – изум југослована – текст о Божићу на словеначком у неком листу?
25. Ђорђе Берар, Чије су кочнице које заустављају возове, Политика 2. XI 1961, стр. 8.
26. Никола Карановић, Божићева универзална ваздушна кочница, 4. јул Београд, 18.IV 1963.
27. Ин мемориам, Железничке новине бр. 415 (18.X 1967); 4.
28. Тањугове notiце о смрти инж. Добривоја Божића и читуља у Политици, 14,15, и 17.X 1967. – копија.
29. Ненад Новак Стефановић, Тајна куће српског проналазача, Политика 30.IX 2011., Моја кућа, стр. 3.
30. Оглас Југошкоде а.д. у коме рекламирају Божићеву кочницу, Југословенски технички годишњак, Београд 1937.
31. Молба Белеф центра за експонате о Божићевој кочници за изложбу патената, 30.III 2007.
32. Коверат са оригиналном разгледницом Париза коју је Божић послао 16.V.1923. брату Милошу Божићу, студенту медицине у Грацу.
33. Разне забелешке као гробно место, посета синова итд.
34. Фотографије. [18]

8. ПОСТАВКА ДЕЛА ДОБРИВОЈА БОЖИЋА У ЖЕЛЕЗНИЧКОМ МУЗЕЈУ У БЕОГРАДУ

Што се тиче музејских експоната компонената Божићевог кочионог система, као и других писаних материјала, они су такође најзаступљенији у Железничком музеју у Београду. У том контексту у Музеју су изложени следећи писани материјали и експонати (оригинал):

Ваздушне кочнице

1. Чланак из „Glasers Annalen“: “Прилог питању увођења продужних теретних кочница при европским железничким управама“, dr ing. Anger 1927.

Ваздушне кочнице

2. Типски програм испитивања и проба којима се мора сваки нови тип продужне кочнице за теретне возове подврћи због допуштања за међународни саобраћај (UIC-1932).

Ваздушне кочнице

1. Извештај Техничког јединства железнице о допуштању теретних кочница: Kuncse-Knotг и Westinghouse за међународни саобраћај (у дупликату).

Кочница Божић

2. Извештај комисије Међународне уније железница (UIC) о резултатима званичних проба 1928. године.

Кочница Божић

3. Први опис (1923. год) распоредника са радном комором заптивеном течношћу (глицерином) и кочника (Тип 1922.)

Кочница Божић

6. Опис кочнице за међународне пробе 1925. године

Кочница Божић

7. Опис кочнице 1926. године

Кочница Божић

8. Опис кочнице 1929. године

Кочница Божић

9. Опис кочнице - издање „Шкода“, 1936 године

Кочница Божић

10. Опис кочнице на Чешком језику, издање „Шкоде“

Кочница Божић

11. Опис кочнице - Чешко издање 1928. године (непотпуно)

Кочница Божић

12. Опис кочнице на Чешком језику, са преводом

Кочница Божић

13. Опис уређаја кочнице на моторном возу узаног колосека на немачком језику (Шкода-1938. године)

Кочница Божић

14. Опис уређаја кочнице на лако моторном возу нормалног колосека на немачком језику (Шкода - 1925. године)

Кочница Божић

15. Опис монтаже кочног уређаја на колима

Кочница Божић

16. Немачка патентна исправа „Распоредник за аутоматске кочнице са збијеним ваздухом“ - 1928. године.

Кочница Божић

17. Упутство о употреби ваздушних кочница на чешком језику (издање ČSD)

Кочница Божић

18. Упутство о одржавању ваздушних кочница на чешком језику (издање ČSD - 1933. године)

Кочница Божић

19. Немачко издање о ваздушним кочницама са обрадом кочнице „Божић“

Кочница Божић

20. Немачко издање о ваздушним кочницама са обрадом кочнице „Божић“

Кочница Божић

21. Чланак dr Jozefa Kudrne: „Саобраћајна искуства са продуженом кочницом са збијеним ваздухом (тип Божић)“

Кочница Божић

22. Чланак dr Jozefa Kudrne: “Критичка разматрања практичних резултата нових типова кочница“.

Кочница Божић

23. Прорачун кочнице на немачком језику (издање „Шкода“ - објава УИС, бр. 54 - 1935. године.

Кочница Божић

24. Карактеристике кочница које је одобрила међународна унија железница до 1936. године.

Кочница Божић

25. Предлог за промену кочности кочница „Божић“ на бугарским теретним колима.

Кочница Божић

26. Понуда „Шкодиних завода у Плзњу“ за снабдевање возног парка ЖЖ кочницом „Божич“ – 1931. године.

Кочница Божић

27. Уграђивање кочнице „Божич“ на теретна кола ЖЖ - предлог Шкодиних завода 1937. године.

Кочница Божић

28. Увођење кочнице „Westinghouse-Li“ са кочницом „Божић“ на немачком језику (издање Шкодиних завода – 1937. године, уз понуду).

Кочница Божић

29. Службена расправа за увођење ваздушне кочнице код Југословенских железница (у дупликату)

Кочница Божић

30. Каталог Шкодиних кочница на немачком језику.

Кочница Божић

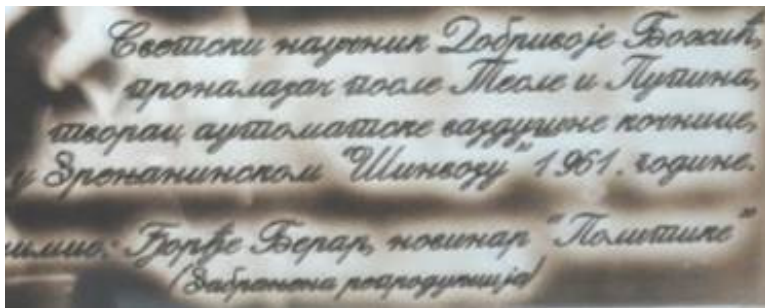
31. Упоређење кочнице „Божич“ и „Hildebrand-Knopf“ после спроведених проба 1936. године (поверљив извештај Шкоде).

Ваздушне кочнице

32. Домаћа литература о ваздушним кочницама [10, 18]



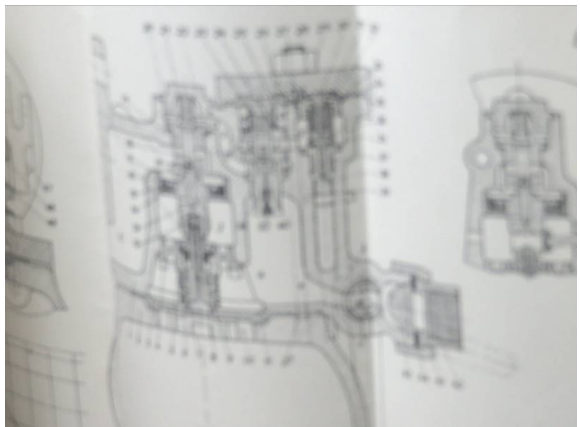
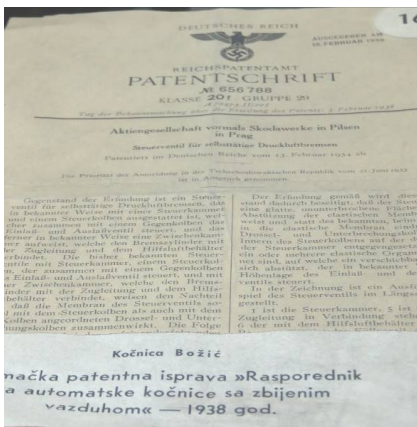
Слика 16. Музејска поставка Божићевог кочионог система у Железничком музеју у Београду [18]



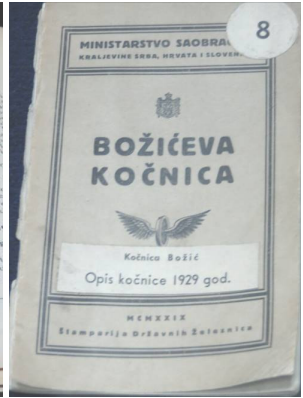
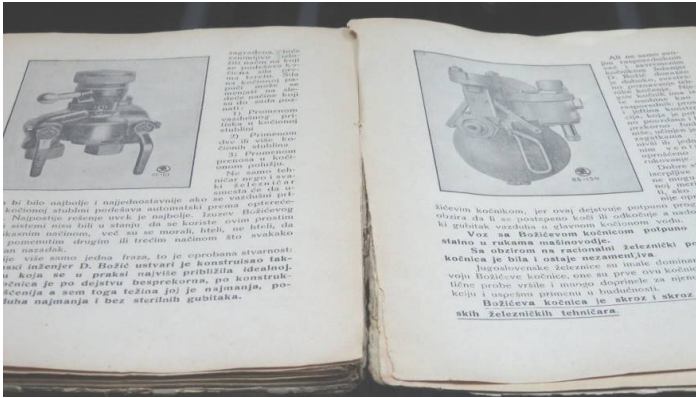
Светски научник Добривоје Божић, проналазач после Тесле и Пупина, творац аутоматске ваздушне кочнице, у Зрењанинском „Шинвозу“, 1961. године.

Примио: Ђорђе Ферар, новинар „Политике“
(Забрањена репродукција)

Слика 17. Захвалница „Шинвоза“ из Зрењанина Добривоју Божићу [18]



Слика 18. Немачка патентна исправа „Распоредник кочења аутоматске кочнице са збијеним ваздухом -1938.



Слика 19. Министарство саобраћаја Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, „Божићева кочница“ - Опис кочнице 1929, МСМХХІХ, Штампарија Државних Железница [18]



Кочник 338



Кочник 338

Кочник 337(3-б)

V кочник 337 (3-б)



347

332

Тип С

Слика 20. Изложени експонати распоредника и кочника, Добривоја Божића у Железничком музеју у Београду [18]

9. ПОСТАВКА ДЕЛА ДОБРИВОЈА БОЖИЋА У НАРОДНОМ МУЗЕЈУ У КРАЉЕВУ

У Народном музеју у Краљеву поставка о делу и животу Добривоја Божића је доста скромна. Поред записа о Божићу и његове слике, музеј поседује и реплику вагона на којем су вршена испитивања, кочник и део система за кочење. [74] Огранак Савеза инжењера и техничара из Краљева, као чланица Савеза инжењера и техничара Србије, носи назив Добривоја Божића.

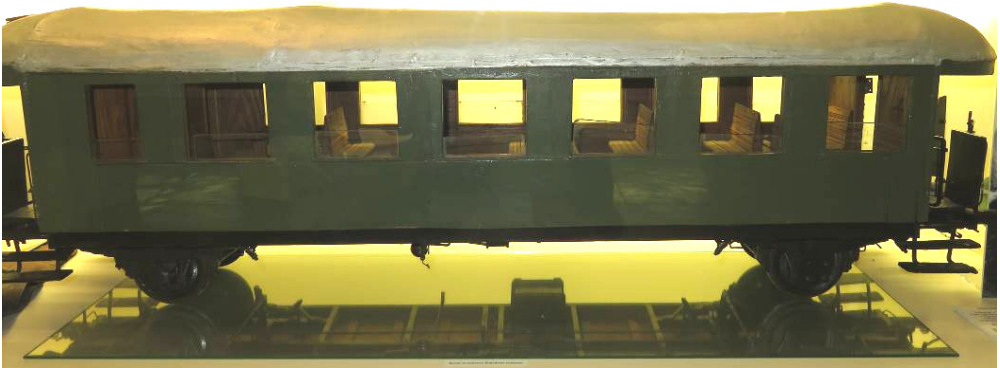
ДОБРИВОЈЕ БОЖИЋ (1886-1967)

Рођен је у Рашки, у породици свештеника Саватија Божића, која се 1894. године доселила у Краљево. Матурирао је у Крагујевачкој гимназији 1904, а као државни питомац завршио је машинску технику у Берлину 1911. године. Радио је у главној радионици Дирекције српских државних железница у Нишу, где је предузео прве покушаје да нађе нова решења за кочиони систем воза. Тек после Првог светског рата и нових проба, Министарство саобраћаја је 1922. године усвојило кочницу за наше железнице. Божићева кочница, после нових проба и испитивања и дугих отпора, бива призната 1928. године од стране Интернационалне уније железница као једно од најбољих решења до данашњих дана, како по једноставности конструкције, тако и по лакоћи руковања и ефекту дејства. Њена примена започела је прво у Чехословачкој и Швајцарској. После Другог светског рата, избегао је сигурну смрт и уз помоћ Руса, тајним одласком, настанио се у САД и Канади.



Слика 21. Запис о Добривоју Божићу у Народном музеју у Краљеву

Слика 22. Фотографија Добривоја Божића у Народном музеју у Краљеву



Слика 23. Реплика вагона на којем су вршена испитивања Божићеве кочнице



Слика 24. Кочник Добривоја Божића



Слика 25. Компонента кочионог система железничких возила [74]

10. НЕКЕ МЕЂУНАРОДНЕ ДРЖАВНЕ АРХИВЕ

Аутор овог чланка, доставио је више упита неким музејима у Европи, по питању поседовања и доступности материјала који се односи на Патент Добривоја Божића.

Одговор је стигао из Државне регионалне архиве из Плзена, с обзиром на веома интензивну сарадњу тог времена са Шкодом, односно Шкодиним заводима ДАКО из Чехословачке. Господин Jan Vanata је доставио више дописа са приложеним следећим садржајима. [73, 69, 42]

Mgr. Jan Vaňata,
Státní oblastní archiv v Plzni,
3. oddělení, pracoviště Klášter
Klášter 101
335 01 Nepomuk
tel.: + 420 373 740 154
e-mail: vanata@soaplzen.cz

Dr. PREDRAG PETROVIĆ
Republika Srbija

Ref. Nr. SOAP/003-0586/2016

7th October 2016

Subject: **Dobrivoje Božić – the archival records in the ŠKODA Archives Plzeň**

Dear Dr Petrović,

Allow me to respond to your e-mail from 16th September 2016, that was forwarded to us by the ŠKODA AUTO Archives in Mladá Boleslav.

In the sense of your request I made a research in the ŠKODA Archives Plzeň, that is a part of the State Regional Archives in Plzeň since 2011. I found the following records related to your topic:

1. The licence agreements and fees, the minutes of the meeting, the legal disputes and correspondence with Dobrivoje Božić, 1927–1941.
Code: GŘ-VAŘ-ROCHETTE 0001/0001, GŘ-FIALA 0040/0255,
GŘ-práv 0102/1012, GŘ-práv 0137-0138/1506, GŘ-práv 0168/2067.
Czech, French, German, Serbian.
2. The technical descriptions, the catalogues, about 1930.
Code: GŘ-TD 0233/2339, GŘ 0319/151.
Czech.

The records are deposited in 5 archival boxes (0,60 m), but number more than 6 000 pages.

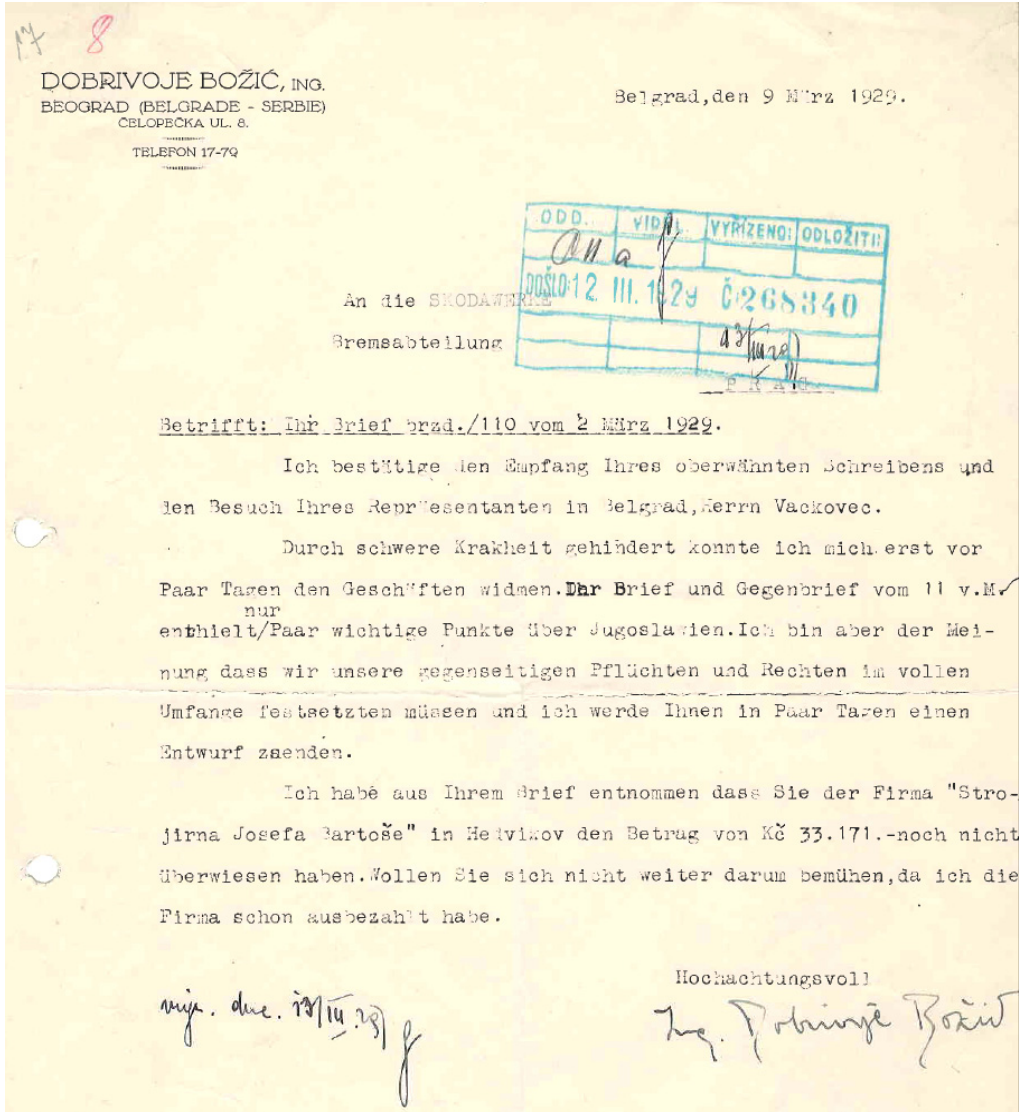
Yours faithfully

Mgr. Jan Vaňata,

The State Regional Archives in Plzeň

Certification signature by Mgr. Jan
Vaňata: soaplzen@soaplzen.cz,
Validity: Unknown

Digitally signed by
Mgr. Jan Vaňata
Date: 2016.10.07
13:40:35+0200
Reason:
Location:



КАСАЦИОНИ СУД У БЕОГРАДУ

Бр. 3075

25. априла 1932 год.

У ИМЕ НЕГОВОГА ВЕЛИЧАНСТВА КРАЉА

Касациони Суд Краљевине Југославије у Београду у III одељењу своме, састављеном од Председав. Судије, Велимира Ристића, Судија: Драгића - Солдатовића, Русомира М. Јанковића, Алексија Поповића, за Судију - Секретара, Живојина Топаловића, Деловође - Суд. Приправника, Славка Црнојачког размотрио је по жалби заступника туженог Божића под Бр. 8968 акте парнице А.Д.пређе Шкодини Заводи из Пилзна у Прагу противу Добривоја Божића, инжењера из Београда због неиспуњења уговора заједно са ожалб. решењем Округног Суда за Град Београд у овоме спору изреченим 8. децембра 1931 год. Бр. 63145, које гласи: " Да се жалби туженога Добривоја Божића, инж. из Београда Бр.56416 изјављена на пресуду избраног суда донета по спору Акционар. Друштва пређе Шкодини Заводи из Пилзена у Прагу противу Добривоја Божића инж. оvd. због права искоришћавања Божићевих патената ОДБАЦИ, као неумесна и на закону неоснована.

Решењем у препису известити....и т. д.",- па је нашао, да је ово решење на закону основано и зато га по §.325. зак. о суд. пост. у грађ. парницама, за снажно проглашава, а жалбу одбацује.

Деловођа-Суд.Приправник,
Сл. Црнојачки, с, р, М. П.

Председав. Судија,
Вел. Ристић, с. р.

*Orig. kopie postavljen dopisem
Jubr. № 493/KL do Belograda.*

23. Oktober 1930.

Pat/Sy/Nc/11304

Herrn

Ing. Dobrivoje B o ž i ć ,

Patentabteilung. RECOMANDO. Beograd.
Čelopečka ul. 8-
NS/133 -Lizenzabkommen. 11. Oktober 1930.

Wir erhielten Ihr obiges Schreiben mit beiliegenden Taxzahlungserinnerungen für Ihr englisches und australisches Patent und beauftragten sofort den englischen Patentanwalt, die fälligen Jahrestaxen einzuzahlen. Ihre Mitteilung ist so knapp vor dem Fälligkeitstermin der Jahrestaxen eingelangt, dass wir die Aufträge sowohl nach England als auch nach Australien telegraphisch besorgen mussten.

Dieser Vorfall bestätigt die Ihnen schon mitgeteilte Ansicht, dass die Überwachung der Jahrestaxen durch uns ohne Gefahr einer Verzögerung und ordnungsgemäß durchgeführt werden könnte und bitten wir Sie von Neuem, uns die Adressen aller Ihren Patentanwälte bekanntzugeben und dieselben zu verständigen, dass die Zahlung der Jahrestaxen durch uns zu erfolgen hat, nachdem uns ohnedies diese Verpflichtung gemäß unseres Abkommens obliegt.

Wir zeichnen

hochachtungsvoll

**Sdělení**Důvěrnépro
Š k o d o v k u
odd. oddělení právní,

Praha.

Váš dopis ze dne: -----

Bělehrad, dne 17. února 1932

Záležitost: Spor Božić.

čís. 1442

Dovídáme se, že obnosy, které má p. Ing. B. u nás k dobru jsou obstaveny soudně firmou Bartoš a prosíme, abyste nám sdělili, zda-li jste p. B. tuto skutečnost oficiálně oznámili.

P. Dr. Alcalay upozorňuje, že je bezpodmínečně nutno, abyste p. Ing. B. oficiálně oznámili, že výnosem soudu ze dne byl ten a ten obnos u nás soudně ve prospěch firmy Bartoš obstaven, jinak mohl by prý p. Ing. B. namítati, že mu o obstavení není nic známo a mohl by nás činiti zodpovědnými za škody, které mu tím vznikly, že jsme ho včas na tuto okolnost neupozornili.

Prosíme, abyste nás o této věci informovali.

ARC. DRUŽSTVO PRÁVNÍKŮ
SRGINJI FORTIČI PIZENO
zastupující u Dobrivoje

Copy oddělení patentní

Одговор је достављен и од госпође Claudie Hermann из Швајцарског музеја за транспорт из Лозане у којем нас обавештавају да не поседују никакве записе о делу и лику Добривоја Божића. Одговор госпође Hermann, дат је у прилогу.

Dear Mister Petrović

There is no information about Dobrivoje Božić or his brakes in our collection or archive. The Swiss Museum of Transport put the main emphasis on the Swiss mobility or traffic systems built/invented by Swiss.

Kind regards

Dr. Claudia Hermann

Kuratorin Schienenverkehr & Leiterin Dokumentationszentrum

11. ПРИЗНАЊА У ЧАСТ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Многа удружења проналазача и иноватора техничких унапређења додељују годишње плакете, повеље, награде и друга признања. Једна од таквих је и Организација проналазача и аутора техничких унапређења „Железница Србије”, која додељује награду ”Добривоје Божић” за изузетне резултате заслужним члановима на инвентивном раду на пољу техничког стваралаштва и ширењу научне и техничке културе нашег народа, као и дат посебан допринос у развоју и унапређењу Организације проналазача и аутора техничких унапређења ”Железнице Србије” (слика 26).



Слика 26. Повеља ”Добривоје Божић” Организације проналазача и аутора техничких унапређења „Железница Србије”

12. ЗАКЉУЧАК

Добривоје Божић, иноватор новог система кочница железничких возила, спада свакако у плејаду Српских научника, поред Николе Тесле, Михајла Пупина, Милутина Миланковића, Руђера Бошковића и др.

Ова конференција треба да потенцира изразу бисте или спомен плоче ”Добривоја Божића” и постављање у неком делу Краљева, најреалније у кругу Железничке станице или испред Дома савеза инжењера и техничара на Ибарском кеју, који носи његово име.

Иницијатива би требала да потекне од организатора скупа тј. Факултета за машинство и грађевинарство из Краљева, Огранка Савеза инжењера и техничара Србије ”Добривоје Божић” из Краљева, Скупштине Општине Краљево, Завода за заштиту споменика културе и наравно Железница Србије.

Кућа Добривоја Божића у улици Танаска Рајића у Краљеву је под заштитом државе, али је на њој видно присуство немарности и запуштености, па и у том смислу треба упутити апел надлежнима за реконструкцијом и бољим одржавањем зграде, јер Добривоје и његов отац Саватије, свакако то заслужују. У доба СФРЈ, Добривоје Божић је био интернирана особа, а касније рехабилитована, и као таква није могла да се сахрани у Алеји заслужних грађана на Новом гробљу у Београду, већ у постојећој гробници свога брата, сестре и своје рано преминуле ћерке.

Прилика је да садашња власт, уз подршку Савеза проналазача Београда и Србије, Савеза инжењера и техничара Србије, надлежних власти из Краљева и Београда и других институција, размотри могућност и исправи грешке тадашње власти и донесе одлуку о премештању посмртних остатака Добривоја Божића из парцеле 29 и гробног места 119 у Алеју заслужних грађана на Новом гробљу у Београду.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лончаревић Д.: ”Наше железнице”, 1939. године, Београд, стр. 27-29, Библиотека Музеја науке и технике.
- [2] Николић Ј. „Историја железнице“ - Србије-Војводине-Црне Горе-Косова“, 1980. године, Београд, Библиотека Музеја науке и технике (фотомонографија), (2006), Библиотека Музеја науке и технике.
- [3] Пајић В.Д.: ”Кочница и систем уређаја за ваздух на електролокомотиви серије 441”, Београд, 1968. године; 28.
- [4] Пајић В.Д.: ”Кочнице и системи уређаја за збијени ваздух на железничким возилима”, Београд 1970. године; 316.
- [5] Ваинхал В.: ”Кочнице и кочење возова”, Београд, 1991. године.
- [6] Пешевски Ј., Илић В., Бркић Р.: „Железничка терминологија - I део - за саобраћајно-транспортну службу”, 1964. године, Београд. Библиотека Музеја науке и технике.
- [7] Боровић Јелена-Димић: „У Врњце и из Врњаца“ - Стогодина железнице у Врњачкој Бањи, 2010. године, Београд. Библиотека Музеја науке и технике.
- [8] Упутство за одржавање кочница железничких возила, Важи од 01.01.1986. године, Београд 1985; 104.

- [9] Пауновић Д., "Кочнице и кочење на железничким возилима", за III и IV разред, Београд 1983. године; 178.
- [10] С. Росић: "Добривоје Божић – Проналазач прве савремене кочнице", ПИСУС записи 2/1995. године, Београд; од 103 до 110.
- [11] Јанковић Д.: "Како су створене Железнице", Библиотека Музеја науке и технике.
- [12] Миленковић П.: "Историја грађења железница и железничка политика код нас (1850-1935)", 1936. године, Београд. Библиотека Музеја науке и технике.
- [13] Петровић П.: „Матарушка Бања – сећање и заборав“, Издање ИКС, 2016. године, Београд.
- [14] Библиотека Музеја науке и технике – Српске академије наука, Скендербегова 51, Београд.
- [15] Rapport de la sous-commission de frein continu pour trains de marchandises, resultats des freins Božić, Prague 1928.
- [16] Југославија на техничком пољу 1919-1929., Београд, 1929. године.
- [17] Шолаја Б. В., Адела С. Магдић.: "Инжењери у Књажевству / Краљевини Србији од 1834. године до завршетка Првог светског рата", Београд, 1994. године, 16.
- [18] Материјали Железничког музеја у Београду.
- [19] Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci-Milano.
- [20] Милан К. Гребенаровић К.М.: "Упут за руковање Вестинхаузовом кочницом". За машиновође, Суботица 1921. године; 159.
- [21] Разуменић Ђ.: "Железничке кочнице", Београд 1949. године; 144.
- [22] Упутство за ваздушно кочење возова. Важи од 1. октобра 1950. године., Београд, 76.
- [23] Божићева кочница, Београд 1929. године; 24.
- [24] Опис и дејство Божићеве кочнице, Сарајево 1924. године; 36.
- [25] Упутство за оправку ваздушних кочница са збијеним ваздухом код шинских возила. Важи од 10. фебруара 1958. године, Београд, 36.
- [26] Упутство за кочење возова кочницама са збијеним ваздухом. Важи од 1. марта 1960. године, Београд, 68.
- [27] Упутство за ваздушно кочење возова на пругама узаног колосека (Друго исправљено и допуњено издање). Важи од 1. јула 1951. године., Београд 1955. године; 51.
- [28] Приручник за ваздушне кочнице на дизел – електричним локомотивама серије 661 (Г-16) са кратким упутством о руковању, Београд 1960. године; 24.
- [29] Ђурић М.: "Кочење возова", Београд 1966. године; 75.
- [30] Упутство за одржавање кочница железничких шинских возила, Важи од 1. септембра 1975. године, Београд; 75.
- [31] Клуб пријатеља железнице „Панчево: 150 година железничког саобраћаја у Војводини”.
- [32] Груђински А.Ј: "Прилози за истријат Београдског железничког чвора", 1984. године, Београд, Библиотека Музеја науке и технике.
- [33] Упутство за употребу, одржавање и оправку Westinghausove кочнице, Београд 1923. године; 64.
- [34] Опис и дејство Божићеве кочнице. Опис ин деловање Божићеве заворе, Љубљана 1926. године; 35.
- [35] Правилник о кочницама железничких возила, Важи од 1. јуна 1988. године, Београд ;35.
- [36] Швагел Ј.: „Кочнице у железничкој служби”, Загреб 1930. године; 71.

- [37] Упутство за одржавање кочница железничких возила, Важи од 1.6.2001. године, Београд, 99.
- [38] Ausschuss V.: „Internationaler Eisenbahnverband, Bericht des Bremsunterausse Guterzugsbremse für die durchgehende Güterzugsbremse-Ergebnisse der Versuche mit der Božićbremse“, september 1928. godine, Železnički institut-Biblioteka, br. 6170.
- [39] Gas turbine. Dobrivoje Božić, January 23, 1952., GB665546-A.
- [40] A distributor for fluid-pressure brakes. Dobrivoje Božić, July 17, 1924., GB205520-A.
- [41] New or improved compressed air continuous brake system for passenger or goods trains. Dobrivoje Božić, August 7, 1923., GB175271-A.
- [42] Improvements in distributors for fluid pressure brakes. Dobrivoje Božić, September 29, 1927., GB266725.
- [43] Improvements in and connected with compressed air brakes. Dobrivoje Božić, July 11, 1929., GB299794-A.
- [44] Accelerator. Dobrivoje Božić, September 18, 1924., GB206826-A.
- [45] Dobrivoje Božić: Frein, Brake. Dobrivoje Božić, July 6, 1926., CA262294.
- [46] Compressed air continuous brake system for passenger or freight trains, US patented 1,420,237. June 20, 1922.
- [47] Distributor for fluid-pressure brakes, US patented 1,679,348 Aug. 7, 1928.
- [48] Patent maps of Dobrivoje Božić.
- [49] Life and work of Dobrivoje Božić.
- [50] S. Бошкан: ”Никола Тесла и његово дело” – Основи електротехнике, високих фреквенција и радиотехнике, Књига 24, Популарна наука, Београд, 2006. године.
- [51] Михајло Идворски Пупин: ”Од пашњака до научењака”, Фонд Младен Селак – млади проналазач, Београд, 2013. године.
- [52] Милутин Миланковић: ”Кроз васиону и векове”, Популарна наука, Београд, 2008. године.
- [53] Петровић П., Тимотијевић З., Манојловић С. и др.: ”Подмазивање венаца точкова железничких возила у циљу смањења хабања и отпора котрљања”, XIII-та Научно-стручна конференција о железници ”ЖЕЛКОН '08”, Србија, 2008. године, Машински факултет Ниш, стр.185-188.
- [54] Плавшић М., Петровић П., Радуловић С.: ”Усклађивање перформанси погонског агрегата и трансмисије дизел хидрауличних локомотива”, XIII-та Научно-стручна конференција о железници ЖЕЛКОН '08”, Србија, 2008. године, Машински факултет Ниш, стр.193-196.
- [55] Петровић П., Тимотијевић З., Манојловић С., Ивљанин З.: „Истраживање мазивих масти за подмазивање лежаја железничких возила за конвенционалне брзине“, 11 International Conference on Tribology, ‘SERBIATRIB 09’, 2009. године, Serbian Tribology Society, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, pp. 367-372.
- [56] Петровић П.: „Техничке спецификације интероперабилности Транс-европских железничких система“, Međunarodna konvencija kvaliteta – JUSQ ICQ 09, „Menađžment totalnim kvalitetom i izvrsnost“, International journal „Total Quality Management & Excellence“, N⁰ 1-2, Vol. 37, 2009. godine, Beograd, str. 409-414.
- [57] Петровић П.: „Интероперабилност система конвенционалних железница“, Научно-стручни часопис ПРП – ”Истраживања и пројектовања за привреду”, Машински факултет, Београд, број 23/24-2009. године, стр. 7-14.
- [58] Петровић П., Поповић П., Лучанин В.: „Интероперабилност, као стратегија пословне изврности у међународној конкурентности железничког саобраћаја

- Србије“, 12-та Међународна конференција „Управљање квалитетом и поузданошћу ICDQM-2009“, 2009. године, Београд, Србија, стр.703-711.
- [59] Лучанин В., Петровић П., Голубовић С.: „Interoperability as an essential parameter of business excellence in international railway competitiveness“, XIX International conference on „Material, Handling, Constructions and Logistics“- MCHL '09, University of Belgrade, Faculty of mechanical engineering, Belgrade, Serbia, 2009. године, pp. 303-306.
- [60] Петровић П., Јевтић М.: “Директива о интероперабилности железничког система Европске уније“, JUSK – Jedinstveno udruženje Srbije za kvalitet, EOQ- European Organization for Quality i ECOQ-Greece, Evropska nedelja kvaliteta 2009. године, Tehnički fakultet, Novi Sad.
- [61] Петровић П., Јевтић М., Вукмировић С.: „Утицај железничког саобраћаја на глобалне климатске промене и заштиту животне средине“, Конференција „Заштита животне средине у енергетици, рударству и пратећој индустрији“, 2010. године, Дивчибаре, Факултет за екологију и заштиту животне средине, Универзитет Унион, Асоцијација геофизичара Србије, стр. 390-398.
- [62] Вукмировић С., Петровић П., Јелић М., Јевтић М.: „Улога железнице Србије у националном систему управљања заштитом животне средине“, Шеста међународна научно-стручна конференција о систему управљања заштитом животне средине у електропривреди и међусобно зависним компанијама „ЕЛЕКТРА VI“, Копаоник 2010. године, стр. 414-423.
- [63] Petrović P., Jevtić M., Petrović Marija: “Interoperability in trans-european railway transport“, 20th International Symposium „EURO-ŽEL 2012. „Recent Challenges for European Railways“, Žilina, Slovak Republic, University of Žilina, Slovakia, 2012.
- [64] Tomić R., Petrović P., Petrović Marija: „Basic aspect maintenance brake of domestic production application of rail vehicles“, International Conference 3rd Life Cycle Engineering and Management ICDQM-2012, Čačak, Belgrade.
- [65] Petrović P., Vukmirović S., Jovanović T.: „Contribution to the rational use of energy and emissions in railway transport“, 21st International Symposium, EURO-ŽEL 2013, “Recent Challenges for European Railways“, Žilina, Slovak Republic-SK, University of Žilina, pp. 164-172.
- [66] Petrović P., Marija Petrović, Vukmirović S., mr Petrović Ž: “Railway traffic in sustainable environmental development and energy efficiency“, XVI Scientific-expert conference on railways „RAILCON 14“, 2014., Niš, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, pp. 85-88.
- [67] Петровић П., Петровић Ж., Глумац С.: “Бука железничких средстава, кључни проблем животне средине у Европској унији”, 24th International Conference „Noise and Vibration“, Niš, 2014., Serbia, University of Niš, pp.105-111.
- [68] Плавшић М, Петровић П.: „Реконструкција вентилског система кола цистерни у циљу усаглашавања са међународним стандардима“, „ENK 2015“, UASQ-EQW, ЈУСК, 2015. године, Нови Сад, Факултет Техничких наука, стр.51-54.
- [69] www.verkehrshaus.ch
- [70] Часопис ”Недељник”, Светска ексклузива ”Ко је човек који је повратио Крунску”, број 24, 18. Фебруар 2016. године.
- [71] Часопис „Недељник”, „Боб Божић, бармен из Крунске: Било једном у Америци”, The New York Times I International Report, март 2016. године.
- [72] Душан Лопушина / “Преступ” магазин, септембар 2008 / B92.
- [73] www.infoitm.cz

[74] Поставка Народног музеја у Краљеву, 2016.

[75] Владимир Б. Шолаја, Адела С. Магдић, Инжињери у Књажеству/Краљевини Србији од 1834. године до завршетка Првог светског рата, Београд, маја 1994; стр. 16.

АУТОМАТСКА КОЧНИЦА ДОБРИВОЈА БОЖИЋА, МОЖЕ ЛИ БИТИ ПРЕВАЗИЂЕНА

Надежда Шубара

Висока железничка школа струковних студија, Београд, nsubara@yahoo.com

Резиме: *Железнички саобраћај континуално се суочава са конкурентношћу, коју мора подржати повећањем брзине и високот безбедношћу. Општи предуслови су ригорозни стандарди конструкције свих типова железничких возила, инвестиције у инфраструктуру, оптимална организација и регулација безбедности; сарадња између индустрије и мањих предузећа, примена достигнућа у индустрији уз анализу утицаја на људски биодинамички систем и др. Може се поставити питање, да ли је могуће заменити систем аутоматске кочнице Добривоја Божића, како са становишта безбедности путника и робе, тако и већ уходаног монопола капитала на светском нивоу. Циљ овог рада је, да се без обзира на достигнути ниво развоја у области железничког машинства у светским размерима, апострофира огромно достигнуће Добривоја Божића, које не може бити једноставно превазиђено.*

Кључне речи: Тематски скуп, Добривоје Божић, кочење.

1. УВОД

Постоји већ познато неписано правило у нас Срба, да заборављамо велике личности из историје и оне који су много допринели како нашој земљи тако и свету. Овог пута, желимо да Вас подсетимо на неке од њих, на оне велике физичаре, математичаре и инжењере који су својим проналасцима и открићима задужили све нас да их се сећамо са поштовањем. Аутор наслова „Највећи српски умови и њихових 10 проналазака“ (Портал Млади) храбро се упустио и рангирао 10 највећих српских умова и још храбрије описао њихове проналаске. По његовом редоследу на деветом месту, иза Н. Тесле, М. И. Пупина, М. Миланковића, О. К., Степановића, Љ. Клерића, В. Антонића, Р. Бошковића, М. П. Аласа, уписано је: „Кочница за возове – Добривоје Божић (1885-1967), уз образложење: Међународној унији железница своје решење кочнице железничких возила пријавио је преко железнице Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца 1925. године. После низа тестирања на прузи Загреб – Ријека и након отпора његовом решењу од Немаца и Француза, 1928. године признат је његов патент система кочења као чувена кочница „Божић“. На десетом месту је Н. Бизумић [3]. „Чије су кочнице које заустављају возове“ је наслов Политике, 2. новембар 1961. године [1]. „Какав би свет данас био без тако великих и значајних проналазача и открића која су нашој цивилизацији подарили Никола Тесла, Михајло Пупин, Милутин Миланковић, Михаило Петровић Алас, Добривоје Божић?“ [2]. Добривоје Божић, неспорно, могао је казати исто као и Тесла: "Чини се, да сам увек био испред свог времена" [4], што се очекује да ће

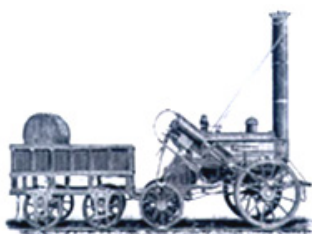
потврдити радови аутора научног тематског скупа под називом "Добривоје С. Божић – изумитељ савременог система кочења воза", на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву, поводом 130 година од његовог рођења у Старој Рашкој и 40 година постојања Универзитета у Крагујевцу.

2. РАЗВОЈ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈНОГ СИСТЕМА

Железница је уобичајен назив за превозно средство које се креће по стално постављеној металној подлози (по гвозденом путу – железничка пруга), и другим помоћним објектима. Изумом парне машине, првог мотора за индуковање снаге са спољашњим сагоревањем независног од природе 1765. године Џејмс Ват (James Watt) започео је нови период људске цивилизације. Енглески проналазач Ричард Тревитик (Richard Trevithick), 1804. године израдио је прву парну локомотиву Инвикта (Invicta) (слика 1.) са челичним точковима без венаца (као и тадашње кочије), а кретала се по ливеним шинама профила "L" на дужини 15,6 km. Пробне вожње видео је Џорџ Стивенсон (George Stephenson 1781-1848). Године 1814. направио је прву парну локомотиву а 1825. године парну локомотиву за јавни саобраћај (Locomotion), са којом је у Енглеској успостављена прва јавна железничка веза на прузи између градова Стоктон – Дарлингтон (Stockton – Darlington). Стивенсон је установио да усавршавање локомотиве мора повезати са усавршавањем постојећих колосека. Одговоран је за ширину колосека од 1435 mm преласком на шине „I“ профила према стандардном растојању точкова поштанских кочија 1372 mm (4 стопе и 6 инча), уз додатак за точкове са венцем по 1 инч и још пола инча за зазор између венаца и шине (укупно 4 стопе и 8,5 инча, односно 1435 mm) [5]. Прва пруга за јавни путнички и теретни саобраћај Ливерпул – Манчестер (Liverpool – Manchester) пуштена је у саобраћај 1830. године Стивенсоновом локомотивом од 1829. године, названа Ракета (The Rocket), која је победила на конкурс за ту пругу нормалне ширине колосека. Достигла је брзину од 56 km/h, а проналазак Стивенсона је примљен у целом свету.



Инвикта (Invicta)



Стивенсон (Locomotion)



Стивенсон (The Rocket)

Слика 1. Развој парних локомотива

Са појавом топлотних мотора са унутрашњим сагоревањем почео је развој Дизел локомотива. Електричне се појавиле 1837. године, а гасно турбинске 1941. године. Француски брзи возови TGV из 80. тих година прошлог столећа, нису испунили очекивања, због трошкова за изградњу и за одржавање брзих пруга. Крајем августа 2016. године у Јапану обављена је пробна вожња магнетно левитационог воза брзине 603 km/h, (са даљинским управљањем – без

машиновође). Године 2027. очекује се да буде оперативан. Ово је велико достигнуће, али у многим земљама и неодрживо решење.

Железнице у Србији су започеле своју историју 21. јуна 1881. по новом календару (3. јула по јулијанском календару), када је Краљ Милан ударцем сребрним будаком у шевару (испод садашње Газеле) уз присуство свештеника, означио је почетак радова на прузи Београд – Ниш, који су окончани са закашњењем од 15 месеци.



Слика 2. Локомотива и цртеж локомотиве “CS No 1” М. Сотировића и Б. Павловића (Железнички музеј Београд)

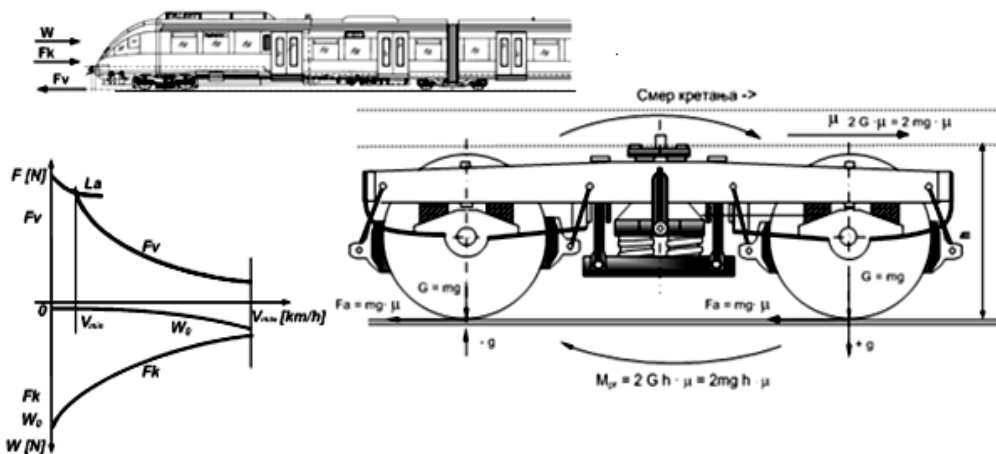
Свечани воз у Краљевини Србији кренуо је 23. августа (4. септембра по јулијанском календару) 1884. године. Вукла га је локомотива “CS No 1” (слика 2.) максималном брзином од 55 km/h (стигла је из Немачке непосредно пред отварање пруге, у међувремену, јој се изгубио сваки траг). Овај датум је званичан почетак железничког саобраћаја у Србији.

На основу уговора о грађењу пруге Београд – Ниш – Врање, француско друштво „Народни коноар за есконт“ (“Коноар national pour l’actualisation“) имало је обавезу да изгради и радионицу за оправку локомотива и вагона у Београду или Нишу, како одреди министар“. У току градње пруге Министарство грађевина донело је одлуку да се ова радионица гради у Нишу у географском центру будуће железничке мреже Србије. Нишка радионица је 1856. изграђена и пуштена у саобраћај поред парцела на којима су се градиле нишка железничка станица и нишка ложионица. Управо овде 1911. године, у својој 25. години, прво запослење по завршетку студија у Дрездену, добио је машински инжењер Добривоје Саватија и Босилке Божић. Радио је на одржавању дворског воза и наставио свој истраживачки рад на систему кочења железничких возила. Учио је и истраживао током целог свог живота и постао један од највећих српских изумитеља. За време првог Светског рата, морао је прекинути рад. Наставио је након неколико година.

3. РАЗВОЈ СИСТЕМА КОЧЕЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Развој железничког саобраћаја је подједнако везан са развојем конструкција вучних возила, а посебно са развојем система кочења. Основни захтеви за систем кочења воза јесу смањење брзине кретања, сигурно заустављање на дефинисану дужину зауставног пута, задржавање у месту и осигурање од нежељеног кретања. Дејство механички произведене силе кочења на месту

додира точка и шине испољава се тако што кочени точак (кочено возило) гура шину по којој се креће силом кочења у смеру кретања. Смањење брзине, или заустављање, физички значи смањење кинетичке енергије воза превођењем у неки други вид на вредност која одговара крајњој брзини и не оштећује склопове шинских возила. Многи системи кочења део кинетичке енергије претварају у топлотну која се даље не користи. Претварање у електричну и даље коришћење није енергетски захтев, а може бити значајно код пруга са дугим падовима [6]. Делујући низ сталних и променљивих сила различитих по величини и правцу, поред транслаторног кретања изазивају вијугање, галопирање услед премештања оптерећења осовина услед наглог кочења, проклизавање, или нагињање појединих возила у возу (слика 3.).



