



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ**  
**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**  
**ДЕПАРТАМАН ЗА САОБРАЋАЈ**



*Живота Ђорђевић*

**МОДЕЛ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ОДРЖАВАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ  
ВОЗИЛА ПРИМЕНОМ ДИЈАГНОСТИЧКИХ СИСТЕМА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: *проф. др Јован Тепић*

Нови Сад, 2015.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, <b>РБР:</b>		
Идентификациони број, <b>ТД:</b>		
Тип документације, <b>ТД:</b>	Монографска документација	
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	Текстуални штампани материјал	
Врста рада, <b>ВР:</b>	Докторска дисертација	
Аутор, <b>АУ:</b>	Живота Ђорђевић	
Ментор, <b>МН:</b>	Др Јован Тепић	
Наслов рада, <b>НР:</b>	Модел за унапређење одржавања железничких возила применом дијагностичких система	
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	Српски	
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	Српски	
Земља публикација, <b>ЗП:</b>	Република Србија	
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	Војводина	
Година, <b>ГО:</b>	2015.	
Издавач, <b>ИЗ:</b>	Факултет техничких наука	
Место и адреса, <b>МА:</b>	Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6	
Физички опис рада, <b>ФО:</b>	9 поглавља / 178 страна / 30 табела / 135 слика / 10 прилога	
Научна област, <b>НО:</b>	Саобраћајно инжењерство	
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	Организације и технологије транспорта	
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	мониторинг, дијагностика склопова железничких возила, одржавање на основу стања, оперативни центар	
<b>УДК</b>		
Чува се, <b>ЧУ:</b>	Библиотека Факултета техничких наука у Новом Саду	
Важна напомена, <b>ВН:</b>		
Извод, <b>ИЗ:</b>	У раду је дат нагласак на потенцијалне користи увођењем стратегије одржавања на основу стања возила. Истраживање је базирано на реалним мониторингу кола. Развијени су fuzzy модели за локацију мерних станица на мрежи и предикцију броја деформисаних тачкова кола. Дефинисани су параметри за оцену стања склопова железничких возила. Извршено је дизајнирање оперативног центра са умреженим мерним станицама и дефинисана методологија управљања одржавањем железничких возила са предлогом новог модела организације одржавања возних средстава према стању.	
Датум прихватања теме, <b>ДП:</b>	19.1.2015.	
Датум одбране, <b>ДО:</b>		
Чланови комисије, <b>Ко:</b>	Председник: Др Славко Весковић, редовни професор	
	Члан: Др Гордан Стојић, доцент	
	Члан: Др Бојан Лалић, доцент	
	Члан: Др Илија Танацков, редовни професор	Потпис ментора
	Члан, ментор: Др Јован Тепић, ванредни професор	

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

<i>Accession number, ANO:</i>		
<i>Identification number, INO:</i>		
<i>Document type, DT:</i>	Monographic publication	
<i>Type of record, TR</i>	Textual material printed	
<i>Contents code, CC:</i>	Ph. D. thesis	
<i>Author, AU:</i>	Života Đorđević	
<i>Mentor, MN</i>	Ph. D. Jovan Tepić, Associate Professor	
<i>Title, TI:</i>	The model for the improvement of maintenance of railway vehicles using the diagnostic system	
<i>Language of text, LT:</i>	Serbian	
<i>Language of abstract, LA:</i>	Serbian	
<i>Country of publication, CP:</i>	Serbia	
<i>Locality of publication, LP:</i>	Vojvodina	
<i>Publication year, PY:</i>	2015.	
<i>Publisher, PB</i>	Faculty of Technical Sciences	
<i>Publication place, PP:</i>	Novi Sad, Square of Dositej Obradović 6	
<i>Physical description, PD:</i>	9 chapters / 178 pages / 30 tables / 135 pictures /10 appendixes	
<i>Scientific field, SF:</i>	Traffic engineering	
<i>Scientific discipline, SD:</i>	Organizations and technologies of transport	
<i>Subject Headings / Keywords, PO:</i>	monitoring, diagnostics assemblies for railway vehicles, maintenance based on condition, operations center	
UDC		
<i>It is kept, Cu:</i>	Library of the Faculty of Technical Sciences,	
<i>Note, N:</i>		
<i>Abstract, AB:</i>	The paper gives emphasis to the potential benefits of the introduction of maintenance strategies based on the condition of the vehicle. The research is based on realistic monitoring circuits. They were developed fuzzy models for the location of measuring stations on the network and prediction of the number of deformed wheel car. Defined parameters for assessment of the state assemblies for railway vehicles. Executed designing operational center with networked measuring stations and the methodology for maintenance management of railway vehicles with the proposal of a new model of organization of maintenance of rolling stock according to the state.	
<i>Accepted by the Scientific Board on, ASB:</i>	19.1.2015.	
<i>Defended Board, DB:</i>		
<i>Defended Board, DB:</i>	President: Ph. D Slavko Vesković, Full Professor	
	Member: Ph. D. Gordan Stojić, Assistant Professor	
	Member: Ph. D. Bojan Lalić, Assistant Professor	
	Member: Ph. D. Ilija Tanackov, Full Professor	Menthor's sign
	Member: Ph. D. Jovan Tepić, Associate Professor	
	Mentor:	

## САДРЖАЈ:

<b>РЕЗИМЕ</b> .....	VI
<b>АПСТРАКТ</b> .....	VII
<b>СПИСАК СЛИКА</b> .....	VIII
<b>СПИСАК ТАБЕЛА</b> .....	XIV
<b>СПИСАК СКРАЋЕНИЦА</b> .....	XVI
<b>1. ОБЛАСТ, СВРХА И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	1
<b>2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА СТАЊЕ РАДНЕ ИСПРАВНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА</b> .....	6
<b>2.1</b> Основни параметри стања исправности железничких возила .....	7
<b>2.2</b> Прописи и стандарди у вези одржавања теретних кола .....	8
<b>2.3</b> Савремене концепције одржавања железничких возила .....	10
<b>2.4</b> Одговорност за одржавање теретних кола – ЕЦМ (Entity in Charge of Maintenance) .....	13
<b>3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ САОБАЋАЈА</b>	16
<b>3.1</b> Ванредни догађаји .....	17
<b>3.2</b> Анализа отказа теретних кола на мрежи ЖС .....	21
<b>3.2.1</b> Неисправности осовинског склопа .....	26
<b>3.2.2</b> Неисправности осо. склопова услед прегрејаности лежишта и точкова .....	29
<b>3.2.3</b> Прекорачење товарног профила кола и дозвољеног осовинског оптерећења .....	31
<b>3.3</b> Процедуре провере квалитета употребе теретних кола .....	35
<b>3.3.1</b> Неисправности и каталог неисправности .....	35
<b>3.3.2</b> Процедура провере квалитета .....	36
<b>4. ТЕХНИЧКА ДИЈАГНОСТИКА</b> .....	38
<b>4.1</b> Методе техничке дијагностике .....	40
<b>4.2</b> Дефинисање савремених технологија и опреме за мониторинг и дијагностику у оквиру одржавања железничких возних средстава ЖС .....	41
<b>4.2.1</b> Савремене методе и поступци у одржавању електро локомотива серије 444 и 461 .....	44
<b>4.2.2</b> Стационарни системи мониторинга и дијагностике на мрежи ЖС ....	46



<b>5. ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕХНОЛОГИЈА МОНИТОРИНГА И ДИЈАГНОСТИЧКИХ МЕТОДА</b> .....	51
5.1 Почетак развоја дијагностичких метода и технологија мониторинга .....	52
5.2 Имплементација система за детекцију и мониторинг на пругама САД .....	56
5.2.1 WILD – Систем за праћење ударних оптерећења на точак .....	56
5.2.2 TPD – Систем за праћење понашања обртног постоља вагона .....	57
5.2.3 TADS – Систем за акустичну идентификацију неисправних лежајева .....	58
5.3 Стационарни системи за праћење стања железничких возила развијени у Европи .....	61
5.3.1 FÜSII – Систем за откривање прегрејаних точкова, лежајева и блокираних кочница .....	64
5.3.2 Lasca – Систем за мерење на бази угибања шина .....	65
5.3.3 ARGOS – локалне мерне станице за континуирано праћење стања ...	67
5.3.4 BMW – Систем за праћење истрошености кочионих уметака .....	70
5.3.5 PUCS – Систем за проверавање подигнутости пантографа .....	71
5.3.6 T/BOGI – систем за мерење геометрије обртног постоља .....	75
5.3.7 TCSS – Систем за детекцију недостатака воза у вожњи .....	78
5.4 Стационарни системи за праћење стања железничких возила на пругама бившег СССР-а .....	80
5.4.1 ПОНАБ-3 – Систем за аутоматску контролу прегрејаних лежишта ..	80
5.4.2 КРАП-2 – Систем за аутоматску контролу неисправности на површинама котрљања точкова .....	82
5.4.3 ДИСК-БК-Ц – Системи за комплексну контролу стања воза у току вожње .....	83
5.5 Примена мониторинга и дијагностике помоћу система постављених на самом возном средству .....	84
5.5.1 LEILA – Систем за праћење стања обртних постоља .....	84
5.5.2 DREAM – Систем за дијагностику лежајева .....	85
5.5.3 АТС – Систем за аутоматску контролу воза .....	87
<b>6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖС – ПИЛОТ ПРОЈЕКАТ МЕРНА СТАНИЦА "БАТАЈНИЦА"</b> .....	89
6.1 G-2000 Систем за утврђивање равних места на точку .....	93
6.2 ТК 99 Уређај за детекцију прегрејаних лежајева осовинских склопова .....	96
6.3 Експериментална мерења стања возних средстава на мерној станици Батајница .....	99
6.3.1 База података са складиштење података са мерних станица .....	105
6.3.2 Структура базе података .....	105
6.3.3 Упит над базом података .....	107

<b>7. ПРИМЕНА КОНЦЕПТА ВЕШТАЧКА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА У САОБРАЋАЈУ</b> .....	111
7.1 FUZZY логика .....	113
7.2 Вештачке неуронске мреже .....	120
7.3 NEURO-FUZZY интелигентни системи .....	123
7.4 Модел за утврђивање локације постављања мерних станица .....	126
7.4.1 SANNA – MS Excel, систем за вредновање алтернатива .....	128
7.4.2 Примена методе PROMETHEE за избор макролокације постављања мерних станица .....	129
7.4.3 Резултати примене методе PROMETHEE .....	133
7.4.4 Fuzzy модел за утврђивање микролокације поста. мерних станица ...	135
7.4.5 Анализа резултата модела .....	141
7.5 FUZZY модел за утврђивање деформације тачкова железничких возних средстава .....	142
7.5.1 Дефекти тачкова .....	143
7.5.2 Опште о потрошњи тачкова .....	146
7.5.3 Утицајни фактори на трошење тачкова .....	148
7.5.4 Праћење потрошње тачкова железничких возила .....	153
7.5.5 FUZZY модел за предвиђање броја дефектних тачкова .....	156
<b>8. ДИЗАЈНИРАЊЕ ОПЕРАТИВНОГ ЦЕНТРА</b> .....	161
8.1 Оперативни центар .....	162
8.2 Процедуре активности по активирању аларма .....	166
8.3 Праћење стања у функцији одржавања .....	168
<b>9. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА</b> .....	174
<b>10. ЛИТЕРАТУРА</b> .....	179
<b>11. ПРИЛОЗИ</b> .....	186
Прилог 1. Приказ недостатака на трчећем строју (делимични или потпуни губитак радне способности) и поступак с колима .....	186
Прилог 2. Приказ недостатака на лежају осовинског склопа .....	189
Прилог 3. Међународни профил пруге .....	190
Прилог 4. Пример товарења – обавештајни лист 1/80-001-11 .....	191
Прилог 5. Технички преглед – листа неисправности на колима и товару .....	193
Прилог 6. Технички преглед теретних кола код примопредаје између ЖП-а .....	194
Прилог 7. Евидентирани возови на мерној станици Батајница на којима је алармирана нека техничка или експлоатациона неисправност .....	195
Прилог 8. Дијагностикована и искључена кола на мерној ст. Батајница .....	209
Прилог 9. Аларм G.R.D у станици Батајница од воза 45625 (11.11.2013.) .....	212
Прилог 10. Дијаграм брзина на прузи бр. 1: (Београд) – Ресник – Врбница – Државна граница .....	215

## РЕЗИМЕ

*Научно-технолошка револуција која је захватила све области живљења тражи и нова решења за бољу организованост саобраћаја, односно ефикаснији превоз путника и робе. Економска оправданост је и услов сврсисходности организације саобраћаја, исказана односом трошкова организације саобраћаја, одржавања инфраструктуре и самих учесника у саобраћају.*

*С друге стране посматрано, уочава се немогућност испуњења захтева савременим потребама, недостатак интероперабилности између мрежа и система управљања. За железничка предузећа по питањима интероперабилности најзначајнији су стандарди TSI (Technical Specification on Interoperability), који обухватају подручја: инфраструктуру, возна средства, енергетику, подсистеме управљања и одржавања, возне подсистеме, сигнализацију, експлоатацију и друге видове. Неке карактеристике воза и возних средстава није могуће проверити садашњим методама (оптички или акустички), јер брзина развоја и усложњавања техничких система, условљава одговорнији и већи значај надзора и одржавања. У том контексту у раду су анализирани карактеристични системи, са указивањем на могућности детектовања карактеристичних параметара и њихових специфичности. У раду је предложен модел развоја концепције **мониторинга и дијагностике склопова железничких возила** ради дефинисања ефикаснијег система за одржавање железничких возила. У склопу истог предложен је и дизајниран оперативни центар са обједињеним – умреженим мерним станицама.*

*Дефинисање модела за распоређивање стационарних мерних станица за динамички мониторинг возила на железничкој мрежи решено је применом методе веиштачке интелигенције. Људски фактор надокнађује несигурност математичких модела путем коришћења знања експерта заснованог на искуству и доноси одлуке базирание на подацима који се тешко описују и уносе у математички модел. Примењена су два концепта базирани на примени fuzzy логике и хибридних система (neuro-fuzzy интелигентни системи). Истраживање је спроведено на узорку података добијених за конкретан случај: броја искључених кола из саобраћаја по врстама квара и по секцији, обиму превоза и процентуалном учешћу у обиму саобраћаја по секцијама за одређену пругу. Макролокација за постављање мерне станице добијена је применом методе вишекритеријумског одлучивања. Затим, је на основу приказаног fuzzy модела утврђена микролокација за постављање мерне станице.*

*Овим се омогућава прелазак на нови приступ **одржавању на основу стања**, чиме се стварају услови за дизајнирање сасвим новог функционалног **оперативног центра**, а и управљање целокупног система има сасвим нов и свеобухватан приступ.*

**Кључне речи:** мониторинг, дијагностика склопова железничких возила, одржавање на основу стања, оперативни центар.

## ABSTRACT

*Scientific and technological revolution that has affected all areas of life and seeking new solutions for better organization of traffic, or the efficient transport of passengers and goods. Economic feasibility is a requirement of expediency traffic organization, expressed attitude of the organization costs of transport, infrastructure maintenance and traffic participants themselves.*

*On the other hand observed, there is an inability to meet the requirements of modern needs, the lack of interoperability between networks and systems management. For railway companies on issues of interoperability are the most important standards TSI (Technical Specification on Interoperability), which include areas: infrastructure, rolling stock, energy, sub-systems of management and maintenance, vehicle subsystems, signaling, and other forms of exploitation. Some characteristics of the train and rolling stock is not possible to check with the current methods (optical or acoustic), because the speed of development and the complexity of technical systems, causes more responsible and increased importance of monitoring and maintenance. In this context, the paper analyzed typical systems, with emphasis on the possibility of detecting the characteristic parameters and their specificity. The proposed model development concept of **monitoring and diagnostics circuits of railway vehicles** in order to define a more efficient system for the maintenance of railway vehicles. Within the same has been proposed and designed operating center with grouped – networked measuring stations.*