Слика 3. Дијаграм сила које делују на воз у кретању на равној и хоризонталној прузи и премештање оптерећења осовина услед наглог кочења

Општа једначина кретања воза поред вучне F_v и силе укупних отпора W , мора да обухвати и силу кочња F_k – отпор дејства уграђеног система кочења за време процеса кочења. Воз ће се покренути (самопокренути на нагибу чак и када је закочен) и имати прираштај брзине по времену увек када је вучна сила већа од отпора кретању $F_v - (W + F_k) > 0$ и започети да повећава кинетичку енергију.

Код закоченог воза снага успоравања је изједначена са расположивом снагом кретања воза. Аналитички израз за количину кинетичке енергије E_k , која се претвара у топлотну, свођењем дужине зауставног пута на меру која одговара експлоатационим захтевима, добија се трансформацијом израза за расположиву кинетичку енергију воза у облику сложене функције свих параметара кочења и услова под којима се кочење изводи. Тако је:

$$E_k = \frac{m \cdot (1 + \rho)}{2} \cdot V^2 = S_{Zw} \cdot W + S_{ZK} \cdot F_k \quad [J] \quad (1)$$

Ако је сила F_p (тимае и силе кочења F_k) уравнотежена са силом атхезије F_a , односно $F_k \leq F_a$, тада за папучасту кочницу важи релација:

$$Fk \leq G \cdot \mu \quad (2)$$

где је:

μ - коефицијент статичког трења котрљања (без клизања и проклизавања) између точка и шине,

S_{Zw} - дужина зауставног пута од сила отпора кретању,

S_{ZK} - дужина зауставног пута од дејства силе кочења;

ρ - специфични додатак маси (коефицијент утицаја ротирајућих маса, за познате конструктивно техничке карактеристике шинског возила, усвајањем вредности полупречника елипсоида инерције за поједине ротирајуће делове r_r , (препоруке проф. Ј. Седлар [5]).

Зависност између убрзања и резултантне силе кретања дефинише диференцијална једначина кретања:

$$F = m \cdot \bar{a} = m \cdot \frac{dv}{dt}, \quad (3)$$

за резултанту сила које делују на воз у кретању, облика:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{F_V - W_o \pm W_l - Fk}{(1 + \rho) \cdot m_v} \quad (4)$$

где је:

$F_V [N]$ - вучна сила локомотиве на ободу точка,

$W_o [N]$ - стални отпори вуче;

$W_l [N]$ - отпор нагиба пруге;

$Fk [N]$ - сила кочења.

Динамичко успорење воза кочењем, дејством механички произведене силе кочења и силе отпора кретању, директно је ограничено атхезионом вучном силом, а мора се усагласити и са брзином успоравања, да би се точкови правилно котрљали дуж целог процеса кочења (без појаве клизања и проклизавања (слика 4а), дакле:

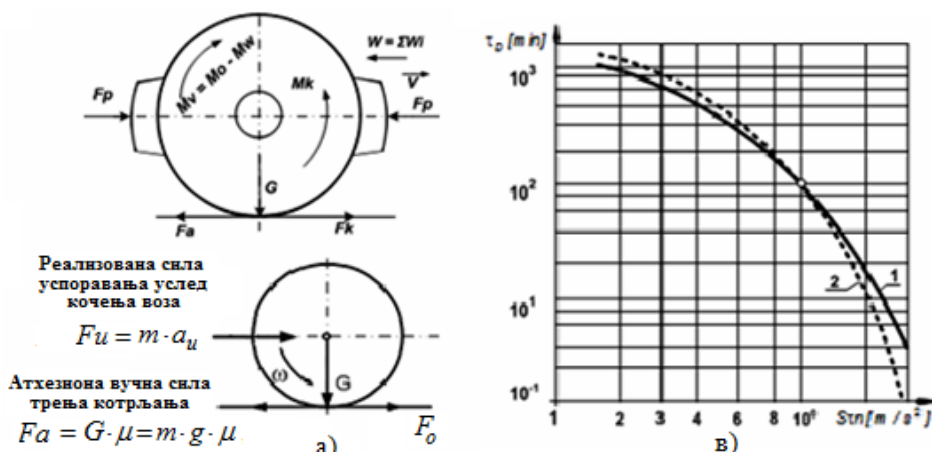
$$Fu = Fa \Rightarrow m \cdot a_u = G \cdot \mu = m \cdot g \cdot \mu \quad (5)$$

Одавде је гранично успорење воза:

$$a_u = g \cdot \mu \quad (6)$$

За просечну вредност коефицијента атхезије $\mu = 0,16$, $a_u = g \cdot \mu = 9,81 \cdot 0,16 = 1,57 \text{ m/s}^2$, (у прорачунима $a = 1,5 \text{ m/s}^2$ за теоријску

вредност коефицијента трења котрљања $\mu = 0,15$). Са аспекта утицаја на људски биодинамички систем при пројектовању се узима $a = 1 \text{ m/s}^2$, на основу вредности дозвољеног времена утицаја дејства (τ_D [min]) синусоидних и случајних осцилација добијених експерименталним путем (ISO) [7], (слика 4в) где је дозвољено време дејства једнако за вредности убрзања $S\tau_n = 1 \text{ m/s}^2$, $a = 1 \text{ m/s}^2$.



Слика 4. Уравнотежавање рада вучне силе са отпорима кретања, гранично успорење точка и шине и дозвољено време утицаја осцилација у систему "седиште-глава": крива 1 - под дејством синусоидног убрзања, крива 2 - под дејством случајног убрзања

Пут кочења, на коме успорење није константно, износи само 10% од пута кочења (непосредно пре заустављања). У реалним условима експлоатације, успорење, као функција силе кочења, мења се у процесу кочења у зависности од тренутне вредности коефицијента трења котрљања μ .

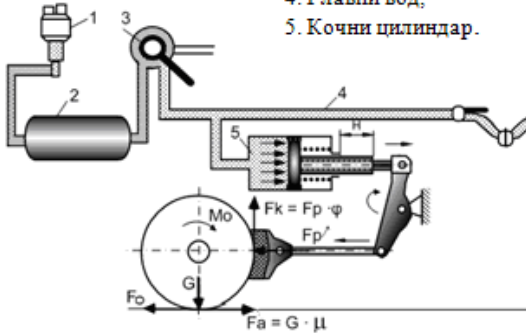
Заустављање возова треба да се изводи исто тако брзо и сигурно као кретање. Хеберљајн (Heberlajn), је конструисао прву парну продужну и аутоматску тарну кочицу. Деловала је уз јаке трзаје, зависно од временских услова и није сачувана од пропасти. Ваздушне кочице су је искључиле из употребе.

Џорџ Вестингхаус (George Westinghaus), је 1859. конструисао директну продужну неаутоматску ваздушну кочицу (слика 5а). Касније је конструисана кочица (Stel), двокоморна аутоматска кочица додавањем у систем помоћног резервоара, што се одржало до данас (слика 5б). При пуњењу деловала је споро и без обзира на увећану пробојну брзину, није могла остварити постепено откочивање, те је долазило до раскидања воза.

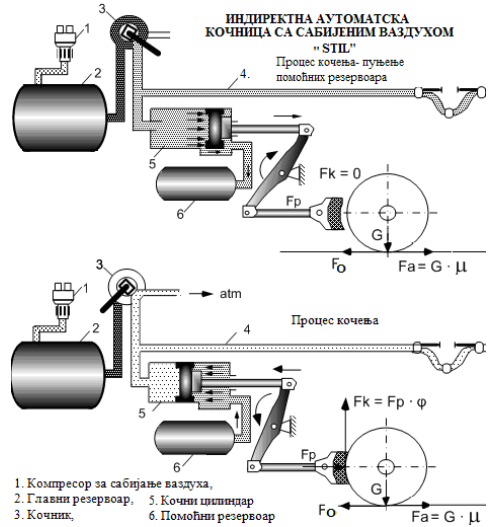
Вестингхаус је увидео да се у систем кочења мора увести нови уређај и назвао га је распоредник (слика 7). Проблем распоредника решавали су Вестингхаус, Кнор, Кунце-Кнор, Долсмахер и др. Вестингхаус је 1872. године увео у систем кочења свој распоредник са два радна притиска (слика 6) са постепеним кочењем, али једностепеним откочивањем – исцрпна кочица. Није се могла одржати јер раскидањем воза долази до самооткочивања.

**ДИРЕКТНА НЕАУТОМАТСКА ВАЗДУШНА КОЧНИЦА
GEORGE WESTINGHOUSE 1869. ГОДИНЕ.**

1. Компресор за сабијање ваздуха,
2. Главни резервоар,
3. Кочник,
4. Главни вод,
5. Кочни цилиндар.

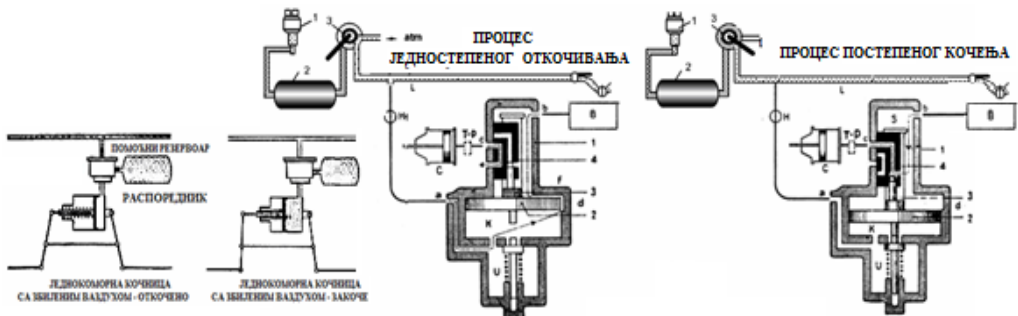


а)



б)

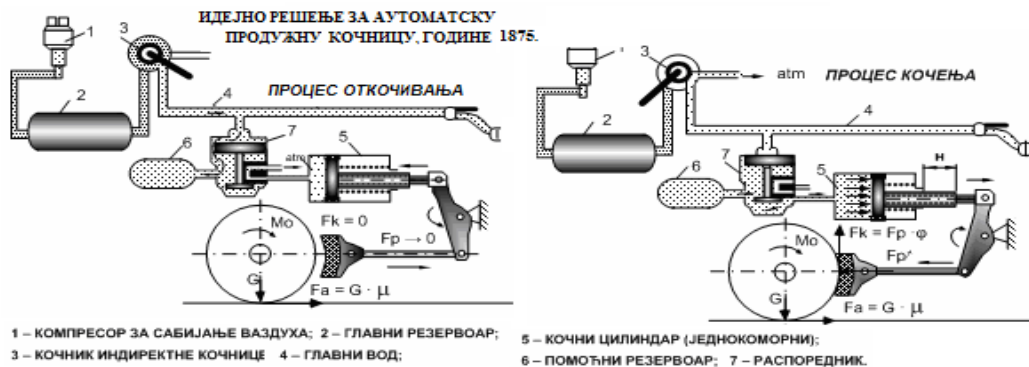
Слика 5. Директна неаутоматска кочница Вестингхаус (а) и двокоморна аутоматска ваздушна кочница "STIL" (б)



Слика 6. Индиректна аутоматска кочница Вестингхаус са распоредником са два радна притиска (исцрпна); 1. Компресор за сабијање ваздуха, 2. Главни резервоар, 3. Кочник, L - главни вод, С - кочни цилиндар В - помоћни резервоар

Након само три године, 1875. Вестингхаус је приказао идејно решење за аутоматску продужну кочницу са збијеним ваздухом, без решења за нови распоредник (слика 7). Прве пробе извођене су у Америци 1886. код теретних возова и у Европи 1903. године, међутим, ниједан распоредник није задовољио и све кочнице су одбачене.

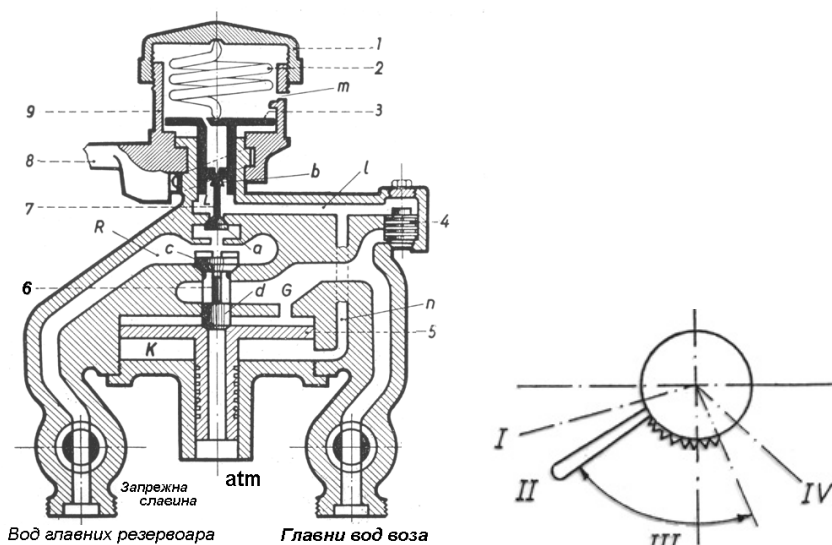
Проблем механичког кочења возова у Европи је покренут 1907. године, а Међународна конференција 1909. године у Берлину, дефинисала је 25 услова које мора испунити систем кочнице теретних кола. Испитивања међународног значаја извођена су 1912. и 1913. године, а прекинуо их је први Светски рат. Решење за распоредник није нађено и све су кочнице одбачене, све до 7. августа 1928. године, када је Добривоје Божић патентирао продужну аутоматску кочницу са распоредником „Божић“ ТИП Во-Г (С).



Слика 7. Идејно решење за аутоматску пружну кочницу, Вестингхаус, 1875.

4. ИЗУМИ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА ЗА РАЗВОЈ СИСТЕМА КОЧЕЊА

Добривоје Божић из Београда, Југославија, први патент пријавио је 01.03.1922. године за свој кочник Божић за аутоматско управљање системом кочнице путничких и теретних возова, (Compressed-air continuous brake system for passenger or freight trains), а патентиран је 20. јуна 1922. године (слика 8.).



Слика 8. Кочник индиректне аутоматске кочнице Божић и положаји ручице кочника:
 I - форсирано пуњење и откочивање II - вожња III - постепено кочење до потпуног заустављања и IV - брзо кочење

Кочник Божић је претходница свих савремених кочника (и данас у примени на многим вучним возилима код нас и у свету). Конструктивна решења кочника типа Вестингхаус 26Ц (W26C) уграђена на локомотивама серије 661, 644, "General Motors", кочника типа Кнор Д2 (Knorr D2) на локомотивама серије 641, 461, кочника типа Ерликон ФВ4а (FV4a) на локомотивама серије 441, су резултат осавремењавања конструкције кочника Божић (на многим фабричким

шемама ових кочника су задржане чак и ознаке помоћних вентила "a" и "b" и главних вентила "c" и "d". На слици 9. приказан је патентни извештај Добривоја Божића из Београда, Скадарска улица бр 39, са датумом пријаве 01.03.1922. године и датумом патентирања 20.06.1922. године, уз технички цртеж и детаљан опис функције кочника Божић.

UNITED STATES PATENT OFFICE.

DOBRIVOJE BOZIC, OF BELGRADE, JUGO-SLAVIA.

COMPRESSED-AIR CONTINUOUS BRAKE SYSTEM FOR PASSENGER OR FREIGHT TRAINS.

1,420,237.

Specification of Letters Patent. Patented June 20, 1922.

Application filed March 1, 1922. Serial No. 540,299.

To all whom it may concern:

Be it known that I, DOBRIVOJE BOZIC, a subject of the King of Jugo-Slavia, residing at Skadarska ulica 39, Belgrade, Jugo-Slavia, have invented a certain new and improved Compressed-Air Continuous Brake System for Passenger or Freight Trains, of which the following is a specification.

The present invention relates to a com-

Figure 7 is a central vertical section taken in a plane at right angles to Figure 6.

Figure 8 is a plan of the forked spring device which is seen in elevation in Figure 6.

Figure 9 is a vertical section of a modification in connection with the piston, and liquid chamber of the distributor, seen in Figure 2 or Figure 3.

65

D. BOZIC.

COMPRESSED AIR CONTINUOUS BRAKE SYSTEM FOR PASSENGER OR FREIGHT TRAINS. APPLICATION FILED MAR. 1, 1922.

D. BOZIC.

COMPRESSED AIR CONTINUOUS BRAKE SYSTEM FOR PASSENGER OR FREIGHT TRAINS. APPLICATION FILED MAR. 1, 1922.

1,420,237.

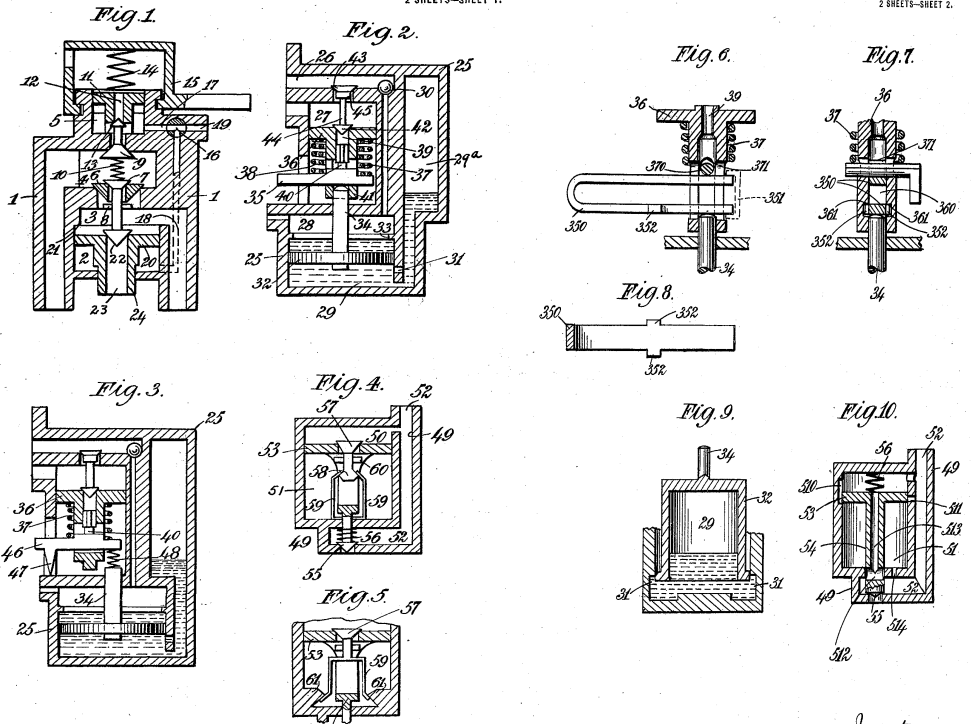
Patented June 20, 1922.

1,420,237.

Patented June 20, 1922.

2 SHEETS-SHEET 1.

2 SHEETS-SHEET 2.



Inventor
Dobrivoje Bozic
By Henry C. ... atty.

Inventor
Dobrivoje Bozic
By Henry C. ... atty.

Слика 9. Патентни извештај и цртеж уз опис функције кочника Божић

Предуго се чекало на изум распоредника са три радна притиска (од године 1875. до 1928., чак 53 године), да би се конструисала прва аутоматска продужна

неисцрпна кочница са постепеним кочењем и откочивањем, под именом Добривоје Божић, која ни до данас није превазиђена у свету. Распоредник Божић је претходница свих савремених распореника који су га једноставно пресликали и осавременили. Добривоје Божић је преко министарства железница Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, 1925. године Међународној унији железница УИЦ (UIC) – Комисији V, пријавио за испитивање систем теретне кочнице за међународни саобраћај. Прва испитивања система кочнице Божић извођена су на возу са 140 осовина на прузи Лич – Сушак 23. октобра 1925. године. Године 1926. у Биасци (Biasca) донета је одлука о изради програма за испитивање, које је извршено 1927. и 1928. године на прузи Загреб – Карловац и Лич – Сушак (Fiume) нагиба 23%. Испитивања кочнице „Божић“ ТИП Во-Г (С), пред Комисијом УИЦ извођена су у септембру 1928. године уз постојећи извештај (Berich des Bremssunterausschusses für die durcuhgehende Güterzugsbremse", Ergebnisse der Versuche mit der Bozicbremse, Septembar 1928.). На слици 10 приказан је Патентни извештај и цртеж уз образложење функције распоредника Божић.

Patented Aug. 7, 1928.

1,679,348

UNITED STATES PATENT OFFICE.

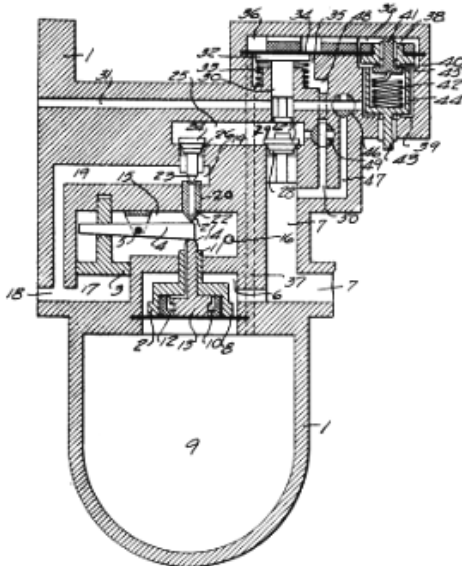
DOBRIVOJE BOŽIĆ, OF BELGRADE, SERVIA.

DISTRIBUTOR FOR FLUID-PRESSURE BRAKES.

Application filed February 23, 1927, Serial No. 170,159, and in France February 23, 1926.

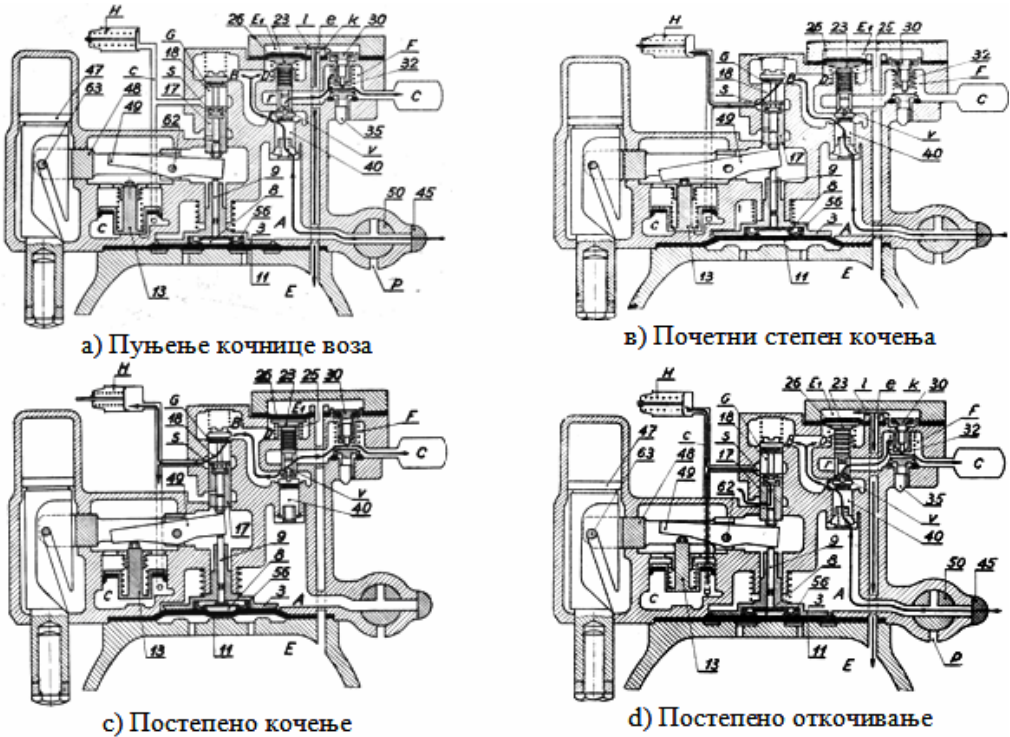
In order to ensure continuous and automatic braking by means of compressed air of long goods trains it is necessary to propagate the wave of negative pressure in the train pipe as rapidly as possible and to allow the pressure in the brake cylinder to

The balancing piston 3 separates the chamber 15 from the chamber 17 which is in constant communication by way of the passage 18 with the brake cylinder. This passage 18 also connects the cylinder with the chamber 19 which is separated from the chamber 15 by the tubular rod 20 the end 21



Слика 10. Патентни извештај и цртеж уз образложење о функцији аутоматске кочнице Добривоја Божића за теретна кола са распоредником „Божић“ ТИП Во-Г (С)

Својом кочницом (која увек добија назив по конструктору распоредника) односно распоредником са три радна притиска, Добривоје Божић први је решио проблем распоредника, повећао пробојну брзину ваздуха у главном воду са 80 на 150 m/s (слика 11а), остварио захтевани наскок у почетном степену кочења 0,7 bar (слика 11в), постепени раст притиска ваздуха у кочном цилиндру до максималног од 3,5 bar у времену $18 \div 30$ s, проблем постепеног откочивања и код празних и код теретних кола у времену $45 \div 60$ s, као и неисцрпљивост кочнице и препуњења радне коморе [12].

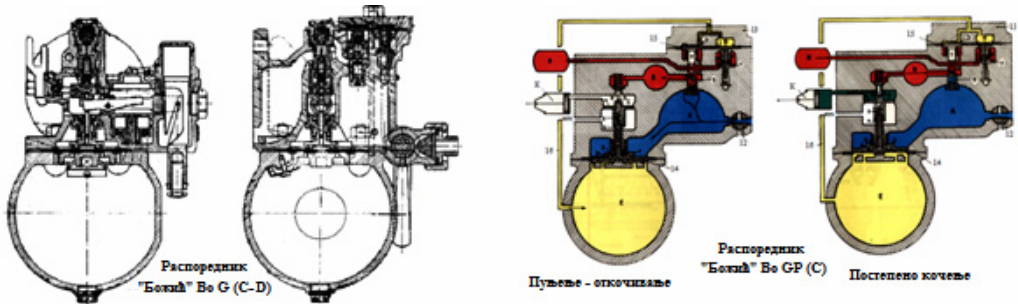


Слика 11. Божићева кочница теретних кола, распоредник „Божић“ ТИП Во-Г (С)

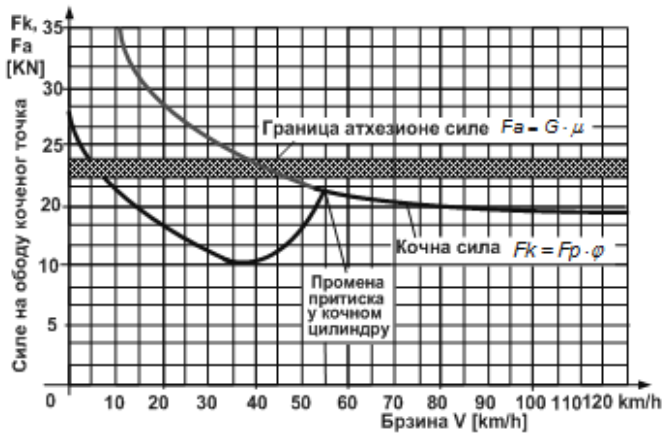
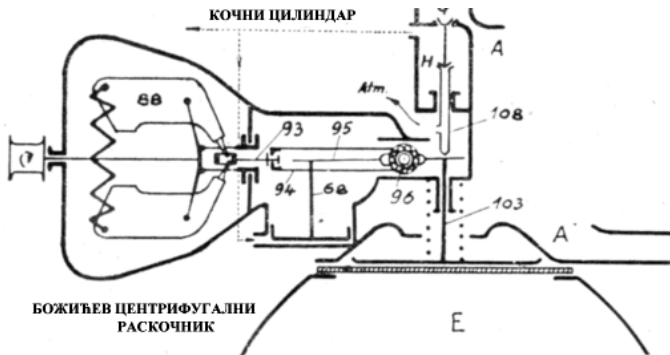
Почетком другог Светског рата Добривоје Божић морао је да напусти Краљевину Срба, Хрвата и Словенаца [6]. По повратку у Југославију, предао је патентној управи у Београду проналазак нових типова распоредника Божићеве кочнице (патентна Пријава бр. Р-1287/64 од 10. септембра 1964.). Путничко-теретни распоредник (С-Д) за дејство у теретним и путничким возовима, са аутоматским подешавањем снаге кочнице зависно од оптерећења кола померањем ручице мењача са обе стране кола пребацује се лево у положај "Т" или десно "Р" и распоредник за путничка кола (С), прости распоредник, без уређаја за кочење товара (полуге са саоницама и кулисе), али се подешавањем може употребити за путничке, теретне возове и све локомотиве слика 12.

Распоредник за путничка кола (С) (прости распоредник) јесте без уређаја за кочење товара (полуге са саоницама и кулисе), али се подешавањем може

употребити за путничке, теретне возове и све локомотиве [9]. Понуђени пројекат лиценцног уговора није реализован, с' обзиром да су југословенске железнице 1954. године усвојиле тип кочнице Ерликон (Oerlikon) за локомотиве, путничка и теретна кола. Добривоје Божић је први у свету предложио и кочницу са два радна притиска ваздуха у кочном цилиндру у функцији брзине кретања (RIC-R) за уметке од сивог лива и конструисао брзовозни распоредник „Божић“ ТИП Во-Е са центрифугалним раскочником за смањење притиска ваздуха у кочном цилиндру при кочењу код брзине од 50 до 60 km/h да би се смањио коефицијент трења уметак-точак и избегло блокирање точкова (слика 13).

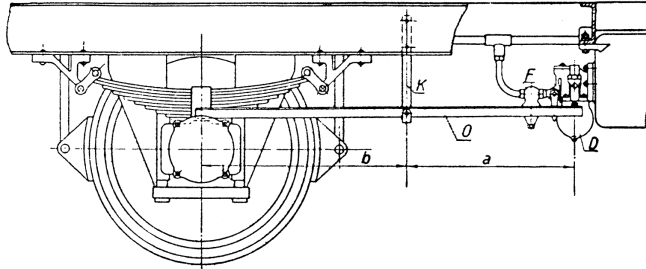


Слика 12. Распоредник „Божић“ Во-ГР (С-Д) и распоредник „Божић“ Во-ГР (С)

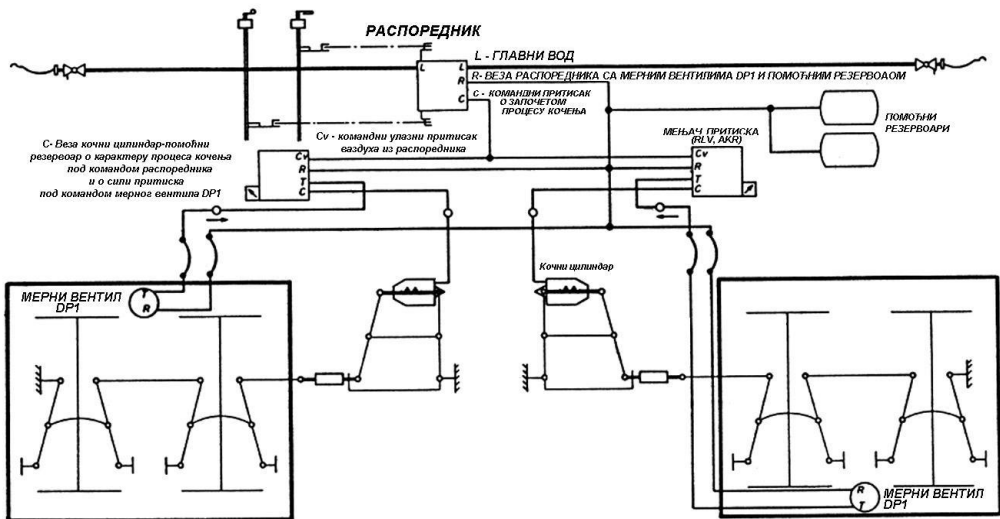


Слика 13. Центрифугални раскочник и промена сил кочења кочнице RIC-R

Први у свету Добривоје Божић је предложио и аутоматску континуалну промену силе кочења у функцији товарности кола на принципу ваге (слика 14) повезујући, чисто механички, распоредник и лиснати гигањ кућишта лежишта [12]. Данас се изводи уградњом мерних вентила DP1 и мењачем притиска ваздуха у кочном цилиндру AKR (слика 15), конструисан такође на принципу ваге [10].



Слика 14. Божићева кочица са аутоматским уређајем за прилагођавање силе кочења оптерећењу



Слика 15. Диспозиција кочице са аутоматском континуалном променом силе кочења у зависности од оптерећења 4-осовинских кола режима "SS" за осовинско оптерећење 20 t/os

5. ЗАХТЕВИ ЗА СИСТЕМ КОЧЕЊА НА ДАНАШЊЕМ НИВОУ РАЗВОЈА

Данас у свету саобраћају возови великих брзина са аутоматским вођењем. Максималне експлоатационе брзине су оптималних $250 \div 300 \text{ km/h}$, а остварене пробне прелазе 500 km/h . Имајући у виду проблеме убрзавања и кочења возова, али и растојање великих градова у Европи у дијапазону $100 \div 400 \text{ km/h}$, веће брзине би за сада имале негативне последице. У достигнутим условима

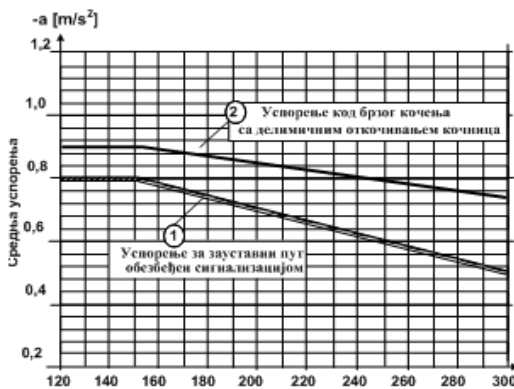
саобраћаја уопште, конкурентност железничког, поред осталих особености, може се постићи само повећаном безбедношћу. Решавања проблема високе безбедности и детаљне процедуре достигања оптималних услова могу се остварити озбиљним прилазом железница на следећим нивоима:

- организација и регулација безбедности у железничкој индустрији;
- примена достигнућа на пољу безбедности у индустрији;
- текуће иницијативе за побољшање безбедности.

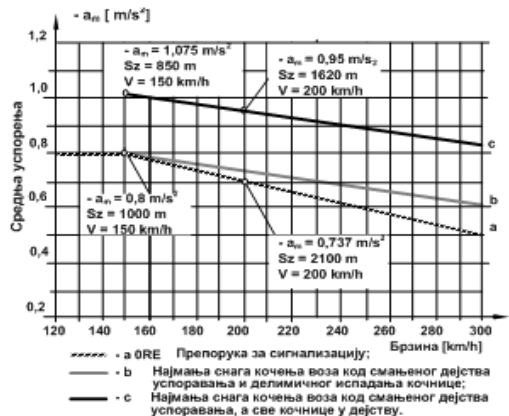
Елементи који доприносе безбедности су:

- ригорознији стандарди носећих структура;
- унапређење сарадње између индустрије и мањих радних јединица за израду специфичних уређаја;
- оспособљавање особља на вишем нивоу;
- инвестиције у инфраструктуру;
- побољшања конструкције обртних постоља и сл.

Објава UIC 546 садржи одредбе за кочнице у међународном саобраћају за брзине до 200 km/h, али без подлоге за брзине преко 160 km/h. Због сложене међузависности параметара кочења, а да би се снага кочнице могла тачно дефинисати за сваку врсту кочнице, треба тачно одредити величине и потребне релације за: брзину кретања воза, масу воза, успорење у току заустављања, времена кочења и врсту основне и помоћне кочнице. Чињеница је да се неки параметри морају усвојити као основа да би се остали могли одредити. За сада, ERRI-B126 RP16 се определио да снагу кочнице дефинише преко успорења за поједине брзине кретања за расположиву ахтезију. С обзиром да се снага кочнице одређује према успорењима и да још увек не постоји унифицирани начин утврђивања потребних успорења, утврђена су средња успорења зависно од почетне брзине у тренутку завођења кочења. У ту сврху ORE AG B126.4 је препоручио минималне вредности средњих успорења (слика 16).



Успорења која имају за основу сигнализацију и ефикасност кочница воза.



Најмања снага кочења код возова великих брзина.

Слика 16. Уравнотежавање рада вучне силе са отпорима кретања и гранично успорење

То средње успорење одговара паду силе кочења возова са диск кочницама при повећаној почетној брзини из које се врши брзо кочење. Растојање између линија 2 и 1 изражава сигурност (резерву) зауставног пута и износи 17,6% код брзине 200 km/h и расте до 33% при брзини од 300 km/h. Ова резерва омогућава благовремено заустављање и при неповољним условима кретања (атмосферски услови, неправилно функционисање противклизних уређаја и сл.). У ванредним условима захтевају се и максимална средња успорења од 1 m/s^2 која се могу реализовати додатним техничким решењем. Возови великих брзина имају систем контроле пролазне брзине са одговарајућим степеном успорења. Када се на овај начин одређује снага кочења, зауставни пут је излазна величина и последица је тачно дефинисаних успорења.

6. СИСТЕМ КОЧЕЊА И ЗОНЕ ЗАУСТАВЉАЊА ВОЗА У ПРОЦЕСУ КОЧЕЊА

Састављање возова и формирање реда вожње везано је са ограничењем за брзину кретања воза тако да се при брзом кочењу и на најнеповољнијој деоници пруге (са највећим меродавним падом) воз може зауставити на најмању дужину зауставног пута између предсигнала (опрезно – очекуј стој) и главног сигнала (стој). Растојање предсигнала од главног сигнала на пругама Железница Србије износи за главне пруге 1000 m, за споредне 700 m а за пружна возила и при маневрисању 400 m. Меродавни пад пруге је средњи пад на дужини од 2000 m, уколико је стварни пад деонице пруге мањи од 10‰, а када је стварни пад деонице пруге већи од 10‰, меродавни пад се израчунава за дужину од 1000 m. Одредити место на прузи да би се воз зауставио у станици, значи одредити возна времена за све режиме кретања (полазни параметри за тачност сигнализације категорисане пруге за сваку деоницу одређују се непосредно на почетку вучног прорачуна). Израда графикона реда вожње који обједињује рад локомотива на свим пругама које улазе у састав мреже, јесте предмет израчунавања са растућим значајем развоја железнице. Алгоритам за извођење вучно-енергетских прорачуна на електронским рачунарима чине једначине на основу којих се према усвојеној нумеричкој методи одређују поступно прираштаји брзине, времена и пута.

Зависност између убрзања и резултантне кретања за специфичне силе одређује диференцијална једначина облика:

$$\frac{dv}{dt} = k_1 (f_v - w_o \pm i - f_k) \quad (7)$$

где је:

$F_v [N]$ - вучна сила локомотиве на ободу точка,

$W_o [N]$ - стални отпори вуче;

$W_1 [N]$ - отпор нагиба пруге;

$Fk[N]$ - сила кочења;

$f_v = \frac{Fv}{m_v}$, $w_o = \frac{W_o}{m_v}$, $i = \frac{W_l}{m_v}$, $f_K = \frac{F_K}{m_v}$ $[N/t]$ - специфичне вредности горњих сила;

$m_v = Gv/g = L + Q$ $[t]$ - маса воза (збир масе локомотиве L и бруто масе кола у возу Q);

$k_1 = \frac{1}{1 + \rho}$ константа која узима у обзир коефицијент корекције маса.

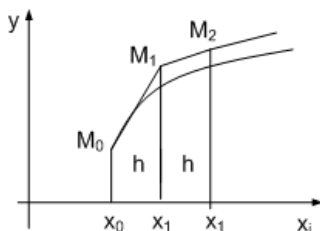
За решавање диференцијалних једначина кретања воза користе се најчешће методе Ојлера и Рунге-Кута, иако постоје и други поступци. Суштина је изналажење неке изломљене линије којом се апроксимира тражена интегрална крива решавањем диференцијалне једначине $y' = f(x, y)$ са почетним условом $y(x_0) = y_0$, која израчунава приближне вредности интегралне функције у тачкама $x_i + h$ ($h = 1, 2, 3, \dots$), и реализује применом релације:

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \quad (8)$$

где су:

$$k_1 = h \cdot f(x_i, y_i); k_2 = h \cdot f(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{k_1}{2}); k_3 = h \cdot f(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{k_1}{2});$$

$$k_4 = h \cdot f(x_i + h, y_i + k_3) \text{ и } k_4 = h \cdot f(x_i + h, y_i + k_3), \text{ слика 17.}$$



Слика 17. Дијаграм Ојлерове апроксимације интегралне функције $y(x_i) = y_i$

Директно уношење појединих величина (израженим у јединицама које се примењују у пракси), остварљиво је увођењем коефицијента k_2 у диференцијалну једначину кретања:

$$\frac{dv}{dt} = k_1(fv - w_o \pm i - b) \quad (9)$$

Ова једначина тада прелази у облик

$$\frac{dv}{dt} = k_1 k_2 (fv - w_0 \pm i - b) \quad (10)$$

и решавањем образаца

$$v_{n+1} = \sqrt{v_n^2 + 2\Delta s \cdot \left(\frac{dv}{dt}\right)_n} \quad (11)$$

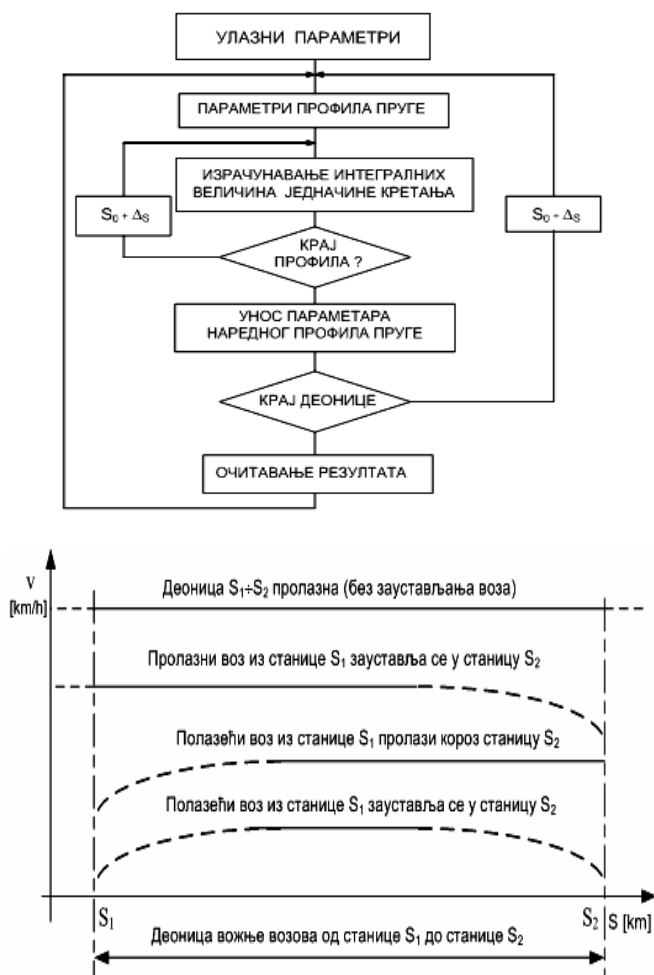
може се за сваку дискретну тачку пута $s_n + h$, ($n = 1, 2, 3, \dots$) срачунати брзина ако је познато убрзање у претходној тачки.

Убрзање одређује једначина (10). Уношењем десне стране ове једначине у једначину (11) добија се коначни облик обрасца за израчунавање брзине на крају било ког корака

$$v_{n+1} = \sqrt{v_n^2 + 2k_1 k_2 \Delta s \cdot (f - w \pm i - b)}, \quad (12)$$

који није тешко програмирати узимајући за корак итерације Δs . Код вучних прорачуна као оптималне вредности корака при срачунавању криве $v = f(l)$ узима се за режим покретања и кочења $\Delta s_1 = 25m$ а за режим вуче на економској карактеристици $\Delta s = 100m$. Да би се наведене једначине могле користити за одређивање криве кретања мора се вршити непрестана анализа промене специфичне силе у обрасцу (12), у зависности од промене брзине и профила пруге. Започиње се од сасвим упрошћеног процеса, према алгоритму програма за решавање вучно-енергетских прорачуна у виду блок дијаграма и карактеризације деоница, слика 18 (далеко је од тога да буде комплетан). Најпре се у меморију рачунара уносе подаци карактеристика локомотиве, а затим, одреде полазни подаци приступа за израчунавање времена вожње и потрошње горива. То значи да у функцији брзине V_0 која се има у почетној тачки S_0 , рачунар израчунава брзину V , време t , као и остале тражене величине за тачку S чији је положај $S + \Delta s$. Затим се приступа анализи посматране деонице, која се састоји из тестова којима се проверава да ли је воз доспео до тачке у којој се мења профил или до краја деонице. Ако је воз стигао у тачку у којој се профил мења, из меморије рачунара узима се нова вредност специфичног отпора нагиба и понавља рачунски поступак све док се не стигне до краја деонице, односно у наредну станицу одакле се рачун понавља са новим почетним подацима. У току сваког корака интегрисања треба проверавати да ли је постигнута максимално дозвољена брзина и на основу тога изабрати одговарајући режим вожње и утврдити тренутак када воз уђе у зону заустављања ради преласка на режим кочења. Адекватни блок дијаграм јесте знатно сложенији и мора да садржи више потпрограма који се односе на разне режиме вожње. За процес поласка воза подаци за одређивање специфичне вучне силе дефинишу се на основу криве атхезије све до постизања критичне брзине, што се у току сваког корака проверава помоћу одређеног теста. У овом периоду израчунавање се врши са кораком $\Delta s = 25m$. Када се достигне критична брзина, специфична вучна сила

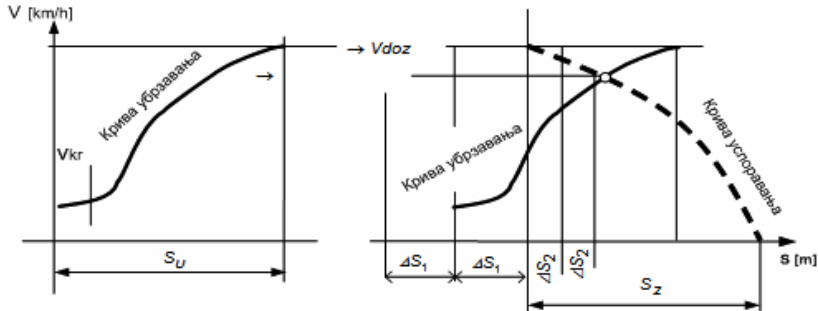
одређује се са економских аспеката, а у образац (12) уводи се нови корак, тј. узима се $\Delta s = 100m$. Истовремено се прелази на тестирање којим се при сваком кораку резултати интегрисања упоређују са максимално дозвољеном брзином за дату деоницу. Уколико се деси да се максимално дозвољена брзина прекорачи, на основу посебног теста рачунар утврђује на коју економску карактеристику (позицију контролера) треба прећи да би се задржала максимално дозвољена брзина. За случај вожње на паду предвиђен је тест којим се утврђује када је потребно прећи на режим кочења у циљу одржавања максимално дозвољене брзине. Да би се вожња обављала највећом могућом брзином, посебним програмом је омогућено прелажење на више економске карактеристике или на слабије поља, ако дозвољава струјно оптерећење локомотиве. Како се у свим станицама не заустављају сви возови, за састављање редова вожње при одређивању времена вожње треба узети у обзир четири могућа случаја карактеризације деоница представљена графички на слици 18.



Слика 18. Алгоритам програма за решавање вучно-енергетских прорачуна и карактеризација деоница

Рачунар аутоматски заокружује време вожње између две станице на пола минута, за идентичне параметре пруге при поласку и заустављању воза и дужину пута убрзавања до максимално дозвољене брзине дејством вучне силе, која је по апсолутној вредности једнака дужини пута заустављања, дејством кочне силе при брзом кочењу из те брзине.

У експлоатацији ће се често дешавати да воз уђе у зону заустављања мањом брзином од максимално дозвољене, а воз може и даље да се креће том мањом брзином, али само до тренутка пресека криве кретања са кривом успоравања, а затим треба започети процес кочења (слика 19).



Слика 19. Међусобна зависност криве убрзавања воза и крива успоравања при кочењу

Перформанса система кочења воза, дакле, одређује се место на коме треба почети са процесом кочења воза који се креће максималном дозвољеном брзином под дејством вучне силе, а која по апсолутној вредности одговара сили кочења.

7. ЗАКЉУЧАК

Никола Кињо (Nicolas-Joseph Cugnot) 1769. године први је применио парну машину и пројектовао прво парно вучно возило – колица трицикл и није размишљао о кочењу. Већ 1771. је изгубио контролу и колица су налетела на зид. На данашњем нивоу развоја, након 2.5 века, спознајемо колики је број изумитеља био испред свог времена и довео до општег напретка у различитим областима науке. Добривоје Божић је један од њих, у области железничког машинства, где се огромне масе железничких возила, путника и робе крећу по челичним шинама, а морају безбедно стићи до циља. Само велики истраживачи, као Добривоје Божић, могу имати стрпљење и храброст да на свом животном путу стану у прљавим машинским радионицама, ливницама, испод локомотива и железничких кола, у различитим временским условима, и размишљају како могу остварити боље решење од претходних стваралаца. Достигнуће Добривоја Божића тек се сада расветљава, поред толико путника који су се превозили нашим пругама и чекали да се воз заустави у станици. Мимоиђен је са пројектом лиценцираног уговора од 1964. године, имајући у виду да су 1954. године југословенске железнице изабрале и усвојиле кочницу Ерликон (Oerlikon) – осавремену копију његовог изума. Сви савремени кочници и распоредници функционишу на принципу његовог изума, али уз далеко више допунских

уређаја, честог, сложеног и скупог одржавања. Новија литература, чак ни оскудно, не разматра изуме Добривоја Божића. Портал Млади, по свему судећи, је у праву. Међутим, возови се и данас заустављају његовом аутоматском кочницом која не може бити превазиђена ни по једном основу. У Европи још увек не постоји решење за Јединствени паневропски систем ETCS, еуробализу, еурорадио и еурокабину (Берлин, априла 1993. године).

Генерално, у обичном људском уму су сметња капитал, моћ, монополизам, тромост и доста тога, што оптерећује не само Европу.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Архива "Железнички музеј", Београд, Политика, 2. новембар 1961.)
- [2] М. Бракочевић, "Јединствени српски патенти", Политика Online 19.04.2007.
<http://www.politika.rs/scc/clanak/24817/%D0%88%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%B8-%D1%81%D1%80%D0%BF%D1%81%D0%BA%D0%B8-%D0%BF%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8>
- [3] Portal Mladi, <http://portalmjadi.com/najveci-srpski-umovi-njihovih-10-pronalazaka>, 27.08.2014 18:06.
- [4] <https://teslauniverse.com/nikola-tesla/articles/machine-end-war>,
- [5] Војкан Лучанин, Теорија вуче, Машински факултет Београд, 1996.
- [6] Надежда Шубара, Системи кочења шинских возила, Желнид, Београд 2006.
- [7] Надежда Шубара, Екологија у железничком саобраћају, Желнид, Београд 2006.
- [8] Subara Nadezda Stefanovic Slobodan J Jevremovic Vladeta Cvejic Radoje, Vibratory - Acoustical Diagnostics of Locomotive Diesel Engine (Article) METALURGIA INTERNATIONAL, (2012), vol. 17 br. 10, str. 115-120 Citati: ISI/Web of Science (1)
- [9] Радоје Лишанин, Надежда Шубара, Real capability of carrying rail structure, (<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=1013389>), (Monographie) ZELNID, Београд, (2000)
- [10] Šubara Nadežda, Stefanović S. Bezbednost u železničkom saobraćaju Velike Britanije 1, Železnice - naučno-stručni časopis Jugoslovenskih železnica, vol. 58, br. 3-4, str. 103-107, 2002.
- [11] Šubara Nadežda, Stefanović S, Grbić N. Strategija i vrste skladištenja radioaktivnog otpada Energetske tehnologije, vol. 5, br. 1-2, str. 64-69, 2008.
- [12] Јосип Швагел, Кочнице на железничким возилима, Стручна библиотека министарства саобраћаја, Књига 1., Саобраћајно издавачко предузеће Министарства саобраћаја, Београд, 1947.
- [13] <https://teslauniverse.com/nikola-tesla/articles/machine-end-war>,
https://teslauniverse.com/sites/default/files/article_files/19350200-01.pdf
- [14] Slobodan Stefanović, *Nadezda Šubara*, Radoje Cvejic, Jasmina Stojiljković., Ecological design of technical processes and systems. Authors: J PMNT Volume 1 ../93-volume-1-issue-1
- [15] Nadežda Šubara, Radoje Lišanin, Nelinearne pojave u cvrstoci konstrukcije železnickih vozila, Машински факултет Ниш, 16.03.2006.
- [16] Надежда Шубара, руководилац „Пројекат техничко-технолошке реализације реконструкције система кочнице, ос.склопова и др. и усаглашавање неопходних модификација техничке и техничко – технолошке ремонтне документације и технологије извођења радова у фази ремонта, фазна контрола радова 91 кола цистерни за превоз ТНГ-а НИС "Енергогас", „Институт "Кирило Савић", Београд, Време трајања 2002- 2004.

ПРОБЛЕМИ КРЕТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА СА ОСВРТОМ НА КОЧЕЊЕ И ЗНАЧАЈ ДОБРИВОЈА БОЖИЋА

Милан Бижић¹, Драган Петровић²

¹ Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу, Доситејева 19, 36000 Краљево, bizic.m@mfkv.kg.ac.rs

² Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу, Доситејева 19, 36000 Краљево, petrovic.d@mfkv.kg.ac.rs

Резиме: *Железничка возила спадају међу најсложеније техничке системе данашњице. Од настанка железнице, њихов развој је стално напредовао захваљујући акумулираним знањима и искуствима из прошлости, као и ретким појединцима – изумитељима који су на визионарски начин решавали поједине проблеме. Један од најбољих примера је развој система кочења железничких возила. Савремени системи кочења возова засновани су на изумима које је давних двадесетих година 20. века патентирао српски инжењер Добривоје Божић. Иако су данашњи системи кочења возова знатно савременији, они базирају на Божићевим принципима, што овог инжењера сврстава у ред највећих светских имена из области железнице. Садржај овог рада прилагођен је карактеру тематског скупа на коме се презентује, а који је везан за улогу и значај Добривоја Божића на пољу развоја система кочења возова. У првом делу рада анализирани су основни принципи и проблеми кретања железничких возила чије разумевање је за Божића представљало неминовност у решавању проблема кочења. У другом делу рада, дат је осврт на проблеме кочења железничких возила. Анализа је ограничена на непосредну реализацију кочења односно на анализу кочне силе између папуча (дискова) и осовинског склопа, као и адхезионе силе у контакту точак-шина. Решавање проблема оптималног управљања кочним силама, али не на нивоу једног точка или осовинског склопа, већ на нивоу читавог воза, био је један од главних изазова са којима се својевремено суочио Добривоје Божић. Овакав садржај има за циљ да широј читалачкој јавности приближи основне проблеме кретања и кочења железничких возила, односно да омогући боље разумевање неких проблема које је решавао Добривоје Божић, као и његових изума који су златним словима уписани у историју развоја железнице.*

Кључне речи: *Железничка возила, проблеми кретања, кочење, контакт точак-шина, Добривоје Божић.*

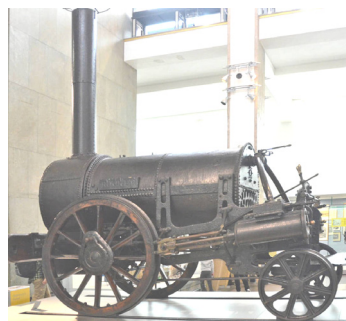
1. УВОД

Развој железнице интензивно започиње након појаве парне машине у 19 веку, када се појављују и прве парне локомотиве Ричарда Тревитика и Џорџа Стивенсона (слике 1 и 2). Након тога, у Енглеској долази до саобраћајне револуције која је омогућила рапидан напредак и развој привреде у читавом свету. Тиме су створени предуслови да се квалитет живота човечанства подигне

на виши, до тада незамислив ниво. Од преузимања овакве улоге почиње да тече перманентан развој железнице који је умногоме условљен развојем разних других области науке и технике. Са једне стране, развој се заснива на искуствима и знањима из прошлости, а са друге на перманентном увођењу иновација насталих развојем науке и технике. Ово је довело до тога да железница данас представља један од видова транспорта без кога се не може замислити савремени начин живота. У развијеним земљама света данас се интензивно граде и експлоатишу пруге за возове великих брзина. Уобичајена просечна брзина возова износи преко 200 km/h, при чему постоје сталне тежње за њеним повећањем (нарочито код путничких возова), тако да она на неким линијама износи и преко 300 km/h. У том смислу, веома је интересантан један пример из Кине. Наиме, Кинески брзи возови серије CRH380 (слика 3) током пробних испитивања постигли су фантастичну брзину од готово 420 km/h, а њихова максимална радна брзина износи 350 km/h. Они саобраћају на линији Пекинг-Шангај дужине 1318 km, чија изградња је коштала близу 35 милијарди долара. Отварањем ове железничке линије, трајање путовања између наведених градова сведено је на свега 5 h, што је апсолутно конкурентно ваздушном саобраћају. Кина данас располаже са близу 20000 km пруга за возове великих брзина, а планови Кинеске управе железница подразумевају развој технологије која ће омогућити да се радна брзина возова повећа на преко 500 km/h. Важно је нагласити да постоји мноштво сличних примера у развијеним земљама. Према томе, од првих локомотива које су се кретале скромним брзинама мањим од 50 km/h, сталним развојем се дошло до оваквих фантастичних резултата.



Слика 1. Тревитикова локомотива (1804.)



Слика 2. Стивенсонова локомотива (1829.)



Слика 3. Брзи возови серије CRH380 (2010.)

Упркос овако високом степену развоја, железница се и даље суочава са проблемима који постоје још од њеног настанка. У фокусу њиховог решавања налази се основни циљ који подразумева повећање конкурентности у односу на остале видове транспорта. Код путничког саобраћаја присутне су сталне тенденције за повећањем радне брзине кретања возова, уз истовремено задовољавање критеријума комфора и безбедности. Са друге стране, код теретног саобраћаја тенденције се односе на повећање носивости колосека и железничких возила – вагона, односно повећавање броја возила у возу, што имплицира развој врло квалитетних и робусних вучних возила. Уз све то, такође морају бити задовољени критеријуми безбедности и, у овом случају нешто блажи критеријуми комфора. Сви ови проблеми су у великој мери међусобно спрегнути и не могу се решавати одвојено. Проблем комфора у првом реду подразумева смањење вибрација, буке и других нежељених утицаја који настају услед интеракције возило-колосек односно точак-шина. Ово је посебно важно код путничких железничких возила имајући у виду да овакве појаве путовање чине веома заморним и имају изузетно негативан утицај на здравље путника. Проблем безбедности има више различитих аспеката међу којима је најзначајнији проблем исклизнућа железничких возила са колосека [1–4]. Из праксе је познато да исклизнуће само једног осовинског склопа може довести до исклизнућа великог дела композиције или читавог воза [5]. Овај проблем је стално актуелан и његов значај се додатно појачава након сваке железничке несреће са катастрофалним последицама у виду људских жртава и огромне материјалне штете. Поред захтева у погледу безбедности кретања возова, постоје и захтеви који се односе на њихово безбедно кочење односно заустављање. Значај ових проблема се додатно повећава када се имају у виду наведене тенденције за повећањем брзине кретања и осовинског оптерећења односно масе возова.

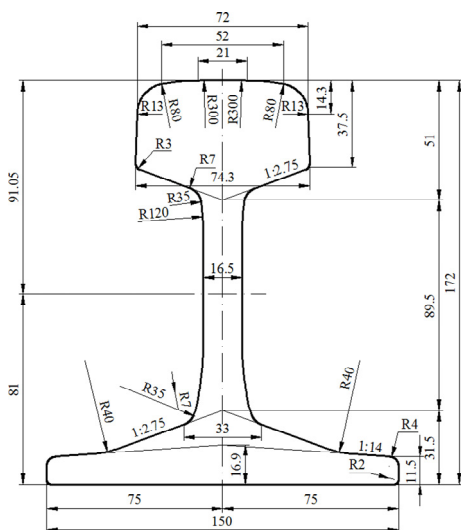
Овај рад бави се анализом управо ових основних проблема кретања железничких возила. Имајући у виду карактер научног тематског скупа на коме се презентује, а који је посвећен инжењеру Добривоју Божићу, посебна пажња у раду посвећена је проблемима кочења железничких возила. Наиме, савремени системи кочења возова засновани су на принципима Божићевих изума који су патентирани двадесетих година 20. века [6–9]. Божићево решење веома сложеног проблема и његови револуционарни изуми су у великој мери заслужни за постојање савремених железничких возила. Иако су њихови системи кочења знатно модернији, они ипак базирају на Божићевим принципима, чиме се овај српски инжењер сврстао раме уз раме са највећим светским именима из области железнице. У првом делу рада анализирани су основни принципи и проблеми кретања железничких возила. Посебна пажња посвећена је проблемима кретања на правцу и у кривинама. Разумевање ових проблема представља неминовност у процесу решавања проблема кочења. У другом делу рада су разматрани проблеми кочења железничких возила, при чему је акценат стављен на анализу непосредне реализације кочења односно на анализу кочне силе између папуча (дискова) и осовинског склопа, као и адхезионе силе у контакту точак-шина. Добривоје Божић се својевремено суочио са свим наведеним проблемима, а посебно са проблемом оптималног управљања наведеним силама, који је решио

на, до тада, незамислив начин. Он није решавао само проблем оптималног управљања кочним силама на нивоу једног точка или осовинског склопа, већ на нивоу комплетног, произвољно формираног воза. Грандиозан, а недовољно познат и наглашен значај изума овог српског инжењера представљао је главни мотив за настанак овог рада који има за циљ да пружи скроман допринос бољем разумевању проблема кретања железничких возила, а посебно проблема кочења и значаја Божићевих изума.

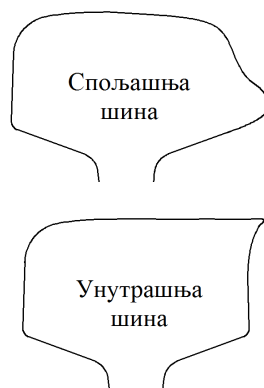
2. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ КРЕТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Од свог настанка до данас, железнички саобраћај је заснован на кретању (котрљању) точка по шини, односно осовинског склопа по колосеку. Да би то кретање било несметано и сигурно, геометрије точка и шине односно осовинског склопа и колосека морају бити усклађене на одговарајући начин [10]. Наравно, у експлоатацији железничких возила увек постоје одређена одступања, посебно у случају колосека, чија геометрија готово увек у мањој или већој мери одступа од номиналне. Уз хабање додирних површина точка и шина, то доводи до перманентне и стохастичке промене параметара динамичког понашања железничких возила.

Када се ради о анализама геометрије колосека увек се полази од шине као његовог најважнијег елемента. Постоје различите варијанте профила шина, а тип шине одређен је масом шине у kg по дужном метру. На Европским железницама данас се углавном користи шина типа 60E1 (стара ознака UIC 60) чији је номинални профил приказан на слици 4.



Слика 4. Номинални профил шине типа 60E1

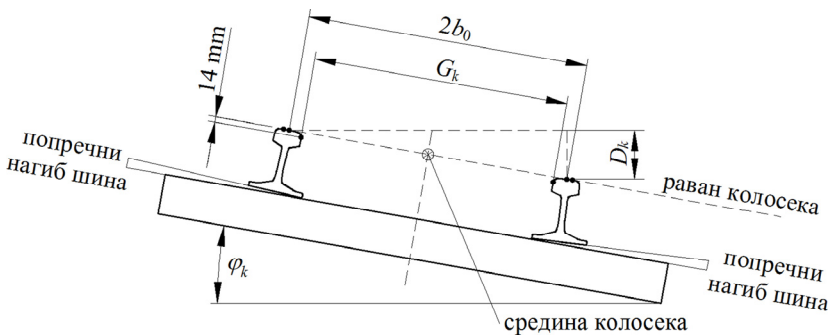


Слика 5. Униформно хабање шине у кривинама

Током експлоатације, услед интензивне интеракције са точковима железничких возила, шина се хаба, при чему долази до формирања профила који у већем или мањем обиму одступа од номиналног. Код униформног хабања, шина се

приближно равномерно хаба по целој својој дужини, при чему је највећи степен хабања присутан у кривинама. Типичан тренд хабања шина у кривинама приказан је на слици 5. Оваква хабања ивице главе и газеће површине доводе до поремећаја номиналне геометрије колосека и замора материјала, што може узроковати пукотине или љуштење делића материјала са шина. Поред тога, постоји и неуниформно хабање када се шине хабају само на дискретним местима где се појављују оштећења у виду пукотина или љуштења материјала која могу бити мањег или већег обима.

Номинална геометрија колосека одређена је параметрима попречног профила и параметрима трасе железничке пруге. У параметре попречног профила спадају: ширина колосека G_k , попречни нагиб шина, као и надвишење спољашње шине у кривини D_k (слика 6). У већем делу Европе данас се користи "нормални" колосек чија номинална ширина износи 1435 mm. Он се користи и у САД, Канади, Мексику, Кини, итд. Колосеци чија је ширина мања од 1435 mm називају се уски колосеци и користе се углавном у Јапану, Јужној Америци, Африци и Аустралији. Колосеци чија је ширина већа од 1435 mm називају се широки колосеци. Карактеристични су за Русију и Финску (1524 mm), Ирску (1600 mm), делове Шпаније и Португал (1668 mm), итд. Попречни нагиб шина изводи се због равномернијег налегања главе шине и површине котрљања точка. На тај начин се постиже боље преношење оптерећења на прагове и призму, као и равномерније хабање додирних површина точка и шине. Номинални попречни нагиб шина најчешће износи 1:20 или 1:40, а постоји и нагиб 1:30 који се данас ређе користи. Надвишење спољашње шине у кривини D_k изводи се због смањења ефекта центрифугалне силе. Важно је нагласити да се кривине изводе са константним полупречницима (кружне кривине) и у њима надвишење има константну вредност. Због немогућности њиховог директног спајања са правим деоницама, између њих се постављају прелазне кривине чије се надвишење мења постепено, од нуле до вредности надвишења у кружној кривини на уласку, и обрнуто на изласку из кружне кривине.



Слика 6. Попречни профил колосека

У параметре трасе спадају: полупречник кружне кривине, дужина и облик прелазне кривине, нагиб нивелете, и полупречник вертикалне кривине. Као што је већ речено, полупречник кружне кривине, као и њено надвишење, имају константне вредности. Једна од основних тенденција при данашњој изградњи

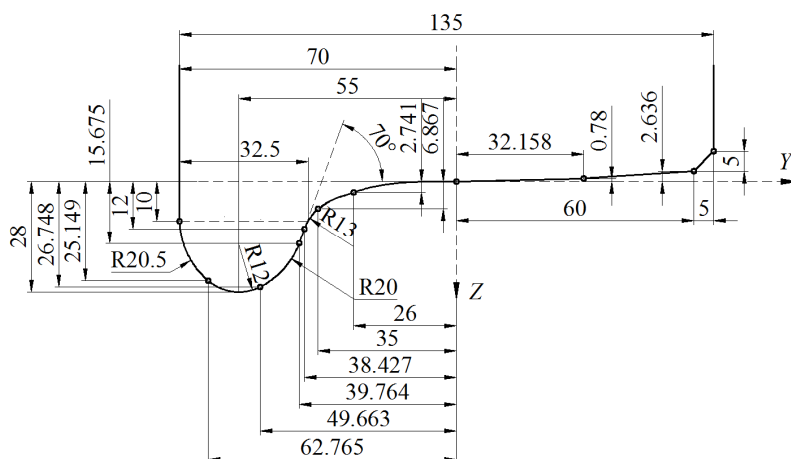
пруга је избегававање кривина малих полупречника у којима се јављају многи неповољни ефекти при проласку железничких возила.

Прелазне кривине могу имати линеарну и нелинеарну промену закривљености. Полупречник прелазне кривине мења се континуално између правца и кружне кривине, при чему промене надвишења и полупречника имају исту почетну и крајњу позицију. Нагиб нивелете ограничен је због проблема вуче и кочења. Савладавање успона представља напор за вучна возила када долази до њиховог појачаног хабања и велике потрошње енергије. Кретање на паду изискује интензиван рад кочног система када долази до његовог појачаног хабања и многих других проблема.

Вертикалним кривинама спајају се крајеви колосека при преласку са једног нагиба нивелете на други.

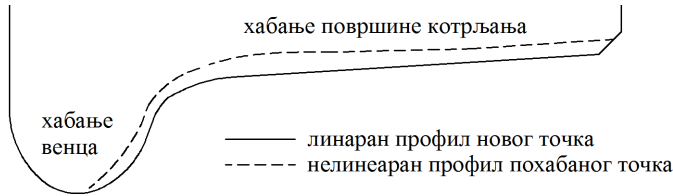
Након одређеног периода експлоатације, долази до деградације и пропадања номиналне геометрије колосека. Термин "геометрија колосека" увек подразумева стварну геометрију или геометрију колосека у експлоатацији, која у већој или мањој мери одступа од номиналне геометрије. Утврђивање стварне геометрије је изузетно значајно за процену стања колосека и за анализе динамичког понашања железничких возила. Сагласно међународним стандардима EN 13848, стварна геометрија колосека данас се утврђује мерењима одговарајућих одступања помоћу специјално опремљених железничких возила.

При анализама геометрије осовинског склопа полази се од обруча или бандажа точка као његовог најважнијег елемента. Данас се у пракси примењују различити облици профила точкава који се израђују под одређеним нагибом (конусом), чиме се омогућава закретање осовинског склопа и пролазак кроз кривине. Изглед профила точка дефинисаног међународним стандардима, који носи ознаку UIC-ERRI S1002, приказан је на слици 7.



Слика 7. Профил точка UIC-ERRI S1002

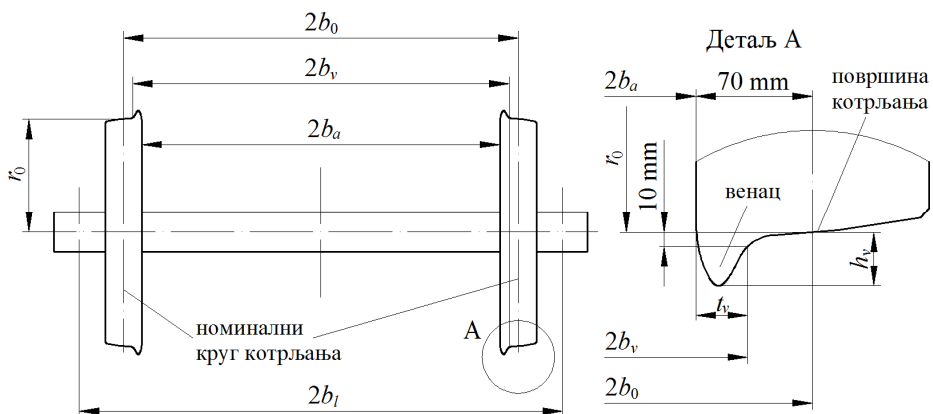
Уколико нови точак има линеаран профил, током експлоатације долази до његовог хабања и постепеног преласка у похабан - нелинеаран облик. Овај процес шематски је приказан на слици 8 и назива се униформно хабање точка.



Слика 8. Шематски приказ униформног хабања профила точка

Након пређених 100÷200 хиљада километара, независно од облика почетног профила новог точка, профил похабаног точка увек поприма сличан карактеристичан облик [4]. Због тога се данас нови точкови израђују са нелинеарним профилима који су прилагођени хабању (слика 7). Тиме се постиже значајно смањење хабања током експлоатације точка и смањује се његов негативан утицај на динамичко понашање железничких возила. Постоји и неуниформно хабање које подразумева дискретна оштећења као што су: равна места, удубљења, набори или љуштења материјала на површини котрљања, оштећења на венцу, ексцентрицитет точкова, итд.

Важно је разликовати номиналну геометрију и стварну геометрију односно геометрију осовинског склопа у експлоатацији. Номинална геометрија настала је као резултат дугогодишњих истраживања и искустава, а дефинисана је међународним стандардима које морају поштовати сви произвођачи осовинских склопова. Главни параметри геометрије типичног конструктивног решења осовинског склопа су: полупречник точка (номинални полупречник котрљања) r_0 , растојање између номиналних полупречника котрљања $2b_0$, унутрашње растојање између точкова $2b_a$, спољашње растојање између венца точкова $2b_v$, растојање између кућишта лежишта $2b_l$, висина венца h_v и дебелина венца t_v (слика 9).



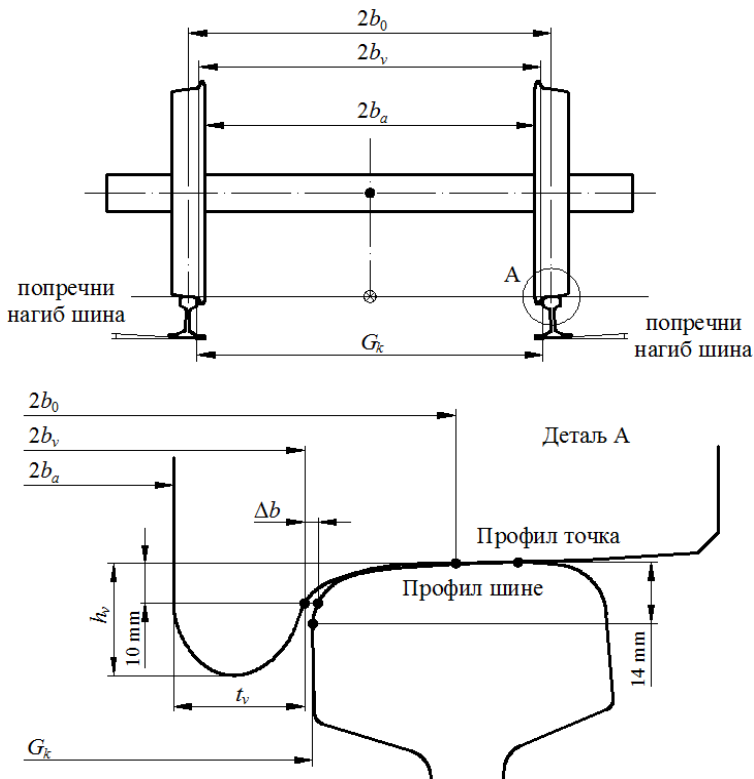
Слика 9. Параметри геометрије осовинског склопа

Делови точка који се налазе у контакту са шином су површина котрљања и венац. Венац је увек окренут ка средини осовинског склопа, односно налази се са унутрашње стране точка. Он повремено долази у додир са ивицом главе шине

и на тај начин "води" осовински склоп током кретања. Површина котрљања искључиво конусна, тако да полупречник точка опада идући од венца ка спољашњој страни точка. Осовински склоп спада у неогибљене масе и изложен је веома интензивним статичким, динамичким и термичким оптерећењима која настају услед интеракције са шином или при кочењу. Услед тога долази до хабања, тако да након одређеног периода експлоатације стварна геометрија осовинског склопа (нарочито точка) у већој или мањој мери одступа од номиналне. Највећи степен хабања присутан је на површини котрљања и венцу, при чему се номинални полупречник точка смањује. Када степен хабања достигне одређену граничну вредност, такав осовински склоп мора се избацити из даље употребе. Стање и геометрија осовинских склопова се периодично контролишу како би се правовремено реаговало у случају појаве дефеката или прекорачења дозвољених вредности одступања од номиналне геометрије. Осовински склоп се током кретања стално бочно помера унутар одређених граница које су одређене контактима венаца точкова са главама шина. Од тог бочног померања зависи геометрија контакта профила точкова и шина, при чему управо тај процес игра кључну улогу у динамичком понашању железничких возила. Због тога је значајно анализирати параметре који одређују геометрију контакта точак-шина (слика 10). Ти параметри су: профил точка, профил шине и све геометријске величине које дефинишу њихов узајамни положај (ширина колосека, попречни нагиб шина, унутрашње растојање између точкова, спољашње растојање између венаца точкова и бочни зазор осовинског склопа у колосеку).

Ширина колосека G_k је један од главних утицајних параметара на геометријске релације између профила точка и профила шине. Као последица хабања она се повећава, што директно утиче на границе бочног померања осовинског склопа у колосеку. Попречни нагиб шина има утицаја на геометријске релације између профила точка и профила шине само у случају колосека са новим шинама које су постављене тачно под одређеним попречним нагибом (нпр. 1:20) у односу на референтну хоризонталну раван, и које имају непохабане профиле. Унутрашње растојање између точкова $2b_a$ директно утиче на положај профила точка у односу на профил шине. Овај параметар је мање подложен променама услед хабања, међутим могућа су одступања услед појаве ексцентрицитета или сличних оштећења точка. Спољашње растојање између венаца точкова $2b_v$ такође значајно утиче на положај профила точка у односу на профил шине. Оно зависи од вредности унутрашњег растојања између точкова $2b_a$ и дебљине венаца левог и десног точка. За осовинске склопове намењене нормалном колосеку и непохабане профиле точкова и шина, спољашње растојање између венаца точкова износи 1425 mm. При хабању точка, дебљина венца се смањује па је код похабаних осовинских склопова ово растојање мање у односу на номинално. Параметар који такође има значајан утицај на геометријске релације између профила точка и профила шине је бочни зазор осовинског склопа у колосеку Δb . Када се осовински склоп налази у централном положају, између точка и шине постоји одређени бочни зазор Δb који се мери 10 mm испод номиналног полупречника котрљања. У оквирима тог зазора, осовински склоп

се из централног положаја може бочно померати на леву и десну страну све док венац точка не дође у контакт са главом шине. Величина укупног бочног зазора осовинског склопа у колосеку зависи од ширине колосека и спољашњег растојања између венаца точкава. Током хабања профила точкава и шина, вредност бочног зазора осовинског склопа у колосеку се повећава. Геометрија контакта точак-шина има нелинеаран карактер и зависи од више утицајних параметара који се током кретања мењају на стохастички начин. Аналитичко описивање ове геометрије је веома сложено и заснива се на увођењу функција које обједињују утицај свих наведених параметара. Данас се за карактеризацију нелинеарне геометрије контакта точак-шина најчешће користи еквивалентна коничност која практично представља линеаризацију или апроксимацију нелинеарне промене полупречника котрљања точкава при одређеном бочном померању осовинског склопа у колосеку, а њено одређивање дефинисано је међународним стандардима.



Слика 10. Параметри геометрије контакта точак-шина

Променљиви параметри геометрије који дефинишу положај профила точка у односу на профил шине условљавају да током кретања место додира између ових профила стално мења свој положај. Због еластичних својстава материјала, контакт између точка и шине остварује се преко контактне површине која најчешће има облик елисе чија величина износи $1,5 \div 5 \text{ cm}^2$. Термин "тачка контакта" односи се на контактну површину и тачку која се налази у њеном

средишту. Положај тачке контакта у сваком тренутку током кретања зависи од облика профила точка и шине, као и њиховог међусобног положаја. Постоје два општа типа контакта точак-шина: контакт преко површине котрљања и контакт преко венца (слика 11).



Слика 11. Општи типови контакта точак-шина

Контакт преко површине котрљања карактеристичан је за кретање осовинског склопа на правцима или кроз кривине већих полупречника. Његова основна одлика је да се увек реализује у једној тачки, независно од облика профила точка и шине (слика 12).



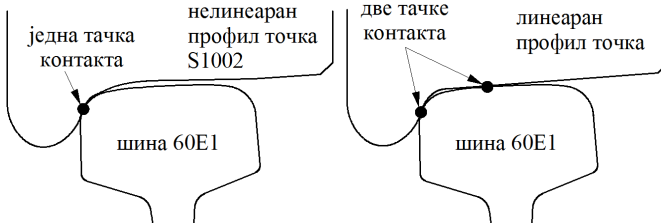
Слика 12. Контакт преко површине котрљања – једна тачка контакта

Код профила точка и шине прилагођених хабању, тачка контакта се, у зависности од релативног бочног померања, континуално помера дуж профила точка и шине. Код профила точка и шине који нису прилагођени хабању, тачка контакта се не мора континуално померати дуж профила точка, већ може нагло скакати са једног места на друго. Овај контакт спада у неконформне контакте који подразумевају значајнију разлику између полупречника заобљења додирних површина точка и шине. То узрокује да се додир точак-шина реализује преко мале контактне површине у којој се јављају изузетно велика оптерећења и контактна напрезања.

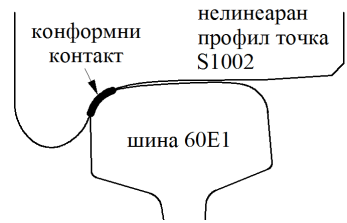
Контакт преко венца карактеристичан је за кретање осовинског склопа кроз кривине мањих полупречника. Могућ је и у ситуацијама када постоје велика одступања од номиналне геометрије колосека. Код овог контакта могуће су следеће ситуације: контакт у једној тачки, контакт у две тачке и конформни контакт. Код профила точка и шине прилагођених хабању, контакт преко венца реализује се у једној тачки која се, у зависности од релативног бочног померања, континуално помера дуж профила точка и шине (слика 13-лево).

Код профила точка или шине који нису прилагођени хабању, контакт преко венца може се реализовати и у две тачке, при чему се оне не морају померати континуално дуж профила точка и шине, већ могу нагло скакати са једног места

на друго (слика 13-десно). Постоји и конформни контакт који се јавља када су полупречници заобљења додирних површина између точка и шине једнаки или веома слични. Тада се додир точак-шина реализује преко веће контактне површине, као што је приказано на слици 14.

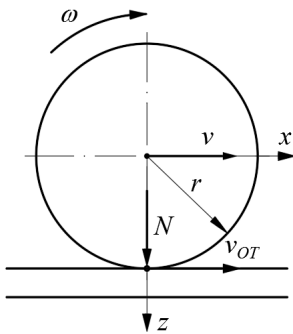


Слика 13. Контакт преко венца – једна и две тачке контакта



Слика 14. Конформни контакт преко венца

У контактної површини између точка и шине током кретања јављају се веома интензивне силе акције и реакције које имају кључни утицај на динамичко понашање железничких возила. Ове силе играју кључну улогу у ослањању, вођењу, вучи и кочењу железничких возила током кретања по колосеку. Услед еластичности материјала, током котрљања по шини, постоји веома мала разлика између обимне брзине точка и транслаторне брзине или брзине напредовања точка (слика 15-лево).



N – нормална сила

v_{ξ} – брзина подужног псеудокл.

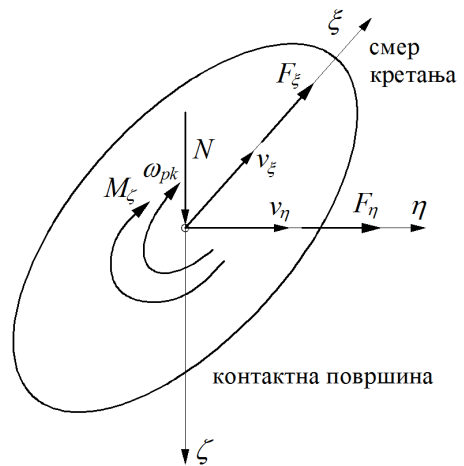
v_{η} – брзина попречног псеудокл.

ω_{pk} – угаона брзина ротационог псеудокл.

F_{ξ} – подужна тангенцијална сила псеудокл.

F_{η} – попречна тангенцијална сила псеудокл.

M_{ζ} – момент ротационог псеудокл.



Слика 15. Величине у контактної површини између точка и шине

Овај феномен назива се микроклизање или псеудоклизање, а његов утицај на динамичко понашање железничких возила први је открио Картер (Carter) [11, 12]. Брзина псеудоклизања представља разлику између обимне брзине точка полупречника r који се обрће угаоном брзином ω , и брзине напредовања точка v :

$$v_{OT} = r \cdot \omega - v \quad (1)$$

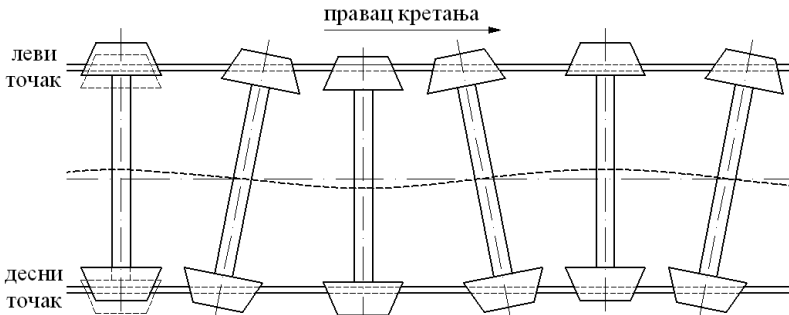
У пракси је готово немогуће остварити идеално кретање осовинског склопа, а нарочито идеално радијално закретање при проласку кроз кривине. Осовински склоп при проласку кроз кривине најчешће заузима под-радијални положај при чему спољашњи точак под одређеним углом "напада" (налеће) на спољашњу шину. То значи да у пракси не постоји само псеудоклизање у правцу кретања, већ постоји неко резултујуће псеудоклизање које може имати произвољан правац и које поред трансляторне садржи и обртну или ротациону компоненту. Ове две компоненте узрокују појаву тангенцијалне силе и момента у контактної површини. Величине у контактної површини између точка и шине приказане су на слици 15. Нормалне силе у контакту точак-шина, облик и величина контактне површине, нормални напон (контактни притисак) као и његова расподела у контактної површини се најчешће одређују помоћу Херцове теорије контакта која се данас веома широко користи код савремених софтверских пакета за симулацију динамичког понашања железничких возила. Кључне проблеме у одређивању тангенцијалних сила и напона изазива постојање псеудоклизања између точка и шине, као и нелинеаран карактер промене тангенцијалне силе. То су разлози због којих егзактно израчунавање тангенцијалних сила мора бити засновано на нелинеарној теорији. Међутим, при мањим вредностима псеудоклизања, промена тангенцијалне силе има скоро линеаран карактер, па се под таквом претпоставком за њено израчунавање може применити и линеарна теорија. Ова чињеница имала је огроман утицај на развој теорија за решавање овог проблема. Неке од њих су: Картерова теорија; Теорија Џонсона и Вермујлена; Теорија трака Холинга, Хеинса и Олертона; Проширена теорија трака; Калкерова линеарна теорија; Калкерова нелинеарна тачна нумеричка теорија; Калкерова емпиријска теорија; Приближна нелинеарна теорија (хеуристички нелинеарни модел); Калкерова поједностављена теорија и компјутерски програми (SIMROL, ROLCON и FASTSIM), итд.

3. ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ КРЕТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Међу проблемима кретања железничких возила најзначајније место заузимају две групе проблема – проблеми кретања на правцу и проблеми кретања у кривини.

Кључни проблем везан за кретање железничких возила на правцу је вијугање осовинских склопова. Оно се јавља као последица коничности профила точкава која је неопходна због омогућавања закретања осовинског склопа и проласка кроз кривине. При неком бочном померању осовинског склопа у односу на централни положај у колосеку, због коничности профила долази до промене полупречника котрљања десног и левог точка. На једном точку полупречник котрљања је већи, а на другом мањи од номиналног полупречника котрљања. Пошто су круто спојени са осовином, точкови се стално обрћу истом угаоном брзином, због чега точак са већим полупречником котрљања прелази већи пут у односу на точак са мањим полупречником котрљања. На тај начин настаје

вијугање осовинских склопова као кључна динамичка појава при кретању железничких возила на правцу. При томе, осовински склоп из позиције у коју је бочно померен прелази у централни положај и наставља своје бочно померање у супротну страну. Током кретања, овај процес се периодично понавља, као што је приказано на слици 16.



Слика 16. Вијугање осовинског склопа

Веома је значајно нагласити да, услед дејства гравитационог оптерећења, бочно померени осовински склоп при вијугању стално има тенденцију да сам себе врати у централни положај. Овај ефекат назива се гравитациона крутост и представља веома важан параметар при анализама динамике кретања железничких возила на правцу.

Кинематику вијугања осовинских склопова први је анализирао Клингел који је 1883. године дефинисао једначину вијугавог кретања слободног осовинског склопа познату под називом Клингелова формула [13]. При извођењу формуле разматрано је кретање једног слободног неогибљеног осовинског склопа на правом делу колосека, неком константном малом брзином. Уведене су претпоставке да током кретања између точкова и шина нема клизања и занемарен је утицај масе осовинског склопа, односно утицај сила инерције. Поред тога, претпостављено је да точкови имају линеарне профиле без венаца и да се обрћу истом угаоном брзином. Анализом оваквог модела Клингел је дошао до аналитичког израза који успоставља везу између таласне дужине осциловања средишта маса осовинског склопа при вијугању L_w , коничности точкова γ , номиналног полупречника котрљања r_0 , и растојања између номиналних полупречника котрљања $2b_0$:

$$L_w = 2\pi \sqrt{\frac{b_0 r_0}{\gamma}} \quad (2)$$

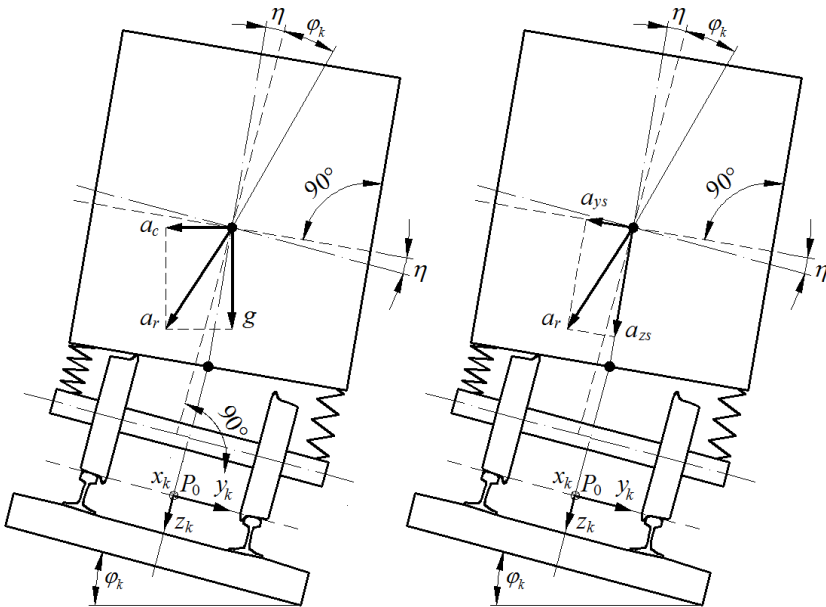
Клингелова формула показује да повећање коничности точкова γ (или еквивалентне коничности λ_e) доводи до смањења таласне дужине L_w , односно до повећања фреквенце осцилација вијугања, што има изузетно негативан утицај на динамичко понашање железничких возила при кретању на правцу и у кривинама већих полупречника. Из Клингелове формуле може се уочити да веће вредности

номиналног полупречника котрљања r_0 (карактеристично за точкове већих пречника) и растојања између њих $2b_0$ (карактеристично за широке колосеке) доводе до повећања таласне дужине L_w , односно до смањења фреквенце осцилација вијугања осовинског склопа. Упркос значајним апроксимацијама под којима је изведена, Клингелова формула даје веома добре резултате и омогућава одређивање таласне дужине вијугања која је веома блиска стварној таласној дужини. При брзинама кретања већим од неке критичне брзине, осцилације вијугања могу постати изузетно интензивне и могу довести до удара венаца точкова о главе шина, при чему настају изузетно велике бочне силе. То доводи до великих оштећења елемената железничких возила и колосека, а веома често и до губитка стабилности кретања и исклизнућа са катастрофалним последицама. Имајући у виду да је стратегија развоја оријентисана ка повећању брзине кретања, могућност тачне анализе бочне динамичке стабилности и одређивања критичне брзине у фази развоја и пројектовања савремених железничких возила има огроман значај. У том смислу развијени су веома комплексни линеарни и нелинеарни динамички модели који омогућавају оптималан избор параметара конструкције трчећег строја железничких возила, чиме се омогућава постизање великих брзина кретања на правцима без ризика од нестабилности, али се истовремено постижу и добре карактеристике проласка кроз кривине.

Кључни проблеми везани за кретање железничких возила у кривини потичу од утицаја центрифугалне силе и закретања осовинских склопова. Током кретања возила у кривини, центрифугална сила тежи да га избаци у супротну страну од центра кривине, чиме се ствара бочни притисак венца водећег точка на главу спољашње шине. Пролазак железничког возила кроз кривину састоји се из три фазе. Прва фаза је фаза уласка у кривину односно кретање прелазном кривином, при чему надвишење расте од нуле до константне вредности у кружној кривини. Параметри динамичког понашања возила при томе имају претежно динамички карактер. Друга фаза је фаза проласка кроз кривину односно кретање кружном кривином, при чему надвишење и полупречник имају константне вредности. Параметри динамичког понашања у том случају имају претежно квази-статички карактер. Последња, трећа фаза је фаза изласка из кривине односно кретање прелазном кривином, при чему надвишење опада од константне вредности у кружној кривини до нуле. Параметри динамичког понашања возила при томе такође имају претежно динамички карактер. Током кретања у кружној кривини, вредности параметара динамичког понашања се стабилизују и до поновног наилаaska на излазну прелазну кривину веома мало се мењају. Највећи утицај на бочно убрзање сандука у кружној кривини (које доминантно утиче на комфор) имају: брзина кретања v , полупречник кривине R_k , угао надвишења спољашње шине φ_k и угао нагињања возила η (слика 17).