*Definition of models for the deployment of stationary measuring stations for dynamic monitoring of vehicles on the railway network is solved by applying the methods of artificial intelligence. The human factor compensates for the uncertainty of mathematical models through the use of expert knowledge based on experience and make decisions based on data that is difficult to describe and entered into a mathematical model. Two concepts were based on the application of fuzzy logic and hybrid system (neuro-fuzzy intelligent systems). The survey was conducted on a sample of data obtained for the case: the number of excluded cars from traffic by type of defect and per section; transport volume and percentage share in the volume of traffic on certain sections of the railroad. Macro location to set the measuring cell is obtained by applying the method of multi-criteria decision-making. Then, based on the presented fuzzy models established micro location for setting up measuring stations.*

*These conditions are created for the transition to a new approach to **maintenance based on the state**, this creating the conditions for designing a completely new functional **operational center** and manage the entire system has a completely new and comprehensive approach.*

**Keywords:** *monitoring, diagnostics circuits of railway vehicles, maintenance based on the state, the operations center.*

## СПИСАК СЛИКА

<b>Слика 1.1</b>	Област истраживања .....	4
<b>Слика 2.1</b>	Односи између одржавања, рада и модификације .....	10
<b>Слика 2.2</b>	Концепције одржавања .....	11
<b>Слика 2.3</b>	Организације ЕСМ на примеру ÖBB .....	14
<b>Слика 2.4</b>	Координација ЕСМ-ова и начин размене-протока података о одржавању .	15
<b>Слика 3.1</b>	Исклизнуће кола из састава воза 56224 на међустаничном растојању Штитар– Прњавор Мачвански дана 01.03.2012. године .....	19
<b>Слика 3.2</b>	Преглед удела исклизнућа возова у броју ванредних догађаја .....	19
<b>Слика 3.3</b>	Преглед ванредних догађаја у односу на обим рада .....	21
<b>Слика 3.4</b>	Преглед броја искључених кола из саобраћаја из разлога неисправности кочионог система .....	23
<b>Слика 3.5</b>	Преглед броја искључених кола из саобраћаја из разлога неисправности на трчећем строју (обруч точка, моноблок точак, венац или тело точка, осовински склоп) .....	23
<b>Слика 3.6</b>	Преглед броја искључених кола из саобраћаја по ОЦ/ОЈ за временски период 2007 – 2013. год. ....	25
<b>Слика 3.7</b>	Преглед броја искључених кола из саобраћаја за временски период 2007 – 2013. год. у односу на остварени ntkm .....	26
<b>Слика 3.8</b>	Силе које делују на точак .....	27
<b>Слика 3.9</b>	Примери контакта точка и главе шине .....	27
<b>Слика 3.10</b>	Налепнице и равно место на точку .....	28
<b>Слика 3.11</b>	Лом рукавца на колима 21722245099-1, после удеса у СН .....	30
<b>Слика 3.12</b>	Карактеристични ломови точкова на колима бр. 51723910675-3; 51722010650-7 .....	31
<b>Слика 3.13</b>	Распоред товара по обавештајном листу 1.8.2, Прилог II, Правилника RIV (Пропис за товарење 95), Свеска 2 .....	33
<b>Слика 3.14</b>	Превоз цеви из TCDD за ÖBB .....	34
<b>Слика 4.1</b>	Информациони систем мониторинга возних средстава .....	38

<b>Слика 4.2</b>	Конфигурација система са мерним модулима и елементима за пренос и обраду података .....	39
<b>Слика 4.3</b>	Мобилна дијагностика .....	40
<b>Слика 4.4</b>	Изглед управљачнице на локомотиви серије ЈЖ 444 и приказ на дисплеју.	45
<b>Слика 4.5</b>	Положај давача на колосеку и остале пружне опреме .....	47
<b>Слика 4.6</b>	Просторни распоред мерног система .....	49
<b>Слика 4.7</b>	Стационарни систем за динамичку контролу техничког стања возних средстава, инсталиран у Батајница у km 22+993,66 (од km 22+951,66 до km 23+035,66) .....	50
<b>Слика 5.1</b>	Параметри равнoг места .....	53
<b>Слика 5.2</b>	Графички приказ мерног места са распоредом сензора (давача) за мерење температуре .....	54
<b>Слика 5.3</b>	Мерно подручје .....	55
<b>Слика 5.4</b>	Шематски приказ разлога настанка вијугавог кретања и приказ категоризација јачина буке као последица оштећења .....	57
<b>Слика 5.5</b>	Мерна места деформација у „S“ кривина, са детектором „TPD“ (извлачење брута помоћу три и више локомотива) .....	58
<b>Слика 5.6</b>	Запис звука сваког неисправног лежаја .....	59
<b>Слика 5.7</b>	Интегрисани информациони систем (InterRRIC™) .....	60
<b>Слика 5.8</b>	Развојни пут мониторинг система .....	62
<b>Слика 5.9</b>	Системи детекције прегрејаних лежишта у Европи .....	63
<b>Слика 5.10</b>	Инсталација FÜS II детектора за откривање прегрејаних точкова, лежаја и блокираних кочница .....	64
<b>Слика 5.11</b>	FUES II EPOS мерна геометрија са FBOA TAS .....	64
<b>Слика 5.12</b>	Шематски приказ принцип рада Lasca сензора .....	65
<b>Слика 5.13</b>	Распоред сензора у низу између прагова .....	65
<b>Слика 5.14</b>	Распоред сензора-мерних тачака између прагова .....	66
<b>Слика 5.15</b>	Део мерења сензора у распореду 2 x 6 за пролаз осовинског склопа при 100 km .....	66
<b>Слика 5.16</b>	Преглед излазних података из Lasca система могућности за њихово коришћење .....	67

<b>Слика 5.17</b> Ризична места пруге – мостови .....	68
<b>Слика 5.18</b> Инсталирани Аргос Ниво 1 и исти након откривања исклизнућа .....	68
<b>Слика 5.19</b> Преглед оптерећења по осовинама за један воз .....	69
<b>Слика 5.20</b> Слика оштећења точка и од стране Аргоса измерена одступања од идеалног профила .....	69
<b>Слика 5.21</b> Мерна опрема за један осовински склоп .....	70
<b>Слика 5.22</b> Систем за снимање стања кочионих уметака .....	71
<b>Слика 5.23</b> Уређај за одређивање профила воза .....	72
<b>Слика 5.24</b> Модул за оптичко снимање профила и пречника точка .....	73
<b>Слика 5.25</b> Снимак унутрашњег и спољног профила точка, венца, и површине котрљања .....	74
<b>Слика 5.26</b> Мерење пречника точка преко непомичне тачке .....	74
<b>Слика 5.27</b> Мерење пречника точка преко три тачке, поглед са унутрашње стране .....	75
<b>Слика 5.28</b> Инсталација система T/BOGI са правцима кретања товарених вагона .....	75
<b>Слика 5.29</b> Уградња T/BOGI система на правцу Кируни – Нарвик .....	76
<b>Слика 5.30</b> Нападни угао и позиција праћења .....	76
<b>Слика 5.31</b> Међуосовинско одступање и грешка у праћењу .....	77
<b>Слика 5.32</b> Вертикалне силе на левој и десној шини од 40 првих осовина у истој гарнитури .....	77
<b>Слика 5.33</b> Инсталација на (RFI): линија Рим – Формиа – Напуљ .....	78
<b>Слика 5.34</b> Положаји ласерских зрака .....	79
<b>Слика 5.35</b> Детектовано прекорачење дозвољеног товарног профила .....	79
<b>Слика 5.36</b> Структурна шема уређаја за контролу лежишта .....	81
<b>Слика 5.37</b> Шински пиезоакцелерометар .....	82
<b>Слика 5.38</b> Приказ вибрационог спектра лежаја добијеног „Дрим“ дијагностичким системом и приказ обвојнице (енvelope) оштећеног лежаја .....	86
<b>Слика 5.39</b> Приказ лежаја на коме је вршена дијагностика оштећења .....	86
<b>Слика 5.40</b> Системи континуалне детекције температуре .....	87

Слика 5.41	Лево: SKF лежај "TBU" предвиђен за примену "ETCS"-а (European Train Control System); Десно: SKF Compact "TBU" лежај са сензорима .....	88
Слика 6.1	Шема мерне станице Батајница .....	90
Слика 6.2	Модул 2, сензори бројача точкова (осовина) .....	91
Слика 6.3	Модул 3 .....	91
Слика 6.4	Модул 4 .....	92
Слика 6.5	Нерегуларан осовински лежај и нерегуларна температура диска кочнице .	92
Слика 6.6	Нерегуларна температура тела точка и распоред тежина односно појава равног места .....	93
Слика 6.7	Оштећења на кругу котрљања .....	94
Слика 6.8	Распоред мерних трака и инсталација сензора на шину .....	94
Слика 6.9	Обрада и пренос сигнала .....	95
Слика 6.10	Уређај за детекцију прегрејаних лежишта осовинских склопова .....	96
Слика 6.11	Мерења на отвореним и уграђеним лежиштима .....	97
Слика 6.12	Детекција блокираних кочница .....	97
Слике 6.13	Неке од могућности распореда мерења блокираних кочница .....	97
Слика 6.14	Шема система за детекцију ТК99 .....	98
Слика 6.15	Приказује шему унутрашњости једног НОА-сензора .....	99
Слика 6.16	Приказује шему унутрашњости једног FOA и SOA-сензора .....	99
Слика 6.17	Упозоравајући приказ аларма за равно место .....	101
Слика 6.18	Упозоравајући аларма за загрејан лежај .....	101
Слика 6.19	Приказ извештаја за измерене температуре кућишта, тела точка и диска ..	102
Слика 6.20	Шема базе података ДИЈАГНОСТИКА ВОЗНИХ СРЕДСТАВА ЖС .....	106
Слика 6.21	Резултати првог и другог изабраног упита над базом података .....	108
Слика 6.22	Резултати извршавања трећег и четвртог изабраног упита над базом података .....	108
Слика 6.23	Извештај <b>Ukupan broj alarma</b> према врсти аларма и броју кола .....	109
Слика 6.24	Извештај <b>Spisak alarma</b> према врсти и броју кола .....	110



<b>Слика 7.1</b>	Концепти вештачке интелигенције .....	113
<b>Слика 7.2</b>	Функција припадности: а) конвенционална функција и б) континуална функција fuzzy скупа .....	114
<b>Слика 7.3</b>	Облик функције припадности fuzzy скупу "потражња": а) троугласти, б) трапезоидни, ц) Гаусовски и д) звонасти .....	115
<b>Слика 7.4</b>	Структура fuzzy система закључивања .....	117
<b>Слика 7.5</b>	Дефазификација fuzzy модела .....	119
<b>Слика 7.6.</b>	Методи дефазификације .....	120
<b>Слика 7.7</b>	Карактеристике неуронских мрежа .....	121
<b>Слика 7.8</b>	Вештачки неурон .....	121
<b>Слика 7.9</b>	Вишеслојна неуронске мреже са простирањем унапред .....	122
<b>Слика 7.10</b>	Основне карактеристике fuzzy логике и неуронских мрежа .....	124
<b>Слика 7.11</b>	Основна структура neuro-fuzzy интелигентних система .....	124
<b>Слика 7.12</b>	Адаптивни neuro-fuzzy систем закључивања .....	125
<b>Слика 7.13</b>	SANNA - Спецификација параметара проблема .....	130
<b>Слика 7.14</b>	Функција преференције .....	131
<b>Слика 7.15</b>	Задавање команде за решавање проблема .....	133
<b>Слика 7.16</b>	SANNA – Report wizard .....	133
<b>Слика 7.17</b>	Граф по методи PROMETHE II .....	134
<b>Слика 7.18</b>	Општи приказ структуре модела .....	137
<b>Слика 7.19</b>	Функција припадности улазне променљиве оцена деонице пруге.....	137
<b>Слика 7.20</b>	Функција припадности улазне променљиве "Број теретних возова" .....	138
<b>Слика 7.21</b>	Функција припадности улазне променљиве „Удаљеност деонице од мерне станице“ .....	138
<b>Слика 7.22</b>	Функције припадности излазне променљиве .....	139
<b>Слика 7.23</b>	Вредност излаз непроменљиве за усвојене улазне променљиве .....	140
<b>Слика 7.24</b>	Вредност излазне променљиве у FLT SurfaceViewer–у .....	141
<b>Слика 7.25</b>	Исклизнућа вучених средстава на мрежи ЖС .....	144

<b>Слика 7.26</b> Дефекти на површини круга котрљања точка .....	144
<b>Слика 7.27</b> Карактеристични ломови точка .....	145
<b>Слика 7.28</b> Карактеристике потрошње точкова железничких возила .....	148
<b>Слика 7.29</b> Контрола профила и висине венца точка .....	148
<b>Слика 7.30</b> Контактна површина, два тела по теорији (Hertz-ова теорија) .....	150
<b>Слика 7.31</b> Распоред напона унутар главе шине за обје могућности контакта добијен фото-еластичним мерењима .....	150
<b>Слика 7.32</b> Равнотежа сила у кривини .....	152
<b>Слика 7.33</b> Процентуално учешће узрока отказа (анализа у Депоу за одржавање моторних возова Сомбор за периоду од 2003. до 2010. год.) .....	154
<b>Слика 7.34</b> Потрошња бандажа локомотива серије 441 на ЖРС у периоду 2004 – 2007. год. ....	155
<b>Слика 7.35</b> Потрошња бандажа точкова на лок. серије 441 на ЖРС у августу 2011. ....	155
<b>Слика 7.36</b> Функције припадности излазне fuzzy променљиве .....	156
<b>Слика 7.37</b> Функције припадности улазних fuzzy променљивих .....	157
<b>Слика 7.38</b> Fuzzy модел однос улаз – излаз .....	159
<b>Слика 7.39</b> Број деформација точка за различите временске услове у функцији пређених километара .....	160
<b>Слика 8.1</b> Мониторинг возова на коридору BDŽ-ŽS-MŽ у садашњим условима .....	162
<b>Слика 8.2</b> Задатак мониторинга је дијагностичким параметрима дефинисати тачку А .....	163
<b>Слика 8.3</b> Приказ решења независне мерне станице (контролни пунктови) .....	164
<b>Слика 8.4</b> Оперативни центар са умреженим мерним станицама .....	165
<b>Слика 8.5</b> Просечно хабање и распон стања компоненте .....	168
<b>Слика 8.6</b> Управљање одржавањем са инпутом у процесу доношења одлука .....	171
<b>Слика 8.7</b> Виђења будућег система за одржавање возних средстава и инфраструктуре .....	172

## СПИСАК ТАБЕЛА

<b>Табела 3.1</b>	Преглед ванредних догађаја на ЖС .....	18
<b>Табела 3.2</b>	Преглед броја удеса према основној структури ванредних догађаја на ЖС .....	18
<b>Табела 3.3</b>	Структура исклизнућа теретних кола .....	20
<b>Табела 3.4</b>	Преглед искључених кола из саобраћаја по врсти квара, чвора по годинама (2007. – 2010.) .....	22
<b>Табела 3.5</b>	Приказ осталих разлога и број искључења кола .....	24
<b>Табела 3.6</b>	Преглед свих искључених кола из саобраћаја по ОЦ/ОЈ за ТКП у периоду 2007. – 2013. године .....	25
<b>Табела 3.7</b>	Преглед искључених кола по основу поправке товара, неправилног избора кола и сл. ....	34
<b>Табела 4.1</b>	Поступци техничке дијагностике .....	42
<b>Табела 6. 1</b>	Први аларм за загрејано тело точка .....	100
<b>Табела 6.2</b>	Резултати регистрованих возова на мерној станици Батајница .....	103
<b>Табела 6.3</b>	Резултати регистрованих кола на мерној станици Батајница .....	104
<b>Табела 7.1</b>	Преглед искључених кола, обим саобраћаја и усвојена оцена по секцијама .....	129
<b>Табела 7.2</b>	Нормализовани тежински коефицијенти за проблем избора варијанте .....	130
<b>Табела 7.3</b>	Полазни подаци .....	131
<b>Табела 7.4</b>	Општи критеријуми .....	132
<b>Табела 7.5</b>	Потпуни поредак варијанти .....	133
<b>Табела 7.6</b>	Оцена деоница пруге са техничког аспекта .....	135
<b>Табела 7.7</b>	Број теретних возова .....	135
<b>Табела 7.8</b>	Оцена удаљености деонице пруге од мерних станица (km) .....	136
<b>Табела 7.9.</b>	Деонице за постављање мерних станица .....	142
<b>Табела 7.10</b>	Минималне вредности тврдоће која се мора реализовати на ободу точка по Бринелу .....	144
<b>Табела 7.11</b>	Искључена путничка кола из саобраћаја због пукнућа – лома точка .....	145
<b>Табела 7.12</b>	Преглед броја искључених кола из саобраћаја у 2011. год. ....	146