Уколико је при кретању кроз кружну кривину вредност бочног убрзања једнака нули, тада постоји равнотежно надвишење. Међутим, то је у пракси веома редак случај при чему возови пролазе кроз кривине брзинама које су углавном веће од равнотежне. Тада се јавља изузетно значајан проблем у експлоатацији железничких возила који подразумева тзв. недостатак надвишења. Вредност надвишења (која је иначе ограничена прописима) тада није довољна за потпуно

неутралисање ефекта центрифугалне силе, односно постоји непоништено бочно убрзање које има изузетно негативан утицај на комфор, нарочито код возила великих брзина. Овај проблем је делимично решен развојем специјалних система за пасивно или активно закретање сандука током проласка кроз кривине. Железничка возила опремљена таквим системима имају знатно мања бочна убрзања у равни пода, чиме се омогућава пролазак кроз кривине брзинама које су и до 35% веће у односу на конвенционална железничка возила [4].



Слика 17. Убрзања која делују у равни пода и нормално на равни пода сандука железничког возила при проласку кроз кружну кривину

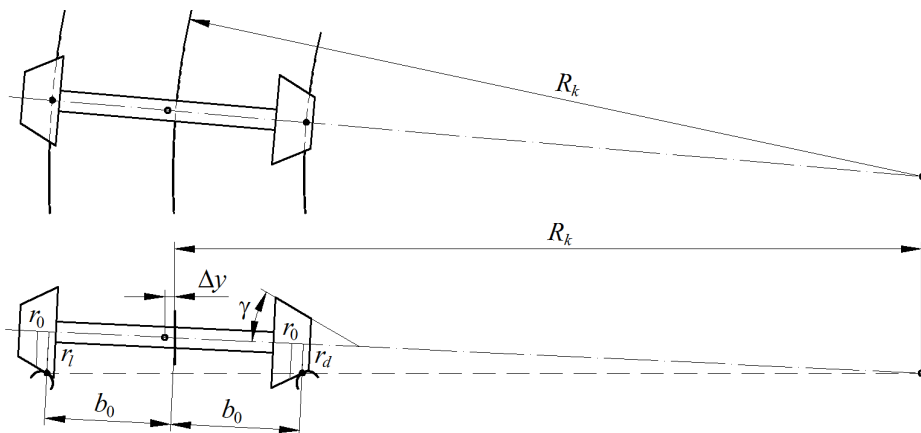
Највећи утицај на динамичко понашање железничких возила има кретање кроз прелазне кривине. Услед нагле промене правца кретања, тада долази до скоковитих промена вредности појединих параметара динамичког понашања (бочних убрзања или бочних сила у интеракцији точак-шина). При градњи колосека тежња је да, поред што већих полупречника кружних кривина, прелазне кривине буду што дуже, како би вредности трзаја при уласку и изласку из кружне кривине биле што мање.

Поред дејства центрифугалног убрзања, веома снажан бочни притисак венца точка на главу шине настаје и услед дејства тангенцијалних сила које потичу од псеудоклизања при закретању осовинских склопова током кретања кроз кривину. Наиме, услед коничности точкава, бочно померање осовинског склопа у односу на централни положај доводи до промене полупречника котрљања на левом и десном точку. На точку где се тачка контакта помера ка венцу, полупречник котрљања је већи од номиналног, а на супротном точку полупречник котрљања је мањи од номиналног. Пошто су точкови чврсто спојени са осовином, у сваком тренутку њихова угаона брзина је идентична, што узрокује да точак са већим полупречником котрљања прелази дужи пут од точка

са мањим полупречником котрљања. При томе, бочно померање осовинског склопа има ону вредност која омогућава да разлика између полупречника котрљања буде еквивалентна разлици пређених путева левог и десног точка. Овакав концепт проласка осовинског склопа кроз кривине постоји практично од самог настанка железнице. Његови негативни ефекти испољавају се при кретању на правцу, када услед коничности точкова долази од вијугања осовинских склопова.

Прве конкретне резултате у теоријским истраживањима кретања осовинског склопа у кривини дао је Реднбахер [14]. Он је анализирао идеално кретање слободног осовинског склопа у кривини, што подразумева точкове без венца са линеарним профилима и идентичне претпоставке под којима је изведена Клингелова формула. Под датим претпоставкама, осовински склоп се радијално закреће у односу на полупречник кривине, при чему његова оса симетрије увек пролази кроз центар кривине (слика 18). На основу тога, Реднбахер је дошао до израза који успоставља везу између кључних параметара геометрије осовинског склопа (r_0 , b_0 и λ_e) и потребног бочног померања Δy које обезбеђује идеално радијално закретање у кривини полупречника R_k :

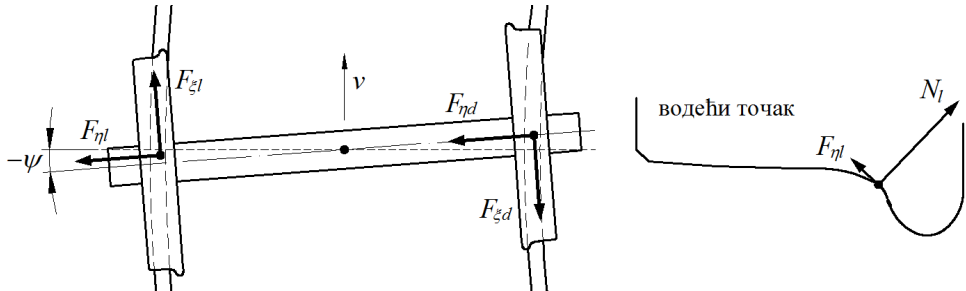
$$\Delta y = \frac{r_0 \cdot b_0}{R_k \cdot \lambda_e} \quad (3)$$



Слика 18. Радијално закретање слободног осовинског склопа са точковима са линеарним профилима у кривини (Реднбахер)

При већим вредностима еквивалентне коничности, потребне су мање вредности бочног померања како би се реализовало радијално закретање осовинског склопа у кривини. Дакле, већа еквивалентна коничност позитивно утиче на способност проласка осовинског склопа кроз кривине. Истраживања показују да се при кретању слободног осовинског склопа са нелинеарним профилима точкова по колосеку нормалне ширине са сувим и чистим шинама, остварује разлика у полупречницима котрљања која омогућава радијално закретање у кривинама полупречника $140 \div 200$ m, при чему не долази до контакта венца

точка са главом шине [4]. Међутим, у пракси осовински склопови нису слободни већ се налазе у обртним постољима, због чега углавном постоји под-радијално закретање при чему водећи точак под одређеним углом налеће на главу спољашње шине (слика 19).



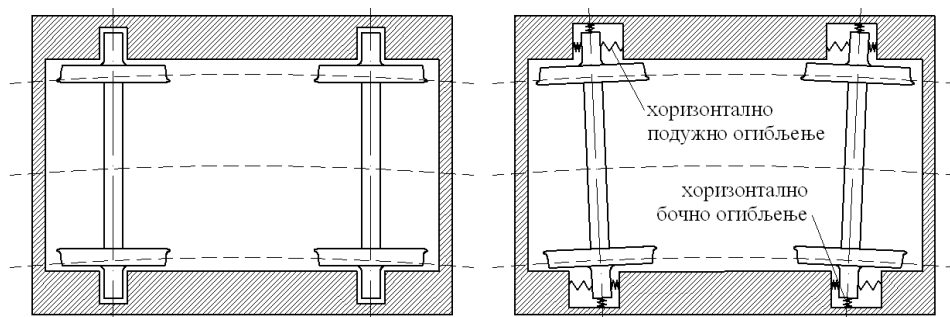
Слика 19. Под-радијално закретање осовинског склопа и силе у интеракцији точак-шина

Разлика у полупречницима котрљања левог и десног точка није довољна за идеално радијално закретање, тако да се јављају псеудоклизања и тангенцијалне силе у контакту левог и десног точка са шинама. Посебно је значајна бочна тангенцијална сила $F_{\eta l}$ која тежи да подигне водећи точак на главу шине, што представља велику опасност за безбедност железничког саобраћаја.

Веома је значајно нагласити да се у случају возила са обртним постољима највећа бочна тангенцијална сила појављује на спољашњем водећем точку предњег или водећег обртног постоља. Најзначајнији утицај на њене вредности има конструктивно решење вођења обртних постоља. Код обртних постоља са крутим вођењем која имају само вертикално примарно огибљење, осовински склопови имају веома малу могућност закретања у односу на рам обртног постоља (слика 20-лево). Сва релативна померања у хоризонталном правцу између осовинских склопова и рама обртног постоља ограничена су у оквиру веома малих зазора између конструкционих елемената. Као резултат тога, при проласку кроз кривине јављају се велике вредности угла налетања точка на шину и велике тангенцијалне силе у интеракцији точак-шина. Значајно је нагласити да ова обртна постоља имају веома добре карактеристике стабилности кретања на правцима. На другој страни, код обртних постоља са меким вођењем, захваљујући елементима бочног и подужног хоризонталног огибљења, осовински склопови имају значајну могућност закретања у односу на рам обртног постоља (слика 20-десно). Ова обртна постоља одликују се мањим угловима налетања точка на шину и знатно мањим тангенцијалним силама у интеракцији точак-шина у односу на обртна постоља са крутим вођењем. Међутим, она су неповољнија са аспекта стабилности кретања на правцима, када због еластичнијег огибљења осовинских склопова нестабилност наступа при знатно мањим критичним брзинама.

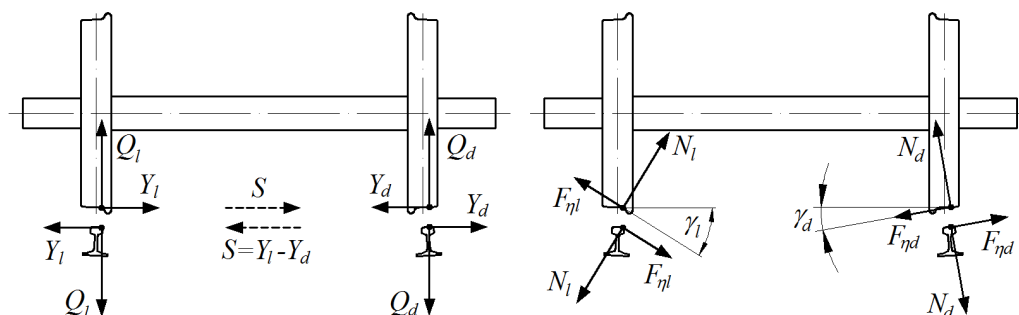
Дакле, при проласку кроз кривине, бочни притисак венца точка на главу спољашње шине потиче од ефеката центрифугалног убрзања и ефеката псеудоклизања услед под-радијалног закретања осовинских склопова. При томе, могућност вијугања је ограничена али се појављује други значајан проблем –

ризик од пењања венца точка на главу шине. При одређеним условима, однос бочне силе која тежи да венца точка попне на главу шине и вертикалне силе која се томе супроставља може прекорачити граничне вредности. Тада се венца пење на главу шине и долази до исклизнућа, најчешће са катастрофалним последицама. Кључни показатељи ризика од исклизнућа, односно кључни утицајни параметри од којих зависи стабилност кретања железничких возила у кривинама су силе у интеракцији точак-шина.



Слика 20. Шематски приказ обртних постоља са крутим и меким вођењем

У практичним анализама стабилности кретања најчешће се користе вертикалне силе Q и бочне силе Y које се изводе из стварних сила у интеракцији точак-шина – нормалних сила N и бочних тангенцијалних сила F_{η} (слика 21).

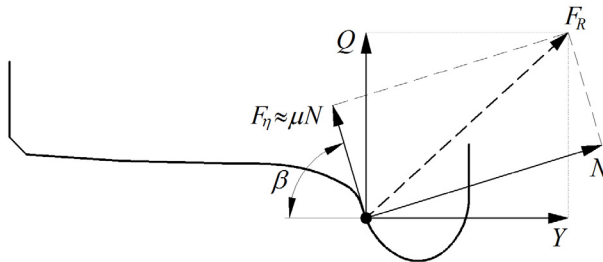


Слика 21. Силе у интеракцији точак-шина

Силе Y и Q су променљиве током кретања и састоје се од квазистатичке, динамичке и додатне компоненте, при чему сила Q има и статичку компоненту која потиче од сопствене тежине возила и тежине терета. Квази-статичке компоненте јављају се при проласку кроз кружне кривине, у случајевима када се брзина кретања разликује од равнотежне брзине. Динамичке компоненте су стално присутне током кретања и настају услед многобројних дејстава која потичу од неправилности и оштећења колосека и осовинских склопова, нестабилности кретања, вуче, кочења, итд. Међу најзначајније узроке појаве ових сила спадају: спојеви између шина, набори на шинама, дискретна оштећења шина, промене крутости колосека, равна места и набори на површини котрљања који настају при проклизавању или блокирању точкова током вуче

или кочења, итд. Додатне компоненте најчешће потичу од неравномерне расподеле оптерећења и асиметрије односно грешака у монтажи и подешавању појединих елемената конструкције железничких возила.

Истраживања показују да пењање венца точка на главу шине наступа искључиво у случајевима када бочна сила достигне неку критичну вредност која се одржава током одређеног времена. Да би се венац точка попео на главу шине потребно је да у контактаној површини, током одређеног довољно дугог временског периода односно пређеног пута точка, делује нека приближно константна критична бочна сила. У експлоатацији железничких возила, таква сила најчешће се јавља при проласку кроз кружне кривине, када владају приближно квази-статички услови кретања. Изузетно је значајно нагласити да динамичке силе, иако могу имати далеко веће вредности од квази-статичких, због веома кратког трајања не могу довести до пењања венца точка на главу шине. Изучавање механизма настанка исклизнућа пењањем венца точка на главу шине и оцена стабилности кретања железничких возила у кривинама, директно су повезани са односом бочне и вертикалне силе у интеракцији точак-шина Y/Q (слика 22).



Слика 22. Силе у почетној фази пењања венца точка на главу шине

Надал је при анализи овог проблема претпоставио да угао налетања точка на шину има прилично велике вредности ($\psi \geq 0,5^\circ$), због чега је угао контакта γ приближно једнак углу венца точка β , а тангенцијална сила F_η делује скоро вертикално [15]. У складу са тиме, он је дефинисао однос бочне и вертикалне силе Y/Q , при коме започиње процес пењања венца точка на главу шине:

$$\frac{Y}{Q} = \frac{\tan \beta - \mu}{1 + \mu \tan \beta} \quad (4)$$

Надалова једначина показује да при мањим вредностима угла венца точка β и већим вредностима коефицијента трења μ , расте ризик од исклизнућа. У већини практичних анализа, на основу Надалове једначине, гранични однос бочне силе Y и вертикалне силе Q у интеракцији точак-шина дефинише се на следећи начин:

$$\frac{Y}{Q} \leq \left(\frac{Y}{Q} \right)_{\text{doz}} = A \quad \begin{array}{l} A = 0,8 \text{ за } \beta = 60^\circ \text{ и } \mu = 0,35 \\ A = 1,2 \text{ за } \beta = 70^\circ \text{ и } \mu = 0,35 \end{array} \quad (5)$$

Уколико се у експлоатацији железничких возила на неком од осовинских склопова појави однос Y/Q који је већи од одговарајућег граничног односа, и ако тај однос траје током довољно дугог временског периода односно пређеног пута точка, неминовно ће доћи до исклизнућа. Надалова једначина даје веома поуздане резултате у случајевима под-радијалног закретања осовинског склопа и при већим вредностима угла налетања точка на шину. Међутим, испитивања су показала да при јако малим вредностима угла налетања, Надалова једначина не даје довољно поуздане резултате. У таквим случајевима, гранични односи Y/Q имају знатно веће вредности, односно потребна је знатно већа бочна сила Y како би се венац точка попео на главу шине. То је последица чињенице да Надалова једначина као меродавне у механизму настанка исклизнућа узима у обзир само силе у интеракцији водећег спољашњег точка и шине, док се силе у интеракцији другог – унутрашњег точка и шине занемарују.

Због тога је Вајнсток (Weinstock) 1984. године предложио алтернативу за Надалову једначину, при чему његова једначина у механизам настанка исклизнућа укључује, поред водећег спољашњег, и други унутрашњи точак осовинског склопа. Према Вајнстоку, гранични однос $\Sigma(Y/Q)$ за осовински склоп једнак је збиру граничног односа Y/Q за водећи спољашњи точак одређеног према Надаловој једначини, и коефицијента трења између точка и шине μ [16]:

$$\left(\Sigma \frac{Y}{Q} \right)_{\text{Вајнсток}} = \left(\frac{Y}{Q} \right)_{\text{Надал}} + \mu \quad (6)$$

Односно, Вајнстокова једначина за осовински склоп гласи:

$$\Sigma \frac{Y}{Q} = \frac{\tan \beta (1 + \mu^2)}{1 + \mu \tan \beta} \quad (7)$$

На основу Вајнстокове једначине, гранични однос $\Sigma(Y/Q)$ за осовински склоп, при коме започиње пењање венца точка на главу шине, може се дефинисати на следећи начин:

$$\Sigma \frac{Y}{Q} \leq \left(\frac{Y}{Q} \right)_{\text{doz}} = A + \mu \quad \begin{array}{l} A = 0,8 \text{ за } \beta = 60^\circ \text{ и } \mu = 0,35 \\ A = 1,2 \text{ за } \beta = 70^\circ \text{ и } \mu = 0,35 \end{array} \quad (8)$$

Велике вредности бочне силе Y јављају се у кривинама веома малих полупречника, код железничких возила са обртним постољима са крутим вођењем, када је способност закретања осовинских склопова значајно смањена. Међутим, многобројна искуства из праксе показују да највећи број прекорачења граничне вредности $(Y/Q)_{\text{doz}}$ и исклизнућа није повезан са огромним бочним силама Y , већ са малим вредностима вертикалних сила Q . До смањења вертикалне силе Q на спољашњем водећем точку најчешће долази при кретању у прелазним кривинама или кривинама која имају својства витоперности. У том

смислу, највећи ризик од пењања венца точка на главу шине и исклизнућа присутан је код лакших железничких возила која имају велику торзиону крутост. Посебно су критичне празне вагон-цистерне при изласцима из кривина. Резервоар има велику торзиону крутост око подужне осе, а пошто је празан, крутост вертикалног огибљења је изузетно велика (далеко већа у односу на крутост при пуном резервоару). При кретању такве вагон-цистерне на изласку из прелазне кривине и наиласку водећег точка предњег обртног постоља на део колосека са својствима витоперности или неким другим неправилностима, растерећење точка у вертикалном правцу може бити толико да дође до пењања његовог венца на главу шине и исклизнућа. Смањење вертикалне силе Q може бити повезано и са неравномерном расподелом терета који се налази на железничком возилу на све тачкове, грешкама у конструкцији рама обртног постоља или доњег постоља, грешкама у систему огибљења, грешкама у квачењу и великим подужним силама, итд.

Резултати анализа проблема стабилности кретања и исклизнућа услед прекорачења критичне брзине на правцу и пењања венца точка на главу шине услед прекорачења граничног односа бочне и вертикалне силе у интеракцији точак-шина у кривини, представљају фундаменталну основу за избор конструкционих параметара у фази развоја и пројектовања сваког железничког возила и колосека. Имајући у виду да су ови феномени релативно поуздано истражени, експериментална испитивања и практична искуства потврђују да модерна железничка возила углавном имају потребан ниво сигурности против оваквих исклизнућа.

Међутим, искуства из праксе показују да највећи број исклизнућа настаје услед физичких оштећења, ломова и отказа виталних конструкционих елемената железничких возила и колосека [17–19]. Најзначајнији утицајни параметри од којих зависи интензитет њиховог оптерећења и замора су силе у интеракцији точак-шина. Упркос изузетно ригорозним процедурама надзора и контроле таквих елемената, оваква исклизнућа није могуће у потпуности спречити [20, 21]. Велики број исклизнућа и железничких несрећа које су се десиле у последњим деценијама, које су имале драстичне последице, узрокован је управо отказом неког од виталних елемената железничких возила или колосека.

Међу најчешће узроке исклизнућа која настају услед оштећења и отказа виталних елемената колосека спадају: повећање ширине колосека, диференцијална слегања застора од туцаника, померања колосека, оштећења прагова и елемената еластичног шинског причвршћења, као и механичка оштећења и ломови шине. Са друге стране, најчешћи узроци исклизнућа која настају услед оштећења и отказа виталних елемената железничких возила су оштећења и откази точка, осовине, лежаја и елемената система огибљења. Уз несреће узроковане грешкама оператера и диспечера, оваква исклизнућа данас представљају један од највећих проблема безбедности на светским железницама, који се додатно појачава са трендовима повећавања брзине кретања и осовинског оптерећења.

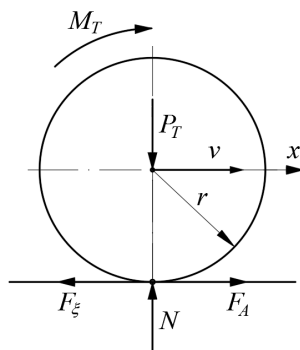
Поменути проблеми налазе се у средишту разматрања при развоју и пројектовању сваког железничког возила и колосека, са главним циљевима

постизања што већег нивоа комфора и стабилности кретања. Управо ту наступа један од кључних проблема динамике железничких возила који се састоји у чињеници да су захтеви у погледу квалитета динамичког понашања при кретању на правцу и у кривини међусобно контрадикторни. Избор параметара возила и колосека који позитивно утичу на карактеристике кретања на правцу негативно утиче на карактеристике кретања у кривини, и обрнуто. Савремени приступ у развоју и пројектовању железничких возила подразумева тражење оптималног компромиса између датих контрадикторних захтева, при чему, због сложености свих ових проблема, водећу улогу имају експериментална испитивања [22–27].

4. ПРОБЛЕМИ КОЧЕЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Основни принцип који омогућава реализацију кретања железничких возила односно рад вучних возила заснива се на адхезији – пријањању точка на шину на месту њиховог додира (слика 23). Преко ове веома мале контактне површине преноси се вучна сила која има задатак да омогући покретање, убрзавање и одржавање брзине воза. Погонски точак вучног железничког возила делује на шину силом P_T која представља половину осовинског притиска, односно:

$$P_T = \frac{P_{os}}{2} \quad (9)$$



Слика 23. Величине на погонском точку вучног железничког возила

Као последица тога, појављује се реакција шине односно нормална сила N у контакту точак-шина. Вучни мотор делује на точак погонским обртним моментом M_T који изазива подужну тангенцијалну силу у контактної површини између точка и шине F_g . Између ових величина важи следећа релација:

$$M_T = F_g \cdot r \quad (10)$$

Услед дејства вертикалне силе P_T , у контактної површини између точка и шине настаје сила F_A која се назива адхезиона сила. При томе, коефицијент адхезије може се дефинисати као количник адхезионе силе и силе којом точак делује на шину:

$$\varphi = \frac{F_A}{P_T} \quad (11)$$

Сходно претходним разматрањима, а имајући у виду однос обимне брзине точка v_{OT} и подужне брзине точка v могу се дефинисати режими кретања точка у односу на шину који су приказани у табели 1.

Табела 1. Режији кретања точка у односу на шину

| Режим | | Однос брзина v_{OT} и v |
|-------|---------------------------|---|
| 1 | мировање | $v_{OT} = v = 0$ |
| 2 | котрљање без проклизавања | $v_{OT} = v$ |
| 3 | котрљање са проклизавањем | $v_{OT} > v$ $v_{OT} = v \pm \Delta v$ |
| 4 | клизање | $v_{OT} \gg v$ |
| 5 | клизање блокираног точка | $v_{OT} = 0$ $v > 0$ |

За реализацију вучне силе на ободу погонског точка мора бити задовољен следећи услов:

$$F_{\xi} \leq F_A \quad (12)$$

Уколико је вучна сила прекомерна, односно уколико је тангенцијална сила F_{ξ} већа од адхезионе силе F_A , долази до појаве котрљања са проклизавањем (тзв. буксирања или "stick slip" ефекта), при чему је обимна брзина точка већа од подужне – транслаторне брзине (режим 3). Овај проблем се код савремених вучних возила решава уградњом специјаних противклизних уређаја који омогућавају аутоматско смањење погонског обртног момента и на тај спречавају проклизавање точкова по шинама.

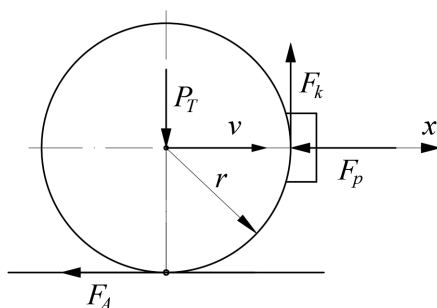
За разлику од датих проблема покретања и вуче, да би се железничко возило успорило односно зауставило, на њега морају деловати кочне силе које су супротног смера у односу на смер кретања. Кинетичка енергија железничког возила масе m_v које се креће брзином v је:

$$E_k = \frac{m_v \cdot v^2}{2} \quad (13)$$

Ова енергија се кочењем мора смањити или потпуно неутралисати, а имајући у виду да при већим брзинама кретања може бити изузетно велика, кочне силе морају бити такође великог интензитета. Оне се могу реализовати на неколико различитих начина, а најчешће примењивани начин подразумева кочење осовинског склопа помоћу кочних папуча и кочних дискова. Оба начина кочења такође су заснована на адхезији односно пријањању точка на шину. При кочењу

папучама, сила притиска кочне папуче на површину котрљања точка F_p изазива тангенцијалну кочну силу F_k која се јавља у додирној површини између папуче и точка (слика 24). Ова сила одређује се као производ силе F_p и коефицијента трења клизања папуче по точку μ_{pt} :

$$F_k = F_p \cdot \mu_{pt} \quad (14)$$



Слика 24. Величине на коченом точку – кочница са папучама

Са друге стране, као што је већ показано, сила адхезије између точка и шине зависи од силе којом точак притиска шину и коефицијента адхезије између точка и шине ($F_A = P_T \cdot \varphi$). Основни и најважнији проблем при пројектовању и експлоатацији кочница железничких возила састоји се у томе да кочна сила, и при најнеповољнијим условима, не прекорачи вредност адхезионе силе. Према томе, мора се обезбедити испуњеност следећег услова:

$$F_k \leq F_A \quad (15)$$

Односно:

$$F_p \cdot \mu_{pt} \leq P_T \cdot \varphi \quad (16)$$

При кочењу помоћу кочних дискова, сила притиска кочног уметка на површину диска F_p изазива тангенцијалну кочну силу F_k која се јавља у додирној површини између диска и уметка (слика 25). Ова сила одређује се као производ силе F_p и коефицијента трења клизања кочног уметка по диску μ_{kud} :

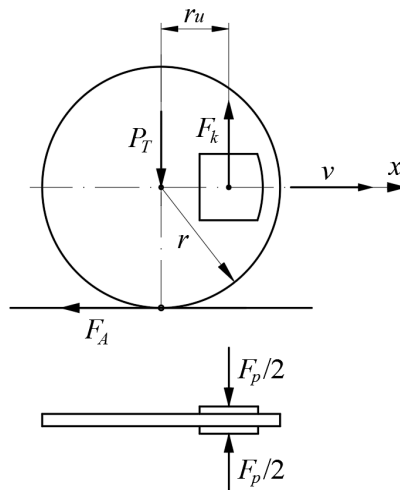
$$F_k = F_p \cdot \mu_{kud} \quad (17)$$

И у овом случају мора се обезбедити испуњеност услова (15), односно:

$$F_p \cdot \mu_{kud} \cdot r_u \leq P_T \cdot \varphi \cdot r \quad (18)$$

Уколико је кочна сила прекомерна односно уколико је тангенцијална сила F_k изазвана притиском кочне папуче на точак или кочног уметка на диск већа од

адхезионе силе F_A , долази до појаве блокирања точка односно до клизања блокираног точка по шини. При томе је обимна брзина једнака нули, а точка клиза неком транслаторном брзином по шинама (режим 5). Овакав режим је веома неповољан и у експлоатацији железничких возила изазива многе штетне ефекте у виду оштећења точкава и шина, као и уређаја кочног система. Поред тога, важно је нагласити да се при оваквом режиму зауставни пут знатно продужава.



Слика 25. Величине на коченом точку – диск кочница

Искуства из праксе и резултати досадашњих истраживања показују да се коефицијент адхезије φ значајно мења са променом адхезионих услова односно стања шина, а врло мало се мења са променом брзине кретања. Познато је да услед присуства снега и леда шине могу бити клизаве, на њима се веома често може налазити песак, прашина, блато, лишће, и сличне нежељене материје које значајно смањују коефицијент адхезије. При наиласку и евентуалном кочењу на таквим местима може доћи до кршења услова (16) и до појаве клизања блокираног точка по шинама када престаје да важи коефицијент адхезије и почиње да важи коефицијент трења клизања μ који има знатно ниже вредности. На тај начин може се значајно угрозити безбедност железничког саобраћаја. Са друге стране, сила којом точка притиска шину P_T зависи од тежине односно степена натоварености возила и може варирати у прилично широком дијапазону вредности од празног до максимално натовареног вагона.

Према томе, да би се испунио услов (16) односно (18), сила притиска кочне папуче на површину котрљања точка односно кочног уметка на диск F_p мора бити строго контролисана односно регулисана у функцији параметара φ и P_T . Имајући у виду да је промена адхезионих услова у потпуности стохастична, најчешће се кочни елементи пројектују за неку нижу вредност коефицијента адхезије која одговара изузетно неповољном стању шина, што је на страни сигурности и обезбеђује да у експлоатацији не дође до клизања блокираних точкава по шинама. Регулисање силе P_T мора се остварити, не нивоу једног

точка или осовинског склопа, већ на нивоу читавог, произвољно састављеног воза. Услов (16) односно (18) мора бити испуњен за сваки точак сваког железничког возила које улази у састав воза. Имајући у виду да у састав воза могу ући различити типови железничких возила која могу бити различито натоварена, од потпуно празних до потпуно натоварених, јасно је да ово регулисање представља изузетно сложен технички проблем. Током једног дужег периода у прошлости, управо овај проблем је спречавао даљи развој и експанзију железничког саобраћаја. До почетка 20. века техничко решење система кочења возова на светским железницама није било адекватно и јављали су се огромни проблеми у експлоатацији железничких возила. То је трајало све до појаве српског инжењера Добривоја Божића који је двадесетих година 20. века на, до тада, незамислив начин решио ове, као и многе друге проблеме кочења возова.

5. ЗАКЉУЧАК

Без железнице се не може замислити савремени начин живота и функционисање привредних система. Чињеница да се за релативно кратко време, од изузетно примитивних локомотива Тревитика и Стивенсона, перманентним развојем стигло до железничких возила која се крећу невероватним брзинама је фасцинантна. Кључну заслугу за железничка возила и железнице које данас има, човечанство дугује ретким појединцима – проналазачима или изумитељима. Они су током прошлости на визионарски начин решавали одређене проблеме, што је изнова и изнова омогућавало даљи развој железнице, све до нивоа који данас постоји. Један од таквих појединаца је и српски инжењер Добривоје Божић који је двадесетих година 20. века решио проблеме кочења железничких возила који су у том тренутку представљали непремостиву препреку за даљи развој железнице. Основни циљ овог рада био је да се широј читалачкој јавности приближе неки основни проблеми железничког машинства и један део изазова са којима се својевремено суочио Добривоје Божић, осмишљавајући своје вансеријске изуме.

Најважнији и једини могући закључак овог рада је да Добривоје Божић спада у ред највећих светских изумитеља из области железнице, који је на спектакуларан начин прославио српско железничко машинство и српску науку у светским оквирима.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Вершинский С.В., Данилов В.Н., Челноков И.И., Динамика вагона, Издательство: Транспорт, Москва, 1978.
- [2] Garg V.K., Dukkipati R.V., Dynamics of Railway Vehicle Systems, Academic Press, Toronto, 1984.
- [3] Iwnicki S.D., Handbook of Railway Vehicle Dynamics, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2006.
- [4] Andersson E., Berg M., Stichel S., Rail Vehicle Dynamics, Railway Group KTH, Stockholm, 2007.

- [5] Бижић М., Истраживање утицајних параметара у интеракцији точак-шина на стабилност кретања железничких возила, Докторска дисертација, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу, Краљево, 2015.
- [6] Švigel J., Kočnice na železničkim vozilima, Zavod za novinsko-izdavačku i propagandnu delatnost na JŽ, Beograd, 1962.
- [7] Vainhal V., Kočnice i kočenje vozova, ŽELNID, Beograd, 1991.
- [8] Petrović D., Bižić M., Problem of braking as condition for development of railway transport, Academic journal "Mechanics Transport Communications", Sofia, Bulgaria, vol. 14, iss. 3/3, pp. VI-1-VI-7, 2016.
- [9] Petrović D., Bižić M., Influence of Bozic brake on development of rail traffic, Proceedings of the XVII International Scientific-Expert Conference on Railways – "RAILCON 2016", pp. 237-240, Niš, Serbia, 2016.
- [10] Bižić M., Petrović D., Pančić I., Functions of wheel-rail contact geometry, IMK-14 – Research and development in heavy machinery, vol. 21, no. 3, pp. EN71-78, 2015.
- [11] Carter F.W., Railway Electric Traction, Arnold, London, 1922.
- [12] Carter F.W., On the action of locomotive driving wheel, Proceedings of the Royal Society, A, London, vol. 112, no. 760, pp. 151-157, 1926.
- [13] Klingel J., Uber den Lauf von Eisenbahnwagen auf gerader Bahn, Organ fur die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Neue Folge 20, 113–123, Tafel XXI, 1883.
- [14] Redtenbacher F.J., Die Gesetze des Locomotiv-Baues, Verlag von Friedrich Bassermann, Mannheim, pp. 22, 1855.
- [15] Nadal M.J., Locomotives a Vapeur, Collection Encyclopedie Scientifique, Bibliotheque de Mecanique Applique et Genie, 186, Paris, France, 1908.
- [16] Weinstock H., Wheel Climb Derailment Criteria for Evaluation of Rail Vehicle Safety, Proceedings of the ASME Winter Annual Meeting, New Orleans, LA, Paper No. 84-WA/RT-1, 1984.
- [17] Petrović D., Bižić M., Improvement of suspension system of Fbd wagons for coal transportation, Engineering Failure Analysis, vol. 25, pp. 89–96, 2012.
- [18] Petrović D., Bižić M., Gašić M., Savković M., Gajić V., Increasing the Efficiency of Railway Transport by Improvement of Suspension of Freight Wagons, Promet – Traffic&Transportation, vol. 24, no. 6, pp. 487–493, 2012.
- [19] Petrović D., Bižić M., Improvement of the suspension system of the wagons with laminated springs, Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, vol. 10, no. 1, pp. 55-62, 2012.
- [20] Bižić M., Tomić M., Đinović Z., Petrović D., Detekcija neispravnosti ležajeva osovinskih sklopova železničkih vozila, Tehnika, br. 5, str. 702-710, 2016.
- [21] Bižić M., Petrović D., Tomić M., Đinović Z., Detection of overheating in axle-boxes of railway vehicles, Proceedings of the XV International Scientific-Expert Conference on Railways – "RAILCON 2012", pp. 145-148, Niš, Serbia, 2012.
- [22] Petrović D., Tomić M., Đinović Z., Bižić M., Measuring systems for testing the safety and security of railway vehicles, Academic journal "Mechanics Transport Communications", Sofia, Bulgaria, iss. 3, part 2, pp. VI-20-VI-28, 2011.
- [23] Petrovic D., Bizic M., Djelosevic M., Determination of dynamic sizes during the process of impact of railway wagons, Archive of Applied Mechanics, vol. 82, no. 2, 205-213, 2012.
- [24] Bizic M., Petrovic D., Djinovic Z., Tomic M., Experimental Testing of Impact of Railway Wagons, Experimental Techniques, vol. 39, iss. 3, pp. 69–78, 2015.
- [25] Rakanović R., Vesković M., Petrović D., Simović T., Bižić M., Akreditacija metodologija ispitivanja vagona saglasno evropskim standardima, IMK-14 – Istraživanje i razvoj, vol. 16, br. 2, str. 85-90, 2010.

- [26] Bižić M., Petrović D., Methodologies of experimental determination of wheel-rail contact forces, Proceedings of the XVI International Scientific-Expert Conference on Railways – "RAILCON 2014", pp. 157-160, Niš, Serbia, 2014.
- [27] Bižić M., Petrović D., Basic aspects of problem of continuous measurement of wheel-rail contact forces, Proceedings of the XVII International Scientific-Expert Conference on Railways – "RAILCON 2016", pp. 5-8, Niš, Serbia, 2016.

О ДОБРИВОЈУ БОЖИЋУ, ИЗУМИТЕЉУ ПРВОГА РЕДА

Саво Трифуновић

Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу,
Доситејева 19, 36000 Краљево, trifunovic.s@mfkv.kg.ac.rs

Резиме: *Много је „белосветског“ папира и мастила потрошено при писању на тему железничке кочнице. „Много мало“ мастила и „српског папира“ потрошено је на писање о Добривоју Божићу!*

Поводом сто и тридесете годишњице од рођења Добривоја Божића, инжењера машинства и изумитеља, овај рад посвећујемо сећању на лик, а „и дело“ тог нашег великог инжењера – „кочничара“! Ваља нама (са)чувати успомену на нашег инжењера Божића, изумитеља првог реда, машинског инжењера – Великог, и машинског инжењера – Силног.

Служећи се а ригорі дијалектичким и асоцијативним методом, изложили смо, у краћој форми, нека наша академска размишљања и промишљања о инжењеру (изумитељу) Добривоју Божићу.

Мада је инжењер Добривоје Божић био успешан изумитељ, ми смо нашу интелектуалну пажњу усмерили на нека наша етно – лингвистичка, филозофско – етичка промишљања, на тражење „дубљих смислова“, на наш морални систем, па и на нешто што је, изгледа, „наша судбина“, а то је - наша малограђанитина, а све у циљу примеренијег „разумевања теме“.

После уводног разматрања, ми смо, на трагу велике Хегелове мисли да је наука и са-знање о појму, приступили излагању резултата наших когнитивно – лингвистичких сазнања поводом промишљања корена и значења, у нашем дивном језику, речи и имена Добривоје и презимена Божић. Такође и имена Саватије, Босиљка, Радмила, ...

Господин инжењер Добривоје Божић био је проналазач, иноватор и изумитељ. Три ова термина компатибилна су и нису супротстављена један другом. Будући да од доброг има боље, а од бољег још боље, то јесте најбоље, ми термин изумитељ радосно приписујемо господину инжењеру Добривоју Божићу!

Са аспекта техничких изума (из - Ума) и изумљивања, много шта граничи се са чудима, толико је чудно. Има у изумљивању и стваралачке, изумљивачке магије која привлачи као Изазов. Има ту чаролије, теологије, античке мудрости. Има ту призивања у помоћ бога и духа и духова, па и искреног веровања у велике (до застрашујуће) моћи неких (чудних) сила које се налазе у природи. Има у изумљивачкој магији много божанског, али (по)мало и (по)некад има и нечег „неспоменичког“. Има у изумљивању грнчарског, зидарског, клесарског, столарског и другог чаробњаштва. Има ту науке, али има и љубави према мудрости (филозофије), религије, уметности. Траже се ту и универзални fluidit-и неких (нај)виших сила.

Користећи се социолошко – филозофским и антрополошким сазнањима, у контексту промишљања великог изума инжењера Божића, а то јесте кочнице

„Божић“, настојали смо да разумемо и „докучимо“ тзв. „више“ линије изумитељског напора. Зато смо истраживали релације „техно“ и „техне“, и указали на значај кочења, ваздуха (пнеуме) и времена. Након тога, у нашем прелепом и пребогатом значењима језику, следи истраживање значења већег броја термина, који се директно односе на кочење.

На крају рада ми смо само делимично, сходно нашим сазнањима, описали „ход по мукама“ инжењера Божића, односно само мали сегмент друштвених проблема с којима се у „другом делу“ његовог живота сусретао.

Због „чудних путева“ којима је „корачао“ господин инжењер Добривоје Божић, и због само његове богиње Судбине (која му је одредила пут од трња до звезда - и назад), ми тог изумитеља првог реда називамо још и злотрошником, мучеником, жалосником, па и - јадотрпником.

Кључне речи: Изумитељ, кочење, јадотрпник.

1. УВОД

Поводом сто и тридесете годишњице од рођења Добривоја Божића, инжењера машинства и изумитеља, овај рад посвећујемо сећању на тог нашег великог инжењера – „кочничара“! Ваља нама (са)чувати успомену на нашег инжењера Божића, изумитеља првог реда, великог сина нашег народа, машинског инжењера – Великог, и машинског инжењера – Силног. Наша је нада (Нада Дуговечна) да ће бар интелектуалци посветити примеренију пажњу лику и делу једног од наших (много) великих људи, какав је несумњиво био инжењер Добривоје Божић. Наш непримерен, па и наш, нека нам не буде замерено на тешкој речи, а то јесте скоро немаран - однос према нашим, а значајним (изумитељима, научницима, професорима), део је нас. И то смо ми. Већ овде, у уводу, ми желимо истаћи да су велики народи, између осталог, велики и зато што негују, гаје, поштују своје велике људе („великане“) и чувају сећања на њих и на њихова дела! Док они настоје још више (у свести и пракси) да уздижу и уздигну њихове великане, ми, нека нам буде допуштено написати, не ретко настојимо да наше „великане“ унизимо, понизимо, ако ишта, па и често да их (што пре) заборавимо! Такви смо! Између осталог, и због тога, како се то у нашем народу већ уобичајено, а шифровано каже: „Такви смо какви смо“(!), па треба добро промислити шта значи - „какви смо“, када и јер - „такви смо“!

Намера нам је да у овом раду, служећи се *a priori* дијалектичким и асоцијативним методом, изложимо нека наша академска размишљања и промишљања о инжењеру (изумитељу) Добривоју Божићу, у свету машинства и железничког саобраћаја познатог по његовом најзначајнијем, а патентираном изуму, кочници (енгл. *railway air brake*), прецизније: кочници „Божић“, а која је била релативно једноставне конструкције (мада ми знамо да баш све што је велико, то је и једноставно, односно „Једно – ставно“), која је лака за управљање, односно која је лако управљива, и која је, по деловању – снажна. Патент система кочења – кочница „Божић“ уступио је Добривоје Божић чешкој „Шкоди“. После тога, инжењер Божић се обогатио! Тако и треба. И добро је да се од продаје патента обогатио! А како се и не би обогатио када је учинио нешто

за (тада, као додуше и у нама савремено време) веома перспективну област привреде коју (ми) данас називамо терцијарним сектором, односно сектором транспорта и услуга. Ми посебно желимо истаћи да је у праву био Јагдиш Багвати када је у његовој знаменитој књизи „У одбрану глобализације“ написао да „ипак, ниједна промена није толико утицала на интеграцију светске економије колико је то учинила техничка револуција у железничком и прекоморском транспорту“ [1]. Господин Багвати, наравно, није споменуо да је управо (и) кочница „Божић“ директно допринела рапидном развоју железничких транспортних средстава, односно и железнице као једног од кључних „мотора развоја“ глобалне економије, то јест и економије сваке земље појединачно (ако је, наравно, у то време имала железницу).

Сматра се да је, дакле, кочница „Божић“ најзначајнији изум инжењера Божића. О другим његовим патентираним изумима, радовима на ракетном мотору, кочнику, ... не приличи нама као универзитетском професору социологије рада и инжењерске етике, писати, јер се ради о области у којој ми, још увек, знамо да „само сричемо“. О патентима, ипак, ваља да зборе, и све нас да подсећају, они који то и о томе од нас – боље знају.

Мада је инжењер Добривоје Божић био успешан изумитељ, наша је намера да у овом раду пажњу усмеримо на нека наша етно – лингвистичка, филозофско – етичка промишљања, на тражење „дубљих смислова“, на наш морални систем. Ми, ипак, само желимо да подсетимо, да памтимо, да не заборавимо, да нам буде „школа за убудуће“, да се више не оглушујемо о оно што је наше, а велико, односно о оне који су били, који су и који ће бити наши, а велики. Посебно на такве какав је био инжењер Добривоје Божић, који је знао да „оно што је етички неприхватљиво не треба остваривати, иако је технички могуће“, и да управо и посебно на „на етичком плану треба донети најтеже одлуке“ [2].

2. О ИМЕНУ

Добривоје! Могло је бити и: Добри, Добрица, Добриша, Добринко. Могло је, али није. А и зашто би кад је и овако – Добро! Дobar је сваки наш Добривоје! Доброта је део његовог имена. Довољно је рећи „Добривоје“ и одмах се види да је у имену „Доброта“. Ми ипак желимо рећи да је у знању и љубави према мудрости, за највише Добро термин - Оно Једно. Зато је свака наша у народу кућа ваљало да има свог Добривоја, Добрила, Доброја, Добрашина, Добрицу, ... Господин инжењер Добривоје био је и - „добри војник“. Био је он, јер га је његово име и за то „припремило“, добар *војно* (муж) својој *љуби* (супрузи). Није он био силован човек, као на пример шпански краљ Алфонсо X, који је рекао да је драги Бог много погрешно, када је стварао свет, што њега није позвао у помоћ, јер да је тако поступио, свет би много боље изгледао. Мада је господин Добривоје својим разумом и радом „партиципирао“ у „виших сила“ пословима, у пословима уређивачким (демијуршким), он је био наш човек, а то значи да није био „дрчан“ као поменути Алфонсо, него је био частан човек и Велики Радник. Нашем господину инжењеру Добривоју и Свесазидатељу је на дар дао део своје благодети! Ми друго објашњење за настанак тзв. „даровитости“ великих изумитеља, односно генијалних људи - немамо.

3. О ПРЕЗИМЕНУ И ЈОШ ТРИ ИМЕНА

Добривоје Божић рођен је 23. XII 1885. године у Рашкој, у време очевог „служења Богу“ у том месту. Рођен је од оца, прво учитеља, потом свештеника, а касније проте Саватија, и мајке Босиљке, кућанице.

Протино име *Саватије*, наиме, „вуче“ присећањем ка нашем прелепومه Светоме Сави, као што и нашег ауторског господства име „вуче“ ка истоме томе нашем предивном свецу. Додуше, проте Саватија име садржи у себи и древни словенски узвик радости - „ије“. Одиста, може ли лепше: ем Сава, ем узвик радости? Наравно да може лепше, али не треба.

Господина инжењера Добривоја Божића, наиме, госпођа мајка добила је од кума прелепо, цветно, како и приличи женском детету, име, а то јесте - *Босиљка*. За босиљак (српско цвеће, босиок, босиље, мислоћин) ми знамо да је божји цвет (за Пресвету Богородицу и за кућног свец заштитника) који се у башчи први посеје, па онда све остало цвеће. Нема православног хришћанског празника без босиљка. И цео живот, у свим догађајима, он је уз нашег човека. Верује се да у рају највише има босиљка и руже. „Босиљак се од мириса даје“. Пресветој Богородици је босиљак најмилији цвет и најрадије га мирише, јер је прво „поникао на Голготи, на месту где је Христос разапет“. И данас се у нашем народу за добро чељаде каже да му душа на босиљак мирише. Ни данас није то мала ствар да од кума добију име Босиљка – за оне које то име добију!