<b>Табела 7.13</b> Квалитет уграђених шина и точкова .....	149
<b>Табела 7.14</b> Додир точка и шине у зависности од истрошеност .....	150
<b>Табела 7.15</b> Вредности параметара геометрије за одређене категорије пруге .....	151
<b>Табела 7.16</b> Утицај временских услова на коефицијент трења точак-шина .....	153
<b>Табела 7.17</b> Просечан број пређених km између две обраде точка на Барској прузи .....	154
<b>Табела 7.18</b> Пређени km и потрошња венца точкова лок. серије 441 у августу 2011. год. ....	156
<b>Табела 7.19</b> Fuzzy логичка правила модела .....	159

## СПИСАК СКРАЋЕНИЦА

- ЖС** – Железнице Србије  
**ЖП** – железничко предузеће  
**EU** – Европска унија  
**ÖBB (Infrastruktur Betrieb AG)** – Аустријска железничка инфраструктура  
**RIV** – Пословник и споразум о размени и коришћењу теретних кола између железничких предузећа  
**OUC/AVV** – Општи уговор за коришћење теретних кола  
**RID** – Правилник о међународном и унутрашњем железничком превозу опасних материја  
**DB** – Немачке железнице  
**ÖBB** – Аустријске савезне железнице  
**BDŽ** – Бугарске државне железнице  
**MŽ** – Железнице бивше југословенске републике Македоније  
**HŽ** – Хрватске железнице  
**RFI** – Италијанске железнице  
**RCA** – Rail Cargo Austrija,  
**САД** – Сједињене америчке државе  
**Inter RRIC™** – Интегрисани информациони систем железница SAD-a  
**AAR** – Удружење америчких железница  
**ERA (European Railway Agency)** – Европска железничка агенција  
**TSI (Technical Specification on Interoperability)** – Техничка спецификација за интероперабилност  
**UIC** – Међународни савез железница  
**SUK** – систем управљања квалитетом  
**UZN** – укупан збир неисправности  
**ЕСМ (Entity in Charge of Maintenance)** – одговорност за одржавање теретних кола  
**ЦДУ** – центар за даљинско управљање  
**ТО** – текућа оправка без отквачивања  
**DIRT** – главни микропроцесорски уређај  
**ИЦ** – инфра-црвени  
**MT** – мерна тачка  
**МСК** – магнетно-шински контакт  
**МС** – мерни сигнал  
**АОА** – нападни угао осовинског склопа  
**ТР** – централна линија осовинског склопа-осовинска оса симетрије  
**ІАМ** – међуосовинско одступање  
**ТЕ** – грешка у праћењу  
**АОАТ** – нападни угао носеће осовине  
**АОАЛ** – нападни угао водеће осовине  
**ТРЛ** – позиција праћења водеће осовине

- TPT** – позиција праћења носеће осовине
- TK99** – уређај за детекцију прегрејаних лежајева ос. склопова и блокираних кочница
- RSR180** – уређај сензора бројача точкова – осовинских склопова
- HOA** – сензор који региструје температуру лежишта осовинских склопова
- FOA** – сензор који региструје температуру тела точка
- SOA** – сензор који мери температуру дискова кочница
- G-2000** – уређај за откривање и регистровање равних места на точку (вага)
- Network Rail** – Железничка инфраструктура у Британији (Дирекција за инфраструктуру)
- WheelChex®** – Систем који мери силе на шинама настале од пролазећег воза
- AEA Technology Rail** – предузеће чије активности укључују нуклеарну сигурност, инжењеринг, заштиту животне средине, технологију батерија и контроле без разарања
- GPS** – глобални систем позиционирања – уз помоћ сателита пружа информације о локацији било где на Земљи
- GSM-R** – глобални систем за мобилну комуникацију на железници (P) – међународна бежична комуникација
- DMS** – мерне траке
- DSP** – уређај за обраду сигнала
- RS485** – Мултидроп комуникационе везе – пренос података на удаљености до 1300 метара (користи се за јефтине локалне мреже)
- IPC** – удружење које повезује индустрије електронике, чији је циљ да стандардизује захтеве склопова и производа електронске опреме
- MM** – софтвер за мерење модула
- HOST** – "домаћин" – то је компјутер у компјутерској мрежи чији је задатак да даје информације, услуге итд. другим прикљученим компјутерима
- USV (UPS)** – уређај за непрекидно напајање струјом
- LAN/WAN** – LAN – област локалне компјутерске мреже
- WAN** – област шире компјутерске мреже
- COG** – (Center Of Gravity)- метод центроида
- ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System)** – адаптивног neuro-fuzzy система закључивања
- PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evolution)** – методе за решавање модела вишеатрибутивног одлучивања (методе вишекритеријумске анализе)
- SANNA (System for ANalysis of Alternatives)** – систем за анализу алтернатива, применом вишекритеријумског вредновања, развијена у MS Excel окружењу
- FLT** – део софтверског пакета Matlab (Fuzzy Logic Toolbox)

## 1. ОБЛАСТ, СВРХА И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

---

Кључни фактор у индустријској револуцији и развоју модерног индустријског друштва у XIX веку, представља фундаментални проналазак парне машине, локомотиве, тј. железнице уопште.

Појавом железнице, појавила се и потреба за бржим и већим транспортним могућностима (допремање руде пре свега) у робном, а у путничком саобраћају, кључна функција је покретање економског раста, чиме се људима омогућавао бољи и квалитетнији живот. Прве пруге коришћене за саобраћај појављују се у Енглеској<sup>1</sup> 1825. године, а након тога, граде се и у осталим земљама у зависности од технолошких развоја; Сједињене Америчке Државе 1830. год., Француска 1833. год., Немачка и Белгија 1835. год., Русија 1837. год., итд. [46].

Овако дуг век железничког саобраћаја тражио је стално усавршавање и потребу за удовољавањем новим захтевима; већим брзинама, снажнијим локомотивама потребом повећања носивости кола и сл. Ово је проузроковало повећање оптерећења по осовини, а преко точкова и повећање оптерећења шина и свих осталих елемената железничког „пута“. Повећање сложености железничких возила, за последицу има и захтеве за повећањем њихове поузданости и трајности.

С друге стране, одржавање се углавном сводило на потребу када настане квар, да би се систем вратио у пројектовано стање. Одржавање се углавном заснива на временском интервалу, времену коришћења, раздаљини или броју операција којима је систем био изложен и сл., а не ретко и на ранијем искуству или на основу спецификације произвођача. Метод одржавања би се могао знатно побољшати, уколико би се варијације у хабању могле предвидети односно једнозначно дефинисати. Концепција одржавања подразумева начела по којима се реализује план и програм одржавања, међутим брзина развоја технологије је процес који доводи и до промене у приступу процесу одржавања. Поступак одржавања треба спровести пре појаве отказа и он има за циљ да спречи или одложи појаву отказа. Овакав вид одржавања представља превентивно одржавање, које се јавља у облику превентивно планско и превентивно према стању. Превентивно одржавање према стању, базира се на дијагностикованом стању система. Све веће могућности праћења правог стања система, омогућавају његово коришћење доста ефикасније, пошто се одржавање тада може унапред планирати.

---

<sup>1</sup>) Ричард Тревитик је конструисао прву парну локомотиву и назвао је "Lokomotiv" Пробна возња обављена је 21. септембра 1804. године у Јужном Велсу. Први воз имао је пет вагона натоварених гвожђем и са 70 путника, укупне масе 25 тона. Под овим оптерећењем колосеци су пуцали у току возње, па је иста одбачена. У наредних десетак година патентирано је више типова локомотива, али оне нису биле прикладне за потребе железнице све до 1814 године, када је Џорџ Стивенсон конструисао прву локомотиву која је задовољавала захтеве. Пробна возња обављена је 25 јула 1814. године у једном руднику и при том је она повукла терет од 30 тона брзином од 6,4 km/h.

Одржавање утемељено на стању је приступ применљив и на безбедност и на поузданост, као и на смањење трошкова саобраћаја, а и потребу за подршком током века трајања техничког система. Да би се омогућила употреба овог приступа, потребно је тражити начине или технологије које се могу употребити за добијање информација у вези са стварним стањем. Инструменти за праћење стања омогућавају лакше предвиђање степена хабања и пропадања како би се донеле проактивне одлуке у вези са активностима одржавања.

Иако је прошло много времена од прве парне локомотиве па све до данашњих возова великих брзина и теретне вуче, (транспорта са великим осовинским оптерећењем), употреба челичних точкова на челичној шини је и даље кључна функција железничких система. Ово истиче однос између точкова и шине као поље фокуса за функционалност железничког система. Већина система за праћење стања фокусирана су управо на точак и обртно постоље. Точак/шина и њихов однос, један је од најважнијих параметара када је реч о трошковима као последици стања кола и инфраструктуре.

Мерење или контрола већег броја параметара помоћу разних дијагностичких система у неком дефинисаном километарском положају, можемо назвати мерном станицом. Уз помоћ ових дијагностичких система омогућило би се праћење статуса возила и параметара оптерећења горњег строја, осигурање константног нивоа квалитета и обезбеђење законских сигурних доказа измерених вредности. Мерна опрема и процес мерења не ометају нормално одвијање саобраћаја, а возна средства није потребно опремати никаквом додатном опремом.

Дијагностички системи, такође откривају нерегуларности облика точка са високом тачношћу. Сви типови грешака се класификују (равна места, ексцентричност, овалност, налепнице, ...) и дефинишу њихову даљу употребљивост.

Животни век инфраструктуре се увођењем оваквих мерних станица прогресивно повећава као последица, заштите од напрезања проузроковани возним средствима њиховим „пријављеним“ оптерећењима за конструкцију инфраструктуре (постављене граничне вредности), што у пракси често није испуњено. Неправилности и дефекти облика точка су главни разлози и за емисију буке и вибрацију земљишта. Добијени подаци могу бити коришћени и за стратегију оптималног одржавања железничких возила, али и у друге сврхе.

Сведоци смо брзине развоја техничких система, са високим перформансама, који своју функцију треба да остварују у условима општих техничких, безбедносних, еколошких и других захтева, па значај надзора и одржавања уопште постаје све већи.

Одржавање, уколико није основна делатност, у нашим условима у готово свим организацијама ставља се на маргине дешавања и углавном се сматра трошком (посебно превентивно и основно одржавање).

У железничком систему који се односи на теретни саобраћај, трошкови одржавања, интерфејса точак/шина крећу се чак и до половине од укупних трошкова. Оператери који се баве теретним саобраћајем су у сталној потражи за побољшањима у одржавању својих средстава. Област овог истраживања и нагласак на потенцијалне користи за постизањем циљева стратегије одржавања на основу дијагностикованог стања фокусира



се, пре свега, на праћење стања возних средстава, чиме се не искључује стање инфраструктуре.

Циљ је пронаћи приступ за подржавање потпуног интерфејса између власника инфраструктуре и железничких оператера, како би се омогућила перманентна побољшања и развој ефикасног и економски исплативог транспорта.

Фокус истраживања је: процена могућности коришћења праћења стања, у функцији стратегије одржавања на основу стања возних средстава. Истраживање треба да, да подршку потпуном интерфејсу, између власника инфраструктуре и железничких оператера. Сврха овог истраживања је да проучи и анализира опрему за пружно праћење стања железничких возила у циљу подршке, примене иновираних стратегија, одржавања на основу стања.

Почетни истраживачки рад је био постављен тако да је у фокусу био део који се односи на праћење стања што је критична потреба за добар преглед правог стања, што може осигурати добру подршку приликом доношења одлуке. Проблем истраживања и његова позадина одређују избор методологије истраживања и можемо препознати три основна разграничења:

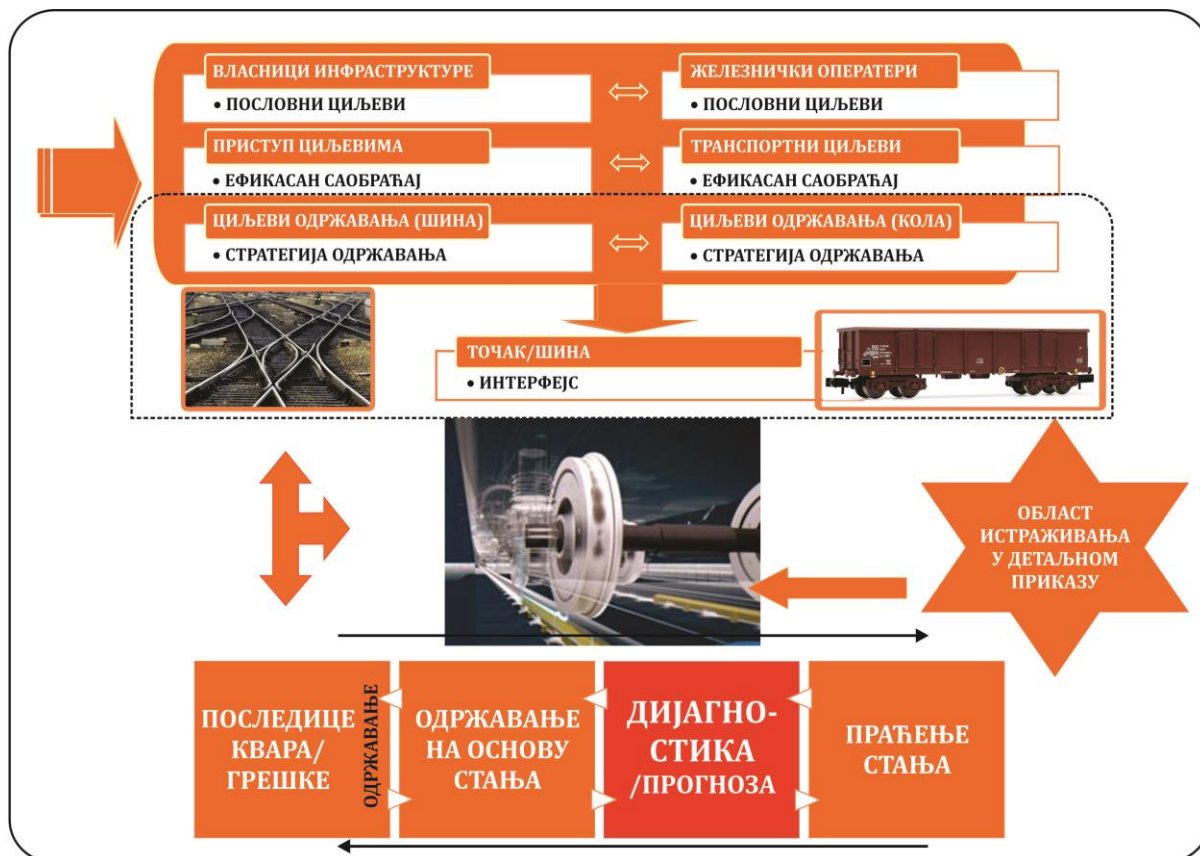
- прво: истраживање нема сврху стварања нових технологија, већ разматра начине да користи оне које су већ на располагању, (одговарајуће технологије постоје, али је најчешће проблем наћи одговарајуће техничко решење унутар њих),
- друго: процена валидности одлуке, да се технологије за пружно праћење стања кола, тј. монтирања опреме за праћење стања на свака кола, трошак бити висок, а такође због тешких услова у којима многа кола саобраћају, опрема ће бити изложена врло "грубом" третману, и
- треће: истраживања ће се углавном усредсредити на технологије интерфејса између точка и шине, пошто је главни трошак одржавања кола повезан са точковима, обртним постољима и хабањем шина (слика 1.1).

Одржавање је постављено као област на коју се треба фокусирати због могућности решења за суочавање са последицама кварова и грешака. Избор стратегије истраживања зависи од типа информација које истраживач тражи због сврхе истраживања и свако мора бити свестан предности и слабости сваке стратегије истраживања. Углавном три услова одређују избор стратегије истраживања, односно: тип истраживачких питања, управљање догађајима који се односе на понашање од стране истраживача и степен усмерености на савремене догађаје.

Истраживање се фокусира на три истраживачка питања и то:

- Како се стање и перформансе железничких кола могу пратити путем технологија за пружно праћење?
- Која врста информација се може добити од постигнутих мерења технологијама за пружно праћење?
- Које су могуће користи од примене технологија за пружно праћење стања за одржавање железничких кола на основу стања?

Експерименти су искључени због немогућности управљања догађајима који се односе на понашање у спроведеном истраживању. Дакле, студије случаја су одговарајућа истраживачка стратегија и оне не захтевају управљање догађајима који се односе на понашање. Ово је мотив за бирање студије случаја као главне истраживачке стратегије.



Слика 1.1 Област истраживања

Истраживање литературе се такође спроводи како би се подржале студије случаја. Мотив за извршавање додатног проучавања литературе је да се препозна тренутно стање технологија и метода праћења стања које се користе у одржавању на основу стања [36].

Овај рад ће покушати да покаже да је увођење нових технологија и подизање нивоа надзора и одржавања уопште, потребно и економски оправдано, односно, да сви будући ремонти делова пруга, тј. пројекти за исте, обухвате и потребу пројектовања и стационарних мерних система поред пруге.

У другом поглављу рада дат је преглед стања истраживања у области одржавања железничких теретних кола и то у делу њиховог надзора током експлоатације. Такође су описане савремене концепције одржавања железничких возила и наведени су прописи и стандарди који се односе на област одржавања теретних кола. Квалитет одржавања и правилно изабрана концепција одржавања су од огромног значаја за ефикасан железнички транспорт.

У трећем поглављу рада извршена је идентификација утицајних параметара на стање радне исправности железничких теретних кола. Основне неисправности железничких кола које угрожавају безбедност саобраћаја су неисправности осовинских склопова, посебно точкова и осовинских лежишта, као и прекорачења товарног профила и осовинског оптерећења. Ове неисправности утврђује техничко-колска служба у оквиру прегледа који се обављају на одговарајућим прегледним местима. Са циљем сагледавања

проблема отказа теретних кола у експлоатацији, извршена је и анализа ванредних догађаја и искључених кола на мрежи Железнице Србије последњих година.

У четвртом поглављу, дат је и кратак опис техничке дијагностике и поступака који се користе у провери стања радне исправности саставних делова железничких возила.

Истраживање савремених технологија мониторинга и дијагностичких система које је спроведено током израде ове докторске дисертације, изложено је у петом поглављу приказом одабраних стационарних дијагностичких система који су развијени и инсталирани у Европи, Америци и бившем СССР-у. Описани дијагностички системи користе опште дијагностичке методе, описане у четвртом поглављу, али су конфигурације мерне опреме и комбинације мерних метода специфичне за сваки конкретан систем [36].

Сагледавајући приказ садашњих покушаја и реализација стационарног дијагностичког система у Србији у шестом поглављу је дат пилот пројекат мерне станице у Батајници. Пројекат дијагностичког система у Батајници покренут је 2008. године и први резултати и њихова конкретна употребна вредност су предмет овог поглавља. Географски положај Србије, њено окружење и гранични прелази, постојећа железничка инфраструктура, возни парк Железнице Србије, теретна кола других железница која транзитирају Србију, постојећи систем надзора и параметри саме мерне станице одредили су стационажу ове мерне станице.

У поглављу седам, користећи концепт вештачке интелигенције и ново развијени хибридни интелигентни систем, неуронских мрежа и fuzzy логике, спроведен је поступак моделирања адаптивних neuro-fuzzy система. Комбинацијом два различита концепта вештачке интелигенције настојало се да се искористе појединачне предности fuzzy логике и вештачких неуронских мрежа у хибридним системима хомогене структуре. Овако конструисани системи се све више примењују за решавање свакодневних комплексних проблема.

У другом делу овог поглавља приказано је како је могуће коришћењем разних модела, као нпр. вишекритеријумске анализе, који истражују начине да се без упрошћења полазног проблема одреди компромисно решење, јер строго оптимално решење због конфликта критеријума и не постоји. Оптимизација управо и има за циљ да изабере најбољу варијанту (најбоље решење) из низа могућих или из низа повољних, у смислу усвојеног критеријума. Критеријум дефинише квалитет и представља меру за поређење приликом одабирања најбоље варијанте. За овај пример коришћена је метода PROMETHEE, која спада у методе меке оптимизације. Фамилију метода PROMETHEE (Preference Ranking Organizacion METHod for Enrichment Evolution) развили су у варијантама I, II, III и IV више аутора. За практичну примену у саобраћају највише се користи метода PROMETHEE II, јер омогућава одређивање редоследа, односно рангирање варијанти.

У оквиру осмог поглавља, изнете су основне поставке савременог система надзора железничких теретних кола у експлоатацији и препоруке како унапредити одржавање теретних кола развојем дијагностичког система и инсталирањем мерних станица на мрежи пруга Железнице Србије.

## **2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА СТАЊЕ РАДНЕ ИСПРАВНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА**

---

Железничко возило је транспортно средство састављено од већег броја функционалних целина (склопова, подсклопова, агрегата, елемената) и представља типичан пример сложеног техничког система који је изграђен да извршава одређену функцију циља – транспорт робе и путника.

До промене стања железничких возила у експлоатацији долази: услед хабања, корозије, замора, старења, преоптерећења, грешке у самом делу, услова коришћења, погрешног руковања итд. Хабање и корозија су облици разарања површина машинских делова, чиме се мењају њихове почетне димензије, облици, чврстоћа и сл., што утиче на смањење моћи ношења, неподешености елемената и настанак других отказа.

Утицају старења посебно су изложени гумени, пластични и други неметални делови, код којих се старење испољава кроз опадање карактеристике еластичности, појаву прскотина, зареза и сл. Замор материјала наступа најчешће под дејством променљивог оптерећења, које у материјалу на местима највећих напрезања изазива појаву микро прскотина. Пукотине делују као зарез и на својим крајевима изазивају концентрацију напрезања, што доводи до њеног ширења. Услови коришћења транспортног средства, као што су интензитет експлоатације, стање инфраструктуре на којој возило ради, утицај околине, и сл. могу да изазову појаву лома, деформације, искривљености, односно промену у структури саставних делова [100].

Значајне негативне промене стања транспортног средства (ломови, деформације, и сл.) могу се догодити у условима удеса, али то није предмет овог рада. Међутим, погрешно руковање транспортним средством, као што су нагли поласци, сувише често и дуготрајно кочење, изазивају повећано трошење делова возила, а у крајњем случају и његов потпуни отказ. Поред наведених узрока, одржавање има директан утицај на промену стања транспортног средства. Познато је да су квалитет и век трајања возила утолико већи уколико се возило боље одржава. Веома је битно да се одржавање спроводи редовно, и у право време и дефинисаном обиму. Да би одржавање било сврсисходно, односно да би обезбедило високу расположивост транспортног средства, неопходно је обезбедити висок квалитет резервних делова, горива, мазива, пречистача, спојница, кочионих папуча и сл.

Нашим пругама саобраћа велики број различитих типова теретних кола, чије техничко стање углавном зависи од земље од које су иста уврштена у колски парк. Нашу земљу и земље источне Европе карактеришу кола са великом старошћу и лошим одржавањем па

железнички теретни транспорт функционише са смањеним ефектом. А када се томе придода и запуштена инфраструктура, застарели погони за одржавање, технолошки заостатак у односу на развијене железнице, велика инертност система, онда се полако комплетира слика о железници, која указује да је то систем који треба темељно реконструисати [107].

## **2.1 ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ СТАЊА ИСПРАВНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА**

Укупни квалитет и радни век железничких возних средстава, пре свега, зависи од њиховог основног (иницијалног) квалитета, односно од квалитета компонената које су уграђене у возило приликом његове производње.

До промене стања железничких возила у експлоатацији долази услед: хабања, корозије, замора, старења, преоптерећења, грешке у самом делу, услова коришћења, погрешног руковања итд.

- Корозија се јавља као последица физичко-хемијских процеса: при додиру метала и агресивне средине (нпр. киселина, ваздух, вода, земља итд.), при додиру разнородних метала, на додирној површини металних зрна са различитим саставом или различитим напонским стањем. Корозивна оштећења појављују се у различитим видовима (галванска корозија, тачкаста, корозија у зазору, међукристална корозија, селективно одстрањивање једног елемента из легуре, напонска корозија, ерозиона корозија, општа-равномерна корозија итд.) и свака је за себе специфична, али су мање или више повезане међусобно. (Штете које настају услед корозије у индустријски развијеним земљама достижу 4 до 5% националног дохотка) [100].
- Хабање (је промена геометријских мера и облика елемената која, услед дејства сила трења доводи до лабавости спрегнутих делова, смањења носивости и промена квалитативних параметара делова). Немогуће је избећи хабање, јер је то природни процес, али брзина хабања и величина зависе од много фактора на које је могуће утицати у току експлоатације. Цео процес се одвија на дубини реда величине десетих делова милиметара. Како се почетни контакт образује између најистуренијих микро неравнина, у њима се јавља напон изнад границе течења материјала, те се оне пластично деформишу и скраћују. Под дејством нормалне силе у контакт сукцесивно ступају нови елементи храпавости, деформишу се и тај циклус се понавља све док се између унутрашњих напрезања у микро неравнинама и спољашњег оптерећења не успостави равнотежа [91]. Контролом режима подмазивања, чврстоће контакта, толеранције спрегнутих делова, може се минимизирати хабање.
- Старење материјала (настаје као последица промена физичко-механичких особина као што су јачина, тврдоћа, еластичност, електрична проводљивост, отпорност према агресивним средствима итд.).
- Услови експлоатације (обухватају читав комплекс узајамно повезаних догађаја који утичу на техничко стање возила). Главни параметри који утичу на услове експлоатације железничких теретних кола су: профил пруге, транспортно оптерећење, број заустављања воза, квалификација и умешаност машиновође,

сезонске промене климатских услова и режима рада, стање производње базе предузећа и обезбеђење резервним деловима и материјалима, итд.

Сва возна средства су изложена утицају ових фактора, који су најчешћи узрок појаве неисправности у експлоатацији. Због тога је добро знати зашто се и како они јављају и шта треба предузети за спречавање или минимизирање њиховог утицаја [119].

## **2.2 ПРОПИСИ И СТАНДАРДИ У ВЕЗИ ОДРЖАВАЊА ТЕРЕТНИХ КОЛА**

Националне железничке управе утврђују прописе и норме за одржавање возила из свог возног парка. Уколико се возила користе у међународном саобраћају, њихово одржавање мора да буде усклађено са међународним прописима и нормама за експлоатацију тих типова возила. План и програм интервенција одржавања израђује произвођач возила, и најчешће се прописи железничких управа ослањају на њих. Уређаји за безбедност, с обзиром на важност, одржавају се према посебним упутствима.

Европска Унија је, у циљу обједињавања и међусобног усклађивања националних железничких прописа, установила нови систем стандардизације у железничкој области: Техничка спецификација за интероперабилност (*Technical Specification on Interoperability – TSI*). За спровођење активности на усаглашавању постојећих националних железничких прописа у оквиру система TSI, као и на доношењу нових прописа задужена је Европска железничка агенција (*European Railway Agency - ERA*) [3].

Под интероперабилношћу, сматра се способност железничког система да омогућава сигуран и непрекидан саобраћај возова уз постизање траженог нивоа ефикасности, а који се заснива на обавезним регулативама, техничким и оперативним условима.

Релативне интероперабилне компоненте дефинисане су одредбама Директиве 2001/16/ЕС и односе се на: конструкцију кола и уграђене делове, одбојнике, вучну опрему, натписе, интеракцију кола-пруга и гранични профил кола, обртно постоље и трчећи строј, колске склопове, точкове, осовине колских склопова, кочнице, управљачке вентиле, регулисање кочионог вентила/аутоматско пребацивање „празан-оптерећен“, уређај за заштиту од проклизавања точкова, уређај за враћање полужног система кочнице у почетни положај, кочиони цилиндар/актуатор, пнеуматску спојницу, крајњу славину, уређај за искључивање, управљачки вентил, кочионе облоге и папуче, убрзавач брзог кочења, мерни преклопни вентил за кочење према оптерећењу воза, комуникације, услове окружења, заштитни систем и др. [26] .

Регистром инфраструктуре за теретне вагоне, дефинисани су захтеви који се односе на интероперабилност и безбедност, и они обухватају:

- **Основне податке:** (бр. кола , власник кола, корисник кола, тип кола (UIC 438-2)
- **Техничке податке:** (дужина кола преко одбојника, сопствена маса, врста квачила, гранична линија кола, ширина колосека, пречник точка, број, распореда и унутрашњег растојања склопова и др.).

- **Информације битне за сигурност:** тип кочнице, кочиона тежина, крива успорења, врста паркирне кочнице, максимална брзина кретања (у оптерећеном и неоптерећеном стању), максимално додатно оптерећење, дозвољено оптерећење, дозвољено оптерећење колског склопа, информације о опасним теретима.
- **Податке о оптерећењу кола:** (растер граничног оптерећења, висине товарне запремине, ограничења у погледу терета).
- **Податке о регистрацији кола:** држава у којој је регистровано, датум регистрације, датум ЕГ-декларације о испитивању и овлашћењу институције, преглед интероперабилних компоненти уграђених на колима, идентификација ИК и декларација усклађености.
- **Додатне елементе:** (потребна додатна декларација за специјалне случајеве, сви мањи имаоци вагона са одговарајућим подацима о регистрацији).
- **Подаци о одржавању:** (референце у оквиру плана одржавања).
- **Ограничења:** географска и температурна ограничења околине, ограничење у погледу навожења на низбрдице за отпуштање вагона, најмањи радијус превоја, погодност за трајектни саобраћај и додатна ограничења).
- **Маркере:** (уколико су уграђени).

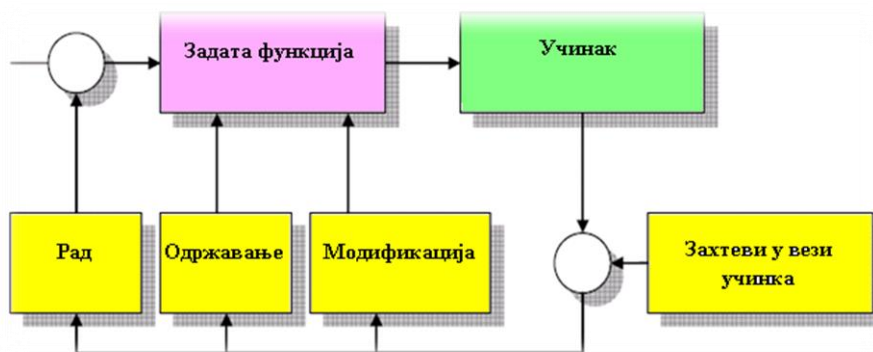
Приликом доношења било каквих закључака подразумева и анализу реалних услова експлоатације. Анализе имобилизације возних средстава, односно стварна времена од искључења кола, па до повратка у саобраћај, указују да поједине фазе трају недозвољено дуго, а требало би да су занемарљиве у односу на време отклањања неисправности.