Божић! Божић је најрадоснији празник свих хришћана благога образа. Без Божића нема ни Васкрса, празника над празницима! Божић је код Срба, светосавских и православних хришћана, још и Мали Бог! Добривоја Божића родитељи потицали су из села продуктивног имена - Божићи, на Рудном, близу красне Студенице. Од десеторо деце која су у браку његових драгих родитеља рођени, Добривоје је био прво дете, најстарије, младим родитељима највећа радост - дични првенац. Ми само можемо слутити колико су родитељи Добривојеви били продуктивни, као личности стабилни, какав су „ген“ имали, када су веома паметно, стабилно, интелектуално и духовно моћно дете - добили. Од шесторо преживеле деце, њих петоро (у то доба, када је, како се то у нашем народу већ уобичајило рећи, свако ко је знао писати и читати, у најмању руку, одмах именован најмање за „ћату у округу“!) уписали су и завршили факултете – у иностранству! Србија, наиме, тада је веома интензивно чинила све (тадашња наша држава Србија) да створи интелигенцију – нашу! Ми знамо да се таква пуноћа живота и испуњеност родитељске душе не може квантификовати, бројчано вредновати, али смело тврдимо да су снага наше традиционалне породице, наша, у то доба, велика народна уљудност, искреност, чисте душе, љубав према истрајном раду за себе, за друге, за свој народ и државу (јер на овом свету „радити се мора“ – до оне наше, неопозиве – „о капљама које камен дубе“), затим доброта, лепота, вера, биле само неке од основних вредности нашег народног бића, а које су деца проте Саватија и протинице Босиљке „понела са собом“ у тзв. бели свет. А кад се одраста у породици са таквом аксиологијом и кад се са таквим, дакле, социјалним и етичким вредностима „одлепша“ од куће, онда такве личности баш никаква овоземаљска сила не

може сломити, ма колико силовита и силовна била! Породица, породичне, основне националне и моралне вредности, темељ су сваке нормалне, здраве, зреле личности. „Човек се не рађа као морално биће, него само има предиспозицију да буде *homo moralis*. Морално васпитање, поглед на свет, однос према раду, начин живота, однос према другим људима, пример моралног понашања и моралне санкције, осећај да је поштован као морални субјект дете-човек доживљава и стиче најпре у породици“ [3]. А шта ако су и учитељи, професори, колеге, руководиоци на послу добри људи, па још такви ако су и пријатељи, комшије ?!

Ми чак мислимо да наше ауторско господство, све кад би и хтело, не може ни замислити колико су груди протe Саватија и протинице Босиљке биле испуњене поносом што су успели створити, васпитати, ишколовати и на „прави пут“ извести, данас бисмо рекли, „толику“ децу.

Чини се нама да се у првој половини живота господина инжењера Добривоја Божића „скупило“ доста тога доброг, лепог, љубавног, а да га је, како се то код нас лепо у народу каже, „госпођица госпођа Судбина погледала“, то се нама не чини, него то јесте! Па и како да га поменути госпођица госпођа не „погледа“, када је био вредан, радан, упоран, истрајан, када је рођен „под срећном звездом“, и то од моћног *pater – a*, односно оца (са именом Саватије) и велике мајке (са именом Босиљка) !

Супруга господина инжењера Добривоја Божића, његова госпођа, имала је име *Радмила*. За име Радмила ми нисмо сигурни да ли „вуче“ значењем ка древном, а премудром, нашем цару Радовану, или према цвету Белој Ради, или пак „вуче“ значење радовања, радости у раду, радиности, односно ка милини рада?! Било како било, и супругу је одабрао према себи, па сада испада да се и њено име „сложило“ - према њему! Тако то „испада“. Тако чему се не треба чудити, јер многе сличности, па и коинциденције нису необичне у свакодневном животу неких људи. Инжењер Добривоје Божић био је човек, али је био и „неки“ човек. Чули смо ми, од неких остарелих из града Краљева памтиша, за господина инжењера Божића супругу Радмилу (девојачког презимена Плећевић), да је била веома лепа жена, чак жена ванредне лепоте. Да ли су и ту доброно умешани „кумови прсти“ и „Судбине прсти“, ми не бисмо знали рећи. Ми само знамо рећи да је Хефест, гласник богова, бог ковачке вештине, свим машинским инжењерима овога света, са олимпског Пантеона претеча и заштитник, а то јесте велики (знојави) Хефест, бог радник – за жену имао лепу Афродиту, богињу љубави. У ствари, није бог Хефест за жену имао „лепу Афродиту“, него је за жену имао - прелепу Афродиту. И није она била само богиња - љубави, него је она била и богиња - Љубави !

За господина инжењера Добривоја Божића, једног од ретких, а великих и знаменитих српских инжењера „родом“ са подручја „јужно од Саве“, ми радосно тврдимо да је био не само врли син својих див – родитеља, не само разуман супруг, него и прави, чисти, изворни „син свога народа“, а то јесте – Светосавац. Отуда и није чудо што је био омиљен не само у Основној школи у Краљевоу, у Гимназији у Крагујевцу, на Високој техничкој школи у немачком „промудреном“ граду Карлсруеу (где му је један од професора био и господин

Рудолф Дизел), и такође на школовању у немачком (нама лично) веома лепом граду Дрездену, затим на радним местима (у Нишу, родном граду цара Константина Великог, у данас „краљевском граду“ Краљеву, белом граду Београду, „загребаном“ Загребу). На свим тим местима и „круговима“ у којима се кретао, господин инжењер Добривоје Божић није био само омиљен, драг. Он је био и поштован, уважаван, цењен, и то не само као успешни и креативни инжењер, него и као добар, разуман, стабилан човек.

Божанствени Хесиод, који је у његовој „Теогонији“ Грцима „поклонио Богове“, а у његовом делу, „Радови и дани“, многе од нас, а наше ауторско господство посебно, научио је да : „Испред врлине Бози су ставили зној“! Да се до великих резултата и до прелепих људских, а то јесте моралних квалитета – врлина, долази само вредним и упорним радом, господин инжењер Добривоје Божић добро је знао ! Ми код њега то увиђамо. Не треба се томе чудити. „Ново време и нови изазови траже нови приступ проблемима и нове (савремене) одговоре који морају бити добри и ефикасни ... јер знање уложено у нове технологије доноси највеће профите“ [4].

Школовање будућих инжењера и инжењерки „Божићевог профила“ (ми ћемо то тако назвати), а то значи широког интелектуалног захвата (сликовито: ливадског, широког, а не виноградарског, уског – откоса), и узвишених људских квалитета, ваља да буде и мора да буде наш савремени циљ, као што и јесте. И данас, наине, на нашим машинским факултетима, тако шта мора бити циљ образовања наших будућих машинских инжењера и инжењерки. На нашим машинским факултетима то и у будућности мора бити циљ образовања, а не само тзв. едукације. Стара српска реч „образовање“ има у себи корен „образ“, а образ је стара српска реч за добро, за морал, а која - реч, тј. морал „вуче значење“ од латинске речи *mos, moris*, а која, опет, значи обичај. „Посрбљена“ енглеска реч *the education* „нема обавезу“, али баш никакву, према (нашем) образу и према (нашим) обичајима! „Шта то и данас јесте циљ, и шта то мора и у будућности бити циљ образовања на нашим машинским факултетима“(?), можда није згорег више прецизирати. Данас и у будуће, јесте и мора бити циљ образовања на нашим машинским факултетима образовање добрих инжењера и инжењерки и добрих и карактерних људи и жена! Зар само то? Да, само то! Зар ништа више? Савршено ништа више! А и како више, кад се не може више, јер – нема више!

4. МЕСТО РОЂЕЊА

Рашка! Место великог, поновног, двојековног васкрсења Немањине, а то значи наше, државе Србије (!).

На месту каква је наша отаџбина, а то јесте овде, где се „од увек“ било и овде и онде, и са овима и са онима, односно где се није смело бити ни овде, ни онде, односно ни са овима, ни са онима (!), а то (место), опет, јесте на јакој „ружи ветрова“ (политичких, интересних), на просторима великог укрштања и силног „судара“ три континенталне културе, „од памтивека“ рађали су се велики, силни, умни људи. Један промудрени песник рекао је да нема бели човек већих ни

дубљих корена од „културних засада“ балканских! С правом је тако рекао. Зато није чудо што се управо на овим нашим просторима и данас рађају многи много велики људи. Рећи ћемо смело: „Бројем мали народ, а духом много великих људи“!

Тешко је погрешити када се описује мисао и пут мишљења човека ком је име доброта, а то јесте Добривоје; коме је презиме божанско, а то јесте Божић; коме је отац био у олтару богу посвећени човек, а то јесте православни свештеник, а који је (инжењер Добривоје Божић) изумио кочницу која зауставља „композицију“ – железничку композицију, а коју ми називамо – воз! А ко ли је то Возар воза, возова и свих „возова“ овога белог света? То је прелепи Возар ока свевидећег. То је и „онај чувени“ *Deus ex machinae!* Он је тај узвишени композитор који „компонује“, „хармонизује“ и покреће све композиције овога света! И музичке и железничке.

Ми ћемо, с највећим разлогом Добривоја Божића радосно назвати господин инжењер Добривоје Божић, а не само инжењер Добривоје Божић! Тиме смо ми већ много о њему рекли. Јер, господин је он био не само понашањем, него и пре свега духом, снагом и продорношћу мисли. Ми сада знамо да је њему, као и Св. Сави, Николи Тесли, Вуку Стефановићу Караџићу, Доситеју Обрадовићу, Михаилу Пупину, Милутину Миланковићу, Јосифу Панчићу, Тоши Селесковићу и др.), „подарен“ део великих моћи да учествује директно у божанским (творачким), а не само у демијуршким (уређивачким) пословима. Кочница, кочење, заустављање, то нису демијуршки (уређивачки) послови, нити су то само демијуршки (уређивачки) послови. То су градитељски (творачки) послови, а то значи преузвишени послови! Били су то и послови господина инжењера Добривоја Божића.

5. ПРОНАЛАЗАЧ, ИНОВАТОР, ИЗУМИТЕЉ

Иако се може рећи да је господин инжењер Добривоје Божић био проналазач, иноватор и изумитељ, ми бисмо ипак највише волели да га називамо – изумитељ! Због велике ширине простирања значења, ми ћемо појам проналазач, и све конотације које приличе уз тај термин, користити и за мисаоне активности и резултате господина инжењера Добривоја Божића. То ћемо учинити и за појам иноватор. Ипак, Добривоју Божићу много више приличи назив - изумитељ. Појам изумитељ има свој пуни мисао кад се ради о техници и технологијама. Кад се ради о друштву и друштвеним процесима, онда важи она Бен Акибина, а то јесте да „нема ничег новог под Сунцем овим, јер све што је било и бивало, бива и данас“.

Кад се каже „*проналазач*“, ми онда желимо да то значи да је тај „за“ налажење. Он, дакле, тражи. „*Pro*“ је „за“, трагање. Трагање садржи у себи потенцијал, а то јесте - можда - и налажења. Отуда: проналазач! Онај ко тражи, тражи с циљем да (*про*)нађе, а не да тражи због тражења. Када нађе, ми кажемо да је он нашао, пронашао, и нека му је са срећом проналазак! Ипак, проналазач тражи и налази оно што је већ створено, што је Неко већ створио! А и како би нашао нешто што још није створено?! Иде, на пример, човек улицом па пронађе, рецимо, можда

ципелу коју је неко већ створио, изгубио. Тај неко је творачка сила, а творачка сила увек је била универзална стваралачка сила или људска сила. Проналазач тражи оно што је нека од тих сила створила! Знамо ми (а без намере да омаловажимо), да и головратка (голошијанка), односно пиргава, ма и „ћорава“ - кока, понекад и неко зрно пронађе, а зрно је (већ) створила нека од сила. Испада тако да је и „ћоркока“ проналазач – и то упорни, и стрпљиви, и вредни, и свакодневни!

Постоји и синтагма, израз којим се каже да „нагађа, а не погађа“, рецимо, тај и тај, кад на неко конкретно питање не зна прецизан одговор, али зато кружи, сходно народној изреци, „као мачак око вруће каше“, нуди разне одговоре, односно нагађа, па се некад деси и да нагађајући – погоди. За таквог кажемо, такође, да некад нешто и – пронађе. Макар пронађе – изгубљени новчаник на улици. Ми га и тада, обавезно назовемо - (про)налазач (!), а још га, и данас је то уобичајено, а с намером да га одобривољимо, назовемо и – поштени! Инжењер Добривоје Божић није био од тих и таквих.

Кад се каже „иноватор“, ми онда желимо да то значи „*in novo*“, дакле улазак у ново, још неистражено. Тако је добро. Тако има смисла. Ипак, данас се, чини се нама, реч иноватор (пре)богато (зло)употребљава. На пример, будући да саксија има једну рупу, „великом иновацијом“ (сходно „новим“ мерилима) не ретко се сматра пробушена још једна рупа на истој тој саксији, јер та „друга рупа“ омогућава већи и „квалитетнији“ проток воде, воде, водурине, а поврх тога, доноси и уштеду у материјалу! Такође, а сходно нашој „динарској шали“, иновацијом се може сматрати и бушење четири рупе на динару, а то јесте прављење од динара дугмета, па после то дугме продати за тридесет динара (?!). Реч иновација ми ћемо ставити „под козје ноге“ (како се некада говорило за наводне знаке), а то јесте – „иновација“, јер је она у овим и њима сличним примерима, иновација само по имену (као *потен*), а не и стварно.

Кад се каже „изумитељ“, ми онда мислимо (и) на Добривоја Божића. И на рационално, односно и на ирационално мишљење. „Рационално мишљење је углавном идентификовано са научним мишљењем. Научно мишљење је линеарно, аналитичко, сврставајуће, а то у значајној мери подразумева и непотпуност. Ирационално мишљење (назива се још и интуитивним мишљењем) углавном је идентификовано са религијом и мистицизмом. Ирационално односно интуитивно мишљење је нелинеарно, холистичко, сарађујуће. Тежи синтези“ [5]. Није мала ствар за некога рећи да је изумитељ (да равноправно мисли и рационално и ирационално), а да тако шта има реално покриће у његовим резултатима рада, односно да није идолатрија. Ма није мала ствар ни када се за некога каже, као што ми кажемо за инжењера Божића, а то јесте да мисли и холистички, јер, „холизам као програм, концепт и усмерење у савременој филозофији науке је покушај померања границе са рационалног на ирационално, на интуитивну мудрост“ [6]. Наиме, постоји само један ум, а то је божански ум. Не постоји људски ум. Људи имају разум, односно, у њиховим главама је „раздељени“ божански ум, а то јесте - разум. У том (раз)дељивању, некеме је, како се то у нашем народу лепо каже, „запало“ више, а некеме мање - тог божанског ума. Платон је у његовој физици тврдио да је божји ум уређивач

свега. „Божански градитељ“ стално сређује, јер постоји стални тј. вечни отпор уређивању. Том „божанском градитељу“ највећи и најбољи помагачи су они којима је удељено највише божанског ума. Ми обично кажемо да су то они, међу нама и од свих нас – најразумнији. Ми то тако видимо.

Три ова термина компатибилна су. Нису супротстављена један другом. Будући да од доброг има боље, а од бољег још боље, то јесте најбоље, ми термин изумитељ најрадосније приписујемо господину инжењеру Добривоју Божићу!

Са аспекта техничких изума (из - Ума) и изумљивања, много шта граничи се са чудима, толико је чудно. Има у изумљивању и стваралачке, изумљивачке магије која привлачи као Изазов. Има ту чаролије, теологије, грчке, односно касније античке - мудрости. Има ту призивања у помоћ бога и духа и духова, па и искреног веровања у велике (до застрашујуће) моћи неких (чудних) сила које се налазе у природи. Има у изумљивачкој магији много божанског, али (по)мало и (по)некад има и нечег „непоменичког“. Има у изумљивању грнчарског, зидарског, клесарског, столарског - чаробњаштва Има ту науке, али има и љубави према мудрости (филозофије), И религије и уметности ту има. Нада се полаже и у утопијске Идеје (од квадратуре круга, *perpetuum mobile* - а, вечите на земљи ватре, еликсира вечног живота, па све до хиперболичног огледала)! Тражи се ту универзални *fluidum*, неких виших, а ипак „космичких универзалних сила“. Космос значи ред. И међу изумитељима постоје разни „редови“! Ми господина инжењера Добривоја Божића сврставамо међу изумитеље првога реда.

Изумитељска и «изумитељска» магија савладава све препреке овога света. Зар и данас? Да, и данас! На пејзажима техничких снова, у тој, нама обичним смртницима, чудној изумљивачкој „работи“, вечно се тражи „камен мудраца“ којим би се претварала једна, „тамо нека“, било која, материја у другу „материју“, а то јесте *a priori* – у „тамо неку“ нову материју. Таква „чудо идеја“ је идеја која и данас измиче мисаоном свеобухвату, као што измиче чврсто тло испод ногу по мочвари ходачу! Ту ипак помаже само изумитељска Нада Дуговечна, (пре)пуна ентузијазма. Дуговечна је Нада (*Надежда Долговечнаја*). Ипак, Нади и данас „помажу“ чаробни штапићи, „абракадабрирања“, „хокуспокусирања“, „препарандусирања“. Инжењеру Божићу био је познат нарочити интерес друштва за *нове изуме*. Била је њему позната Ла Метријева «*L Homme machine*», односно схватање да је људско тело као „сатни механизам који може да хода“. Добро је он знао, данас ми то јасно видимо, да покреће и зауставља чувени *Deus ex machina*, односно Дух у машини, односно Бог у машини, односно Велики Покретач, а што је резултирало машинама. И кочницама је резултирало. Ма и ракетним моторима (!!). Ма и много чиме другим је резултирало.

Један *Deus* је у машини – он покреће. Зато је Покретач. Други је *Deus* у кочници – он кочи! Зато је Заустављач, Кочничар! То су ипак два Бога, два Духа, две силе. Такав један пар богова, за помињање овде приличан, били су богови: Прометеј (брзомислећи – „брзан“) и брат му Епиметеј (споромислећи – „спораћ“). А можда су то само два лица једног те истог бога, али не бога творца, нити бога демијурга (уређивача), већ бога Јануса. Наш народ би овим поводом и

овде дао нашем мишљењу за право, његовом монолитном изреком која не упућује на два Бога, него на Једно, а то јесте да „Бог који облачи, тај и ведри!“. Знамо ми да знао је господин инжењер Добривоје Божић да је, како се то уобичајено каже, „много лакше мету промашити, него је погодити!“ Знао је господин инжењер Добривоје Божић, и погодио је господин инжењер Добривоје Божић, како се то уобичајено каже, „у сред среде“ мету повелику! А која је то мета повелика? Та мета повелика је железничка пнеуматска кочница. Нашем ауторском господству она је највише заголицала машту. Сви ми који смо путовали возом, који путујемо возом и који ћемо путовати возом, захвални смо и бићемо захвални господину инжењеру Добривоју Божићу. Некада се, наиме, говорило за оне који не знају Богу да се моле, да им ваља бродити на отвореном и узбурканом мору, а услед велике олује. Сви, без изузетка, науче се тада добро и искрено молити богу, и то за цео живот. О вожњи у „залауфаном“ возу, а без кочница (без кочнице „Божић“), па још на пружној низбрдици, нас је страх и помислити, а камоли такву вожњу ономе који „зло твори“ и „крвнику људском од почетка“, а то јесте „црном ђаволу“ - пожелети! Кад већ спомену смо да је господин инжењер Добривоје Божић „погодио“ мету повелику, а то јесте да је својим великим трудом, знањем и талентом изумио кочницу „Божић“, споменућемо, а поводом мете, још и три наша „знања“. *Прво*, зна наше ауторско господство да тзв. *обичан човек*, када гађа, понекад погоди мету! *Друго*, зна наше ауторско господство да *талентован човек*, када гађа, (по)често погоди мету! *Треће*, зна наше ауторско господство да *генијалан човек*, када год реши да гађа, погоди мету увек, и то погађа ону мету у магли, ону коју други још не виде! Господин инжењер Добривоје Божић управо такав, а то јесте генијалан, био је човек. Сасвим нека друга, односно, како се то уобичајено питагорејски каже, нека сасвим десета је прича, то што ми у малој мери поштујемо наше вредне, талентоване и генијалне људе! Ма не само да их не поштујемо и да их се плашимо, него, а то скоро да је код нас аксиом, ми их ни не волимо, јер они својом памећу и својим великим радом – успеју! Тешко „се прашта“ успех, и то на основу рада – посебно. Зар је то тако и данас? Да, тако је то и данас – код нас – у значајној мери!

6. О ТЕХНЕ И ТЕХНО

Знао је добро инжењер Божић да „наука је већ по дефиницији знање (*episteme*). Наука је, већ по дефиницији, сазнање (*gnosis*). Она иде путем (*methodos*) сазнавања“ [7]. Ипак, „без филозофије наука не разуме себе, а сами истраживачи ... ипак напуштају науку у целини тада кад без филозофије постану беспомоћни ... Филозофирање не може бити идентично са научним мишљењем, а не може му се ни супротставити“ [8].

Узимајући у обзир поменуте напомене о знању и љубави према мудрости, ми ћемо *под појмом техне* (грч. *techne*) подразумевати стварање, како је то чинио и господин инжењер Добривоје Божић, а то јесте према идеји - добра, лепоте, љубави, реда - из хаоса. Идеја што претходи реализацији као вечера плесу је и *логос* и камен мудраца и технички сан. Она је и бајка - физичка, математичка;

arche, *логос панспермикос*, *hybris*, сила, поље, систем, *holon*, флуид; воља, *Дике*, *Нике*, ступ, елемент, чинилац, *tetraktis*. *Techne* је, по Аристотелову схватању, вештина подражавања природе која је (природа) вечни процес рађања и умирања по „унутрашњем плану“. *Techne* је и наћи облик у могућностима материје. У *techne* се испољава човек - најсавршенији живи створ. Аристотел је у *techne* тражио принцип органског раста. Зато је и могао схватити *techne* као комбиновање у целине делова разасутих и разасртних по стварности, према разним пропорцијама.

Под појмом *техно* (енгл. *techno*) ми подразумевамо стварање људских факата, али и технологију у значењу (*techne* + *логос*), а која је до данас изгубила много и од *techno* и од *логос*, осим у диригованом значењу техника и наука. Технологија је наука која даје основна сазнања о средствима за рад (алатима и машинама), начинима функционисања и начинима њихове употребе. Она самим тим значи и стварање људских артефаката, али само ако науку и *логос*, у једном ширем смислу, схватамо и као врсту уметности. Техника данас, све више, на жалост, постаје „разуларена“, побеснели Див. Могућности злоупотребе технике и науке велике су, застрашујуће су и познате су људском искуству. *Techne* је све више стварање према „пракси профита“. *Логос* као стварање у славу Бога и природе, Велике Мајке (родиље свега) постало је стварање у славу човека и његових моћи чије је друго јанусовско лице (и лице „нове“ Франклинове *животиње која прави оруђа* – енгл. *a new toolmaking animal*) видљиво у разарању природне и социјалне средине - до играња Бога, као, на пример, у генетици и нуклеарној физици. Резултати (изумљивачког) рада господина инжењера Добривоја Божића имали су и свој *techno*, своју практичну, технолошку примену. Треба ли више?

7. О ВАЗДУХУ (ПНЕУМИ) И ВРЕМЕНУ

Будући да је господин инжењер Добривоје Божић, на његовом главном изуму, а то јесте на његовој аутоматској ваздушној кочници, пробојну брзину ваздуха у главном ваздушном воду (који се простире целом дужином воза), са 80 метара у секунди повећао на 150 m/s, ми ћемо прозборити по коју и о ваздуху и о времену, али само као о теоријској подлози бољег разумевања ширег контекста кочења, односно само толико колико се ваља, колико „по пружи – ваља се“.

Ваздух је сличан води, али је неограничен, неисцрпан - сматрао је Анаксимен. Ваздух има особине материје, али је и невидљив - па делује као да је нематеријалан. Као материјалан, а невидљив, он подсећа на атоме. Због тога подсећа и на душу, јер је и душа ваздушасте природе - и човекова душа, и космичка душа што прожима цео космос. Ваздух значи и дах - па може да значи и прелаз из материјалног у нематеријално. Богови и божанске ствари настају из ваздуха. У ваздуху је вечно кретање. У њему је и узрок промене свега. Ваздух садржи и супротности: хладан је када се сабија - топао када се разређује. Човек издувава из уста топли дах. Када затвори уста - издувава хладан дах. Када је ваздух једнако распоређен, ми га не осећамо. Када се покрене - осећамо га као хладан, топао, сув, влажан. Загрејан ваздух прераста у ватру. Згушњавањем и хлађењем ваздуха настаје облак, па вода. Ваздух је и дах и притисак

(ваздушни). Знамо ми: „Несталан је ваздух“. Људска дела су нестална. Артефакти ће нестати у „Песку Ваздуха“! Ваздух с ватром пали земљу и воду! Господин инжењер Добривоје Божић усудио се и одважио се прионуту на посао сабијања ваздуха. Пнеума је и дах, и душа. Одважио се господин Божић сабијати пнеуму – душу (!), а пнеума (душа) није мала ствар! Није пнеума (душа) шала. Ми ипак желимо да кажемо да је господин инжењер Добривоје Божић – сабијао ваздух!

Време, бесконачну траку течења, сабијао је тај наш генијални инжењер, тај наш духом Одисеј. И време је сабијао. И време је „скраћивао“. А време је највећи гутач. Све оно гута и прогута. Са великом се, временитом и Алом алавом, у коштац ухватио господин инжењер Добривоје Божић. Време спава, а тече. Време је и највећи мудрац и највећи проналазач. Добро је свакоме од нас на време схватити „да смо временити – за времена – да смо смртни, и да смо од истог блата“! Знана је она премудра, уистину једна од најмудријих за коју смо икада о времену чули, зато смо је и (мало), на зидарски, неимарски, (градитељски) начин, проширили: «Време зида, време малтерише, време «закламфава», време «подкајлава», време (к)руни, време ради, време гради, време изгради, време угради, време загради, време догради, време подгради, време прегради, време надгради, време одгради, време и – разгради!»! Време и – закочи, и прикочи, и укочи! Да, разгради време баш све, и укочи време баш све, само себе не!

Стара је («временита је») изрека о времену: „Познај време, јер је време у свему и свачему увек најбоље“. Па време је и бог. Нема оно ни почетак ни крај.

Ферекид са Сироса (нешто млађи од Талеса) сматрао је да из *Chronosa* (времена) настају ваздух, ватра и вода, затим још и дим и тама.

Талес је рекао: „Најмудрије је време, јер оно проналази све“. Пронашло је инжењера Божића „време“ и железничку кочицу! Скратио је инжењер Божић време ваљаног кочења, скоро 50%! Малтене, у делићу секунде (у трену), прохучи и профијуче ваздух од локомотиве до задњег вагона, и у „исто време“ активира све кочионе папуче на баш сваком точку! То је већ нешто „мало више“. Ма није то нешто „мало више“, него је то „много више“! Зато је то већ *plus ultra*!

Стварајући небо, Демијург је створио и време, рекао је Платон у његовој физици. Време је одраз божје непролазности. Време је слика вечности која протиче и у све промене уноси ред. *Sapienti sat* („Паметан ће разумети“!)

8. КРЕНИ - КОЧИ

Да би се кочило, ваља се (и „ваља се“) прво кретати! „Кретање је, можемо с правом рећи, један од најкомплекснијих проблема филозофске, друштвене и техничко – технолошке мисли. Од античких времена до данас. Насупрот кретању је мировање. Али, шта је кретање? Шта је мировање? Постоји ли уопште кретање и шта се креће? Постоји ли уопште мировање и шта мирује? Да ли кад кажемо кретање мислимо на кретање материје или на кретање мисли, духа? Да ли кад кажемо мировање мислимо на мировање материји, или на мировање духа, мисли? Наравно, поставља се и питање покретача, силе, првог

покретача. Да ли је он материјалан, духован, *Logos*, биће флуид?“ [9]. И много других, а много тешких питања ми не само да постављамо, него и слутимо, али дефинитивне одговоре и не покушавамо да дамо. Ипак, да би се кочило, ваља се (и „ваља се“) прво кретати! Не може се кочити ако се нешто не креће! Оно, додуше, није да се не може „кочити укочено“ („друкати – на празно“!), али, опет некако, није то ни витешки, ни јуначки, а најмање је херојски („X“ као Христос, „ерој“ као Ерос – љубави бог, најстарији и најмлађи, јер све држи - Ерос)!

Од свих врста кретања кружно кретање је најсавршеније, а то значи и најбожанскије! Зато што је божије, најбожанскије, оно је и најбожанственије!

Кад се неко залети, да не напишемо „залауфа се“, није лако стати му на пут, а камо ли зауставити га! Није лако, па није лако!

Ми знамо да у животу није никада било баш много паметно само „летети“, па и „летети као помахнитао“, па још и само „као хрчак вући и згртати“ (и то још себи, па себи, па само себи и само према себи). Није добро у животу бити само мотика и грабуља, а то јесте само „нагртати себи“, и само „вући себи“! Знамо ми да у животу, ваља се и мора се, бити и виле („давати“ од себе). Нама се чини да је нарочито „оним захукталима“, „оним алавима на туђе“, најтеже *стати*, а још теже – *стати знати*! А мора се – *знати стати*! Боље је алавима да сами стану, него да их зауставља, „прикочује“ она велика, највећа сила која све на овом свету покреће, али и све зауставља („кочи“), па на крају све смртне дефинитивно и - *укочи*! Код те велике силе је и „мотор“ и „кочница“. Зато ми с поносом истичемо да је господин инжењер Добривоје Божић, тј. стално је *Deus* у њему, али је и он стално с *Deus-om*, у Господу је с Господом, био миљеник, из грчког Пантеона, бога Прометеја, али и нашег Доброг и Троједног, хришћанског Бога, и Спаса! И нашег старог бога Громовника, а после и хришћанског Светог Илије, био је он миљеник! Био је господин Добривоје Божић миљеник и хромог Хефеса, бога ковача. А како и не би био миљеник Хефесов, када је „Шепавко“, тај Гласник олимписких богова, ми тврдимо, митолошки и божански претеча свих машинских инжењера, дакле и инжењера Божића! Био је господин Божић и велики миљеник грчке богиње Нике (богиње Победи). И грчке богиње Дике (богиње Правде), која га је (Дике), у другој половини његовог живота (на његову и нашу жалост), не само напустила, него му је учинила много тога неправеднога. А онда је наговарала и своју „другарицу“ (богињу Нике) да га и она напусти. И напустила га је. А како и не би када су људи пролазни, а богови и богиње вечни! И када за сваког живог створа постоји мера среће која се не сме превршити. Ми знамо, научени из Аристотелове „Никомахове етике“, да срећа (па и стваралачка), што је већа, то је – климавија, односно Срећа је, тврди Аристотел, нешто најбоље, блажено, јер „срећа ипак представља нешто у највећој мери божанско“ [10]!

Када је неко миљеник богова и богиња, онда и његово дело увек бива - божански божанствено! Да иде даље и више од богова, то смртном човеку није дато и то му се не да! Зато је (само)смртни човек!

Господина инжењера Добривоја Божића главни изум је кочница „Божић“. Инжењер Божић није усавршавао кочницу на „гвинт“ („гвинтерицу“). Да је тако шта чинио, то би било скоро исто „као кад би се будућност неке породице

прорицала на темељу стања бака и деда“ [11]. Улазио је он „у ново“, савремено. Они, пак, који су патент нове кочнице признали, били су далековиди. Правилно су учили велики значај патента за даље унапређење железничког саобраћаја и за даљи развој железничких и шинских транспортних средстава. Зато су дозволили и одобрили да тог српског генијалца патент кочнице има име као и његово продоховљено презиме, одајући му тако признање нарочите врсте! Може ли се на лепши и достојнији начин одати признање изумитељу и његовој драгој породици? Не може! Јер, није кочница названа, на пример, именом кочница „Добривоје“, јер би то значило почаст само изумитељу. Знала су добро „та господа“ да тако шта врло мало потиче од изумитеља, а много тога да потиче од његове породице, њихове љубави, васпитања, „гена“, а да највише потиче од Оног Најдражег. Будући да су Божићи већ божански облагорођени називом села у ком су живели са осталим богобојажљивим српским сељацима из „студеничког краја“, презименом (Божић – млади Бог) које су од старине добили, те обоженим и божанским „занимањем“ Добривојевог оца Саватија, патентодавцима одиста није било тешко да признају – Божић! Може ли се дати веће и духовније признање изумитељу, његовој дивној породици, српским христочекњивим сељацима (не само из студеничког краја), свим хришћанима овога света? Не може!

Прелепи наш језик „угланцан је“ до високог сјаја и то у толикој мери да га је лакше покварити него доградити! Своје научне радове, на пример, наш чувени научник Јосиф Панчић, родом из Брибира код Новог Винодолског, „писао је у почетку на немачком и латинском, али је касније највећи број својих дела писао и штампао на српском језику“ [12]. Као први председник Српске краљевске академије залагао се „да се у списима наше Академије чува чистота нашег лепог језика онако као што нам га народ даје и као што су нам га наши велики учитељи Вук Караџић и Ђура Даничић прописали“ [12]. Ми данас посебно морамо неговати и чувати наш језик. Што га више будемо упознавали - више ћемо га користити и волети. Ко год је „ту школу“ похађао зна да - вреди. Испуни се душа поносом, достојанством, па је и она, као и наш језик, пуна, препуна, обилата, мисаона.

У прелепом, дакле, нашем језику, а у вези кочења, постоји већи број речи које у ужем, односно у ширем смислу значе *кочење*, а којима смо покушали, вуковски речено, „дохакати“ и одредити, сходно нашем знању, значење.

Постоји, тако, термин „*докочити*“ - неко је, дакле, кочио, кочио и на крају је докочио, а то јесте стао. Термин „*искочити*“, односно „одлетети“ после кочења, па зато, често, завршити у каналу поред пруге, може баш то да значи, али може да значи и „крепалу кочницу“, кочницу која се покварила, нпр. откачила се и искочила папучица с точка, а можда се прегрејала, па се „истопила“! Ту је и термин „*накочити*“, а то јесте стискати кочницу, па стискати кочницу, па „лећи на кочницу“, па се од силног стискања кочнице обично каже: „Е, вала, тај се баш накочио“! Термин „*не кочити*“ требало би да значи „пустити“ воз нека иде „где је њега воља“, па с Божијом помоћи (!), јер тада једино и само Драги Бог помоћи може! *Одкочити* значи искључити кочницу, отпустити је, дакле – не кочити више. *Прикочити*, а то јесте притиснути на трен кочницу, па после наставити

вожњу, јер и то се мора. *Прекочити*, то раде они што претерано прикочују. Коче такви сваки час, кажемо: кочкају, кочићају, па све тако - крени, па мало „климни напред“, па онда „цукни напред“, а ти „кљоцни назад“, па све тако – мало „полетиш“ напред, па мало „полетиш“ назад – па не знају такви да стану, а све прикочићавајући, технику упропаштавајући, а путнике и кондуктере малтретирајући! *Прокочити*, а то би требало да значи да је „прорадила“ кочница која није кочила, а сада, ето, кочи, ради! *Раскочити*, тј, о(т)пустити кочионе силе! „Било стегло, сад је отпустило“! *Укочити*, а то јесте стати. Укочено је. Укочити (се), е тада одиста – више „нема даље“(!), него има само: „Стани, стој, не мрдај (се) - готово је“! „Нема више“! На Херакловим ступовима писало је: *Non plus ultra* („Нема ништа више“). После Гибралтарског пролаза (где вребају две велике водене немани, неописиво алаве але алетине (ко их види, никад их више не види, јер га обеживоте, а то су гадне, грдне и горопадне - Сцила и Харибда), почиње пихтијасто, мастиљаво море, „ноћно море“, јер тамо је сунце у затвору, почиње крај света. Ето докле може да се оде кад се - укочи! *Закочити* значи и стати, (више се не кретати), а да би било то наше „стати“ (не мрдати), морало се пре тога кретати! Рећи ћемо смело: „Ваља да је кум старији од кумчета“! Много је овде значењски близу и термин, не буди нам замерено, а то јесте „за(с)кочити“, јер две папуче „заскачу“ точак! А кад га две папуче заскоче, тада точку нема више напред, а ни назад, па ни напред – назад, него је обавезно : „Стој – не мрдај“(!), „Умири се“ (!), „Готово је“(!), „Нема више“(!). Постоје и други термини (глаголи) који указују на кочење и кочницу, које користимо, а нису из нашег прелепог српског језика. Баш овде ми желимо присетити на чувену опаску књаза Милоша (коју је прибележио Вук Стефановић Караџић). Наиме, књаз из „добре“ Добриње, рекао је једном приликом : „Шта ти мени фиш, пиш! Кажи, брате, риба, па да те сав свијет разуме“! Ти неки други термини су из неких других језика. На пример: *стоп*(ирати), *итоп*(ирати), „*бренза*(ти)“. Стару механичку кочницу требало је ручно окретати по навоју (а то значи „*звинтати*“). И такве (стручне, а „српске“) термине ми радосно користимо у нашем свакодневном комуницирању, тек толико да се зна, и да се што боље разумемо! Нисмо ми тим речима били кум, а као да јесмо. Ето, и такви смо и тако волимо!

9. ХОД ПО МУКАМА И КРАЈ

У 26. години живота (1911. године) млади инжењер Божић вратио се (по завршеном школовању) у Србију и добио запослење у железничкој радионици у Нишу, где је и започео његов истраживачки и експериментални рад. После I светског рата (1914–1918.), инжењер Божић марљиво је радио и на експерименталној реализацији (тестирањима на прузи између градова Загреб и Ријеке – данашња Република Хрватска) његових идеја. У 40. години живота (1925. године) пријавио је Међународној унији железница патент система кочења под називом кочница „Божић“, а који је (патент) био признат у његовој 43. години живота (1928. године).

У време II светског рата (1941–1945.), тадашњи окупатори одузели су му кућу – вилу у Београду (у коју се породица Божић уселила 1939. године), усељавајући

свог високог официра, а њима су (тј. Божићима) уступили ниско приземље (сутерен). По завршетку II светског рата, нове власти су га ухапсиле и затвориле „због колаборације с непријатељем“, конфискујући му (1947. године) имовину. Из затвора су га ослободили (тадашњи) Совјети, нудећи му посао. Не желећи да ради у Совјетском Савезу, овај угледни машински инжењер, тада је побегао преко Италије у Канаду, а после у САД. У Југославију, у Београд, у своју, на крају – домају, из Сједињених Америчких Држава, вратио се („добежао“) у његовој 79. години живота (1964. године).

Господин инжењер Добривоје Божић био је полиглота. Поред прелепог српског, не само матерњег, него и књижевног језика, говорио је још и немачки, француски, италијански језик. Тако шта ни данас није мала ствар за живог човека. Под његове „старе дане“, научио је и „амерички енглески“ језик.

Будући да се већ приближавамо крају овог нашег кратког и скромног осврта (промишљања) о нашем инжењеру Божићу, ми желимо само напоменути да се недовољно пажљивом, али увек благодарном читаоцу, може попричинити да смо ми господина инжењера Добривоја Божића помало и подубљим речима - попрехвалили. То се таквим читаоцима само чини, тврдимо ми. Сада када с папира изброђавамо и у мирну луку упловљавамо, а која је - на крају (!), ми сматрамо да смо ипак недовољно јаким речима истакли вредност и значај доприноса инжењера Добривоја Божића сигурности и безбедности шинског саобраћаја. „Како сад па то“? По добром чувена кочница „Божић“ и данас се користи. Она и данас траје. Она и данас „ради“. Она кочи! И треба да кочи, јер – „то јој је посао“!

Нада се наше ауторско господство да ће не само кочница „Божић“ бити примењивана, него да ће и „принцип кочнице Божић“ бити примењиван и у аутомобилској индустрији, односно у друмском саобраћају. Кочиће компримовани ваздух, а не више специјална „течност“ – уље за кочнице, а то јесте хидраулика! „Шта ћете Ви боље“?! „Треба ли боље“?!

Ми и даље сматрамо да нисмо на довољно адекватан и примерен начин указали на значај тог нашег инжењера Божића – изумитеља. Завредио је и заслужио је инжењер Божић велику славу и у свом народу, међу нашим, јер он је био, јесте и биће - наш!

Најпознатији изум инжењера Божића, дакле, његова је кочница: кочница „Божић“. Добривоја Божића мајка родила је, данас ми желимо да кажемо: знањем лава, а духом - и Леона, и Лиона, и Леониду, и Добри(воја), и Доброту, и - Вука. Да је наш инжењер Добривоје Божић изумио само ту знамениту кочницу, као што није изумио само њу, и да ништа више није изумио, било би то довољно да (п)остане бесмртан наш изумитељ! Ми желимо да сматрамо да су велики народи велики, између осталог, и зато што воле, што поштују, што цене своје најврилије и најбоље синове и кћери! И зато што се поносе њима, и зато што се диче њима, и зато што их се не стиде! А неки од нас се неких наших, а великих, не тако ретко, на жалост, и плаше, и стиде, и све чине да их забораве, и „да им име затру“! Проблем нашег менталитета није само неслога, како је то добро уочио Вук Стефановић Караџић, него је то и незнање и простота. И журба. Нисмо стрпљиви. Наш истакнути интелектуалац Драгољуб Јовановић, с

правом је истицао да нам је „раса жустра, и гладни смо сласти и части. Паметних има много, карактерних мало“ [13]. А кад навале и они наши други, а који су и непаметни, и неморални, онда се и „го свлачи! Њиховим „бираним“ речима ми ћемо рећи: „Баш мене ме тај голо свучени не интересује мене“!

Знамо ми да је знао и практиковао инжењер Божић ону велику, нашем Вуку Стефановићу Караџићу омиљену девизу: „Неда се, али ће се дати“! И решио је проблем! Знао је он то. Зато је знањем самопрегорним и трудом упорним досегао до врлине. Знамо ми да је знао инжењер Божић да се „пловити и радити мора, а живети да се (на овом свету) баш нешто и не мора“. Знамо ми да је знао инжењер Божић и да је најтеже успети „у свом селу“!

У нашем „малом селу“, па и у нашем „великом селу“, чини се нама да су „неке друге кочнице“ и „неки други кочничари“ добрано „прикочили, закочили, укочили“ знање о њему и о његовом резултату! И о његовој драгој породици. И о његовој, радом и памећу стеченој имовини (повеликој)! У промудреној басни о „Папагалу“ нашег див Доситеја Обрадовића, прича се да је један богати и „дрчни“ српски домаћин купио папагаја и златни му кавез (какав и личи птици са тако лепим перјем!), те ставио тако „укавеженог“ папагаја на терасу. Чувши неко ново и необично „певање“, а то јесте дречање, кречање, приђоше неке наше птице, гласом прелепе певнице, а перјем неугледнице-маскирнице, те га приупиташе да ли и у његовој тамо далекој земљи све птице имају златан кавез(?). На то им искрено питање, сада већ „наш“ папагај, одговори да и тамо, у његовој домаћи, папагаји, као и друге птице, додуше као и овде, имају кавезе од обичног гвожђа, па и зарђале, али да је он с правом у овој земљи (а то јесте Србији) добио златан кавез – јер се праве вредности виде и спознају тек кад се оде „из свог села“ и дође „у бели свет“!

Завист према ради(ш)нима, сулуда сујета, „дрвена филозофија“, лењост духа, чини се нама, део су (негативних карактеристика) нашег менталитета. Наиме, што можемо урадити данас, не ретко остављамо за сутра, а то сутра најчешће значи - никада. Јер, омиљена, а вуџибатинско – дангубска је девиза да „сутра је све лакше“, па онда чему труд и зашто злопатити се данас кад је много лепше лендовски сачекати то (мало) „сутра“ - када ће све и тако бити лакше!? Има подоста таквих, како се већ уобичајило рећи! Док се други народи такмиче у раду и економији, нама је „дика“, и наш је «велики», али малограђански, «понос» када зборимо како ми, јер смо уверени да смо паметни и препаметни, не радимо вредно и марљиво, односно радимо «као од беде», више радимо да се каже да радимо, него што стварно радимо и што стварно можемо, а опет некако лепо живимо - док други народи вредно раде, а опет се и они - злопате. Па ако се баш и често злопатимо, бар не треба да нам је жао, јер се нисмо ни «прекинули», ни «растргли», ни «претргли» - од рада. У таквом једном миљеу менталног склопа нашег малограђанског менталитета, не треба нас чудити наш често немаран и нехајан однос према нашим истакнутим (су)грађанима.

Приведећи „овај брод“ у мирну и заветарну луку, а после пловидбе по умораном мору, благодарног читаоца ми нарочито желимо подсетити да су Демокрита (четвртог по реду из велике „грчке четворке“: Сократ, Платон, Аристотел, па Он) - појеле ваши! Првог из те велике „грчке четворке“, а то јесте Сократа, такође су појеле „ваши“, али ваши неке друге врсте!

Инжењера машинства Добривоја Божића, од свих богиња грчког Пантеона, једина неподмитљива и неумољива, а то јесте богиња Судбина, подигла је од трња до звезда (*per Aspera ad Astra*). Кад се на господина Божића разљутила госпођица госпођа, а то јесте његова Судбина, и грубље се умешала у његов живот, (зато ћемо је оловити само са – Та), била је она ватром беса већ увелико разјарена, Та иста га је њеним силовитим ударцима стрпоштала право - у трње. Спомињући сада Ту, а то јесте Ту злу судбину господина инжењера Добривоја Божића, ми баш никако не желимо заборавити, односно сметнути с ума снагу Зевса, Бога Богова у поменутом грчком Пантеону. На то нас опомиње (зато ћемо га назвати „опомињући“) један стих из Хесиодове поеме „Радови и дани“, а у којој Хесиод Богу Богова, Зевсу што разумом влада светом, каже:

„Оче Зевсе, свирепијег од тебе не има бога“!

Господин инжењер Добривоје Божић упокојио се 13. X 1967. године, у 82. години живота, у тада југословенском граду Београду.

Због чудних животних путева којима је корачао господин инжењер Добривоје Божић и због, на крају ипак зле судбине, тог изумитеља првог реда, на нашу жалост, морамо назвати још и злопатником, и мучеником, и жалосником, па и - јадотрпником. Ми новаковићевски питамо: „*Quid nunc*“, односно „Шта сада“? А зашто то питамо? *Sapienti sat*, односно „Паметни ће разумети“!