То су ипак трошкови и односе се пре свега на: извештај о квару, детекцију квара, узимања праве документације, планирање поправке, требовање резервних делова, приступ информацијама, тестирање и враћање у саобраћај. За случај да се ради о товарним колима, приликом искључења из маршрутног (блок) воза, та се времена још више повећавају у зависности од карактера робе и дефинисаности осигурања исте (могућности наставка вожње као појединачне пошилјке или искључиво у маршрутном возу).

Ови фактори се све више дефинишу кроз стандарде за одржавање као комбинација свих техничких и административних активности, укључујући активности надзора. Тако је у Шведској одржавање дефинисано националним стандардима и представља комбинацију техничких, административних и управљачких активности током животног циклуса возног средства са намером да се исти задржи или врати у првобитно стање у коме може да обави задату функцију (Стандард: SS EN 13306). Како би се боље разумела улога одржавања у систему железничког транспорта, треба га сагледати у односу према раду и модификацији, Стандарда Шведске (Стандард: SS 441 05 05)<sup>1</sup> (слика 2.1) [60].

---

<sup>1</sup> Ова материја је дефинисана у стандардима појединих земаља (SS EN 13306, SS 441 05 05, IEV 191-01-12, IEV 191-01-13).



Слика 2.1 Односи између одржавања, рада и модификације [60]

Сам систем има свој учинак и он зависи од наведених параметара пројектовања, који се заснивају на задатим функцијама. Учесници имају захтеве у вези са учинком система. Задате функције су постављене у стање првобитног стања у намери да се постигну захтеви у вези са перформансама постављеним за рад возног средства/система, што представља комбинацију свих техничких и административних активности усмерених ка омогућавању возног средства да обави задату функцију уз препознавање неопходног усклађивања са изменама спољних услова (IEV 191-01-12).

Током коришћења возног средства/система, учинак представља излазну информацију. Уколико постоји неподударање између учинка и захтева у вези учинка потребно је предузети одређене активности. Уколико неподударање настане услед пропадања возног средства/система неопходна активност је одржавање.

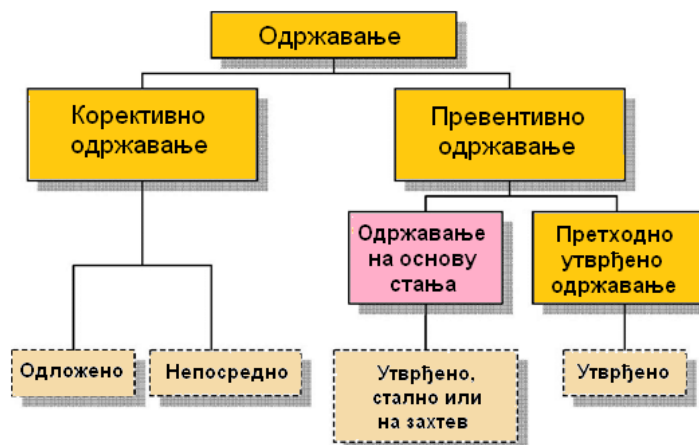
Уместо тога, ако неподударање настане услед промене захтева у вези учинка, биће потребна измена возног средства/система, што обухвата комбинацију свих техничких и административних активности са намером да се промени возно средство (IEV 191-01-13). Ове активности се обављају са намером да се испуни нови-виши ниво захтева у вези са учинком.

### 2.3 САВРЕМЕНЕ КОНЦЕПЦИЈЕ ОДРЖАВАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

Под концепцијом одржавања подразумевају се начела по којима се реализују план и програм одржавања. Програм одржавања утврђује врсту активности и обим радова које треба спровести, док се планом одржавања одређује тренутак у коме се предвиђени поступци спроводе, као и периодичност спровођења.

Основне концепције одржавања (Слика 2.2) железничких возила су корективно и превентивно. Основна карактеристика превентивног одржавања је да се поступци одржавања спроводе, пре појаве отказа, и они имају за циљ да спрече или одложе појаву отказа [36, 60].





Слика 2.2 Концепције одржавања

Превентивно одржавање се дели на превентивно планско и превентивно према стању. У случају превентивно планског одржавања, поступци одржавања се спроводе у одређеним временским циклусима, према плану дефинисаном одређеним прописима, а утврђеном на основу искуства и обрађених статистичких података из експлоатације. За разлику од превентивно планског одржавања, код превентивног одржавања према стању активности одржавања се спроводе на основу захтева који се покрећу из редовне провере стања опреме, и то у тренутку када стање возила, односно његових саставних делова, то захтева и када та активност најмање угрожава расположивост возила за експлоатацију. Корективно одржавање се спроводи када је наступио отказ у циљу његовог отклањања.

Превентивно планско одржавање обухвата све оне поступке одржавања који се спроводе на основу унапред јасно утврђеног програма и плана. Успостављање доброг програма превентивно планског одржавања у великој мери зависи од познавања историје догађаја у погледу стања кроз који је систем пролазио у прошлости. Основ за формирање плана превентивног одржавања представља време (календарско или време рада изражено у часовима-рада, на пример) или тзв. ресурс (нпр. пређени пут, количина превезене робе и сл.). Код формирања програма и плана превентивног одржавања за ново возило користе се препоруке произвођача и аналогије са сличним возилима која се већ налазе у експлоатацији.

С обзиром на претходно, а имајући у виду разноликост у погледу врста, категорија и типова возила, немогуће је да се формира један општи програм и план превентивног одржавања, који може да задовољи различите потребе које проистичу из разлика међу самим возилима, као и из начина и услова њихове експлоатације.

Посебно треба имати на уму да се у технику железничких возила, као и у област њиховог одржавања, непрекидно уграђују нове идеје, опрема и уређаји, као и све новије методе и технологије рада. Циљ свега тога, међутим, увек је исти: елиминисати или смањити опасност од отказа система у току његовог коришћења, тако што ће се обезбедити да се сва потребна одржавања изврше у најприкладнијем тренутку, не реметећи дефинисане турнусе возних средстава. То управо обезбеђује концепција превентивног одржавања према стању.

Основно одржавање железничких возила обухвата интервенције које се спроводе свакодневно пре и после обављања транспортног рада (текућа оправка без отквачивања – ТО) и назива се стални надзор возила. Периодично се врше контролни прегледи возила, чији је садржај условљен обимом извршеног транспортног рада. Када се у надзору или на контролним прегледима установи отказ или недостатак који може да изазове отказ, онда се приступа оправци која се спроводи у железничким радионицама. Код нових типова железничких возила, која су опремљена савременим дијагностичким системима, интервенције одржавања се планирају на основу обраде сигнала са сензора возила.

После извесног дужег периода експлоатације спроводе се редовне оправке возила чији је циљ да побољшају стање опреме и функционисање возила у наредном периоду експлоатације до следеће редовне оправке и да отказе возила и ванредне оправке сведу на минимум. Критеријум за одређивање рокова контролних прегледа и редовних оправки је најчешће извршени транспортни рад, односно пређени километри или број часова рада дизел мотора, а може бити и време проведено у експлоатацији (календарско време).

Железничка возна средства данас се опремају дијагностичком опремом, односно поседују велики број инсталираних сензора, који снимају одређене функционалне параметре. Адекватна софтверска подршка омогућава стално праћење тих параметара.

Одржавање према стању темељи се на сакупљању информација у вези са стварним стањем или учинком система, односно возног средства. Одржавање према стању дефинисано је као превентивно одржавање које се темељи на праћењу перформанси и параметара и накнадним активностима. У овој дефиницији се такође наводи да праћење параметара и перформанси може бити заказано, може се спроводити повремено на захтев или може бити стално.

Примена одржавања које се заснива на стању доводи до повећања безбедности и поузданости техничког система, и омогућава смањење трошкова експлоатације и пружања подршке током животног циклуса система. Да би се спроводио овај приступ, потребно је тражити методе или технологије које се могу користити за добијање информација у вези са стварним стањем. Инструменти за праћење стања омогућавају предвиђање степена хабања и пропадања како би се донеле проактивне одлуке у вези са активностима одржавања. Ово омогућава постојање стратегије превентивног одржавања, пошто се дате активности одржавања заснивају на стању возног средства.

Различите активности у делу одржавања имају за циљ сакупљање информација у вези са стањем возног средства. Дате активности се заснивају на прегледу и праћењу. Термин преглед се дефинише као провера стања путем мерења, посматрања или испитивања релевантних карактеристика возног средства. Термин праћење се дефинише као активност која се изводи мануелно или аутоматски са намером да се прати стварно стање возног средства. Наведену активност би требало разликовати од прегледа пошто се користи за процену свих промена параметара возног средства током времена. Активност може потом бити стална, током временског интервала или након датог броја операција и обично се спроводи у стању рада.

Праћење стања је у употреби више деценија уколико рачунамо посматрања од стране човека, чиме су квалификовани техничари (прегледачи кола) за одржавање и праћење у

експлоатацији у могућности да изврше процену стања користећи знање и искуство у вези са опремом. Уз помоћ нове технологије сада постоји могућност сталних посматрања. Права снага аутоматизованог праћења стања се нпр. огледа у случајевима брзог преласка од грешке до квара или нпр. када је потребно посматрати велики број јединица када је реч о железници са великим бројем возила.

Приликом одлучивања о употреби система за праћење стања постоје извесни функционални захтеви које је потребно развити на следећи начин: пружање информација о актуелном стању, давање прогнозе у вези са будућим стањем и детекција и дијагностика кварова у развоју.

Ни једна технологија, па самим тим и технологија саобраћаја и транспорта, а поготову железничког, не може се посматрати одвојено ни са територијалног ни са друштвено-економског аспекта. Технолошки систем се скоро увек јавља као подсистем једног великог система. С обзиром на сложеност технологије и бројних елемената од којих се састоји, може се рећи да је свака железничка управа део сложеног система, али и сама за себе представља сложен систем у којем постоје и други подсистеми .

Управо из ових разлога је и инсистирање на интероперабилности између мрежа и система, одосно на креирању једног интегрисаног, ефикасног, конкретног и безбедног железничког простора, ради успостављања мреже услуга робног транспорта.

То су позитивни ефекти интероперабилности, али та повезаност има и негативне ефекте (економске кризе, прекиди саобраћаја из разних разлога, разна транспортна ограничења и сл.), се итекако одражава на обим превоза на дефинисаним коридорима, на шта ниједна железничка управа, па ни ЖС, не може утицати.

## **2.4 ОДГОВОРНОСТ ЗА ОДРЖАВАЊЕ ТЕРЕТНИХ КОЛА – ЕСМ (ENTITY IN CHARGE OF MAINTENANCE)**

У циљу побољшања услуга, приступ тржишту железничког саобраћаја кроз дефинисање заједничких принципа управљања, регулисања и надгледања железничке безбедности, донета директива 2004/49/СЕ, која предвиђа и успостављање једног оквира за сва лица одговорна за одржавање теретних вагона и једнак третман широм ЕУ. Она својим системом за сертификацију, има за циљ да успостави оквир у правцу хармонизације захтева и метода за процену способности лица одговорних за одржавање у целој ЕУ. То се регулише уговором између железничке компаније и лица одговорних за одржавање. Ланац ЕСМ уговора укључује и остале уговорене стране као имаоце вагона. Ови уговори би требало да буду у складу са наведеним процедурама од стране железничких предузећа или управљача инфраструктуре у свом систему управљања о безбедности, укључујући и размену информација.

Директива, 2004/49/ЕС, дефинише и сертификацију лица задуженог за одржавање (у даљем тексту "сертификат ЕСМ") важи у целој ЕУ а издати сертификати од стране организације из трећих земаља, који су именовани на основу критеријума и који

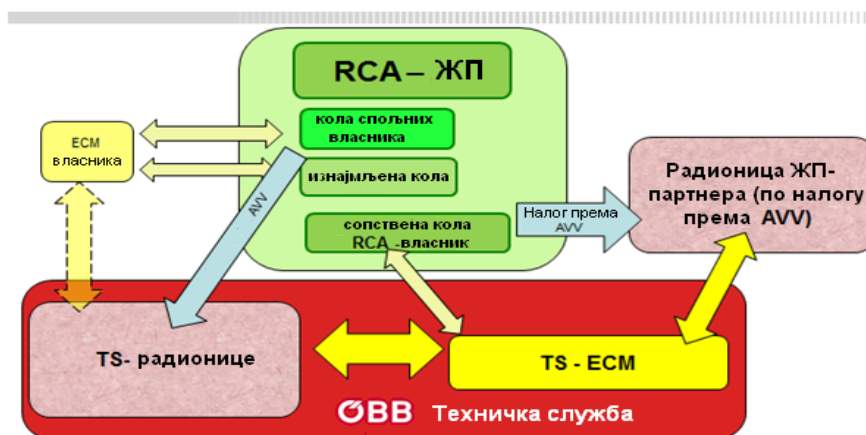
## 2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА СТАЊЕ РАДНЕ ИСПРАВНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

испуњавају захтеве једнаке онима који су садржани у овом правилнику, у принципу треба да буду признати као еквивалентни сертификатима издатим у оквиру Уније.

Систем одржавања, у складу са директивом 2004/49/ЕС, обухвата следеће функције:

- 1) функција управљања којом се контролишу и координирају функције управљања наведене у тачкама (2) до (4) и којом се осигурава коректно и безбедно стање теретних вагона у железничком систему;
- 2) функција развоја одржавања која је одговорна за управљања документацијом за одржавање, укључујући и управљање конфигурацијама, на основу дизајна и оперативних података као и на основу перформанси (учинака) и повратних информација (искустава);
- 3) функција управљања одржавања возног парка, која обухвата послове повлачења теретних вагона за одржавање и њиховим враћањем у експлоатацију након одржавања;
- 4) функцију вршења одржавања, којом се обезбеђује техничко одржавање неопходног за теретне вагоне или за његове делове, укључујући и припрему докумената за поновно стављање у саобраћај.

Регулативом комисије (ЕУ) бр. 445/2011 од 10. маја 2011. године, а у вези система за оверавање ентитета који су одговорни за одржавање теретних вагона и о изменама и допунама уредбе (ЕУ) бр. 653/2007, дефинисано је посебно тело, надлежно управо за обезбеђивање остваривања свих наведених функција за одржавање у складу са захтевима и критеријумима процене. Поред тога, железничка предузећа или управљачи инфраструктуре, морају осигурати, да теретни вагони којима управљају, пре њиховог поласка, имају овлашћено тело надлежно за одржавање и да употреба вагона одговара обиму дефинисаног сертификата. Све стране које су укључене у процес одржавања, потребно је да размењују релевантне информације о одржавању у складу са дефинисаним критеријумима [92], као што је приказано на примеру организација ЕСМ на мрежи ÖBB (Слика 2.3). У вези са уговорним споразумом, железничко предузеће може захтевати из оперативних разлога, информације о одржавању теретног вагона.



Слика 2.3 Организација ЕСМ на примеру ÖBB

Тело надлежно за одржавање теретних вагона ће одговорити на такве захтеве директно или преко других уговорних лица, што може бити и захтев за информацију о раду

## 2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА УТИЦАЈНИХ ПАРАМЕТАРА НА СТАЊЕ РАДНЕ ИСПРАВНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

теретног вагона, тај начин координације ЕСМ-ова, на примеру ÖBB, и начин размене-протока података о одржавању приказан је на слици 2.4.