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јагдиш Багвати : У одбрану глобализације, „Службени гласник“, Београд, 2008.
- [2] Федерико Мајор : Сутра је увек касно, Југословенска ревија, Београд, 1991.
- [3] Саво Трифуновић : Радни морал, „Машински факултет“, Краљево, 1996.
- [4] Саво Трифуновић : Дискурс о едукацији научно – стручног потенцијала у пољопривреди „Агрознање наука-технологија-пракса“, 2/2003.
- [5] Саво Трифуновић : Неки аспекти системског приступа – нове сазнајне парадигме, „ИМК-14, истраживање и развој, година XI, број (20-21), 1-2/2005.
- [6] Саво Трифуновић : Неки аспекти примене холистичког концепта у дефинисању појма културе рада, ИМК-14, истраживање и развој, година X, број (18-19), 1-2/2004.
- [7] Саво Трифуновић : Од једног до једног увод у континуум сазнања, „Машински факултет“ Краљево, 2007., стр. 21.
- [8] Карл Јасперс : Филозофија егзистенције, „Просвета“, Београд, 1967.
- [9] Саво Трифуновић, Златан Шошкић, Драган Петровић : Прилог промишљању и експликацији кретања са освртом на судар вагона, „ИМК-14, истраживање и развој“, година XI, број (22-23), 3-4/2005.
- [10] Аристотел : Никомахова етика, „БИГЗ“ (Велика филозофска библиотека), Београд, 1980.
- [11] Џон Најзбит : Мегатрендови, десет нових смерова развоја који мењају наш живот, „Глобус“, Загреб, 1985.
- [12] Живот и дело српских научника, уредник академик Милоје Р. Сарић; «САНУ», едиција Биографије и библиографије, књига I; II одељење; Одбор за проучавање животног и рада научника у Србији и научника српског порекла; Београд, 1996.
- [13] Драгољуб Јовановић: Нови Антеј , друго издање, Београд, 1946.

АНАЛИЗА БУКЕ ПРИ ВАЗДУШНОМ КОЧЕЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Бранислав Гавриловић¹, Зоран Бундало²

¹ Висока Железничка Школа Струковних Студија, Здравка Челара 14, 11000 Београд, gavrilovicbranislav5@gmail.com

² Висока Железничка Школа Струковних Студија, Здравка Челара 14, 11000 Београд, cheminot2@gmail.com

Резиме: У раду је представљен осцилациони систем са којим је идентификован механизам настанка буке при ваздушном кочењу железничких возила. За овако идентификован осцилујући систем описан је, испитан и верификован симулацијски модел за описивања настанка буке. Успостављени симулациони модел има могућности истраживања понашања посматраног система у зависности од већег броја утицајних параметара при кочењу возила као што су: маса и материјал папуча и њиховим променама, од облика и величине карактеристике коефицијента трења, од облика и интензитета силе притиска на папуче, од механичких веза папуче са осталим деловима возила изражене преко одговарајућих вредности коефицијента еластичности и коефицијента пригушења, од брзине возила, од утицаја околине и временских прилика итд.

Кључне речи: Механизам кочења, бука, хабање, точак.

1. УВОД

При експлоатацији свих железничких возила, неминован је и природан процес хабања венца моноблок точка и површине котрљања, који је грубо речено резултат трења насталог у додиру моноблок точка са шином и папучом за кочење. Јако велико трошење венца и површине круга котрљања моноблок точка присутно је на пругама са већим падовима где се у том случају интензивније употребљавају кочнице које продукују трошење венаца [6]. Приликом кочења, а пре заустављања железничких возила присутна је и свима позната појава буке од механизма за кочење.

Бука али и процес хабања моноблок точка и површине котрљања приликом кочења често се објашњава чињеницом да папуча као маса обешена на механизам кочења и на рам железничког возила ипак није идеално круто везана, већ еластично уз велике коефицијенте еластичности и пригушења и као таква представља осцилујући систем.

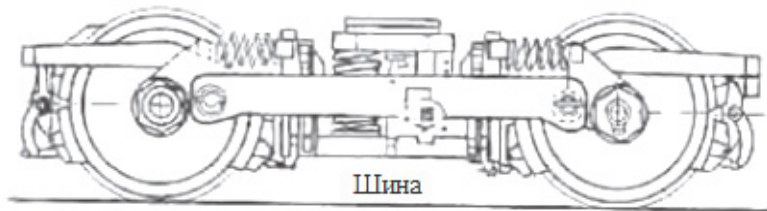
За овако идентификован осцилујући систем у раду ће бити описан, испитан и верификован симулацијски модел за описивања механизма настанка буке кочионог механизма железничких возила при кочењу. Због наведених разлога приступило се и одговарајућим мерењима и изради програма за обраду доминатних компоненти буке која се јавља при ваздушном кочењу жељезничких

возила (при брзинама мањим од 5 m/s). Упоредјујући резултате мерења буке са резултатима утицаја силе кочења у настанку буке кочионог механизма у раду су изведени и одговарајући егзактни закључци везани за хабање венаца и површине котрљања точкова железничких возила.

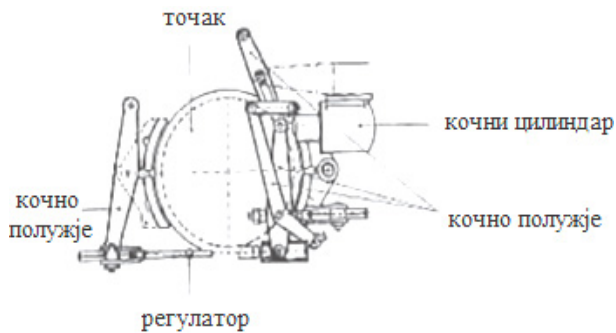
Прихватајући овакав симулациони модел настанка буке од кочионог механизма железничких возила циљ аутора овог рада је да укаже и на егзактни удео силе кочења и осталих релевантних параметара осцилаторног система у настанку буке али и хабања венца и површине котрљања точка (настанак оштрих венаца, равних места, налепнице те рисева на површини котрљања).

2. ФИЗИЧКИ И МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ОСЦИЛУЈУЋЕГ СИСТЕМА

Обртно постоље са кочионим папучама и деловима механизма кочења приказани су на слици 1, а на слици 2 виде се и детаљнији односи папуча и точка као делова кочног механизма [2]. Папуче, механизам кочења заједно са точковима и железничким шинама чине систем кочења. Зна се да је бука последица клизања папуча кочног механизма по ободу точка и да је то високи јасни тон скоро увек исти и увек врло неугодан. Бука у овом систему упућује на појаву осцилација у фреквенцијама у чујном подручју.



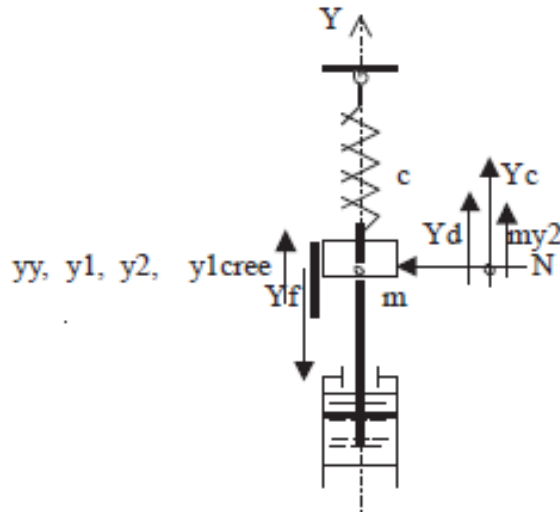
Слика 1. Обртно постоље



Слика 2. Кочиони механизам

Израда математичког модела најбоље се може пратити према слици осцилујућег система десне папуче кочионог механизма као на слици 3. На слици се виде структура система, силе и отпори као и њихови претпостављени смерови, ознаке и смерови величина кретања и клизања те параметри система као што су константа опруге, фактор пригушења и маса папуче.

Осцилаторни систем леве папуче кочионог механизма на истом моноблок точку истоветан је осцилаторном систему десне папуче, само што оса Y има обрнути смер, а у складу са тим и све величине мењају смер. Укупан ефекат на кочење добија се као векторски збир обе стране.



Слика 3. Осцилујући систем кочионе папуче

Диференцијална једначина осцилујућег система произилази из једначине за динамичку равнотежу сила:

$$m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + c \cdot y + 2 \cdot \lambda \cdot m \cdot \frac{dy}{dt} - \mu \cdot N = 0 \quad (1)$$

$$Y = -Y_c - Y_d + Y_f \quad (2)$$

где је:

$$Y = m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \text{ сила инерције кочионе папуче kN,}$$

m - масе кочионе папуча (могу бити различите, и то нове од 8 до 11 kg, а истрошене и пуно мање. При симулацији узета је нека средња маса папуче од 5 kg).

$$Y_c = c \cdot y \text{ - еластична сила опруге kN,}$$

c - коефицијент крутости опруге, $c = 1000000 \text{ kN/m [5]}$),

$$Y_d = 2 \cdot \lambda \cdot m \cdot \frac{dy}{dt} \text{ - сила пригушења kN,}$$

λ - константа вискозног пригушења система ($\lambda = 1000 \frac{1}{s} [5]$),

$Y_f = \mu \cdot N$ - сила трења kN, која је заправо спољашња активна сила на папучу и делује у посматраном тренутку у смеру негативне осе Y .

N - Сила притиска папуче на точак. (Највећи износ силе N варира код вагона и локомотива, и то од 36 до 60 kN. При симулацији осциловања система претпостављено је да ова сила у кратком временском периоду расте од нуле до пуног износа од 40 kN и да остаје на томе износу до заустављања возила).

μ - коефицијент трења папуче и точка.

Основна формула која се користи за израчунавање карактеристике коефицијента трења μ гласи [5]:

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{1}{1 + p \cdot y_{1cree}} \quad (3)$$

где је:

p - фактор који зависи од врсте материјала кочионих папуча и може бити врло различит (од 0,3 до 10). За кочионе папуче од ливеног гвожђа узима се да је $p = 5$.

μ_0 - коефицијент трења при брзини клизања $y_{1cree}=0$. (Као највећа вредност коефицијента трења најчешће се користи $\mu_0=0,3$, но симулациони модел омогућава и уношење других вредности).

y_{1cree} - брзина клизања папуче по точку m/s.

Брзина клизања папуче по точку y_{1cree} има смер позитивне полуосе Y и супротна је сили трења Y_f која има смер негативне полуосе - Y (слика 3). Међутим, при кочењу возила када настаје динамичко осцилаторно стање кочионог механизма брзина y_{1cree} може попримити и негативне вредности, а тиме се на основу израза (3) добијају се и негативне вредности коефицијента трења μ (слика 4) [5].

Кочиона папуча мирује обешена на оквир обртног постоља и ако не кочи, нема додира са точком, па је брзина клизања y_{1cree} нула, а обимна брзина точка

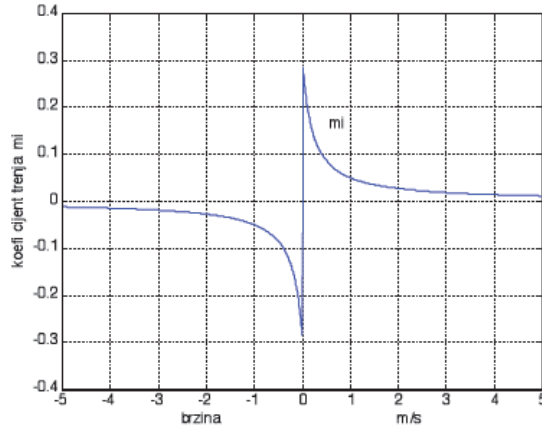
одговара брзини возила $x_1 = \frac{dx}{dt}$. При кочењу возила када настаје динамичко осцилаторно стање кочионог механизма брзина y_{1cree} добија се као векторски

збир задате брзине возила $x_1 = \frac{dx}{dt}$ (орјентисане дуж x -осе) и осцилујуће брзина кочионе папуче y_1 :

$$y_{1cree} = x_1 + y_1 \quad (4)$$

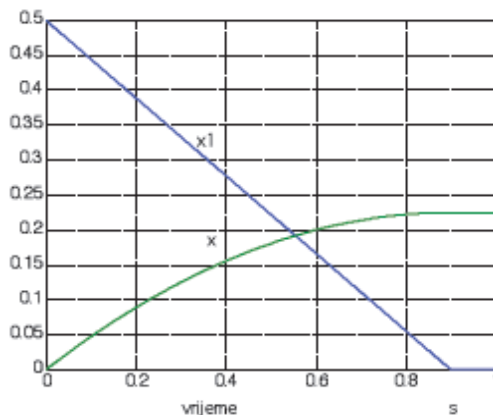
Радна тачка на кривуљи коефицијента трења у почетку кочења, уз неку већу брзину возила, налази се увек на делу криве десно, даље од координатног почетка са мањим вредностима, али и са малим негативним нагибом

карактеристике коефицијента трења. Негативни нагиб је мали код већих брзина возила, а код мањих брзина тај је нагиб све већи, док се не пређе максимална тачка и тада нагиб постаје нагло велик и позитиван. У делу процеса са повећаним негативним нагибом треба очекивати настанак осцилација, које настају као самопобудне, и тада се јавља бука кочионих папуча [1]. Приликом великих осцилација могло би се прећи координатни почетак па и наставити иза почетка, у негативно подручје брзине клизања.



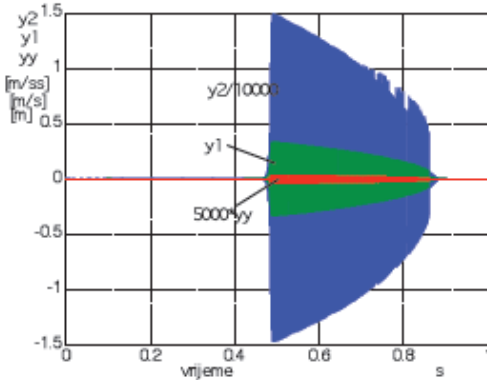
Слика 4. Зависност коефицијента трења μ као функција брзине клизања папуче по тачку

Брзина возила x_1 обично се задаје као идеална линеарна опадајућа функција у зависности од времена у подручју малих брзина непосредно пре заустављања возила, јер тада и настаје бука кочница што приказана је на слици 5. Највећа брзина на почетку посматрања износи 0,5 m/s и након кратког времена (око 1 s) линеарно падне на нулу. Таква брзина возила одређује и успорење возила од око $0,5 \text{ m/s}^2$, што би и уз уведена поједностављења требало одговарати стварном процесу код заустављања. Уз унапред дефинисану брзину возила и уз познату релацију $x_1 = dx/dt$ интегрирањем брзине може се израчунати пређени пут возила у посматраном времену.

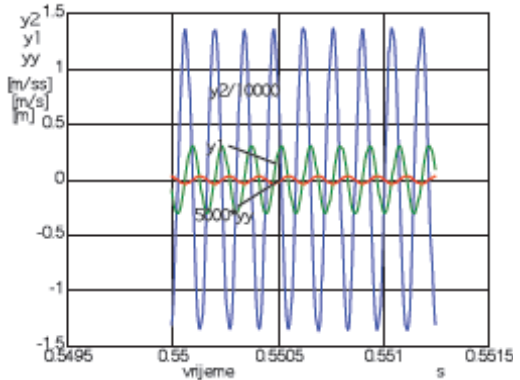


Слика 5. Брзина и пут возила

На основу описаног математичког модела и наведених вредности утицајних параметара анализираног осцилаторног система симулацијама у Матлаб-Симулинку дошло се до изгледа промене помака (y), брзине (y_1) и убрзања (y_2) кочионе папуче као на слици 6а и 6б.

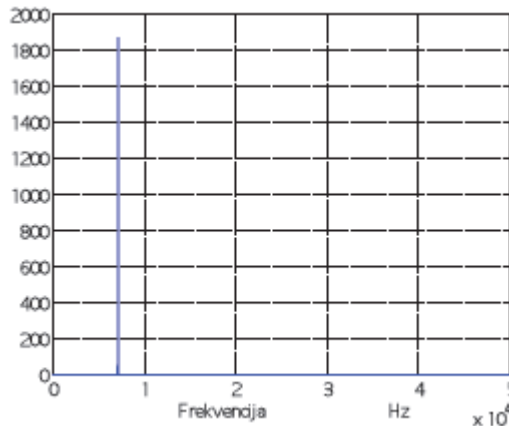


Слика 6а. Убрзање, брзина и помак папуче



Слика 6б. Зумирани део убрзања, брзине и помака папуче

У периоду осцилација амплитуде осцилујуће брзине y_1 папуче достигале су вредност од 0.3301 m/s , а убрзање чак и јако велику вредност од $y_2=14879 \text{ m/s}^2$. Фреквентном анализом сигнала осцилујуће брзине y_1 као на слици 6 применом Фуријеве анализе дошло се резултата као на слици 7. Фреквенција ове брзине може се прочитати са слике и износи око 7000 Hz што одговара и фреквенцији буке при кочању воза.



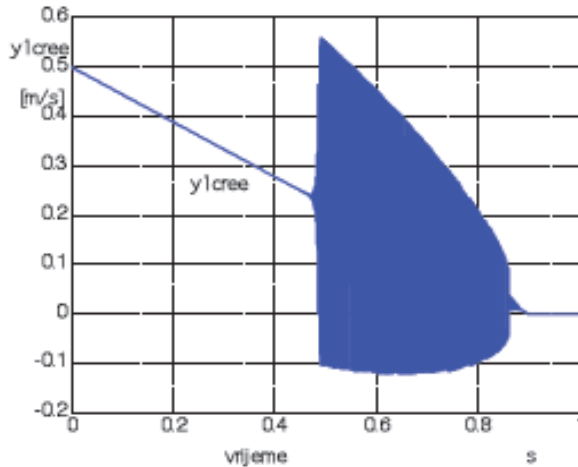
Слика 7. Фреквентна анализа осцилујуће брзине y_1 кочионих папуча

Ако се у зглобу папуче и кочионог механизма (прстен од мало еластичног материјала у споју папуча – механизам) одабере мало еластичнија веза, тј. ако се уместо коефицијента еластичности $c=1000000 \text{ kN/m}$ узме да је $c=100000 \text{ kN/m}$, добије се фреквенција буке при кочењу железничког возила од око 700 Hz .

Временска промена брзина клизања папуче по точку $y_{1cree} = x_1 + y_1$ при задатој брзини возила x_1 приказана је на слици 8.

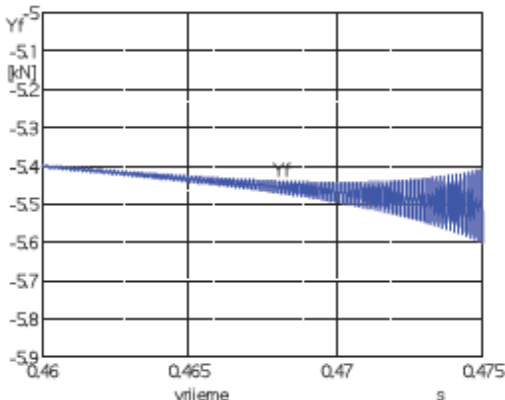
У првом делу криве брзине клизања y_{1cree} прати обимну брзину точка x_1 све до почетка осцилација папуче, а затим осцилује од - 0,1214 до 0,5578 m/s.

Сила трења делује на папучу увек у смеру супротном од брзине клизања. У првом делу процеса заустављања, сила Y_f пада од нуле у негативно подручје деловањем сталне силе притиска N , али и од деловања коефицијента трења μ , који према његовој карактеристици расте са смањењем брзине клизања (слика 9). Највећа вредност те силе на мирном делу процеса нешто је већа од 5 kN, а највећа негативна амплитуде код осцилација износи $Y_f = -11.4285$ kN.

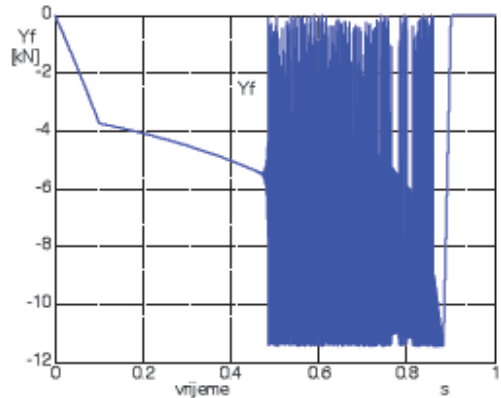


Слика 8. Брзина клизања папуче

Сила трења је у негативном подручју, а по дефиницији има супротни смер брзине клизања папуче. Осцилације те силе су око тренутне радне тачке, која шета од десног крака преко максимума до нуле, па и у негативно подручје карактеристике коефицијента трења.



Слика 9а. Настанак осцилација силе трења



Слика 9б. Сила трења

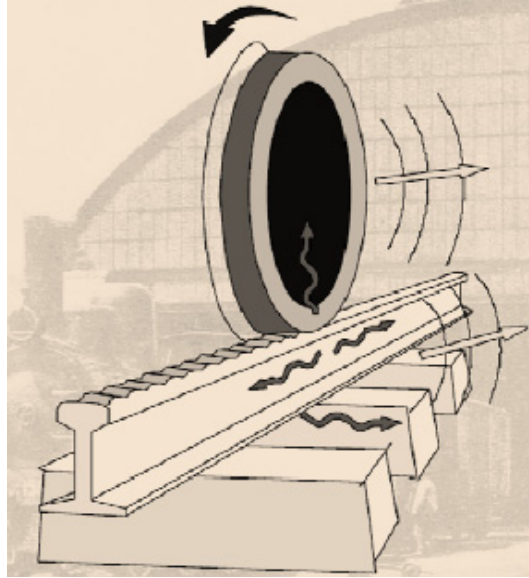
Због осцилаторног карактера силе трења при кочењу као на слици 9, хабање венца и површине котрљања точка је интензивније у односу на случај да ова сила није осцилаторна. Енормно трошење венца и површине круга котрљања точкава јесте на пругама са већим падовима где се у том случају интензивније употребљавају кочнице које продукују трошење венца. Ово чак може резултирати у појави ткз. рисева по површини котрљања моноблок точка (слика 10), али и предгревање точкава и додатног напонског стања моноблок точкава, што често доводи до промене чврстоће материјала точка и тиме буде угрожена безбедност саобраћаја [6].



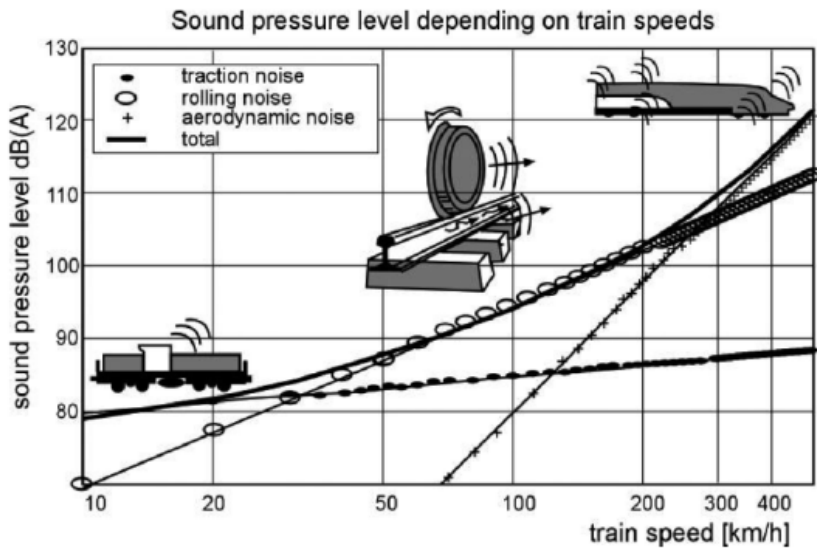
Слика 10. Рисев по површини котрљања точка

3. ИЗВОРИ БУКЕ ПРИ КОЧЕЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Осцилаторни карактер силе трења између кочионе папуче и точка генерише различите нивое буке. Таква бука је предмет посматрања у овом раду. Међутим, бука при кочењу железничких возила не потиче само од вибрација посматраног система већ може потицати и од вибрација проузрокованих интеракцијом точка и железничке шине при кочењу возила (слика 11). Интеракција точка и железничке шине је заправо последица адхезионе силе између њихових додирних површина. Адхезиона сила проузрокује вертикалне вибрације точка и горњег строја железничких пруга с обзиром на њихове динамичке карактеристике. Таласне дужине ових вибрација на возној површини шине су у функцији брзине возила и крећу се од 5-500 mm (а при кочењу од 5-500 mm) [7]. Досадашња истраживања указују да се при вучи возова доминатни извори буке мењају у зависности од брзине кретања возила (слика 12). Из слике 12 може се уочити да при вучи возова и брзинама возила од 0 до 40 km/h доминатан извор буке потиче од рада уређаја и опреме вучног струјног кола и компресорских агрегата возила. При брзинама од 40 до 250 km/h доминатан утицај у буци има интеракција точка и шине, а док на брзинама изнад 250 km/h доминатан је утицај аеродинамичке буке проузроковане турбуленцијом ваздуха на или поред површине возила у кретању.



Слика 11. Интеракција точка и површине шине



Слика 12. Зависност нивоа буке од брзине возила

На основу слике 12 може се закључити да се при кочењу железничких возила и брзинама нижим од 5 m/s (које су узете у анализу) утицај интеракције точка и шине може занемарити. Међутим, при овим брзинама поред доминатне буке генерисане од осцилаторног кочионог система, мора се водити рачуна и о буци која потиче од рада вучних мотора (усисни и издувни процес код дизел мотора који је уједно и најбучнији), систему за хлађење мотора, мењачком систему преносника снаге и систему вентилације која може износити до 80 dB(A).

4. ПАРАМЕТРИ И МЕРЕЊЕ БУКЕ ПРИ КОЧЕЊУ

Технички посматрано, бука (звук) је осцилација притиска у ваздуху која се јавља из правца извора. Бука при ваздушном кочењу железничких возила може да се генерише, у принципу на три начина:

- вибрирање чврстих конструкција осцилационог система кочионе папуче (слика 3),
- кретање ваздуха дуж чврстих конструкција осцилационог система кочионе папуче (проток ваздуха преко кочионих папуча и точка),
- турбулентно мешање ваздуха који се брзо креће са ваздухом који се релативно споро креће, у осцилаторном систему кочионе папуче.

Бука има читав низ параметара неопходних за њено дефинисање или описивање. Навешћемо следеће:

- брзина распрострањања,
- фреквенција,
- таласна дужина и
- звучни притисак и
- интензитет (јачина) буке.

Брзина којом се звучни таласи шире назива се "брзина распрострањања" или једноставно брзина звука. Брзина звука је константна и независна је од амплитуде звука. Фреквенција буке може се дефинисати као број звучних таласа или зона компресије који се крећу иза фиксне тачке у току неког временског периода (Hz). Бука више фреквенције је опаснија од буке ниже фреквенције пошто делови осцилацијског система који имају више фреквенције брже вибрирају. Бука из више различитих извора производи звук који је вишег нивоа него било који из појединачног извора.

У погледу човековог слуха, фреквенција звука се углавном дели на три категорије:

1. инфразвук (мање од 15 Hz),
2. чујни звук (15 до 20 000 Hz) и
3. ултразвук (преко 20 000 Hz).

Таласна дужина буке је растојање између зона компресије. Звуци веома високе фреквенције имају кратке таласне дужине, а ниско фреквентни звуци дугачке таласне дужине. Односно, фреквенција звука је обрнуто пропорционална таласној дужини. Познавање фреквенције буке (а посебно таласне дужине) важно је због неколико разлога. Прво, фреквенција буке представља кључ решења за идентификацију извора буке, као што фреквенција вибрација помаже да идентификујемо проблем вибрација на неком систему. Брзина или фреквенција при којој нека конструкција вибрира одређује фреквенцију буке која се шири. Због тога, вибрацију од 100 Hz може да генерише звучни талас од 100 Hz. Друго, фреквенција буке која се генерише одређује, такође, у многим случајевима који метод треба употребити да би се бука могла контролисати. На пример, ако је ниво вибрација релативно низак, бука која се генерише може да се квалификује као, инхерентна (својствена) раду техничког система.

Када извор звука вибрира, те вибрације доводе до промене притиска у околном ваздуху. Вибрације звучног притиска суперпонирају се са статичким притиском околног ваздуха који има вредност око 10^5 Pa. Поредиши са вредностима статичког притиска ваздуха, чујне варијације звучног притиска имају врло мали опсег који се креће од $20 \mu\text{Pa}$ (10^{-6} Pa) до 100 Pa. Најмања вредност звучног притиска коју људско ухо може регистровати је $20 \mu\text{Pa}$, те се ова вредност притиска назива праг чујности. Звучни притисак нивоа 100 Pa је толико гласан да изазива бол, те се ова вредност притиска назива граница бола. Однос између ових екстремних вредности звучног притиска је већи од $10^6:1$. Директна примена линеарне скале у паскалима за исказивање вредности звучног притиска произвела би употребу енормно великих и незграпних бројева. Поред тога, људско ухо не одговара линеарно на звучне подражаје него логаритамски. Из ових разлога, увидело се да је пуно практичније изразити акустичке параметре логаритамским односом измерене величине притиска p и референтне вредности притиска $p_0=20 \mu\text{Pa}$. Јединица за овај логаритамски однос величина притиска је децибел [dB].

Ниво звучног притиска L_p дефинисан је логаритамском вредношћу количника измереног звучног притиска p и референтне вредности притиска p_0 која одговара прагу чујности, $20 \mu\text{Pa}$. Реч ниво придодата је звучном притиску да би означила да величина има одређену вредност изнад референтног нивоа, а симбол за ниво је L_p , и дата је релацијом:

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (5)$$

Интензитет или јачина буке (звуча) дефинише се као енергија коју звучни талас преноси у 1 s кроз 1 m^2 површине постављене нормално на правац простирања таласа. Изражава се у W/m^2 и дата је следећим изразом:

$$I = \frac{p^2}{\rho \cdot c} \quad (6)$$

где је: p - звучни притисак,
 ρ - густина средине,
 c - брзина светлости.

Интензитет или јачина звука као и ниво звучног притиска изражава у логаритамском односу измерене јачине буке I и референтне вредности јачине звука $I_0=10^{-12} \text{ W/m}^2$. Јединица за овај логаритамски однос јачине буке је такође децибел [dB].

Интензитет или јачина звука као акустички параметер се користи за лоцирање извора буке док звучни притисак је најважнији параметер за оцењивање штетног деловања буке на човека.

У пракси је чест случај да ниво звучног притиска буке варира, мање или више током времена. Да би се могло процењивати штетно дејство такве, временски променљиве буке уведен је еквивалентни ниво звучног притиска буке. Еквивалентни ниво звучног притиска буке L_{Aeq} је онај обрачунати ниво буке који по штетном дејству одговара временски променљивом нивоу мерене буке и израчунава се према следећем изразу:

$$L_{Aeq} = 10 \log \sum_{i=1}^n \frac{1}{100} (t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i}), \quad \text{dBA} \quad (7)$$

где је t_i време трајања i -тог нивоа L_i , изражено у процентима у односу на укупни временски интервал у којем је бука мерена.

У случајевима када то пракса или прописи захтевају, одређују се за буку променљивог нивоа и неке друге обрачунате вредности. Тако се на основу статистичке обраде измерених вредности нивоа буке долази до кумулативне расподеле која показује који део времена су, за посматрани временски интервал, премашени одабрани нивои. У пракси се најчешће одређују следеће вредности:

L_{10} – ниво буке који је премашен током 10% времена;

L_{50} – ниво буке који је премашен током 50% времена и

L_{95} – ниво буке који је премашен током 95% времена.

Из горњих дефиниција можемо закључити да је L_{95} практично ниво буке амбијента, L_{50} средња вредност нивоа буке у одабраном интервалу времена (често се узима као мерило на основу којег се процењује штетност), а L_{10} средња вредност свих вршних нивоа буке у средини где је ниво буке низак.

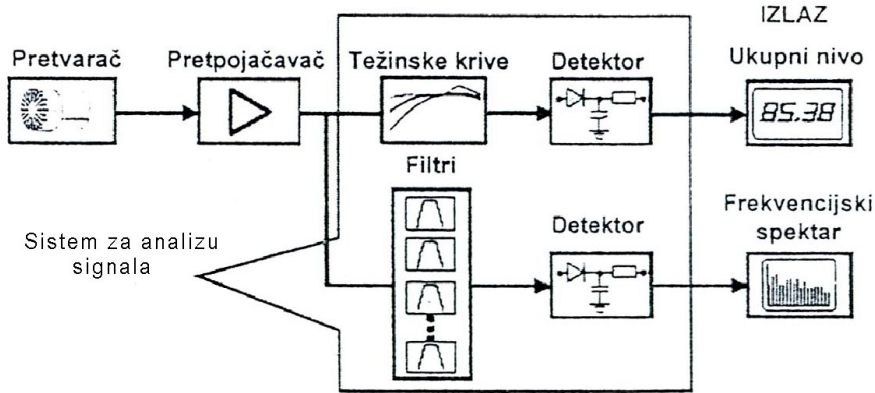
Процењивање ометајућег и штетног дејства буке могуће је у пуној мери, тек када имамо прецизне податке о временској заступљености нивоа буке у посматраном интервалу времена. На пример, код праћења кумулативног дејства буке за време процеса кочења морамо знати колико тачно траје бука одређеног нивоа. Временске промене нивоа буке су битне и за израчунавање еквивалентног нивоа буке L_{Aeq} . У нашем националном законодавству дефинисано је коришћење еквивалентног нивоа буке за мерење и оцењивање буке друмског и железничког саобраћаја.

Пошто је бука при кочењу железничких возила комплексна звучна појава, потребно је при анализи њеног ометајућег и штетног дејства познавати распоред и јачину компонената од којих је састављена. Разлагање буке на компоненте остварује се филтрирањем помоћу филтара пропусника опсега фреквенција у мерним инструментима. Тако добијене вредности постају мерило нивоа компонената буке које се налазе у одабраном опсегу.

Данас су у употреби веома различити инструменти који се користе за мерење параметара буке у амплитудском, временском и фреквенцијском домену. Иако по природи мерни ланац може бити аналогни, дигитални, или заснован на одређеном софтверском решењу, он се увек састоји од неколико основних делова приказаних на слици 13.

Претварач претвара звучне осцилације изазване дејством звучних таласа у електричне сигнале. Појачавач појачава електрични сигнал релативно мале амплитуде који се добија на излазу претварача. Због потребе симулирања

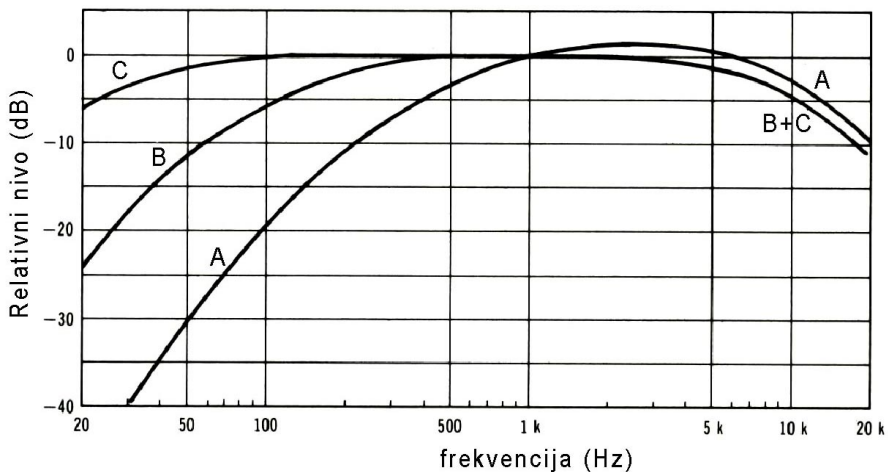
нелинеарности механизма перцепције човековог уха за практичне потребе утврђена је фреквенцијска корекција која је по својој природи блиска фреквенцијској карактеристици слушања. Она се обично остварује са једним филтром који се укључује испред детектора којим се мери ефективна вредност сигнала. Тај филтар је намењен за анализу сигнала у фреквенцијском домену. Као резултат ове анализе добија се фреквенцијски спектар анализаног сигнала.



Слика 13. Мерни ланац за мерење и анализу буке

У циљу добијања тренутног нивоа сигнала испред детектора се уводи систем ткз. тежинских кривих као на слици 14. Систем тежинских кривих има задатак да пондерише сигнал у фреквенцијском домену чиме се добија тренутни ниво сигнала са одређеном (А, Б, Ц или линеарна) пондерацијом. У зависности од изабране пондерације филтер добија одговарајућу ознаку ("А", "В" или "С" филтар) па се тако добијени подаци о нивоу буке изражавају у јединицама које се називају dBA (чита се "децибели а") или dBC ("децибели с") и сл.

Стандардизоване тежинске криве које се користе у мерном ланцу за одређивање тренутног нивоа звучног притиска дате су на слици 14.



Слика 14. Стандардизоване тежинске криве (А, Б и Ц)

У зависности од структуре система за анализу сигнала, инструменти за мерење буке се могу поделити у три групе: инструменти за мерење укупног нивоа буке (систем за анализу сигнала садржи тежинске криве и детектор сигнала), инструменте за фреквенцијску анализу буке (систем за анализу сигнала садржи скуп филтара и детектор сигнала) и инструменти који су комбинација ова два типа.

У нашем истраживању коришћен је дигиталан уређај за мерење укупног нивоа и фреквентну анализу буке типа Bruel & Kjaer тип 2250, серијски број 2736266.

5. ПРЕГЛЕД ЗАКОНСКЕ РЕГУЛАТИВЕ И СТАНДАРДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ ВЕЗАНИХ ЗА БУКУ

Један од најважнијих задатака заштите од буке па и оне настале при кочењу железничких возила јесте доношење прописа на националном нивоу о начинима мерења буке, о дозвољеним нивоима буке, као и о начину контроле и санкционисања загађивача буком. Ово због тога што је дејство буке на човека вишеструко штетно. Бука при кочењу железничког возила не само да утиче на рад појединих органа и опште стање организма железничких радника већ и на њихове комуникације, а на тај начин и на безбедност железничког саобраћаја. Сем тога, ова бука угрожава и људе у близини железничких пруга (поготово ноћу).

Штетно дејство буке на радном месту у нашој земљи је први пут дефинисано документом „Правилник о општим мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама“ (Службени лист СФРЈ бр. 45/71). У оквиру прописа “Закон о заштити од буке у животне средине, (Службени гласник РС, број 36/2009 и 88/2010, 1991)) дефинисане су основне обавезе субјеката у заштити од буке и вибрација.

Максимални дозвољени нивои буке у животној средини дати су у документу “Правилник о дозвољеном нивоу буке у животној средини”, (Службени гласник РС, број 4, 1992). Овим Правилником максимално дозвољена вредност буке се ограничава на 115 dBA, када је реч о буци која релативно кратко траје (15 минута и краће) као што је бука при кочењу железничких возила (15 минута и краће). Максимални дозвољени нивои буке у животној средини у окружењу железничких пруга и станица, зависе од типа зоне о којој се ради и дате су у табели 1.

Методe иситивања буке дефинишу се у Стандарду SRPS ISO 1996-1: 2010-Акустика – описивање, мерење и оцењивање буке у животној средини – Део 1: Основне величине и процедуре оцењивања и у Стандарду SRPS ISO 1996-2: 2010 Акустика – описивање, мерење и оцењивање буке у животној средини: Део 2: Одређивање нивоа буке у животној средини.

Међутим, за оне карактеристичне величине из домена буке за које не постоје домаћи прописи или стандарди дозвољено је да се примењују међународни стандарди Интернационалне организације за стандардизацију (ISO). Ови стандарди су веома корисни када се ради и мерним методама и процењивању буке, али не садрже критеријуме нити се за ту сврху могу применити.

Критеријуме треба да утврде национални стандарди. Поред стандарда ISO, у пракси се поштују и друге међународне и националне норме и препоруке (IEC, EN, DIN, и друге). За ретке случајеве, где не постоје међународни или национални стандарди или препоруке, користе се и ставови најмеродавнијих аутора из литературе.

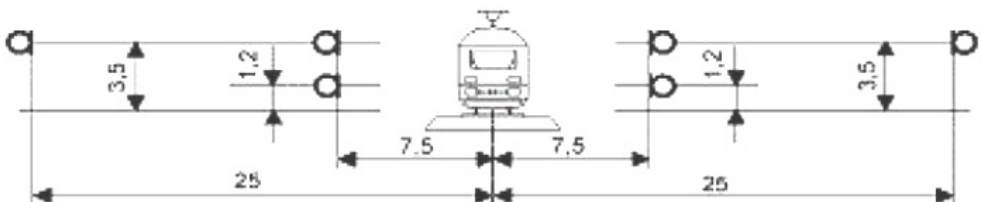
Табела 1. Највиши дозвољени ниво буке у окружењу железничких пруга и станица

| Зона | Максималне вредности континуалног или еквивалентног нивоа буке у dBA | | |
|--|--|--------------------------------|--------------|
| | Дан (07–20h) | Међу период (06–07h), (20–22h) | Ноћ (22–06h) |
| Болнице, зоне за одмор, села | 45 | 40 | 35 |
| Стамбене четврти, зоне са slabим саобраћајем | 50 | 45 | 40 |
| Градска насеља | 55 | 50 | 45 |
| Градска насеља са мањим трговинским центрима | 60 | 55 | 50 |
| Индустријске зоне | 65 | 60 | 55 |
| Зоне са тешком индустријом и главним саобраћајницама | 70 | 65 | 60 |

6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО ИСТРАЖИВАЊА

У циљу верификације добијених резултата описаним математичким моделом приступило се и одговарајућим мерењима буке при кочењу теретног воза са локомотивом серије 461. Метод испитивања буке спроведен је сагласно Стандарду SRPS ISO 1996-1: 2010- Акустика – описивање, мерење и оцењивање буке у животној средини – Део 1: Основне величине и процедуре оцењивања и Стандарду SRPS ISO 1996-2: 2010 Акустика – описивање, мерење и оцењивање буке у животној средини: Део 2: Одређивање нивоа буке у животној средини.

Описани уређај за мерење буке из тачке 4 овог рада био је постављен у железничкој станици Обреновац на удаљености 7,5 m од осе колосека са микрофонима на висини 1,2 m и 3,5 m (слика 15). Да би се елиминисао утицај буке од рада вучних мотора и система вентилације, звучни запис кочења започињао је при брзини од 5 m/s и искључењем раду свих вучних мотора и помоћних машина за вентилацију уређаја и опреме локомотиве [4].



Слика 15. Позације микрофона приликом мерења буке

Мерење је спроведено 06.12.2013. године од 23:48:43 до 23:51:38 при брзини ветра од 0,5 m/s, атмосферском притиску 1019,8 mBar, релативној влажности 36,8% и температури ваздуха од 13,5 °C. Резултати мерења нивоа буке приказани су у табели 2, а њена фреквентна анализа приказана је на слици 16.

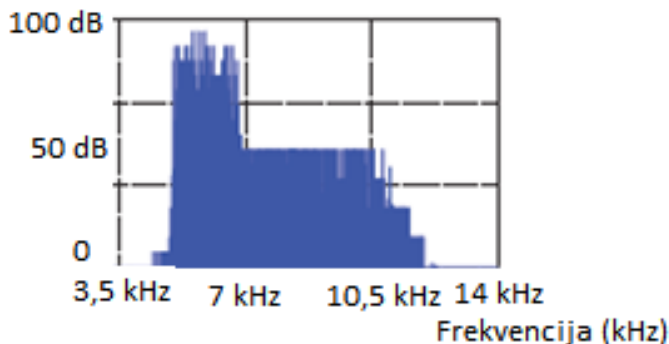
Табела 2: Статистички ниво буке

| L_{max} | L_{min} | L_1 | L_{10} | L_{50} | L_{95} | L_{eq} |
|-----------|-----------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 99,8 | 50,5 | 98,4 | 83,2 | 77,1 | 53,1 | 83,8 |

Појављивање високог тона исте фреквенције од око 7000 Hz, као оне која је добијена симулацијом механичког осцилаторног система кочионе папуче непосредно пре заустављања, највећа су потврда исправности поступка и функционалности описаног симулационог модела.

С обзиром да је спроведеним мерењем установљен еквивалентни ниво буке од $L_{eq} = 83,8$ dBA који је нижи од 115 dBA прописан „Правилник о општим мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама“ може се закључити да железнички радници још увек нису угрожени овом буком. Међутим, измерена вредност нивоа буке при кочењу локомотиве на основу табеле 1 може јако штетно деловати на животну средину у околини железничких пруга и станица (нарочито у градским насељима ноћу).

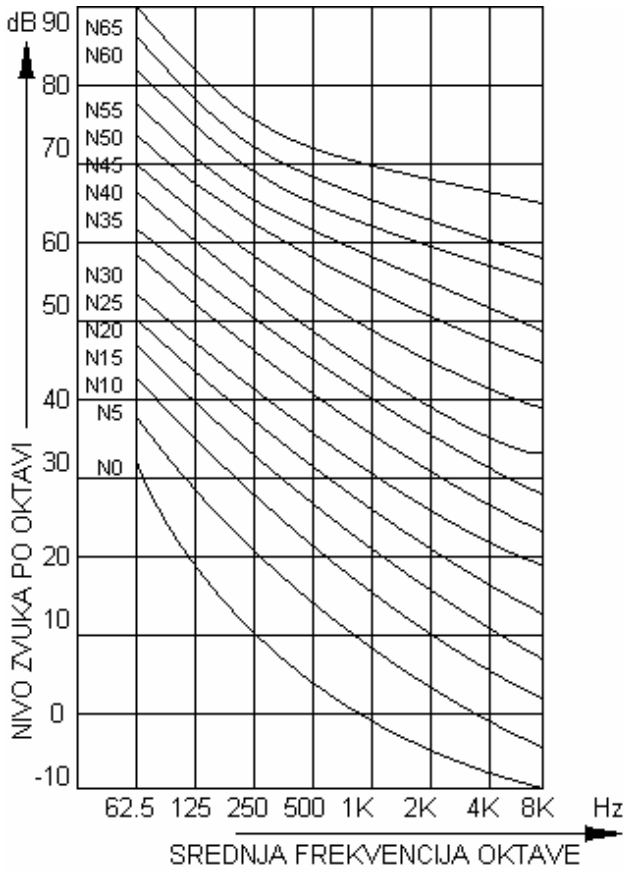
Nivo buke (dB)



Слика 16. Фреквентна анализа измереног звучног сигнала при кочењу

За процену штетности анализиране буке користе се N криве, приказане на слици 17.

N крива се бира уз помоћ табеле 3 користећи прихватљиве вредности буке које су ниже за 5 dBA од вредности максималног допуштеног нивоа буке из табеле 1. Знајући фреквенциски опсег буке при кочењу (који се на основу успостављеног симулационог модела може кретати у опсегу од 700 до 7000 Hz) и усвајајући одређени N – критеријум у функцији од зоне у окружењу железничке пруге, добијају се подаци о потребном слабљењу звука и потребној акустичној изолацији.



Слика 17. Стандардизоване N криве

Симулациони модел описан у раду има могућности истраживања понашања посматраног осцилаторног система у зависности од већег броја утицајних параметара као што су: маса и материјал папуча и њихове промене, од облика и величине карактеристике коефицијента трења, од облика и интензитета силе притиска на папуче, од износа и границе механичких веза папуче са осталим деловима возила изражене преко одговарајуће вредности коефицијената еластичности и коефицијената пригушења, од брзине возила, од утицаја околине и временских прилика итд.

Тако на пример може се рећи да бука генерисана процесом кочења у великој мери зависи и од врсте материјала кочионих папуча (у математичком моделу узето у обзир преко фактора p). Наиме, при кочењу точка кочицом са уметцима од сивог лива, услед површинских неравнина проузрокованих дејством кочионих уметака регистровани ниво звука је био дупло виши него у случају кочења на истој пружи кочицом с уметцима од компонованог (композитног) материјала. Ово је због тога што су са кочионим папучама од компонованог материјала амплитуде осциловања система мање.