Слика 2.4 Координација ЕСМ-ова и начин размене-протока података о одржавању

Све уговорне стране су обавези размењивати информације о неисправности (кваровима) који доводе у питање безбедност, инцидентима, ванредним догађајима, који су се догодили или су избегнути, као и свим могућим ограничењима везаним за употребу теретних вагона. Ако је за одржавање теретног вагона надлежан неко други а не подносилац захтева, тај прати, уз помоћ свог система управљања безбедношћу, контролу свих садржаних ризика везани за активности које врши, укључујући и употребу тих вагона. Информације у вези са оправкама које нису регулисане у OUK/AVV додаток 10, морају се активно тражити од ЕСМ TS. Предузете измене се морају пријавити ЕСМ TS-у и не смеју се вршити никакве измене без њихове сагласности.

У сваком случају тела за сертификате и национално тело за безбедност спроводе активну размјену мишљења како би се избегле двоструке процене.

### **3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА**

---

Технички системи, па и железничка возила, се пројектују и изводе да задовоље функцију циља према постављеним критеријумима. Власник при томе тежи да што дуже одржи систем у радно способном стању, тежи да зна када и у којој фази ће систем изгубити своју радну способност. Дакле тежња је да се одговарајућим активностима одржи радна способност система што је могуће дуже. Тако се дошло до појма одржавања система у функцији елиминације отказа (неисправности) као појаве која онемогућава рад техничког система, у нашем случају, железничког возила.

Под неисправношћу се сматра свако одступање од вредности по техничком критеријуму које је дато у каталогу неисправности, и које за последицу има да кола не одговарају прописаним захтевима, што кола чини делимично употребљива или се иста морају искључити. Искључење подразумева покушај отклањање узрока или претовар, накнадно уврштавање и остале пратеће радње, што умногоме увећава трошкове експлоатације. Из овог разлога се и неисправности деле на споредне, главне и критичне и класификоване су по разредима (разред неисправности је у складу са UIC, Објавом 471-2).

Техничке неисправности дате су у Прилогу 9, OUK/AVV (Општи уговор за коришћење теретних кола) и пописани су поступци за њихово уклањање. Свака неисправности на неки начин и у неком тренутку угрожава безбедност саобраћаја. Међутим према досадашњим искуствима, постојећим студијама и анализама, код нас и у свету, највећи проценат ванредних догађаја у железничком саобраћају, су директна последица неисправности трчећег строја или функционалности кочница.

Бројне су неисправности искључења кола из саобраћаја, али се ипак као основне групе неисправности могу навести следеће:

- оштећење на површини котрљања точкова преко којих се остварује непосредно кретање возила по шинама колосека,
- прегревање точкова услед нормалног кочења или због неисправности кочница (најчешће услед блокирања),
- прегревања кочионих дискова код возила са диск-кочницама због претходно наведених разлога,
- прегревање лежишта, осовинских склопова преко којих се маса сандука возила и маса терета преноси на точкове, а преко њих на шине и
- остала оштећења осовинских склопова условљених напред наведеним основним неисправностима њихових елемената (лабавост точкова, промена геометријских мера и др.).

Поред наведених неисправности безбедност саобраћаја може бити угрожена и прекорачењем дозвољеног осовинског оптерећења, односно оптерећења по точку као и прекорачењем дозвољеног товарног профила, тј. неправилним товарењем или осигурањем товара. Безбедност зависи од техничких услова возних средстава, стања инфраструктуре али и од степена усаглашености капацитета, начина организовања технолошког процеса, од постављене унутрашње организације и од несавршености људског рада, која доводи до могућности грешака, а онда се као последица свега јавља могућност појаве „ванредног догађаја“.

### **3.1 ВАНРЕДНИ ДОГАЂАЈИ**

Безбедност превоза путника и робе, као и поштовање дефинисаних времена путовања, један је од најважнијих захтева у транспорту. Појава сметњи које отежавају или онемогућавају саобраћај возова, угрожавају животе лица и наносе штету имовини уопште, железничким термином названа је ванредни догађај. Према узроцима и последицама које су проузроковали или су могли проузроковати, ванредни догађаји се деле на: незгоде, удесе и елементарне непогоде.

- Незгодом се сматра такав ванредни догађај који није имао за последицу усмрћење или теже повреде лица, већи поремећај у саобраћају или захтевну материјалну штету.
- Удесом се сматра такав ванредни догађај чије су последице усмрћење или теже повреде лица, већи поремећаји у саобраћају или знатна материјална штета. Без обзира на последице, удесом се сматра сваки настали судар возова, налет воза или исклизнуће воза.
- Елементарном непогодом сматра се такав ванредни догађај који је проузрокован вишом силом, уколико је овакав догађај утицао или могао утицати на уредност и безбедност саобраћаја [117].

У табели 3.1 дат је преглед ванредних догађаја на ЖС у периоду 2005. – 2012. године, а на слици 3.1 исклизнуће кола из састава воза 56224 на међустаничном растојању Штитар – Прњавор Мачвански које се догодило дана 1.3.2012. године.

Анализом структуре ванредних догађаја у протеклом периоду и даље је велики проценат ванредних догађаја проузрокован појавом техничких неисправности делова железничких система, тј. квалитет одржавања (табела 3.2), а остало је последица пропуста радника који раде у оперативи или одржавању.

Са аспекта поузданости железничких возила и безбедности железничког саобраћаја најодговорнији склопови, поред кочница, су осовински склопови, а посебно точкови и њихов интерфејс са шином. Због тога је рано откривање дефеката точкова, односно увођење система за њихову детекцију још у току вожње, вишеструко исплативо, јер се тиме постиже и заштита инфраструктуре што индиректно доводи и до побољшања редовности и безбедности саобраћаја.

**3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЛИВОСТ  
КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ**

Табела 3.1 Преглед ванредних догађаја на ЖС

Број ванредних догађаја							
Година	Удеси			Незгоде			Укупно ванредних догађаја
	из железничког саобраћаја	на путним прелазима и ван њих на железничком подручју	свега	из железничког саобраћаја	на путним прелазима и ван њих на железничком подручју	свега	
2005	21	134	<b>155</b>	435	64	<b>499</b>	<b>654</b>
2006	33	135	<b>168</b>	447	74	<b>521</b>	<b>689</b>
2007	30	128	<b>158</b>	429	66	<b>495</b>	<b>653</b>
2008	27	78	<b>105</b>	383	53	<b>436</b>	<b>541</b>
2009	11	101	<b>112</b>	349	67	<b>416</b>	<b>528</b>
2010	18	143	<b>161</b>	375	38	<b>413</b>	<b>574</b>
2011	33	97	<b>130</b>	328	37	<b>365</b>	<b>495</b>
<b>2012</b>	<b>23</b>	<b>82</b>	<b>105</b>	<b>337</b>	<b>61</b>	<b>398</b>	<b>503</b>

Извор: Статистика Железнице Србије, АД

Табела 3.2 Преглед броја удеса према основној структури ванредних догађаја на ЖС

Број удеса према основној структури											
Година	Удеси из обављања саобраћаја					Удеси на ПП и ван њих на железничком подручју					Укупно
	Судар возова	Налет воза	Исклизуће воза	Остали удеси	Свега	на путним прелазима	на отвореној прузи	на станичном подручју	Испадања, ускакања, исскакања	Свега	
2005	1	1	16	3	21	44	59	21	10	134	<b>155</b>
2006	1	2	26	4	33	34	74	20	7	135	<b>168</b>
2007	1	4	23	2	30	34	60	21	13	128	<b>158</b>
2008	-	-	26	1	27	24	35	9	10	78	<b>105</b>
2009	-	-	11	-	11	25	57	15	4	101	<b>112</b>
2010	-	-	16	2	18	31	71	36	5	143	<b>161</b>
2011	1	2	27	3	33	34	42	17	4	97	<b>130</b>
<b>2012</b>	-	1	20	2	23	19	29	28	6	82	<b>105</b>

Извор: Статистика Железнице Србије, АД



### 3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ



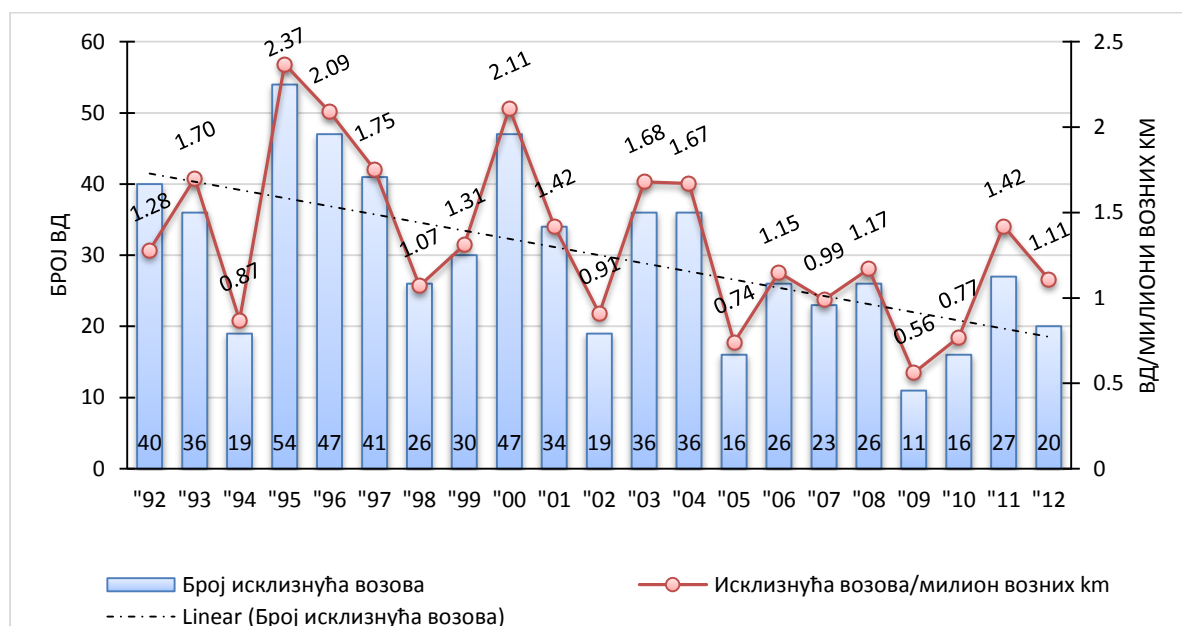
(а) – поглед на преврнута кола у смеру према Шапцу

(б) – поглед на исклизла кола у смеру према Брасини

(ц) – поглед на место где је под возом пукла шина

Слика 3.1 – Исклизнуће кола из састава воза 56224 на међустаничном растојању Штитар – Прњавор Мачвански дана 01.03.12. године


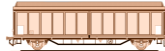

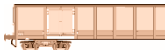
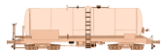

Ова концепција још није довољно сазрела на ЖС (из разлога недостатка финансијских средстава, кадрова и сл.) па су не ретки случајеви ванредних догађаја као на слици 3.2, који перманентно упозоравају.



Слика 3.2 Преглед удела исклизнућа возова у броју ванредних догађај

Последице ванредних догађаја и штете коју они доносе су скоро неизмерљиве величине а поготову када се ради о исклизнућу возова и прекида саобраћаја који што због лошег материјалног обезбеђења што због недовољне опремљености особља, зна потрајати по неколико дана. Структура исклизлих кола, приказана у табели 3.3, је пропорционална како по броју употребљених кола тако и по серијама, што указује да стање осовинских слојева није одлучујући фактор за исклизнућа.

**Табела 3.3** Структура исклизућа теретних кола

Структура исклизућа теретних кола код возова						
Шематски приказ кола	Бројчане ознаке серије	Бр. ВД у којима су исклизула кола	Возила која су исклизула		Осовине које су исклизуле	
			број возила	учешће у укупном броју	број осовина	учешће у укупном броју
	082	2	5	11,37	17	16,43
	245, 246, 275	1	8	18,19	14	13,86
	456	1	1	2,27	1	0,99
	592, 595	3	10	22,72	27	26,73
	786, 787, 792	1	5	11,37	15	14,86
	930, 932	1	4	9,10	10	9,90

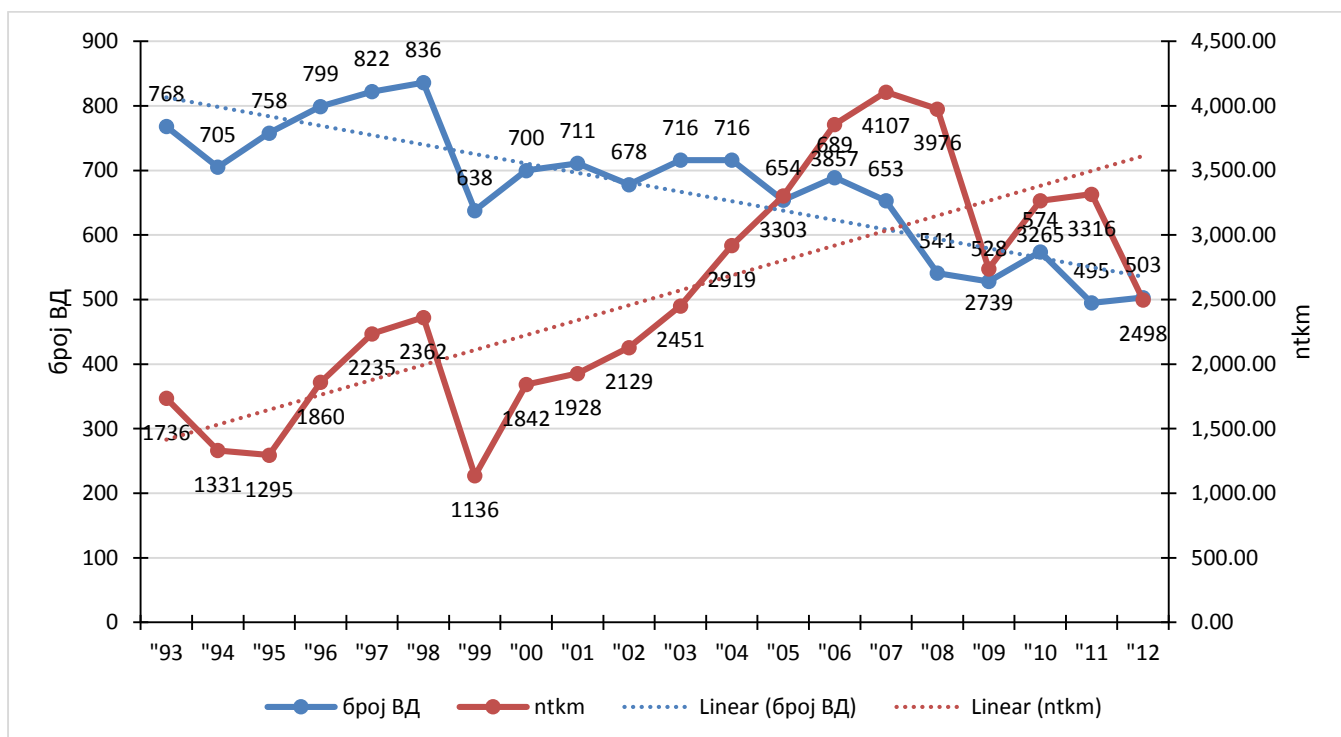
Број исклизућа возова није квалитативни показатељ ако се не узме у обзир и обим саобраћаја (слика 3.3), а нарочито комерцијална брзина теретних возова као битан фактор за ову анализу (комерцијална брзина у 2011 години била је 23,44 km/h, а у 2012. години 25,13 km/h).

У условима значајнијег смањења обима рада и незнатног повећања броја насталих ванредних догађаја поменути релативни показатељ је у порасту, што се не може сматрати позитивним стањем већ као околности које захтевају потребу предузимања мера у циљу побољшању стања и то како у области обима превоза тако и у оквиру безбедности саобраћаја.