Табела 3. Одговарајуће вредности нивоа прихватљиве буке

| КРИТЕРИЈУМ | НИВО БУКЕ (dBA) | ОПИС И ПОСЛЕДИЦЕ БУЧНОСТИ |
|------------|-----------------|--|
| N25-N35 | 30-40 | Врло мирно |
| N35-N40 | 40-45 | Мирно, говор се чује до 10m даљине |
| N40-N45 | 45-50 | Задовољава у погледу бучности, говор се чује до 4 m |
| N45-N55 | 50-60 | Говор појачан, разумљив до 2 m |
| N55-N60 | 60-65 | Могућ разговор само 2-3 човека из близине |
| N60-N65 | 65-70 | Могућ умни рад рутинског карактера и рад управљан говорним командама и сигнаlima |
| N70 | 75 | Могућ физички рад са довољном прецизношћу и концентracијом |
| N80 | 85 | Могућ физички рад без умног напрезања |

7. ЗАКЉУЧАК

Кочиона папуча као овешана маса механизма кочења није идеално круто везана, већ еластично уз велике коефицијенте еластичности и пригушења па због тога представља део осцилаторног система.

За уочени осцилаторни систем при ваздушном кочењу железничких возила израђен је, испитан и верификован симулацијски модел. Избор параметара осцилаторног система и провера исправности симулационог модела извршени су фреквентном и амплитудном анализом тонова добијених приликом заустављања вучног возила и тонова величина кретања добијених на симулационом моделу.

Бука приликом заустављања последица је властитих осцилација система побуђеног силом трења која настаје док је радна тачка на кривој коефицијента трења са великим негативним нагибом који се има при малим брзинама возила.

Симулациони модел описан у раду има могућности истраживања понашања посматраног осцилаторног система у зависности од већег броја утицајних параметара при кочењу возила као што су: маса и материјал папуча и њихове промене, од облика и величине карактеристике коефицијента трења, од облика и интензитета силе притиска на папуче, од износа и границе механичких веза папуче са осталим деловима возила изражене преко одговарајуће вредности коефицијената еластичности и коефицијената пригушења, од брзине возила, од утицаја околине и временских прилика итд.

Због осцилаторног карактера силе трења при кочењу, хабања венца и површине котрљања тачка је интензивније у односу на случај да ова сила није осцилаторна.

Енормно трошење венца и површине круга котрљања тачкова јесте на пругама са већим падовима где се у том случају интензивније употребљавају кочнице које продукују трошење венаца. Ово чак може резултирати у појави ткз. рисева ро површини котрљања тачкова, али и предгревања тачкова и додатног напонског стања у тачкова, што често доводи до промене чврстоће материјала тачкова.

С обзиром да је спроведеним мерењем установљен еквивалентни ниво буке од $L_{eq}=83,8$ dBA који је нижи од 115 dBA прописан „Правилником о општим

мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама“ може се закључити да железнички радници још увек нису угрожени овом буком. Међутим, измерена вредност нивоа буке премашује дозвољене вредности прописане за животну средину у околини железничких пруга и станица (нарочито у градским насељима ноћу). Због ове чињенице морају се предузети и све потребне техничке мере везане за потребан ниво звучне изолације. Ове мере могу захтевати и примену кочница с уметцима од компонованог (композитног) материјала уместо сивог лива као и примену прстена у споју папуча – механизам од слабо еластичног материјала.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Hartung C. F., A Full-Scale Test Ring for Railway Rolling Noise, Department of Applied Mechanics/CHARMEC, Chalmers University of Technology, Göteborg, Svedska, 2002.
- [2] Драган Петровић, Владимир Александров, Железничка возила-основе, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу, Краљево, 2013
- [3] Periard F., Wheel-Rail Noise Generation: Curve Squealing by Trams, Thesis Technische Universiteit Delft, 1998.
- [4] Градски завод за јавно здравље Центар за хигијену и хуману екологију, Извештај о мерењу буке, Број: П-3 5074/7, Београд, Датум: 06.12.2013.
- [5] Симо Јањанин, Симулирање механизма трења осовинског слога на равnoj ровршини клизања, Прометни институт Љубљана, Љубљана, 2001.
- [6] Нухоцић С., Булатовић М., Утврђивање неисправности профила точкова железничких осовинских склорова”, Техничка дијагностика”, Број 3, стр. 9-13, 2009.год., Београд.
- [7] S. Lakušić, M. Bogut, Impact of rail weld geometry on tram wheel vibrations, INTER-NOISE '07, Istanbul, 2007.
- [8] Prašević, M, Cvetković, D.: Buka u životnoj sredini, Univerzitet u Nišu – fakultet zaštite na radu, 2005.
- [9] Branislav Gavrilović, Simulation of torsion moment at the wheel set of the railway vehicle with the traction electromotor for wavy direct current”, “Communications“ – Scientific Letters of the University of Zilina, pp. 5-9, Zilina, Slovakia, 2008.
- [10] Bojan Cene, Branislav Gavrilović, Magnetic field under the 3000 V DC electric overhead traction system, Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, Vol. 43, No. 4, Budapest, 2008.
- [11] Vojislav Vukadinovic, Branislav Gavrilovic, Simulations of trains traction of locomotives Series Tent 443, International Journal of Computer and Information Technology, Volume 02– Issue 06, November 2013.
- [12] Branislav Gavrilovic, Strategy Used for Control of an Active Filter in Electric Traction System of the Serbian Railways, Journal of Electrical and Control Engineering – JECE, Vol 2. No 2, pp 1-7, 2012.
- [13] Branislav Gavrilović, Milutin Đuričić, Aleksandar Maric: SCADA sistemi za potrebe daljinskog upravljanja stabilnim postrojenjima električne vuče, Istraživanje i razvoj, IMK -14 Oktobar, Godina XVII, Broj 3, Kruševac, 2011.
- [14] Branislav Gavrilovic, Zoran Bundalo, Milutin Djuricic, Savo Gavrilovic The wave distortion analysis of the voltage for contact line system at Serbian Railways”, VIII International Conference “Heavy Machinery - HM 2014”, Zlatibor, pp F.1-7 2014.

- [15] Branislav Gavrilovic, Rade Vasiljevic, Zoran Andjic: »Computer algorithm for determining influence of traction current on coefficient of friction and creep force for the electrotraction vehicle of “Serbian Railway, The sixth international triennial conference:«Heavy machinery HM 2008«, Mataruska Banja, pp. C.23-27, 2008.

ПУТЕВИМА ИНЖЕЊЕРСТВА У СРБИЈИ

Љубомир Лукић¹, Мирко Ђапић²

¹ Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу
36000 Краљево, Доситејева 19, lukic.lj@maskv.kg.ac.rs

² Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу
36000 Краљево, Доситејева 19, djapic.m@maskv.kg.ac.rs

Резиме: *Тридесетих година XIX века у Кнежевини Србији појавила се до тада непозната реч „инжинир“, која је пристигла из западно европских земаља и која је означила појаву нових стручних људи који стварају капитална материјална добра, неопходна новом добу и будућим генерацијама. У раду се приказују само неки од резултата пројекта ПИНУС, који се реализовао у периоду 1994.-1998. године под руководством професора др Владимира Шолаје, а који је имао основни циљ истраживање развоја инжењерства у Србији. Приказују се први српски инжењери и први технички подухвати, који су имали капитални значај за индустријски развој Србије и који су допринели даљем развоју инжењерске струке у Србији. Полуписмени ратници, који су водили Србију у првој половини XIX века, су знали колики значај за јачање и уређење државе имају „правителствени инжинири“, па су радили на стварању амбијента у коме су настала позната инжењерска имена и велика техничка остварења, која су била испред тадашњег времена и представљала значајне догађаје у историји развоја савременог света.*

Кључне речи: *ПИНУС, први инжењери у Србији, технички подухвати, развој индустрије.*

1. ШКОЛОВАЊЕ ИНЖЕЊЕРА У КНЕЖЕВИНИ СРБИЈИ

У Србији под Турцима није било организованог образовног система. Срби су били неписмени, а једино се могло учити читати и писати код попова, калуђера или у неком од средњовековних манастира. Вожд Карађорђе Петровић (1762-1817) је одмах по подизању Првог српског устанка 1804. године, наредио да се у сваком већем месту отварају мале школе [1]. Доласком Доситеја Обрадовића (1739-1811) у Србију, почела је 1808. године са радом и Велика школа у Београду, у којој су се школовали учитељи малих школа. Велика школа је имала око 40 ученика, који су пре уписа морали знати читати и писати. Међу њима су били Вук Стефановић Караџић (1787-1864) и синови српских војвода и војсковођа (Карађорђа, Миленка Стојковића, Васе Чарапића, Јакова Ненадовића, итд.). Када су Турци 1813. године угушили Први српски устанак, престала је са радом Велика школа и све мале школе по Србији. Вожд Милош Обреновић (1780-1860) је подигао 1815. године Други српски устанак, који је довео до стварања Кнежевине Србије 1817. године. Кнез Милош је преговарао и

подмићивао сувим златом бројне турске великаше, док није добио 1830. године Хатишериф турског „хришћанског“ султана Махмуда II (1789-1839), по коме је добио за себе наследно кнежевско достојанство, а за српски народ унутрашњу аутономију. Тиме су Срби стекли право да могу оснивати болнице, печатити књиге и отварати школе. Србија је добила прву штампарију 1831. године (383 године после прве Гутенбергове штампарије), а „Новине србске“ су почеле да се штампају у Србији почетком 1834. године, као наставак листа „Новине Србске“ чије је први број штампан у Бечу 1813. године.

Кнез Милош је 1833. године донео „Устав народних школа у Књажевству Србије“, као први званични државни документ о уређењу школског система у Србији. Први законски акт за оснивање школа „План за школе како имају постојати“ је донет 1836. године, по коме су школе подељене у две групе „правитељствене“ – државне и „обштествене“ – општинске. Правитељствене су биле три главне гимназије у Шапцу, Чачку и Зајечару и још 22 старије регионалне школе у разним местима у Србији. Била је препорука да свака општина у Србији издржава бар по једну општествено школу.

Сретењским уставом Кнежевине Србије из 1835. године је установљен Државни совјет са широким законодавним и извршним овлашћењима, који је предвиђао шест попечитељстава, од којих је једно било Попечитељство просвешћенија. Први попечитељ унутрашњих дела и просвешћенија је био Димитрије Давидовић (1789-1838), главни сарадник кнеза Милоша, његов лични секретар, успешан преговарач у Цариграду, писац Сретењског устава и поред кнеза Милоша најзначајнија личност Србије тог времена. Пошто је кнез Милош после само две недеље укинуо Сретењски устав, неке активности око формирања школа су настављене. После Турског устава из 1838. године, донет је акт о „Устројенију Централног правленија Књажевства Србског“ 1839. године, по коме је уведено Попечитељство правосудија и народног просвешћенија, са јасно дефинисаним дужностима и надлежностима попечитеља. Донето је и „Наставленије за учитеље“ 1838. године са саветима и препорукама за рад учитеља у школама.

Прва средња школа гимназија захваљујући Вуку Караџићу је отворена у Београду 1830. године, са три разреда. Пресељена је у Крагујевац 1833. године и после годину дана 1834. продужена је са три на четири разреда. У њој су учили будући државни чиновници. Показало се да је школовање будућих државних чиновника још увек недовољно, па је Попечитељство просвешћенија 1838. предложило кнезу Милошу „да се гимназија на степен Лицеума повиси“. После мишљења Комисије, Милош се сагласио са овим предлогом. Лицеј је почео са наставом у јесен 1838. године и био је организоан по угледу на Аустро-угарске Лицеје. Крајем школске 1840/41. године Лицеј је из Крагујевца пресељен у Београд у једну малу зграду, да би 1844. године био смештен у конаку Кнегиње Љубице све до 1863. године, када је усељен у новоподигнуто Капетан Мишино здање и променио назив у Велику школу са четворогодишњим школовањем и са три посебна факултета Филозофским, Правним и Техничким факултетом [2].

Инжењерско образовање је у почетку било општег карактера, да би тек после више деценија почела да се развијају инжењерска усмерења. Почетак наставе и

образовања на високошколском нивоу у области машинства везује се за 20.12.1873. године, када је на предлог Академског савета Велике школе на Техничком факултету уведен нови предмет Механика и наука о машинама. Указала се потреба за инжењерима машинске струке због стратешких државних планова изградње железничких пруга у Србији [3]. Нешто касније се Кнежевина Србија обавезала Берлинским конгресом 1878. године, да изгради железничку пругу од Ристовца код Врања према Солуну и до Цариброда према Софији [4]. Механика постаје самостални предмет од 1880. године [5], а Наука о машинама се предаје од 1887. године, такође као самостални предмет на Техничком факултету Велике школе. Технички факултет уводи 1897. године три одсека: Грађевинско-инжењерски, Архитектонски одсек и Машинско-технички одсек, који од 1900. године добија назив Одсек за машинске инжењере. Велика школа се проглашава Универзитетом 1905. године, па поред постојећих Правног, Филозофског и Техничког факултета у састав универзитета улазе и Богословски и Медицински факултет. Формирањем Универзитета предвиђено је да професори Универзитета буду „научењаци“ са одбрањеним докторатом. У то време није било професора са докторатом из области техничких наука, па је донета одлука да предност имају професори Техничког факултета који су „стручњаци“, инжењери са искуством и практичним остварењима, у односу на „научењаке“ са докторатом који нису технички образовани. Тај став се задржао неколико деценија касније на Универзитету у Београду, где су инжењери без доктората били професори све до краја 1970.-их година. Балкански ратови и Први светски рат прекидају рад Универзитета у Београду, да би тек 1919. године наставио са радом у Краљевини Југославији.

У настојању кнеза Милоша и његових сарадника, полуписмених српских јунака и устаника, да уређују Србију и успостављају државну власт, било је неопходно разматрати и основна техничка питања, која су била везана за изградњу саобраћајница, подизање јавних објеката, уређење вароши и водотокова и стварање војне одбрамбене моћи Србије и снабдевање становништва основним потребама. Била су потребна инжењерска знања, а не само мудрост и виспреност народних старешина. За крупније техничке захвате којима су се решавала кључна питања српског друштва за дужи период његовог политичког и привредног живота били су неопходни инжењери, које Србија није имала. На Лицеју се нису могли образовати инжењери, пошто је постојао општи, филозофски и православни одсек, а тек од 1853. године је уведено „Јестествословно оделење“ са природним наукама.

Прво школовање инжењера у Србији је почело 1846. године на Инцинирској школи у Београду, коју су уписивали свршени филозофи Лицеја. Школа је трајала само три године и завршила је само једна генерација, која је зими учила, а лети боравила на разним објектима који су били у изградњи. Престанком рада Инцинирске школе, велики број српских инжењера је стицао знање у разним градовима Европе, где су одлазили о трошку својих породица или као државни питомци са већ завршеним школовањем на Лицеју [6].

Истраживању живота и рада српских инжењера током XIX века се веома мало поклањало пажње. Међу најзнаменитијим Србима помињу се само инжењери

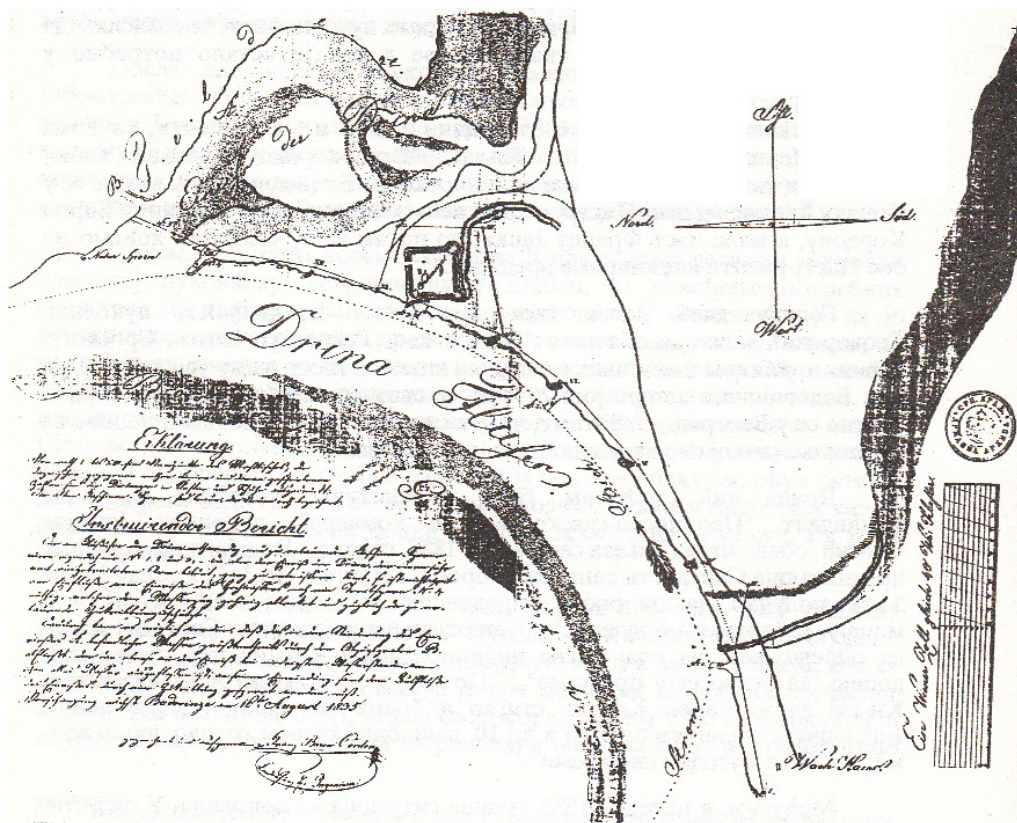
Михајло Пупин (1854-1935), Никола Тесла (1856-1943) и Милутин Миланковић (1879-1958), иако су сва тројица рођени у Аустро-угарској царевини, а велики број знаменитих српских инжењера је потпуно заборављен [7], [8], [9]. На иницијативу професора др Владимира Шолаје (1920-1998), Лола Институт је заједно са Заједницом техничких факултета Универзитета у Београду и Музејом науке и технике у Београду, 1993. године покренуо десетогодишњи пројекат ПИНУС – Путевима инжењерства у Србији (и у Срба), којим је руководио професор Шолаја, а Лола Институт је био институционални носилац реализације овог пројекта. Пројекат је подржало и Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије са министром и тадашњим потпредседником Владе Републике Србије професором др Слободаном Унковићем. У оквиру пројекта ПИНУС објављен је велики број публикација (Записи ПИНУС), одржан је већи број стручних скупова, предавања, изложби и других манифестација, са циљем да се укаже на значајну инжењерску прошлост и богату техничку традицију коју има Србија [10], [11]. Овај пројекат је имао за циљ да додатно инспирише и подстакне наше инжењере на стваралаштво у време ригорозних економских санкција, које су тада биле уведене Србији од стране међународне заједнице. У овом раду се даје само најкраћи осврт на дело малог броја знаменитих српских инжењера и њихове капиталне пројекте, који су допринели индустријском, економском, научном и друштвеном развоју Србије и бивше Југославије [12], [13].

2. ПРВИ ИНЖЕЊЕРИ У СРБИЈИ

Кнез Милош је задужио народне старешине Тому Вучића Перишића (1787-1859) и свог брата Јеврема Теодоровића Обреновића (1780-1856) у које је имао највеће поверење, да оду у Аустро-угарску и пронађу два инжењера, који ће решити проблем водотока реке Дрине, која је својим променљивим током у време обилних киша односила српску земљу на босанску страну. По њиховом позиву су у Србију маја 1835. године дошла два инжењера из Аустро-угарског царства, Франц Јанке и барон Франц Кордон. То су прва два инжењера која су радила у Србији 1835. године, као „правителствени инцинири“ под директном контролом кнеза Милоша. За рад ових инжењера у пограничном подручју према Босни, одлуке су доносили кнез Милош и његови блиски сарадници, као и тадашња војна управа која је била у ресору Попечитеља внатрених дела [14].

Само за три месеца по ангажовању, барон Кордон је урадио планове приобаља Дрине, а Франц Јанке је урадио планове приобаља реке Саве. Барон Кордон је завршио реферат 20. августа 1835. године (слика 1), којим су ови планови достављени пуковнику Лазару Теодоровићу, команданту Подрињско-савске војне команде надлежне за инжењерске подухвате у њеном подручју. Пуковник Лазар Теодоровић није био стручан да разуме планове нити је могао сам да донесе одлуку, па је истог дана по пријему реферат са прилозима проследио на даљу надлежност „његовом Сјатељству милостивом Господару Генерал-маиору Ефрему Т. Обреновићу“, председнику „Књажњско-српског Совјета“. Овај пројекат изградње „шпорнова“ на обалама Дрине се радио веома стручно и

одговорно. Пуковник Теодоровић није имао одмах у почетку јасну представу о обиму радова на изградњи шпорнова. Он у извештају Јеврему Обреновићу од 30. августа 1835. године, даље објашњава: „Мислио сам да шпорнове код Бадовинаца завршим, као што сам имао част Вашем Сјатељству јавити предваритељно, сврху кога сам предмета и соизволеније Вашег Сјатељства добио, но будући да ми се едан инцинир разболео, а инцинир Јанке, онај млађи, занима се Љешницом, о њој план правећи, то морао сам престати од овога намеренија, док се Барон не придигне, за ког сам писао, да га однесу у Митровицу због лекара из ове стране. Приличи ова његова болест на врућинчину, којој и сам каже да је подложен“.



Слика 1. План барона Франца Кордона за шпорнове на Дрини од 16. августа 1835. године

Почетком новембра 1835. године барон Кордон пише детаљан технички извештај пуковнику Теодоровићу у Шабац, и наводи потребна средства и инструменте за наставак радова у наредној години. Овај технички извештај је био велики изазов за пуковника, па га одмах прослеђује свом директном старешини Јеврему Обреновићу, који га такође није разумео. Због тога се пуковник Теодоровић обратио директно кнезу Милошу половином децембра, са питањем шта да се ради по захтевима инжењера? Почетком 1936. године стигли

су инструменти за инжењере, па Тома Вучић Перишић извештава кнеза Милоша и тражи дозволу да ове инструменте преда инжењерима. Пројекат се успешно реализовао, али је Дрина била тешко укротива. Изграђене шпорнове је односила, потапала и рушила, па су морали стално да се обнављају током 1837. и 1838. године. У то време је инжењер Кордон пројектовао Милановачки пут и тамо водио радове, па је морао напуштати градилиште и одлазити на Дрину да поправља шпорнове, а људи који су радили на Милановачком путу су тада пуштани кућама да раде на својим пољопривредним имањима. Франц Јанке је био архитекта по образовању, па је са бароном Францом Кордоном радио на најразличитијим пројектима у Србији. Франц Јанке је пројектовао Топчидерску цркву, кућу Рајевића – данашњи Педагошки музеј у Београду, пројектовали су Саборну цркву у Београду и радили на трасирању и просецању друмова, првом премери Београда ван шанца, па чак и на испитивању налазишта угља у Крајинском округу [15]. Франц Јанке је после пада Милоша Обреновића напустио Србију 1842. године, док је барон Кордон радио у Србији све до своје смрти 1844. године.

3. АТАНАСИЈЕ НИКОЛИЋ – ПРВИ СРБИН ИНЖЕЊЕР У СРБИЈИ, ПРВИ ПРОФЕСОР И ПРВИ РЕКТОР ЛИЦЕЈА

Атанасије Николић (1803-1882) се родио у селу Брестовац у Бачкој (слика 2). Основну школу је завршио у Сомбору 1813. године и наставио да учи гимназију у Сремским Карловцима, где је завршио пет разреда примајући стипендију из фонда карловачког митрополита Стефана Стратимировића (1757-1836). Последњи, шести разред, завршио је у српској православној Великој гимназији у Новом Саду 1819. године. По завршетку двогодишње академије у Буру, желео је да студира математику и земљомерство у Пешти, али за то није имао финансијских средстава, па је почетком новембра 1821. године ступио у Артиљеријску школу царске аустријске војске. Узео је одсуство 1824. године и дошао у Нови Сад, где је у просторијама Српске гимназије отворио приватну школу цртања. Издржавајући се од школе цртања уписује се на политехнику у Пешти и полаже испите за инжењера. Пошто је положио испите из математике, тригонометрије, практичног земљомерства, пољопривредне економије, хидраулике и хидротехнике, Атанасије Николић је 6. новембра 1829. године, добио диплому "потврђеног инцинира земљомерника".

Атанасије Николић је у јулу 1838. године добио писмо од Димитрија Исаиловића, високог службеника Попечитељства просвештења Кнежевине Србије, у коме га овај позива за професора математике у тек основаном Лицеју у Крагујевцу. Атанасије Николић се одазвао позиву и написао први српски уџбеник из математике, који се појавио 26. септембра 1839. године, под насловом „Алгебра - устројена за употребљење слишатеља философије у Лицеуму Књажевства Србије“, у обиму од 149 страна. Попечитељство просвештења га је 1839. именovalo и за ректора Лицеја. Други математички уџбеник Атанасија Николића „Елементарна геометрија - устројена за употребљење слишатеља философије у Лицеуму Књажевства Србије“, изашла

је 1841. године. Атанасије је радио као наставник математике, администратор Лицеја, држао јавна предавања и био активан у свим областима друштвеног рада. Постао је редовни члан Друштва српске словесности 1842. године. Писао је драме, пољопривредне поуке, књижевне приказе и скупљао народне приповетке. Предложио је да дан Светог Саве буде дан Гимназије и Лицеја, што је прихваћено као слава и за све друге школе у Србији [16].



Слика 2. Атанасије Николић, први ректор Лицеја у Кнежевини Србији

Као наставник Лицеја, Атанасије Николић је радио до краја октобра 1842. године. Тада је у Србији дошло до династичке промене и кнеза Михаила Обреновића (1823-1868), млађег Милошевог сина заменио је Карађорђевић син кнез Александар Карађорђевић (1806-1885). Тада је Атанасије Николић именован за начелника Полицијно-економног одељења у Попечитељству унутрашњих дела. Атанасије Николић је радио у Србији као први Србин инжењер, пошто су у то време сви инжењери који су радили у Србији били странци, био је први универзитетски професор у Србији, први ректор Лицеја и веома значајна личност у историји српског образовног система. Умро је као пензионер у Београду.

4. ТОПОЛИВНИЦА У КРАГУЈЕВЦУ – ПОЧЕТАК ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈЕ СРБИЈЕ

Српска војска је до слома Првог српског устанка 1813. године располагала са 378 тешких и лаких топова који су сви пали у руке Турака. Кнез Милош је 1815. године имао само 4 топа, којима се борио Атанасије Танаско Рајић (1754-1815) из Страгара против Турака на Љубићу. Кнез Милош је постепено стицао самосталност Србије, али је настојао да ствара и њену оружану силу. До топова је долазио пленом, неке је скривао а неке тајно куповао од Турака, тако да је крајем своје владавине Србији оставио око 40 употребљивих топова. Војно јачање Србије је наставио и кнез Александар Карађорђевић, који је војну стратегију заснивао не на куповини већ на сопственој производњи оружја.

У Крагујевцу је још за време владавине кнеза Милоша, основан Арсенал за оправку ручног оружја 1836. године са 20 запослених радника. Арсенал је проширен 1841. са две радионице – браварском и ковачком, да би 1847. године израстао у Арсенал за војну опрему, у којој се посебно истицао туфекција – пушкар и „надзиратељ правитељственог арсенала“ Петко Трпезић. Револуционарна 1848. година није заобишла ни Србију, па је бојећи се притиска Турске и Аустрије српска влада одлучила да се у Београду подигне мала тополивница, која је на Врачару почела са радом октобра 1848. године, са првом парном машином у Србији снаге 3,5 КС. Управитељ тополивнице је био Максимилијан Нијепрек, пољски емигрант, бивши стручњак за војну производњу у белгијском граду Литиху. Међутим, тополивац Нијепрек није могао да реши ливачку технологију са односом бакра и цинка, па су топовске цеви биле порозне [17]. Пошто се није добио потребан квалитет топовских цеви, а и граница Аустрије је била до самог Београда, одлучено је да се изгради нова велика Тополивница у Крагујевцу, која ће бити центар војне производње у Србији. На Илиндан 1850. године освештан је темељ нових зграда будуће Тополивнице и тај дан је узет за славу фабрике. Кнез Александар Карађорђевић је одлучио 1851. године, да се тополивница гради на десној обали реке Лепенице, између Господаревог и Метиног брда, у крају где се налазила стара црква кнеза Милоша подигнута 1818. године, зграда Крагујевачке гимназије и зграда Лицеја. Те исте године је Тополивница са Врачара из Београда пресељена у Крагујевац. Велике силе Аустрија, Русија, Турска су биле против војног јачања Србије, па су слали своје изасланике у Крагујевац, којима су Срби настојали да прикажу да граде мали и безначајан објекат, а не велику тополивницу.

Пошто Нијепрек није испунио очекивања, српска влада је са посебном пажњом тражила управитеља Тополивнице у Крагујевцу. У својству попечитеља унутрашњих дела Илија Хаци-Милутиновић Гарашанин (1812-1874) је 8. марта 1852. године обавестио Савет да је мајор Добрес вицедиректор Тополивнице у Лијежу, који је прихватио позив за место управитеља Тополивнице у Крагујевцу у међувремену умро. Погодна личност за управитеља био је Петар Протић Драгачевац (1825-1863), државни питомац који је завршио студије војних наука у Берлину, али је у то време био у обиласку значајнијих војних центара по Европи и није био у могућности да прихвати место управитеља. Илија Гарашанин је дао задатак Константину Кости Магазиновићу, начелнику Војног одељења Попечитељства унутрашњих дела, да тражи управитеља широм Европе. Пруске власти нису дозволиле Магазиновићу да ангажује ниједног тополивца из Берлина. У белгијском граду Лијежу, великом европском центру војне индустрије, Магазиновић није нашао решење, па је наставио пут у Париз, где је добио дозволу да посети војне заводе у Француској. Током посете фабрици топова у Дуеу у свереној Француској, упознао је искусног стручњака тополивца Шарла Лубрија. Шарл Лубри (1798-1854) је био у пензији, а радио је у фабрици у Дуеу за 400 талира. Магазиновић му је понудио плату 2.000 талира и намештен стан у Крагујевцу, да дође у Србију и руководи Тополивницом. За ангажовање у Србији, Лубри је добио дозволу лично од француског цара Наполеона II. Војни односи Србије и Француске су били изузетно добри, пошто су још за време

владавине кнеза Михаила Обреновића, на дужности шефа Генералштаба српске војске и првог војног министра били француски официри.

Шарл Лубри је дошао у Србију са породицом 16. јануара 1853. године. Том приликом је купљена модерна парна машина као и потребан алат и опрема за фабрику. Фабрикант ове парне машине Ла Шос је дошао лично у Крагујевац да је монтира. Због велике врућине и сунчеве жеге на којој је радио, доживео је том приликом срчани удар и умро. Сахрањен је код старе Крагујевачке цркве. Његова жена је наставила да води фабрику и сарађује са Тополивницом током њеног опремања. Лубри се обавезао уговором да остане у Крагујевцу до краја 1853. године. По ступању на дужност завршавао је грађевинске објекте и решавао проблем подземних вода реке Лепенице, које су надирале у јаме за ливење, због чега се каснило са радовима, па се његов боравак у Крагујевцу продужио до краја августа 1854. године. Лубри је био слабог здравља, али је радио са великим ентузијазмом и у Тополивници поставио основе прве организоване индустријске производње у Србији [18]. Србија је хтела да постане технолошки самостална, па је поручник Петар Протић Драгачевац, који је у међувремену дошао у Србију, са места професора Артиљеријске школе именован за помоћника Лубрију. Са њим заједно су и питомци Артиљеријске школе Велимир Стефановић, Милутин Јовановић и Сава Ивановић дошли у Тополивницу [19]. Милутин Јовановић је касније постао први српски квалификовани тополивац, док је питамац Сава Ивановић радио техничко цртање, администрацију и рачуноводство.

Изливање првих топовских цеви у Крагујевцу се очекивало са великим нестрпљењем, а посебна одговорност је била на Шарлу Лубрију и Петру Протићу. Њима су помагали инжењер Тусен Делур пореклом из Лијежа, који је дошао у Крагујевац из београдске тополивнице и Август Кинон, који је био родом из Белгије и радио на бушењу топовских цеви [20]. Успешно су изливене прве топовске цеви 27. окробра 1853. године, што је било обележено великом свечаности и народним весељем. То је био прави подвиг Шарла Лубрија и његовог помоћника Петра Протића. У знак посебног признања, кнез Александар Карађорђевић је поклатио Лубрију часовник вредан 70 дуката са српским грбом. Шарл Лубри је дао изузетан допринос индустријализацији Србије кроз резултате које је остварио у Тополивници у Крагујевцу (слика 3):

1. Несебично је радио на оспособљавању српских стручњака за ливење и освајање технологија обраде метала неопходних за производњу топова.
2. Радио је на изградњи нове Лафетнице – радионице за лафетирање топова, која је почела са радом 16. марта 1854. године и поред лафета производила војна кола и кола за топовску муницију. Убрзо је изграђена Лабораторија – касније добила назив Пиротехника за производњу муниције, како за топове тако и за пушке, па је Крагујевац постао центар војне индустрије и седиште арсенала српске војске, а Тополивница прави индустријски комплекс.
3. Решавао је кадровске проблеме у недостатку бравара, ковача и стругара којих у Србији није било. Ангажовани странци су били непоуздани и у одсутним тренуцима су отказивали службу и напуштали Крагујевац, па је 1853. године по искуству из Француске Лубри предложио оснивање

Занатлијске трогодишње стручне интернатски уређене школе при Тополивници. У Занатлијску школу је примљено 12 ученика 14. марта 1854. године по одобрењу кнеза Александра Карађорђевића [21].

4. Лубри је предложио да сваки радник Тополивнице издваја у здравствени фонд за лечење оболелих радника, па је Савет 17. јуна 1854. године донео Уредбу о оснивању Болесничке касе радника Тополивнице у Крагујевцу. То је јединствен вид здравственог осигурања радника Тополивнице, где у самој уредби пише да је то предлог Шарла Лубрија управитеља Тополивнице, што је изузетак у правним актима Србије тог времена.



Слика 3. Зграда Тополивнице у Крагујевцу

Лубри је желео да продужи рад у Крагујевцу, али се његово здравствено стање погоршавало, па је поднео оставку и предао дужност свом помоћнику Петру Протићу 31. августа 1854. године. По одласку Лубрија на месту ливења заменио га је Милутин Јовановић, први српски учени тополивац. У извештају од 16. марта 1855. године упућеном Савету стоји да је Тополивница доста развијена, да нема сумње у њен даљи опстанак и рад: радници су добро обучени у ливењу топова, машине и алати налазе се у добром стању и савршеној организацији, што омогућује успешно обављање планираних послова, администрација је у рукама српских стручњака, а странци су били на месту бравара, док су питомци Занатлијске школе успешно савладали више заната и радних вештина.

Поновним доласком на власт у Србији 1858. године, кнез Милош Обреновић је похапсио све официре Војно техничког завода који су верно служили његовог претходника кнеза Александра Карађорђевића, па се тако и управитељ Петар Протић нашао у затвору. Милош је сумњао у крађе и проневере, па је формирао Комисију која је испитивала рад Тополивнице. Комисија је утврдила да је 1859. године у Тополивници било запослено: управитељ, 2 официра, 2 главна

мајстора, 70 надничара (мајстора и калфи различитих заната), 8 робијаша и 8 питомаца занатлијске школе. Инвентар, књиговодство и рачуноводство су уредно вођени. Када се установило да је Петар Протић добро радио Милош је одлучио „да се ослободе сви официри, и да дођу у Београд и да му руку пољубе“. Тада је Петар Протић премештен у Београд и постављен 1859. године на место начелника артиљерије у новооснованој Главној војној управи, која је 1862. године постала Министарство војно.

У мају 1855. године из Белгије је набављена прва машина за хладно пресовање и обрезивање оловних зрна. Уз машину су добијене 4 изменљиве матрице за израду сферних и цилиндричних зрна експанзивног и компресивног типа Мини и Лоренц. Уведен је преглед, контрола и жигосање свих производа 05. фебруара 1856. године. Довршена је градња 1857. године и монтажа прве српске ковачнице за ковање у калупима, чиме су технолошке могућности значајно проширене, па је Тополивница прерасла у Војно технички завод. Основана је Пушкарница 1860. године, у оквиру које је 1863. године подигнута парна сушара за сушење дрвене грађе, а исте 1863. године је освојена и технологија производње изолучених спредапунећих топова Ла Ит-овог система, на бази кога је освојена производња топа М.1858, калибра 4 фунте (85,6 mm) и са аутохтоним лафетима, које је развио Миливоје Петровић Блазнавац (1824-1873) за све типове оруђа. Последња батерија типова Ла Ит је изливена 1886. године. Прво конструктивно оделење формирано је 1866. године, док је радионица фишечних чаура 1871. године прерасла у чаурницу. По идеји мајора Косте Коке Миловановића, израђен је прототип прве српске пушке брзометке 1880. године (слика 4). Тада је то била најбоља пушка на свету са клинастим олуцима и калибром 10.15 mm "Маузер Миловановић М. 1880". Фабрика Маузер је произвела 100.000 ових пушака за потребе српске војске [22].



Слика 4. Пушка Косте Коке Миловановића из 1880. године

Прво индустријско електрично осветљење уведено је 1884. године у новој згради Чаурнице Војно техничког завода у Крагујевцу. Динамо машина била је јачине 5 КС и имала је капацитет 30 сијалица и 2 лучне лампе. У то време у Србији није ни на Краљевом двору било електрично осветљење, а у Европи се још увек о електричном осветлењу причало као о чуду које је само две године пре тога први пут приказано у Паризу. У Паризу је 24. априла 1889. године отворена светска привредна изложба, на којој је Војно технички завод имао чак 42 производа, међу којима је било и 5 машина алатки конструктора Тодора Тоше Селесковића. Добијена је једна златна и 5 сребрних медаља. Електрични мотор као погонско средство у радионицама крагујевачке фабрике уведен је 1890. године, док је производња ручних бомби система Крагујевац конструктора Миодрага Васића отпочела 1898. године. На светском сајму привреде у Лондону 1907. године Војно технички завод је освојио сребрну медаљу. Прва авионска бомба произведена је 1913. године, а почетком Првог светског рата у новембру 1914. године, радионице Војно техничког завода су евакуисане у Нишку тврђаву.

Тополивница у Крагујевцу је имала огроман значај за индустријализацију Србије и покретање индустријске производње у другим местима [23]. Посебан значај се огледа у томе што је Војно технички завод постао не само војни и индустријски, већ и српски техничко технолошки центар у коме су се окупљали најистакнутији српски инжењери чија остварења су посебно афирмисала инжењерску струку у Србији [24].

5. МАШИНСКО ОДЕЛЕЊЕ ДИРЕКЦИЈЕ СРПСКИХ ДРЖАВНИХ ЖЕЛЕЗНИЦА

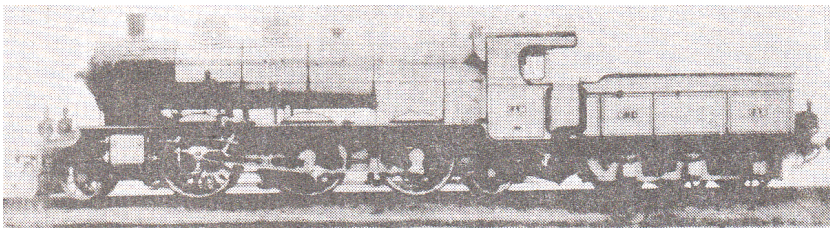
При српском Министарству грађевина формирана је Дирекција српских државних железница (СДЖ) 1889. године. У саставу Дирекције је било Машинско одељење са одсеком за вучу у Београду и радионичким одсеком у Нишу. Први инжењер на српској железници је био Француз Феликс, а Машинско одељење је имало неколико српских инжењера, који су завршили студије у Немачкој у време када су грађене прве српске пруге. Први шеф одсека за вучу је био Светозар Зорић, а шеф радионичког одсека је био Владимир Марковић, који је студирао технику у Берлину и у прво време радио у желеничком одељењу Министарства грађевина. Они су преузели експлоатацију српске железнице од француза 1890. године, који нису улагали у одржавање и оставили су веома лоше стање возног парка српских железница.

Почетком 1890. године од 28 локомотива СДЖ било је само шест исправно за саобраћај. Образована је комисија у саставу Никола Станковић – шеф саобраћајног одељења, Владимир Марковић, Светозар Зорић, Фердинанд Тригалес, Милан Петровић и Евжен Дероко, да проуче стање возног парка и предложе мере за побољшање. Дошло се до закључка да у радионицама и ложионицама треба да буду стручни људи са више знања и искуства, па су извршене персоналне промене. Владимир Марковић је постављен за шефа одсека за вучу, а Светозар Зорић, за шефа нишке радионице. Светозар Зорић

није ступио на дужност јер је отишао за професора на Технички факултет Велике школе у Београду, па је уместо њега ангажован по посебном уговору Фердинанд Тригалес, који је дуго година био на положају шефа нишке радионице.

Српско руководство је побољшало стање возног парка, унапредило одржавање и српска железница је достигла ниво средње развијених европских земаља. Постављени су инжењери за шефове одељења, а поред њих су у машинском одељењу радили и инжењери Светозар Недељковић, Милан Петровић, Милош Кикић, Јован Станковић, Аћим Стевовић, Милош Илић, Миљивоје Павловић и Ђорђе Селић. Српска железница се интензивно развијала и јачала, што је омогућило и општи привредни напредак Србије [25]. У Србији је до 1909. године изграђено око 150 km нових железничких пруга и било је још око 300 km у фази изградње. Међународни железнички саобраћај преко Србије је све више јачао, па је обим саобраћаја двоструко увећан.

Српски инжењери су знали да се услови на српским пругама разликују од услова у другим државама, тако да су набављали возни парк који је прилагођен условима српских пруга. Већина српских инжењера се школовала у Немачкој и радила на европским железницама, где је имала позитивно искуство са немачким локомотивама, па је одлучено да СДЖ сарађује са немачком индустријом при развоју нових типова локомотива. Завршени су преговори 1908. године са немачком фабриком Schwartkopf, за пројектовање првог оригиналног типа локомотиве за српске железнице СДЖ серија 124 (слика 5). У то време је највеће проблеме стварала вуча све дужих и тежих међународних возова, па је одлучено да се пројектује нова брзовозна локомотива. Њу су конструисали немачки инжењери, али је српска машинска дирекција одредила њене главне карактеристике. Захтевано је да нова локомотива може вући возове масе 250 t на узбрдици Раља брзином 55 km/h, а на осталим мањим успонима брзином од 70 km/h. СДЖ је у то време за ложење својих локомотива користила угљ из Сењског рудника, који је био нешто слабије калоријске вредности од немачког угља. Због тога је локомотива за српску железницу требало да има нешто већу грејну површину решетке него што је било уобичајено. Да би се оптимално димензионисала решетка, испитивања српског угља су вршена у Берлину.

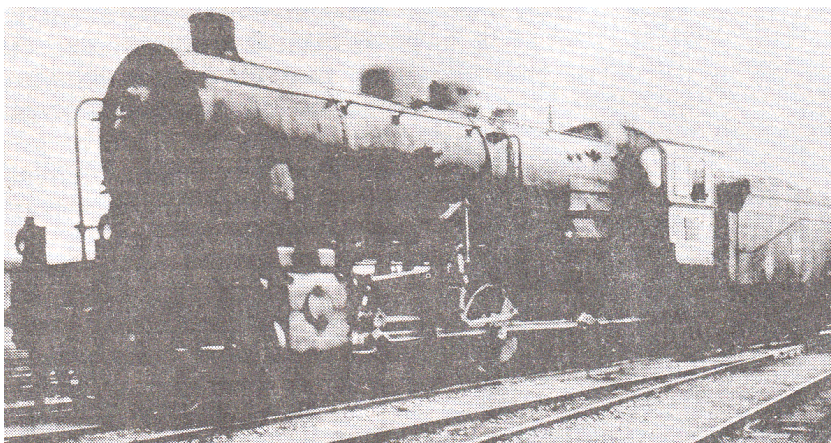


Слика 5. Локомотива СДЖ серије 124 – прва локомотива конструисана по захтевима Машинског одељења Дирекције СДЖ 1912. године

У то време се експериментисало у Европи са локомотивама на прегрејану пару. Иако су мишљења била подељена, инжењери Машинског одељења СДЖ су

одлучили да се набави осам парних локомотива на засићену пару (СДЖ серија 151 – 158) и шест локомотива на прегрејану пару (СДЖ серија 121 – 126). Пракса на нашим пругама је показала да су возила са прегрејаном паром много боља и локомотиве на прегрејану пару су се задржале у редовном саобраћају више од 70 година.

Заједнички рад са водећим немачким конструкторима је представљао драгоцену искуство за српске инжењере, који су стекли самопоуздање и решили да директно учествују у пројектовању нових јачих локомотива за теретне возове. За партнера је одабрана водећа немачка фабрике Linke – Hofman Werke из Бреслава, данашњег Вроцлава у Пољској. Рад на пројектовању нове локомотиве трајао је од 1910. до 1913. године. Сав посао око пројектовања обављен је у Београду и сви технички цртежи су послати у немачку фабрику Linke – Hofman, тако да је прва локомотива по тој документацији произведена већ почетком 1914. године. Почетак Првог светског рата је спречио њену испоруку Српским државним железницама. То је била локомотива СДЖ серије 7000 (слика 6), коју су у самој фабрици заплениле немачке војне власти. Немци су их са успехом користили на источном фронту и производили током Првог светског рата. Код нас су се ове локомотиве појавиле тек после Првог светског рата, десет година након пројектовања, када су дошле у Србију по основу ратне репарације. Упркос промењеним условима на нашим железницама су коришћене следећих 50 година. Нажалост и целокупна техничка пројектна документација је остала у Немачкој, тако да је остало непознато ко је од српских инжењера радио на изради конструкционе документације. Поуздано се зна да су српски инжењери самостално пројектовали трчећи склоп локомотиве.



Слика 6. Локомотива СДЖ серије 7000 – прва локомотива коју су конструисали инжењери Машинског одељења Дирекције СДЖ

Српски инжењери су морали да пројектују локомотиву велике снаге за вучу теретних возова, која би била мале тежине, која ће задовољити ниску граничну издржљивост слабих мостова на српским пругама. Стање објеката на српским пругама је било такво да је највеће оптерећење могло бити 7,5 t по дужном метру. Ни један постојећи тип парне локомотиве у то време није могао да

задовољи ово ограничење. Због тога су инжењери машинског одељења СДЖ били принуђени да конструишу возило са неуобичајено великим размаком погонских осовина од чак 2.4 m, иако је у то време у Европи био уобичајен размак погонских осовина највише до 1.8 m. Осим одређених измена у односу на стандардна решења, које је то захтевало код кретног механизма, овако необичан размак точкова је довео до примене мање крутог полужног рама локомотиве. То је било нетипично решење за локомотиве европске конструкције. Таква локомотива је била једна оригинална идеја, која показује да су српски инжењери, поред добре праксе, имали и широко теоријско знање из области конструисања вучних возила. Котао те локомотиве су пројектовали немачки инжењери, јер је то типична конструкција прављена за тадашње потребе Пруске краљевске железнице.

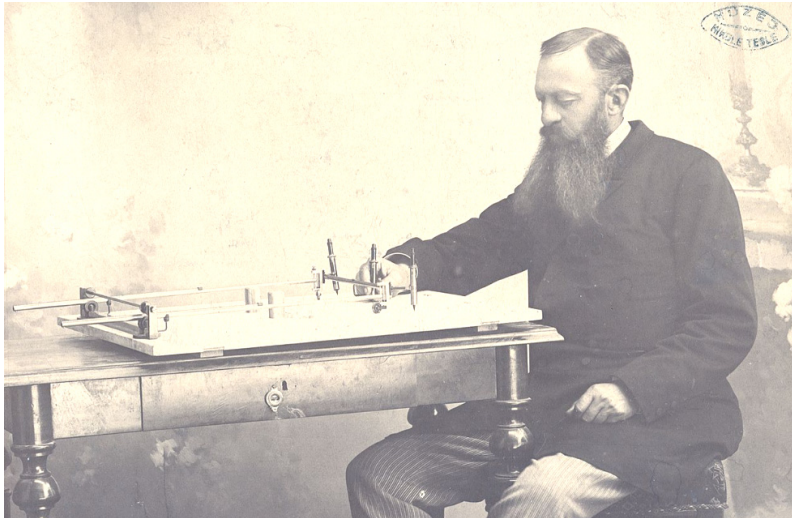
По оствареним резултатима, ово је најзначајнији период рада Машинског одељења Дирекције СДЖ, у коме је почео своју инжењерску каријеру и наш најзначајнији инжењер на железници Добривоје Божић (1885-1967) [26]. Заједно са њим у машинском одељењу су почели да раде и инжењери Милоје Здравковић, Сретен Вукашиновић, Жарко Завађил, Лазар Марковић и Љубивоје Дамјановић.

6. ПРВИ ПРОФЕСОРИ МАШИНСТВА У СРБИЈИ

Љубомир Клерић (1844-1910), је први професор Механике и науке о машинама, првог предмета из области машинства, који је уведен 1873. године на Техничком факултету Велике школе у Београду (слика 7). Рођен је у Банатској Суботици у породици немачких досељеника са именом Јулиус Клеру, а доласком у Београд после основне школе променио је име. Завршио је 1862. године Прву мушку београдску гимназију и уписао се на Технички факултет Велике школе. После две године студија, стипендиран је од стране државе као „државни питомац“ да би се школовао у Рударској академији у Фрајбургу у Немачкој. У зимском семестру прешао је на Политехнику у Цириху у Швајцарској, где је изучавао машинску струку, после чега се вратио у Фрајбург, завршио школовање у Рударској академији и дипломирао као рударски инжењер. Клерић је први српски инжењер са дипломом за одређено стручно усмерење [27].

Љубомир Клерић је радио у Рударском одељењу Министарства финансија Кнежевине Србије, на истраживању гвожђа у Африци и рудишта на Руднику и Космају. У српско-турском рату 1878. године учествовао је као минер и одликован Медаљом за храброст и Таковским крстом, а белгијски краљ га је одликовао Леополдовим орденом. На Авали је 1882. године пронашао лежиште живе Шупља стена и са Ђорђем Вајфертом (1850-1937) основао акционарско друштво за експлоатацију живе. Патентирао је више направа за примену у рударству (размерник, бушилицу за дубоке бушотине, направу за ломљење камена и низ других уређаја). Пронашао је поларни пантограф, тракториограф, апарат за цртање кривих линија другог реда. Тракториографом је механичким путем конструисао ирационалне, трансцендантне бројеве. Клерић је конструисао, испитао и израдио нови тип телеметра и подесио га „за мерење одстојања на

бојном пољу“. Написао је више научних радова и универзитетски уџбеник Теориска механика I-III. Објавио је 48 књига и радова из механике и математике. За министра просвете и црквених дела постављен је 1895. године, за министра народне привреде 1897. године, а нешто касније и за члана Државног савета. Умро је као државни саветник. Изабран је за редовног члана Српског ученог друштва 1872. године, а по оснивању Српске краљевске академије 1891. године постављен је за секретара Одбора за природне науке. Љубомир Клерих је предложио Николу Теслу 1894. године за дописног члана Српске краљевске академије.



Слика 7. Професор Љубомир Клерих у свом кабинету

За првог професора самосталног предмета Наука о машинама на Техничком факултету Велике школе у Београду, изабран је 1887. године инжењер Светозар Зорић, шеф нишке радионице Машинског одељења Српске државне железнице. Светозар Зорић (1853-1931) је рођен у Тителу у Аустро-угарској царевини. Добио је име по ујаку Светозару Милетићу (1826-1901), адвокату и једном од најутицајнијих српских политичара у Аустро-Угарској током друге половине XIX века. Његов отац Павле је био познати ковач, који је учио у Бечу ветеринарство. Када није изабран за градског ветеринара у Новом Саду 1853. године, преселио се са породицом у Београд и 1959. године добио српско држављанство. У Београду је радио као ковач и положио испите за учитеља. Био је учитељ у местима око Београда, најдуже у Винчи, а једно време је службовао и у Котражи код Чачка.

Светозар Зорић је завршио основну школу и гимназију у Београду и студирао на Техничком факултету Велике школе у Београду. Имао је државну стипендију, а његово школовање је финансијски подржавао и ујак Светозар Милетић. Студије је наставио у Фрајбургу, Грацу и Карлсруеу где је дипломирао машинство 1880. године. По дипломирању је радио на железници у Немачкој, Француској и Белгији до 1886. године. У периоду 1883-1886. године радио је у конструкционом бироу на пројектовању локомотиве за веће узбрдице и израдио једну нову

кочницу приказану на изложбама у Анверсу 1885. године. Радио је на пројекту пруге Тангер – Фес – Мекнез 1886. године. Тај пројекат није реализован и он се те године вратио у Србију и запослио као инжењер на железници. Као машински инжењер радио је на пројектовању пароброда, шлепова и реморкера. Израдио је прве пројекте силоса за жито у Србији, подрума за прераду вина, млекара за производњу сира и путера и радионица за поправку пољопривредних машина. Носилац је највећих српских и француских одликовања.

Поред науке о машинама, Светислав Зорић је касније предавао Хидрауличне моторе и Кинематику механизма на Великој школи. Предавао је и Техничко цртање у првој цртачкој школи у Београду, коју је отворио словак Кирил Кутлик (1869-1900) и у њој учио сликарство 1896.-1897. године са својом сестричином, касније најпознатијом српском сликарком Надеждом Петровић (1873-1915), која је умрла веома млада од тифуса у ваљевској болници, као добровољна болничарка током Првог светског рата. Рођена сестра Светозара Зорића, Милева је била учитељица и родила је сликарку Надежду и познатог књижевника Растка Петровића (1898-1949). Светозар Зорић се успешно бавио и сликарством, а његова кћер сликарка Милица Зорић (1909-1989) је била најпознатија таписерискиња на просторима бивше Југославије. Милица је била током Другог светског рата припадник напредног покрета, затварана у логорима Бањица и Јасеновац. По ослобођењу удала се за комунистичког револуционара Родољуба Чолаковића Рођка (1900-1983). Данас у Музеју савремене уметности у Београду постоји Галерија-легат Милице Зорић и Родољуба Чолаковића са 73 уметничке слике најпознатијих српских сликара у којој је и збирка Светозара Зорића, које су поклонили Музеју 1980. године.

Светозар Зорић је оснивач Машинског одсека на Техничком факултету Велике школе у Београду и био је његов старешина све до пензионисања 1925. године. Он се данас чешће помиње у сликарству него у инжењерству, иако је дао изузетан допринос развоју машинске струке, скоро да је заборављен, осим што једна улица у Београду на Звездари носи његово име.

7. ПРВИ СРПСКИ КОНСТРУКТОР МАШИНА И ПРОФЕСОР МЕХАНИЧКЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Први српски инжењер који је конструисао машине алатке и технолошку опрему је био Тодор Тоша Селесковић (1856-1901). Он је рођен у Београду, где је завршио основну школу и Реалну гимназију. Ујак Теодор Херман је послао Тошу Селесковића 1872. године на изучавање машинске струке на Техничкој школи у Франкенбергу у Саксонији. Студије је наставио у Баденској Политехници у Карлсруеу, где је постао машински инжењер 1879. године. Код професора Харта је радио годину дана као асистент на Политехници а потом се 1880. године запослио у фабрици Deutsche Metallpatronenfabrik Lorenz у Карлсруеу, где је радио у техничком бироу на конструкцији специјалних машина.

Павле Шафарик начелник Министарства војног је путовао у фабрику Лоренц, која је производила муницију за српске пушке „Маузер Миловановић М. 1880“ и тамо се упознао са Селесковићем и позвао га да дође да ради у Војно технички

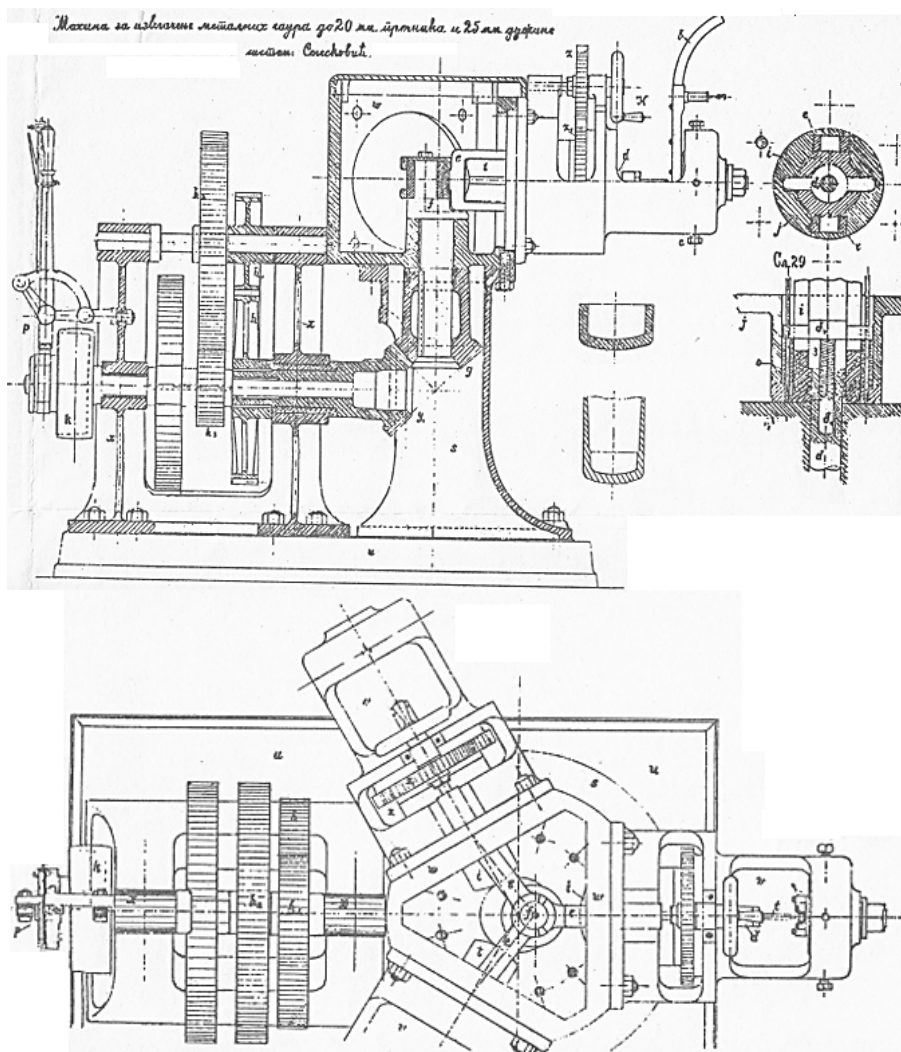
завод у Крагујевцу. Тоша је као велики српски патриота прихватио позив и дошао у Крагујевац 1881. године, где је најпре радио као диурнист (административни службеник) а од 1884. године као машински инжењер. Тоша Селесковић (слика 8) је реализовао капиталне пројекте у Војно техничком заводу у Крагујевцу и био један од најплоднијих српских инжењера свог времена:

- Пројектовао је и организовао изградњу фабрике пушчане муниције у Крагујевцу, Чаурницу 1884. године.
- Урадио је пројекат и реализовао инсталацију првог електричног осветљења у индустрији у Чаурници Војно-техничког завода 1884. године.
- Инсталирао опрему за нову упаљачницу за Дебанжове топове, где је сам конструисао и изградио већи број машина.
- Пројектовао је и руководио израдом Шрапнелнице 1886.-1887. године за израду Дебанжових шрапнела, за коју је већи број машина сам конструисао.
- Подигао је нову Пиротехнику 1888.-1889. године, са најмодернијим машинама које је конструисао и произвео у Војно техничком заводу.
- Конструисао је неколико машина (слика 9) и руководио њиховом израдом за светску изложбу у Паризу 1889. године, где је добио златну медаљу [28].
- Прва водна турбина изграђена у Србији, била је по нацртима инжењера Селесковића 1890. године. То је била оригинална конструкција за потребе једне мале стругаре на Столовима (проток 22-44 l/s, пад воде 27 m) са упрошћеним регулисањем и минимизираним губицима. Ова турбина је приказана на светској изложби у Паризу 1889. године, а касније је пројектовао још три водне турбине, од којих једну под називом „Момчило“ за барутану у Обилићеву, коју је назвао по имену свога сина.
- Иницирао је формирање Удружења српских инжењера 1890. године, и оснивање Српског техничког листа, који је почео да излази исте године [29].
- Подигао је већи број нових зграда за мање радионице и магацине Војно техничког завода.
- Унапредио је наставни програм Занатлијске школе и дефинисао профил ученика ове школе, према потребама Војно техничког завода.



Слика 8. Тодор Тоша Селесковић, први српски конструктор машина

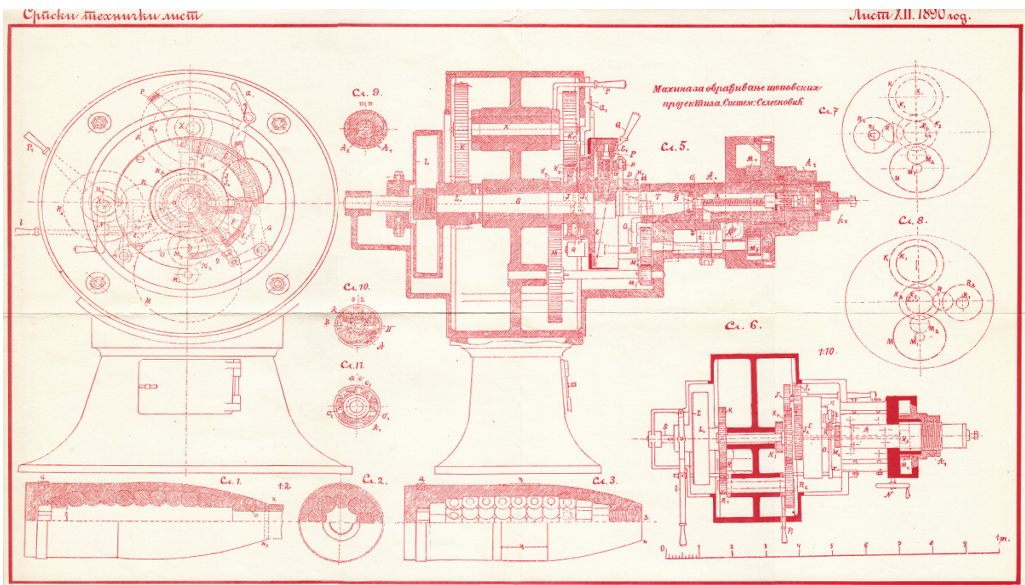
Своје конструкције машина Тодор Селесковић је објавио у Српском техничком листу 1890. године (слика 10). То су биле и за данашње време веома сложене конструкције. Једна машина је била са три независне групе алата, друга је обрађивала пројектил Дебанжовог топа калибра 80 mm, а трећа је била специјална машина алатљика, која је могла да врши обраду „вертикално рендисање, хоризонтално рендисање, фрезовање и бушење“. Операције су размештене око стуба унакрст, тако да су четири радника на малом простору могла истовремено да раде на овој машини. Тодор Селесковић се бавио истраживањем и оптимизацијом технологије обраде на својим машинама, а резултате објављивао у Српском техничком листу у исто време када је чувени амерички професор Универзитета у Пенсилванији Фредерик Тајлор (1856-1915), вршио своја светски позната истраживања обрадних процеса резања и дефинисао своју историјску Тајлорову једначину [30].



Слика 9. Машина за извлачење металних чаура – систем Селесковић

Тоша Селесковић је радио у Војно техничком заводу у Крагујевцу до 1892. године, када су започети велики радови у Београду, који су захтевали велико инжењерско знање, па је позван као стручњак да управља градњом београдског водовода и да буде управник грађевинског одељења града Београда. Андрија Андра Ђорђевић (1854-1914) министар просвете и црквених дела, је одлучио и обавестио ректора Велике школе 1894. године да се прими осам нових професора, од којих двојица на Технички факултет за предмет Хемијска и механичка технологија и за предмет Техничка физика са електротехником. По расписаном конкурсy Тоша Селесковић се пријавио за предмет Механичка технологија, а за Техничку физику са електротехником се пријавио др Стеван Марковић (1860-1945), касније оснивач Катедре за електротехнику на Универзитету у Београду.

После завршеног избора Тоша Селесковић је почео да ради од 13. јануара 1895. године као професор Механичке технологије на Техничком факултету Велике школе у Београду [31]. Он је пресудно утицао да се 1897. године формира посебан Машинско-технички одсек Техничког факултета, за који је пројектовао и механичко-техничку радионицу и издејствовао њено опремање. И као професор Велике школе бавио се проблемима Војно техничког завода у Крагујевцу и другим пројектима. Осим низа зграда у Крагујевцу, Селесковић као професор је пројектовао парни млин Радовића и компаније у Крагујевцу, реконструисао фабрику Ранка Гођевца у Београду, изучавао искоришћење водне снаге Дунава и Ибра, пројектовао електрично осветлење и трамвајски саобраћај у Шапцу и Зајечару, осмислио подизање купатила у Врњцима и вршио различита техничка вештачења и експертизе.



Слика 10. Српски технички лист 1890. године – машина за обрађивање топовских пројектила, конструкција инжењера Селесковића

Осим што је био изузетан конструктор машина и професор Велике школе у Београду, инжењер Селесковић је био веома активан и у другим областима друштвеног рада:

- Био је председник Занатлијског удружења 1888. године,
- Оснивач и председник Удружења српских инжењера 1890. године,
- Народни посланик од 1897. године, када се залагао у Скупштини за развој индустрије у Србији и ослобађање од страних утицаја на привреду, а посебно од утицаја Аустро-угарске монархије.

У напону стваралачке снаге, када је имао 45 година, Тоша Селесковић је желео да једну лакшу операцију изведе у Крагујевцу, пошто је лекар био његов лични пријатељ. Нажалост, том приликом је дошло до компликација и инфекције због које је Тоша Селесковић умро 1901. године. Он је био изузетно добар човек, цењена личност, најкреативнији машински инжењер свога времена и његова изненадна смрт је представљала ненадокнадив трајан губитак за технички покрет у Србији.

8. ЕЛЕКТРИФИКАЦИЈА СРБИЈЕ

Међу првим земљама света, Краљевина Србија је почела електрификацију на бази наизменичних струја, што је било од велике важности за техничко-технолошки и индустријски напредак земље. У исто време када се у САД водио „рат струја“ и расправа око увођења Едисонове једносмерне или Теслине наизменичне струје, у Србији се водила жестока расправа око увођења гасног или електричног осветлења у Београду. У то време се веома утицајни професор хемије Марко Леко (1853-1932), који је докторирао у Цириху 1875. године, а касније био ректор Велике школе и академик, са својим присталицама залагао за гасно осветлење Београда, док је професор Ђорђе Станојевић износио аргументе на страни увођења електричног осветлења. Захваљујући њему, Београд је 1893. године међу првим престоницама света имао потпуно електрично осветлење.

Ђорђе Станојевић (1858-1921) је рођен у Неготину, где је завршио четири разреда основне школе и четвороразредну нижу гимназију (слика 11). Више разреде гимназије завршио је у Београду, затим је 1877. године уписао Природно-математички одсек Филозофског факултета Велике школе у Београду, а дипломирао 1881. године, када га је професор Константин Коста Алковић (1834-1909) задржао као асистента на Катедри за физику. Положио је професорски испит из физике, механике и астрономије 1883. године, када је постављен за професора физике у Првој београдској гимназији. Током више деценија рада бавио се и истраживањима из области физике, механике, астрономије, као и новим техничким проналасцима, фотографијом у боји, расхладним уређајима и посебно електрицитетом и његовом применом.

У периоду од 1883. до 1887. године био је, као питомац Министарства војног на студијама и раду у најпознатијим астрономским и метеоролошким опсерваторијама Европе, када је објавио неколико научних радова из астрофизике у издању Париске академије наука. Постао је редовни професор физике и механике на Војној академији 1887. године, а 1893. године је постао редовни професор експерименталне физике на Великој школи у Београду, а

касније редовни професор Универзитета у Београду. Био је 1909. године декан Филозофског факултета, а у периоду 1913-1919. године био је на дужности ректора Универзитета у Београду. Више година је радио на изучавању могућности коришћења водотокова и изградње електричних централа у Србији. Заслужан је за изградњу првих хидроцентрали у Србији. Данас се његова биста налази испред зграде Београдске електродистрибуције у Масариковој улици у Београду.



Слика 11. Ђорђе Станојевић, ректор Универзитета у Београду који је осветлио Београд

Ђорђе Станојевић је био велики пријатељ и поштовалац дела Николе Тесле, па је организовао и његову једину једнодневну посету Београду 1. јуна 1892. године, а објавио је и књигу „Никола Тесла и његова открића“, у Београду 1894. године.

За изградњу електричног градског осветљења, била је неопходна изградња термоцентрали у Београду. Концесију за изградњу прве термоелектране за улично осветљење и градску железницу – трамвај, добила је компанија Периклеса Циклоса, Грка из Милана. Термоелектрана у Београду је званично пуштена у рад 6. октобра 1893. године, исте године када је Вестингхаусова компанија осветлила Светску изложбу у Чикагу Теслиним вишефазним системом електричне енергије и приказала човечанству епохални корак у будућност. Међутим, опрема београдске термоцентрали је набављена од Едисонове компаније и производила је једносмерну струју помоћу динамо машине. Дан пуштања у погон прве термоелектране у Београду је данас Дан Електропривреде Србије.

Матеја Ненадовић, предузетник и унук проте Матеје Ненадовића (1777-1854) је хтео да гради у Ваљеву термоцентралу по угледу на београдску и замолио је професора Ђорђа Станојевића за помоћ. По његовом предлогу, Ненадовић је изградио хидроцентралу на месту своје воденице на реци Градац, код самог ушћа у Колубару. Ова прва хидроелектрана у Србији је пуштена у рад 9. маја 1900. године, само 19 година после првих хидроцентрали у свету (на Нијагариним водопадима 1881. и на реци Фокс у САД). Ту се производила једносмерна електрична струја за осветљење Ваљева са 150 сијалица и три „боген-лампе“, помоћу динамо машине снаге 12 килвата.

У Ужицу је основана Државна ткачка школа 1891. године, коју је годишње завршавало од 15 до 30 полазница обучених у ткању вуне, конопље и лана, радећи углавном у занатским радњама или у својим кућама. Како су производи од тканине временом постали све више тражени на тржишту, тако је ткачка делатност постала у оно доба веома уносан посао. Ситне занатлије и трговци из вароши су ради повећања производње и зараде одлучили да удруже капитал како би изградиле велику ткачницу. Акционарско друштво за изградњу текстилне радионице на чијем челу се нашао Милош Атанацковић основано је 14. новембра 1897. године у Ужицу, а Министарство народне привреде сходно Закону о помагању домаће радиности извршило је верификацију и дало државни подстицај у виду бројних повластица. За две године извршен је упис акција у вредности од 100 хиљада динара, чиме је створен капитал за градњу ткачнице.

Било је у плану да се уместо парне машине за фабрички погон искористи водена снага реке Ћетиње и да се изгради постројење са воденим колом, које би покретало ткачке машине. Настале су велике тешкоће око реализације ове идеје, због неприлагођеног тока реке Ћетиње и изградња фабрике је доведена у питање. Међутим, у Ужице је дошао 1898. године професор Ђорђе Станојевић, по налогу министра Андрије Андре Ђорђевића да изврши надзор полагања завршног испита у Ужичкој гимназији. Ту прилику су искористили ужички акционари и са професором Станојевићем обишли клисуру реке Ћетиње, где им је он предложио да граде хидроелектрану по Теслином систему наизменичне струје са турбином и генератором, а да далеководом воде струју до ткачнице где би ткачке машине покретали електромотори. Чак би ноћу када машине не раде могли да осветљавају град и тако остварују додатну зараду. Професор Станојевић се заложио преко своје супруге, која је била дворска дама краљице Наталије, да добију подршку и од краља Александра Обреновића (1876-1903), а њиховог земљака из Мокре Горе инжењера Аћима Стевовића замолио је да уради машински пројекат електране.

Аћим Стевовић (1866-1957) је рођен у Котроману у Мокрој Гори (слика 12), од оца Стева Керковића који води порекло са Косова, али се у Мокру Гору доселио из Црне Горе, пошто је једно време живео и у Сјеници. Када је пошао у основну школу у Ужице и рекао да му је отац Стево, учитељ га је уписао као Стевовић и то презиме је носио цео живот, иако је био породично Керковић. Основну школу и шест разреда гимназије је завршио у Ужицу, а последњи разред у Београду 1887. године. Уписао се на Технички факултет Велике школе, где је као одличан студент постао питамац Министарства грађевина и упућен на студије машинства у Карлсруе, где је дипломирао 1894. године. По дипломирању добио је 1895. године место подинжењера у Одсеку за вучу СДЖ. По одобрењу СДЖ и Министарства грађевина био је две године на усавршавању у иностранству. Почео је да ради у фабрици *Elsaessische Maschinenbau Gesellschaft* у Немачкој јуна 1895. године, а после годину дана је прешао на железницу *Grossherzogliche Staatseisenbahnen* у Карлсруеу. Ту је положио испит за вођу локомотиве и радио у главној железничкој радионици. После неколико месеци почео је да ради у фабрици *Societe Alsacienne de Construction Mecanique* у Белфору у Француској. У тој фабрици је и као студент био четири месеца на пракси.

Аћим Стевовић се у јесен 1897. године вратио у Србију и запослио као инжењер Дирекције СДЖ у Нишу, где је напредовао у инжењерским звањима. Имао је велико инжењерско искуство стечено у Европи, па је први пут увео клипне парне машине на српску железницу. Посветио је пажњу смањењу потрошње горива и увео превентивно одржавање локомотивских котлова. Инжењер Стевовић је био изузетан пројектант СДЖ у Нишу:

- Пројектовао је и вршио надзор над израдом једне машине за чешљање Rosshart-a за седишта на вагонима,
- Радио је на поправци лежишта вагонских осовина,
- Модернизовао је машине у радионицама за обраду дрвене грађе за вагоне,
- Пројектовао је дизалице за вагоне,
- Пројектовао је ручни апарат за обраду рукаваца машинских осовина,
- По његовом пројекту је урађен у нишкој радионици један ручни апарат за обраду огледала разводника на парним цилиндрима локомотива,
- Осмислио је начин поправке на заворњима и њиховим лежиштима у механизму крме на локомотивама.



Слика 12. Аћим Стевовић, први професор Машина алатки и први пројектант српских хидроелектрана

Аћим Стевовић је два пута конкурисао за професора Техничког факултета Велике школе, најпре за предмет Механичка технологија 1901. године после смрти Тоше Селесковића и 1905. године на предмет Енциклопедија машина, Грађевинске машине и Машине алатљике. У то време је био већ формиран Универзитет у Београду. Примљен је у звање ванредног професора на Одсеку за машинске инжењере, а предавао је Грађевинске машине и Машине алатљике од 1906. године, што се сматра почетак универзитетског образовања у области производног машинства у Србији [32].

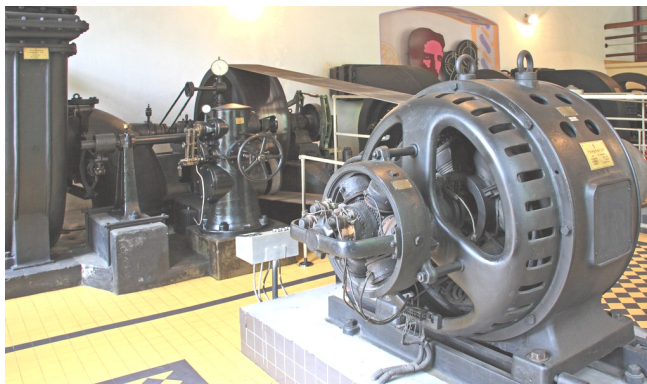
Стевовићев пројекат хидроелектране на Ђетињи је одмах прихваћен, јер није захтевао велике трошкове (слика 13). Брана висине само три метра и канал дужине 800 метара, обезбеђивали су пад воде од 11 метара. У Ужице је стигао краљ Александар Обреновић и уз присуство средњих и војних власти, грађана и

представника привреде 15. маја 1899. године свечано је положио камен темељац за градњу хидроелектране на Ђетињи. За избор и набавку електротехничке опреме био је задужен професор Ђорђе Станојевић. Генератори и опрема купљени су од фирме Siemens-Schuckert Werke из Беча (слика 14), а произвођач турбина је био Danubius-Maschinen Hartmann из Будимпеште. Извођачи грађевинских радова били су Јосиф Гранжан и Гопа Љубић из Ниша. Хидроелектрана „Под градом“ на Ђетињи је пуштена у рад 2. августа 1900. године, 96 дана после пуштања хидроелектране у Ваљево. Ужичка хидроелектрана је почела са радом девет година после пуштања у рад првих објекта ове врсте у свету, Амисове хидроцентрале у Колораду мале снаге 1891. године и само пет година после историјске изградње хидроцентрале на Нијагариним водопадима велике снаге 1895. године.



Слика 13. Прва хидроелектрана наизменичне струје у Србији на Ђетињи у Ужицу

Хидроцентрала на Ђетињи има три објекта; лучну брану распона 32 метра изграђену од бетона и камена у цементном малтеру, доводни канал и зграду централе. У згради су инсталиране две Франсисове турбине снаге по 50 КС с хоризонталном осовином, регулатором дотока воде у турбине, две челичне цеви за довод воде из канала у турбине, два генератора за производњу трофазне струје снаге по 32,8 киловата, учестаности 50 херца и напона 2.000 волти, као и табле са инструментима за контролу и регулисање напона. Опрема је допремљена железницом до Крагујевца, а до Ужица рабацијским колима, које је вукло 6 пари волова. Од електричне централе до града је изграђено 1.200 метара трожишног далековода високог напона, а по Ужицу је распоређено 7 трансформатора који су омогућили улично осветљење са 1.554 сијалице и 8 посебних лампи. Ужице је добило прву фазу осветљења одмах по пуштању првог генератора у рад, да би комплетна електрификација била завршена до краја 1900. године.



Слика 14. Генераторско постројење хидроелектране на Ћетињи у Ужицу

После велике популарности коју је професор Станојевић стекао код домаће јавности електрификацијом Ужица, градови Чачак, Лесковац, Смедеревска Паланка, Крушевац и Зајечар су затражили током 1901. и 1902. године његову стручну помоћ за градњу малих хидроелектрана. У априлу 1901. године је реконструисана и прва хидроцентрала на Градцу у Ваљево, где је динамо машина замењена Франсисовом турбином и генератором за производњу наизменичне струје. Машински инжењер Аћим Стевовић се изузетно истакао у време првобитне електрификације Србије. После хидроелектране на Ћетињи, инжењер Стевовић је пројектовао још неколико хидроенергетских објеката у Србији, на Нишави код Ниша, у Врању, Лесковцу, Пироту, Брусу и Великом Градишту, али због догађаја пред Први светски рат до реализације ових пројеката није дошло. Прве хидроелектране у Србији су били најсавременији технички објекти те врсте, који су значајно допринели индустријском напретку и развоју техничке и инжењерске струке у Србији.

9. ЗАКЉУЧАК

Поред изградње Тополивнице у Крагујевцу, у време када је у Србији било запослено само двадесетак инжењера, реализована је изградња и пуштање у рад прве телеграфске линије Београд – Алексинац марта 1855. године, што је у то време био прави инжењерски подвиг. Истог месеца српска телеграфска мрежа је била укључена у међународни телеграфски саобраћај са аустријском телеграфском мрежом, а новембра 1857. године, телеграф је у Алексинцу везан и за телеграфску мрежу Турске. Само једанаест година пре тог времена 1844. године, амерички проналазач Самуел Морзе (1791-1872) је конструисао први телеграфски апарат и пустио у рад прву телеграфску линију у свету између зграде Парламента у Вашингтону и железничке станице у Балтимору.

Формирање Техничког факултета Велике школе у Београду, је интензивирало развој инжењерске струке у Србији, мада је велики број српских инжењера ишао на додатне студије у иностранство. Неки од њих су остварили блиставе инжењерске каријере, а неки су кренули и другим професионалним путем. Најпознатији од њих је Никола Пашић, који је са инжењерском дипломом постао један од најзначајнији српских државника свог времена.

Никола Пашић (1845-1926) је рођен у Зајечару. Не зна се његово порекло да ли је Бугарско или Цинцарско, јер је тек преудајом мајке, добио српско презиме Пашић. Био је истакнути српски и југословенски политичар, дугогодишњи председник владе Краљевине Србије. Уписао је Технички факултет Велике школе у Београду 1866. године, а 1868. године као одличан студент и стипендиста српске владе наставио је школовање на Политехници у Цириху, где је дипломирао 1872. године. После дипломирања био је на пракси изградње пруге Будимпешта – Беч и у марту 1873. дошао је у Београд, где је постављен за инжењера у Министарству грађевина. Када је 30. јуна 1875. године распуштена Народна скупштина и расписани нови избори, Никола Пашић је поднео оставку на државну службу због сукоба интереса и кандидовао се за народног посланика. Од тада је почела његова богата политичка, а не инжењерска каријера. За политички успех Николе Пашића, велики значај је имало његово дружење са истакнутим српским студентима у Цириху, који су касније оставили траг у друштвеном животу Србије, као што су:

- Светозар Марковић (1846-1875), истакнути српски социјалиста, рођен у Зајечару, завршио Технички факултет Велике школе у Београду 1865. године, а потом студирао технику у Петрограду и Цириху, где је почео да проучава научни социјализам.
- Петар Пера Велимировић (1848-1911) истакнути српски политичар и вишегодишњи министар грађевина, рођен у Неготину, завршио Политехнику у Цириху.
- Лазар Пачу (1855-1915), српски политичар, лекар, министар финансија, рођен у Чуругу, завршио студије медицине у Цириху.
- Јован Жујовић (1856-1936), први српски геолог, професор Универзитета у Београду и председник Српске Краљевске академије, рођен у Брусници, завршио Природњачки одсек Велике школе у Београду, а затим студирао у Паризу и Цириху.
- Димитрије Мита Ракић (1846-1890), српски писац, економиста, политичар, министар финансија, рођен у Мионици, дипломирао на Великој школи у Београду, затим студирао у Минхену, Цириху, Гетингену и Лондону.
- Петроније Пера Тодоровић (1852-1907) српски политичар и писац, рођен у Смедеревској Паланци, студирао педагогију у Цириху. Познат по томе што је у својим „Малим новинама“ по наговору Чедомиља Чеде Мијатовића (1842-1932) тадашњег министра, измислио серију текстова о Тарабићима и креманском пророчанству, како би пред народом оправдао развод краља Милана Обреновића (1854-1901) и краљице Наталије (1859-1941).

Српски студенти су учили на најпознатијим европским техничким универзитетима, где су остварили велики успех. Међу њима је било и жена знаменитих инжењера. Јованка Бончић (1887-1966) је рођена у Нишу, студирала на Универзитету у Београду, била на пракси у СДЖ и наставила студије на Високој техничкој школи у Дармштату, где је дипломирала 18. јула 1913. године и постала прва жена дипломирани инжењер у историји Немачке [33]. То су објавиле Берлинске илустроване новине, са њеном сликом на насловној страни. Удала се за Украјинца инжењера Андреја Катернића, са којим је живела у

Кијеву и Санкт Петербургу. Радилa је у Србији од 1930. године и пројектовала зграде Учитељског и Ветеринарског факултета, Бански двор у Бањалуци, бањско купатило у Бањи Ковиљачи. Данас Универзитет у Дармштату додељује признање женама које су оствариле посебна научна достигнућа у области материјала и геонаука под именом „Јованка Бончић“.

У историографији српског инжењерства се наводи да је Милутин Миланковић, први Србин са докторатом техничких наука, који је стекао у Бечу 1904. године, одбранивши дисертацију под насловом „Теорија линија притиска“ (Beitrag zur Theorie der Druck-kurven), две године после дипломирања у својој двадесетпетој години живота. Међутим, познато је да је Михајло Пупин докторирао у Берлину 1889. године у својој тридесет петој години живота са темом „Osmotički pritisak i njegov odnos prema slobodnoj energiji“ (Osmotic Pressure and Its Relationship to Free Energy) код легендарног Хермана фон Хелмхолца (1821-1894). Он је свакако први Србин са докторатом техничких наука, али је његов докторат у то време био у области физике, јер електротехника није била још увек развијена као техничка дисциплина.

У Србији су били капитални пионирски технички подухвати у различитим инжењерским правцима, од регулације тока реке Дрине, изградње Тополивнице у Крагујевцу, развоја Српске државне железнице, изградње телеграфске мреже, електрификације па до ваздухопловства. Први конструктори и пилоти моторног авиона Орвил Рајт (1871-1948) и Вилбур Рајт (1867-1912) су у Северној Каролини 17. децембра 1903. године сопственом летелицом прелетели 260 метара за 59 секунди. У Србији је Едвард Русјан (1886-1911) авионом сопствене конструкције „Мерчеп-Русјан“ прелетео више километара изнад Београда 9. јануара 1911. године. Нажалост због јаког невремена тај лет се завршио трагично, али је важна чињеница да се изнад Београда летело само осам година после првог лета у свету и да је Краљевина Србија већ крајем 1912. године располагала са 12 ратних авиона, док је авијација САД у то време имала само 9 авиона.

Традиција српског инжењерства је веома богата и многе данас развијене земље света би биле поносне да имају такву техничко-технолошку историју. Нажалост у Србији се поклања мала пажња истраживању и очувању инжењерске традиције. Овај кратак приказ првих капиталних инжењерских остварења у Србији и подсећање на заборављени пројекат ПИНУС, имају за циљ подстицај на размишљање за његово поновно оживљавање.

Народи који поклањају пажњу својој техничкој прошлости имају велику шансу и за успешну индустријску будућност.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Тешић, М.В., Школство у Србији 1804-1854, Зборник радова научног скупа „Пола века науке и технике у обновљеној Србији 1804-1854“, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996. стр.544-568.
- [2] Баралић, Д., Зборник закона и уредби о Лицеју, Великој школи и Универзитету у Београду, Научна књига, Београд, 1967.
- [3] Обрадовић, Н., У спомен сто година науке о машинама 1873-1941., Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1975.

- [4] Николова, М., Образовање инжењера у Србији до Првог светског рата, ПИЛУС Записи бр.4, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1996. стр.79-100.
- [5] Грујић, Н., Први резултати механике у обновљеној Србији, Зборник радова научног скупа „Пола века науке и технике у обновљеној Србији 1804-1854“, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996. стр.94-111.
- [6] Шолаја, Б.В., Почети техничке културе и инжењерства у обновљеној Србији, Зборник радова научног скупа „Пола века науке и технике у обновљеној Србији 1804-1854“, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996. стр.595-616.
- [7] Шолаја, В., Окружни инжењери у Кнежевини/Краљевини Србији од 1852. до 1914. године, Зборник научног скупа „Путеви српског инжењерства током XIX века“, књига 1, Српска академија наука и уметности, Музеј науке и технике, Београд, 1994. стр.68-87.
- [8] Југовић, М., Инциденти у окружју Крушевачком 1834-1924, ПИЛУС Записи бр.3, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1996.
- [9] Шолаја, В., Инжењери Одељења (Министарства) грађевина у Србији XIX века – један пресек, ПИЛУС Записи бр.1, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1995. стр.1-18.
- [10] Шолаја Б.В., Магдић, С.А., Инжењери у Књажевству/Краљевини Србији од 1834. године до завршетка Првог светског рата, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1994.
- [11] Шолаја, В., Магдић, А., Милош Савчић, градитељ, привредник, градоначелник, специјална публикација поводом изложбе у Галерији Српске академије наука и уметности у Београду, САНУ Београд, 1997.
- [12] Solaja, V., Dimitric, M., Lukic, Lj., On the Two Cases of Yugoslav Attempts in Adaptive Control, Robotics and Computer- Integrated Manufacturing Vol.4, pp.241-244, 1988.
- [13] Lukic, Lj., Polajnar, D., Solaja, V., A Yugoslav Approach to Decision Support for Optimization of FMS Technologies, Annals of the CIRP, Vol.40/1, pp. 99-102, 1991.
- [14] Магдић, А., Кратак преглед развоја инжењерства у Србији у XIX веку и први капитални технички подухвати, ПИЛУС Записи бр.1, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1995. стр.75-88.
- [15] Шолаја, В., Магдић, А., Путeви српског инжењерства током XIX века, специјална публикација поводом изложбе у Галерији Српске академије наука и уметности у Београду, САНУ Београд, 1994.
- [16] Војводић, В., Животопис Атанасија Николића (1803-1882), Зборник радова научног скупа „Пола века науке и технике у обновљеној Србији 1804-1854“, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996. стр.68-83.
- [17] Дјарић, М., Lukic, Lj., Popovic, P., Technical Product Risk Assessment Integration Into the Enterprise Risk Management, Tehnicki Vjesnik – Technical Gazette, Vol. 20, pp. 721-730, 2013., No.4.
- [18] Спасић, Ж., Почети тополивнице у Крагујевцу, Зборник радова научног скупа „Пола века науке и технике у обновљеној Србији 1804-1854“, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996. стр.486-502.
- [19] Прелевић, М., Освиг Војне академије (Артиљеријска школа), Зборник радова научног скупа „Пола века науке и технике у обновљеној Србији 1804-1854“, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996. стр.440-443.

- [20] Lukic, Lj., Djapic, M., The Study of Surface Roughness in Deep-Hole Drilling Processes, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol. 19., pp. 221-229, 2013., No.2.
- [21] Спасић, Ж., Улога инжењера у развоју војно занатлијске школе у Крагујевцу, Зборник научног скупа „Путеви српског инжењерства током XIX века“, књига 1, Српска академија наука и уметности, Музеј науке и технике, Београд, 1994. стр.168-184.
- [22] Шолаја, В., Осврт на квалитет у светлу инжењерске традиције Србије XIX века, ПИЛУС Записи бр.1, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1995. стр.129-132.
- [23] Марковић, Д., Производња шалитре у Србији у доба кнеза Милоша, Зборник радова научног скупа „Пола века науке и технике у обновљеној Србији 1804-1854“, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996. стр.262-268.
- [24] Стаматовић, А., Војни производни погони - Прва савремена индустрија у Србији (1804-1878), ПИЛУС Записи бр.6, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1997.
- [25] Росић, С., Машинско оделење Дирекције Српских државних железница, ПИЛУС Записи бр.1, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1995. стр.89-96.
- [26] Росић, С., Добривоје Божић – проналазач прве савремене кочнице, ПИЛУС Записи бр.2, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1995. стр.103-110.
- [27] Анђус, В., Професори високог техничког образовања у Србији до 1914. године: Лицеј, Инцинирска школа, Велика школа, Универзитет, Зборник научног скупа „Путеви српског инжењерства током XIX века“, књига 1, Српска академија наука и уметности, Музеј науке и технике, Београд, 1994. стр.129-147.
- [28] Djapic, M., Lukic, Lj., Application of the Dempster-Shafer Theory in Conceptual Design of the Machining Centres, Tehnicki Vjesnik – Technical Gazette, Vol. 20, pp. 65-71, 2013., No.1.
- [29] Шолаја, В., Ђурић-Замоло, Д., Васиљевић, Д., Поводом стодвадесетпетогодишњице „Техничарске дружине“ у Београду, уводни реферат, Зборник научног скупа „Путеви српског инжењерства током XIX века“, књига 1, Српска академија наука и уметности, Музеј науке и технике, Београд, 1994. стр.1-17.
- [30] Petrovic, A., Lukic, Lj., Ivanovic, S., Pavlovic, A., Optimisation of Tool Path for Wood Machining on CNC machines, Journal of Mechanical Engineering Science, 2016., DOI 10.1177/0954406216648715
- [31] Шолаја, В., Сто година производног машинства у високом школству Србије – сећање на прва четири професора, Посебно издање у оквиру 25. Саветовања производног машинства Југославије, Машински факултет у Београду, Лола Институт, Београд, 1994.
- [32] Шолаја, В., Седамдесет година производног машинства у Београду, уводни реферат, Зборник радова научно-стручног скупа „Седамдесет година производног машинства у Београду“ Машински факултет у Београду, Институт за алатне машине и алате у Београду, Београд, 1976. стр. 1-116.
- [33] Ђурић-Замоло, Д., Грађа за проучавање дела жена архитеката са Београдског универзитета, генерације 1896-1940. године, ПИЛУС Записи бр.5, Заједница техничких факултета Универзитета у Београду, Музеј науке и технике у Београду, Лола институт у Београду, Београд, 1996.

CIP - Каталогизација у публикацији –
Народна библиотека Србије, Београд

629.42-592(082)

621:929 Божић Д.(082)

ДОБРИВОЈЕ С. Божић - изумитељ савременог система кочења воза: тематски зборник / уредници Новак Недић, Драган Петровић, Милан Бижић. - Краљево : Факултет за машинство и грађевинарство Универзитета у Крагујевцу, 2016 (Краљево : АДМ графика). - [4], 254 стр. : илустр. ; 25 cm

Према Предговору, научни тематски национални скуп под истим називом одржан је на Факултету за машинство и грађевинарство Универзитета у Крагујевцу, 25. новембра 2016. године поводом 130 година од рођења Добривоја С. Божића чувеног проналазача као и 40 година постојања Универзитета у Крагујевцу.

Тираж 300. - Стр. [4]: Предговор / Новак Н. Недић, Драган З. Петровић. - Библиографија уз сваки рад.

ISBN 978-86-82631-84-2

1. Недић, Новак [уредник] [аутор додатног текста]
а) Божић, Добривоје С. (1885-1967) б) Железничка возила - Кочење - Зборници с) Железничка возила - Кочнице - Зборници

COBISS.SR-ID 227315724