Види се да у овим условима оствареног обима рада (карактеристичан је период 2005 – 2010. који је анализиран), номинални број ванредних догађаја, има тенденцију благог смањења, што у 2012. години није тако изразито јер је број незнатно већи у односу на 2011. годину.

Безбедност није никада апсолутно потпуна, она може бити само релативна и зависна од многих техничких услова и средстава, а рад се бави возним средствима, њиховом квалитетном употребом, и утицајем на инфраструктуру у функцији смањења трошкова, и оператера и власника инфраструктуре.

### 3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЛИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ



Слика 3.3 Преглед ванредних догађаја у односу на обим рада

### 3.2 АНАЛИЗА ОТКАЗА ТЕРЕТНИХ КОЛА НА МРЕЖИ ЖС

Модернизација железничких средстава подразумева све већи степен аутоматизације, чиме се смањује учешће људи у организацији саобраћаја, а тиме и опада утицај људског фактора на број отказа. Стални надзор над исправношћу, пре свега вучених средстава, која учествују у саобраћају и гарираних кола обавља техничко колска служба – прегледачи кола. Анализирајући ванредне догађаје (поглавље 3.1), као и последице тј. штете које су проузроковала неисправна возна средства или инфраструктура, видимо да оне нису занемарљиве, а нарочито када се овој анализи дода и број одбијених кола у станицама смене саобраћаја, што представља директну штету, бар у делу колске најамнине. Често су таква кола утицала и на погоршање стања инфраструктуре и обрнуто. Најактуелнији, и највише оспоравани делови уговора су сигурно они који се односе на стварање трошкова, због непотребног задржавања кола, или пак учествовање истих у ванредним догађајима.

Из свих ових наведених разлога, да би систем одржавања вучених средстава био плодотворан и економски рационалан, нужно је да све појединачне активности буду осмишљене и међусобно усклађене. Да би откривање неисправности било могуће још у фази настанка – развоја, потребно је да се садашње методе надзора унапреде пре свега увођењем савремених технологија за мониторинг и дијагностику У табели 3.4 приказани су разлози искључења кола, по основу неисправности на трчећем строју (обруч точка, моноблок точак, венац или тело точка, осовински склоп)и кочници.

**3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЛИВОСТ  
КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ**

**Табела 3.4** Преглед искључених кола из саобраћаја по чворовима и врсти квара

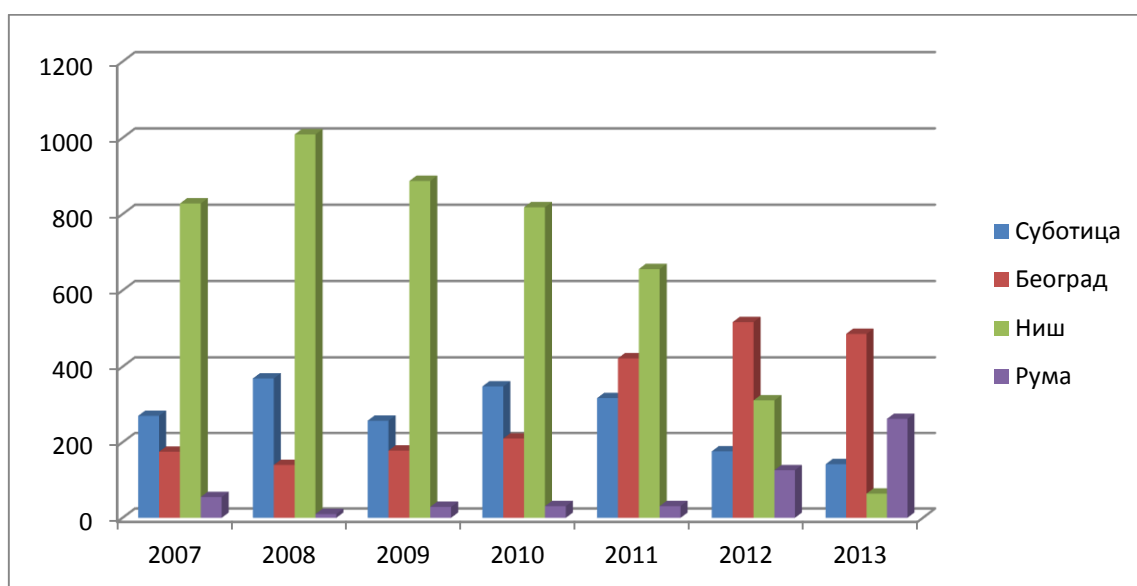
ОЦ/ОЈ ТКП		Година	Београд	Пожаревац	Зрењанин	Суботица	Нови Сад	Рума	Зајечар	Ниш	Лапово	Краљево	Пожега	Σ
Разлог искључења кола	Трчећем строју	2007	229	70	96	360	11	87	22	100	3	0	29	1007
		2008	142	51	212	308	16	51	23	116	13	0	35	980
		2009	216	55	223	367	16	20	24	126	3	40	33	1123
		2010	384	35	144	612	20	20	23	160	0	41	61	1524
		2011	400	44	114	300	133	32	6	111	3	19	118	1280
		2012	473	30	178	222	114	78	8	129	3	44	49	1328
		2013	224	42	143	133	15	143	7	97	0	87	73	964
	Загрејано ос. лежиште	2007	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	5
		2008	0	1	6	10	2	0	12	1	0	0	0	32
		2009	5	26	26	0	1	0	8	1	0	0	4	71
		2010	47	6	23	58	7	0	0	5	0	0	2	148
		2011	126	4	21	11	37	0	1	3	0	0	2	205
		2012	305	3	109	12	18	1	0	6	0	0	13	467
		2013	377	0	98	1	29	0	18	2	0	0	0	525
	Кочица	2007	175	490	128	270	72	55	160	828	167	23	100	2668
		2008	140	1552	98	369	113	10	115	1009	119	5	167	3697
		2009	178	712	28	257	95	29	164	887	115	26	105	2598
		2010	210	217	215	348	68	31	153	818	122	24	188	2447
		2011	422	146	263	317	0	31	106	656	183	50	351	2525
		2012	517	96	467	176	130	126	65	311	199	100	129	2316
		2013	486	158	361	142	99	262	61	64	292	57	171	2153

Такве неисправности, препознате су по AVV као "критичне неисправности" (разреда 5) и јесу неисправности које знатно утичу на безбедност саобраћаја, као и неисправности због којих нагло може наступити угрожавање истог.

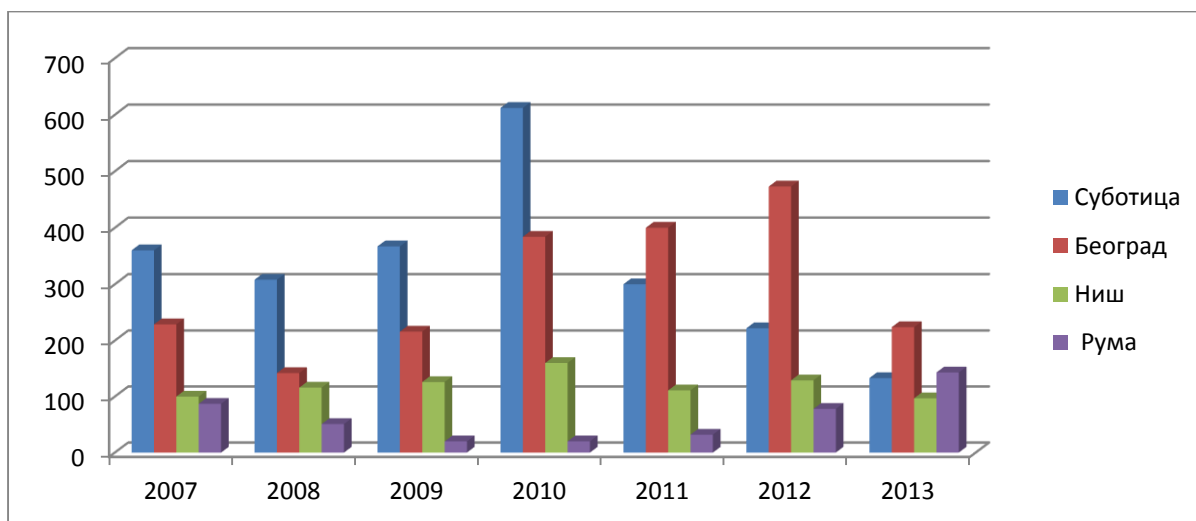
Број искључених кола у чвору Ниш је скоро два пута већи у односу на станицу смене саобраћаја у Суботици. То је из разлога зато што Ниш обједињује рад у станици смене саобраћаја у Димитровграду и Табановцима.

На сликама 3.4 и 3.5 приказани су прегледи броја искључених кола из саобраћаја из разлога неисправности кочионог система, односно неисправности на трчећем строју (обруч точка, моноблок точак, венац или тело точка, осовински склоп) у саобраћајним чворовима Суботица, Београд, Ниш и Рума.

**3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ**



**Слика 3.4** Преглед броја искључених кола из саобраћаја из разлога неисправности кочионог система



**Слика 3.5** Преглед броја искључених кола из саобраћаја из разлога неисправности на трчећем строју (обруч точка, моноблок точак, венац или тело точка, осовински склоп)

Анализирајући податке, види се, да је управо највећи број искључених кола био у станицама смене саобраћаја Суботица, Ниш, чворовима, Пожаревац и Београд (табела 3.5 и 3.6). Пожаревац је био са великим обимом рада до 2009. године због актуелности допреме сировина железари Смедерево као и отпреме готових производа. С обзиром да је сада на "тихом раду", својом просечношћу улази просечност осталих чворова па зато и није предмет анализа у сликама 3.4 и 3.5.

**3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ  
КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ**

**Табела 3.5** Приказ осталих разлога и број искључења кола

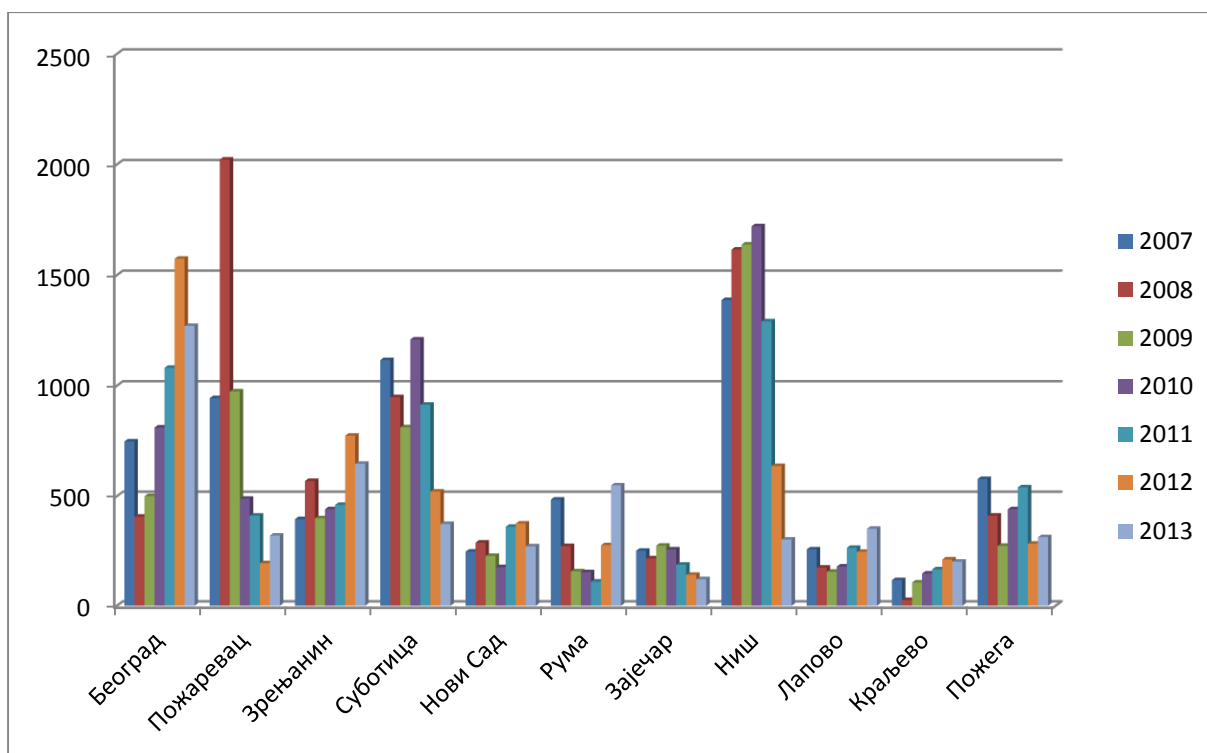
ОЦ/ОЈ ТКП	Година	Београд	Пожаревац	Зрењанин	Суботица	Нови Сад	Рума	Зајечар	Ниш	Лапово	Краљево	Пожега	Σ	
														Разлог искључења кола
Обртно постоље	2007	130	98	103	97	91	253	27	93	21	42	319	1274	
	2008	42	118	232	136	58	164	31	117	6	7	54	965	
	2009	73	62	110	76	85	91	26	149	1	13	90	775	
	2010	86	79	45	89	30	90	23	156	0	48	11	782	
	2011	73	118	49	65	12	22	17	140	2	41	7	546	
	2012	128	43	16	37	1	23	40	86	0	33	61	468	
	2013	97	84	38	27	41	86	12	88	0	30	41	544	
	Тегљеник	2007	34	44	44	58	6	20	1	62	1	7	20	261
		2008	23	58	58	38	16	15	4	100	6	0	16	282
		2009	4	30	2	32	14	7	1	91	0	0	13	190
		2010	19	43	8	48	5	3	10	74	1	6	18	235
		2011	15	23	1	37	142	16	9	65	13	5	19	345
		2012	39	6	1	26	0	17	2	11	9	3	12	126
		2013	35	20	3	23	4	22	2	9	4	1	5	128
	Носећи гибњеви	2007	36	19	7	74	29	16	12	135	9	0	55	392
		2008	19	17	7	50	65	3	1	1	0	1	75	463
		2009	8	1	10	27	7	1	4	205	1	2	13	279
		2010	18	6	1	14	33	1	7	262	0	4	17	367
		2011	10	1	0	15	40	11	6	193	2	11	10	299
		2012	40	0	0	11	99	18	5	129	0	4	0	306
		2013	27	2	0	20	82	14	6	36	0	4	8	199
	Одбојник	2007	144	223	17	257	36	53	29	168	56	45	53	1082
		2008	40	226	14	47	20	29	42	272	30	0	64	794
		2009	16	88	0	53	9	9	47	179	35	25	15	475
		2010	47	102	4	40	13	8	41	246	56	24	43	625
		2011	35	75	12	169	6	8	42	123	63	40	40	613
		2012	72	16	3	37	13	13	21	40	35	27	19	296
		2013	24	24	4	27	1	22	15	6	55	22	15	215

Број искључених кола, упоредном анализом са оствареним обимом рад, показује да се он пропорционално мења, што указује на хомогеност возних средстава која транзитирају пругама ЖС а истовремено и на уједначеност критеријума код примопредаје кола суседним управама и праћење експлоатације уопште (слике 3.6 и 3.7).

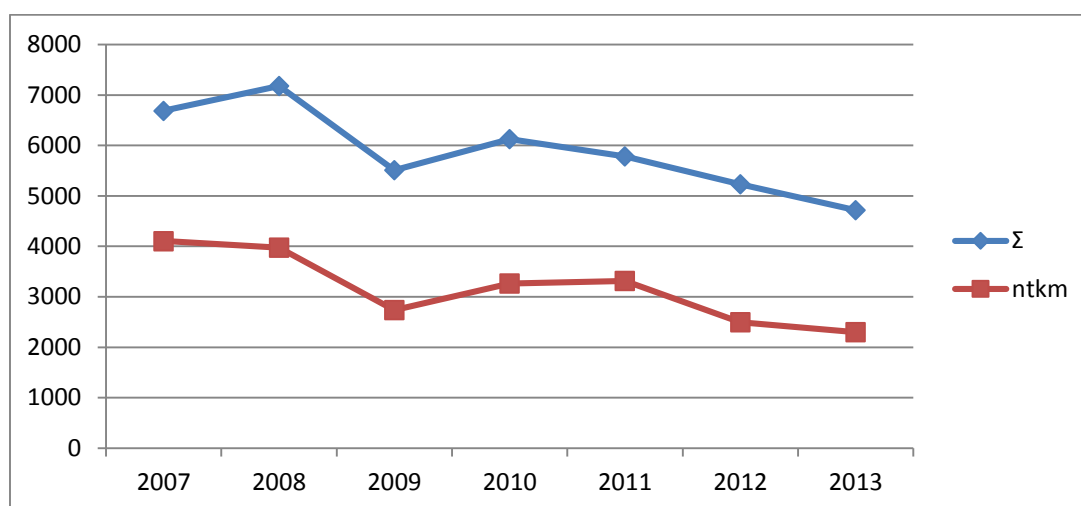
**3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЛИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ**

**Табела 3.6** Преглед свих искључених кола из саобраћаја у периоду 2007-2013. године

ОЦ/ОЈ ТКП	Година	Београд	Пожаревац	Зрењанин	Суботица	Нови Сад	Рума	Зајечар	Ниш	Лапово	Краљево	Пожега	Σ
Σ свих искључених кола	2007	748	944	395	1116	247	484	251	1387	257	117	578	6689
	2008	406	2022	569	948	288	272	216	1615	174	26	411	7181
	2009	500	974	399	812	227	157	274	1638	155	106	273	5511
	2010	811	488	440	1209	176	153	257	1721	179	147	440	6128
	2011	1081	411	460	914	360	110	187	1291	264	166	540	5784
	2012	1574	194	774	521	375	276	141	637	246	211	283	5232
	2013	1270	320	647	373	271	549	121	302	351	201	313	4718



**Слика 3.6** Преглед броја искључених кола из саобраћаја у периоду 2007 – 2013. год.



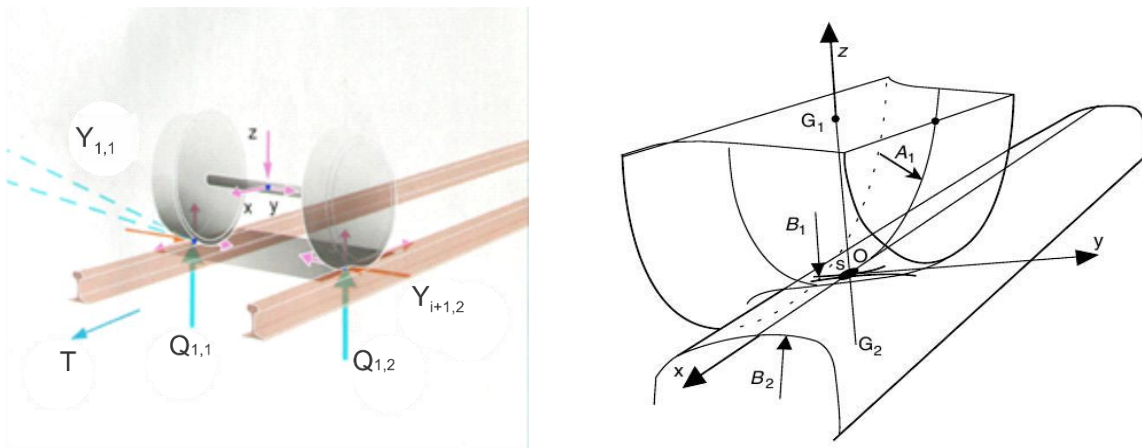
Слика 3.7 Преглед броја искључених кола из саобраћаја за временски период 2007 – 2013. год. у односу на остварене Ntkm

Евидентно је да Међународна железничка унија стално подиже квалитет, посебно вагона за међународни саобраћај. Многи прописи UIC, RIV, OUK/AVV поштрени су, односно сваки нови пропис доноси нове захтеве. Тиме се тежи да се битно унапреди теретни саобраћај, како у интегралном смислу, тако и у смислу појединачног транспорта. У том контексту је и овако велики број искључења кола из саобраћаја јер су све веће разлике и неусклађеност прописа и техничких спецификација са прописима ЕУ односно Директива, пре свега са захтевима (TS).

### 3.2.1 НЕИСПРАВНОСТИ ОСОВИНСКОГ СКЛОПА

Било која истрошеност и неисправност на точку, а нарочито на површини котрљања захтевају искључења возила из саобраћаја, замену осовинских склопова, замену појединих елемената осовинског склопа и обавезно, репрофилисање газеће површине точка. Приликом сваког репрофилисања се, поред скидања оштећења дела метала, односно слоја са локалним оштећењима, обавезно, из разлога уједначавања пречника круга котрљања код једног осовинског склопа (технологија обраде стругањем или глодањем), скида и здрави (неоштећени) слој метала дубине 3 – 4 mm. То заправо значи да свака обрада точка рапидно смањује његов век трајања. Наравно, хабање точка и трошкови обраде се не могу потпуно избећи, али се могу значајно смањити, ако се неисправности на њима открију у фази њиховог настајања и развоја, када је још увек могуће предузети мере за успоравање њиховог развоја или јефтинијег отклањања и што је најважније, избећи последице по поузданост и безбедност возила [1]. Поузданост осовинских склопова зависи од њихових карактеристика и оптерећења која делују на њих. Како се за точак не могу унапред дефинисати сви могући чиниоци онда се меродавна оптерећења дефинишу као скуп најнеповољнијих случаја у експлоатацији. На точак у додиру са шином делују вертикална сила (Q), бочна (Y) и уздужна (T) компонента силе (слика 3.8).

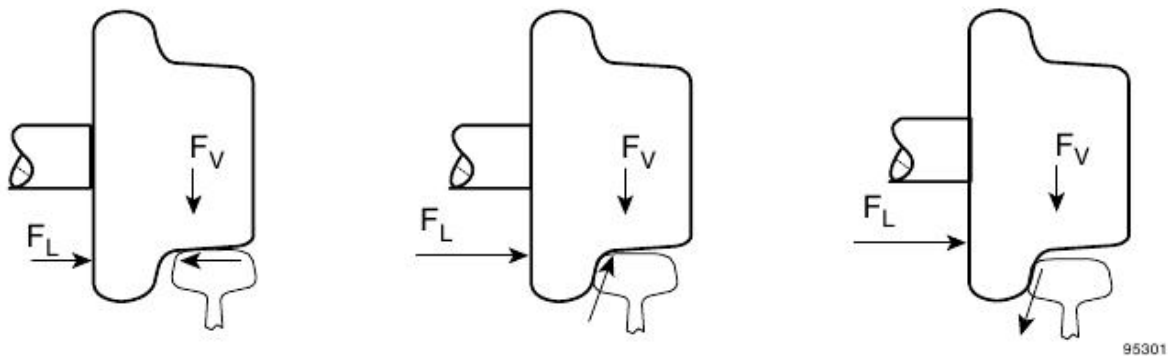




Слика 3.8 Силе које делују на точак

Пошто точак при котрљању има извесну могућност бочног померања у односу на шину, нападна тачка сила  $T$ ,  $Y$  и  $Q$  може да се помера по профилу точка у доста широкој зони [2]. Због синусоидног кретања осовинских склопова по шинама, у тачкама додира појављује се сила која напреже тачкове на савијање. Силе код кочења, услед трења између папуча и тачкова изазивају допунско оптерећење рукавца осовина (од 20 kN до 60 kN) и стварају обртни момент који настоји да обрне точак око осовине.

Интерфејс између точка и шине је мала контактна зона, облика елипсе која је изложена нормалним силама (Hertz-ова теорија, ...) и тангенцијалним силама (Калкерова теорија). Што се тиче самог точка и профила површине котрљања он је прилагођен профилу главе шине (слика 3.8).



Слика 3.9 Примери контакта точка и главе шине

При преласку точка преко наставака шина, скретница и неравнина, на шинама и површини котрљања тачкова долази до динамичких удара, тј. до периодичних наглих скокова амплитуде напрезања у елементима осовинских склопова. Тако нпр. услед постојања равног места на површини котрљања точка и дубине 2 mm, долази до динамичког оптерећења од 450 kN, што знатно повећава оптерећеност осовинског склопа и то су данас измерљиве величине [97].

Облик и мере површне котрљања обезбеђују најрационалније узајамно дејство са шином. Профил површине котрљања је, посматрано историјски, еволуирао све док га УИС није унифицирала. Профил точкава свих железничких возила на ЖС је стандардизован према објави УИС 510-2.



**Слика 3.10** Налепнице и равно место на точку

Неисправности осовинског склопа подразумева догађај, који доводи осовински склоп до потпуног или делимичног губитка радне способности што за последицу има одговарајући поступак дат табеларно и за остале делове поменутог склопа (Прилог 1) а то су пре свега:

- неравномерно кружно хабање попречног профила (оштар венац); оштар (и уједно танак) венац може довести до исклизнућа возила код пролаза преко скретнице (Прилог 1 – Код 1.4) [18],
- равно место на површини котрљања; које се квантитативно оцењује дубином истрошености (слика 3.9). Појава равног места у непосредној је вези са клизањем у зони додира точка са шином због комплексног утицаја блокирања кочница, интензивне пластичне деформације и загревања места додира до високе температуре (Прилог 1 – Код 1.3),
- термо-механичка оптерећења у виду такозваних налепница, тј. смицање материјала на површини котрљања. Основни узрок ове неисправности је неправилан процес кочења због чега долази до проклизавања точкава по шини у врло кратким временским размацима са чистим клизањем [67]. Ефекат налепнице по мирноћу хода возила сличан је ефекту равног места (слика 3.9.),
- закаљена места ("беле пеге"), која се јављају при нагом хлађењу површине, загрејане до температуре изнад критичне, при којој наступају структурне промене танких површинских слојева метала обода точка. "Беле пеге" потпомажу појаве микро-напрелина које имају тенденцију раста и претварају се у пукотине, а могу довести и до лома точка ,

Благовремено отклањање чак и најбезазленијих неисправности може спречити појаву већих отказа подсистема, чији развој може довести до потпуног онеспособљавања железничког возила, а у екстремним случајевима и до удеса са несагледивим последицама (губитка живота и велики материјални трошкови). У циљу смањења

дефеката (као) последица неисправности на кругу котрљања точка потребна је стална едукација особља, пре свега, радника прегледне и саобраћајне (станичне) службе.

### **3.2.2 НЕИСПРАВНОСТИ ОСОВИНСКИХ СКЛОПОВА УСЛЕД ПРЕГРЕЈАНОСТИ ЛЕЖИШТА И ТОЧКОВА**

На мрежи ЖС су у употреби возна средства са котрљајућим и клизним лежиштима, која се углавном још могу наћи код старијих конструкција вучених средстава. Применом котрљајућих лежишта у мазалицама путничких и теретних кола, не само да се рапидно смањује потрошња обојених метала, потребних за израду клизних лежишта, већ се знатно повећава ефикасност рада возила. Кола, опремљена котрљајућим лежиштима лакше се премештају услед смањење силе трења при обртању осовине. При истој снази локомотиве и при истим осталим условима ово омогућава повећање корисне тежине воза и брзине кретања, а самим тим повећање пропусне способности пруга, смањење потрошње мазива и уопште смањење транспортних трошкова.

И ако унифицирана по УИС, клизна лежишта се више не уграђују у новоградњи кола јер су их котрљајућа лежишта потиснула у потпуности. Применом котрљајућих лежишта повећава се експлоатациона поузданост кола због смањења броја „откачивања” кола услед загревања мазалица и повећава се век трајања осовине. Контрола котрљајућих лежишта у експлоатацији своди се на ревизију мазалица и замену мазива. Све то омогућава смањење броја радника на одржавању, а и експлоатациони век је дужи.

У току рада котрљајућа лежишта су изложена статичким и динамичким оптерећењима, која могу бити како радијална (вертикална) тако аксијална (хоризонтална). Радијална оптерећења условљена су масом кола, ударима точка о саставу шина и других неравнина шина. Ова оптерећења дејствују управно на осу лежишта. Аксијална оптерећења делују дуж осе обртања лежишта и јављају се приликом пролаза кола у кривини преко скретница, раскрсница и сл.

За нормалан рад лежишта неопходно је при монтажи остварити захтеване радијалне и аксијалне зазоре и задоре у конструкцији лежишта и мазалице. Радијални зазори представљају суму зазора између путања котрљања прстенова и ваљчића. Аксијални зазор је величина померања спољног прстена у односу на унутрашњи, дуж осе осовине. Непостојање аксијалног зазора између тела ваљчића и наслона спољњег прстена или његово смањење услед топлотних дилатација ваљчића доводи до блокирање лежишта. Ваљчићи трпе топлотне деформације, како радијално тако и по аксијалном правцу, увек кад је радијални зазор недовољан.

За време рада цилиндрично–ваљкастих лежишта могу настати разлике у температурама ваљчића и спољњег прстена и од 60°C до 70°C што изазива одговарајуће промене делова лежишта [2].

Температура загревања ваљчића зависи углавном од брзине кретања воза и радијалног оптерећења. Количина топлоте створена трењем пролази кроз зидове прстенова,

кућишта мазалице и предаје се околини. У случају поремећаја стационарног режима предаје топлоте из било ког разлога (мањи зазори, веће радијално оптерећење лежишта, неправилна монтажа лежишта, лош квалитет мазива, недовољна или превелика количина мазива, итд.) долази до акумулације топлоте у кућишту мазалице и до прегревања осовинских рукаваца, тј. до слабљења њихове моћи носивости, а у екстремним случајевима и до лома рукавца (сл. 3.10).



**Слика 3.11** Лом рукавца на колима 21722245099-1, после удеса у СН<sup>1</sup>

Утврђено је да се процес лома лежишта убрзава у случају када у мазалици престаје процес котрљања и настаје суво трење клизања (нпр. ваљчића по путањи котрљања и унутрашњег прстена по рукавцу осовине). Неисправности лежаја осовинског склопа, односно недостаци који су најчешћи и представљају разлог искључења железничких кола из саобраћаја су дати у Прилогу 2, овог рада.

Време пораста температуре је веома кратко и управо из тих разлога неопходна је строга контрола радне температуре лежишта у току војње што је немогуће без савремених уређаја за мониторинг [5,88].

Познато је да поред механичких, точак кочен кочионим умецима, трпи значајна термичка оптерећења. При кочењу у контакту кочионог уметка и површине котрљања точка, кинетичка енергија возила радом силе трења претвара се у топлотну и у врло високом проценту преноси на точак. Као последица тога температура точка расте и може да достигне вредности које изазивају напоне изнад границе еластичности материјала, пластичне деформације и након хлађења заостале напоне на истезање. Ти заостали напони могу да буду довољно велики да изазову иницијалне напрслине на ободу точка (ломови), па и лом точка са тешким последицама по безбедност саобраћаја. Основни показатељ термичког оптерећења моноблок точка је нагореване боје на месту прелаза

---

<sup>1</sup> Кола 21 72 224 5099-1 у возу 46877 су 02.08.2009. године у 22:20 у станици Галикос на 100 km од Стримонаса ка Солуну уништила колосек у дужини од 2 km. Ако се кочиони умеци налазе изван ивице површине котрљања точка (бочно штрче), онда се јављају висока термичка оптерећења, посебно на спољњем делу површине котрљана која доводе до појаве превеликих заосталих напона и до пуцања точкава. Ако су карактеристике пруге такве, да постоје падови преко 15 % на дужини преко 12 km (што је случај са Барском пругом), онда се брзина треба одржавати првенствено електродинамичком кочицом локомотиве. На тим местима кочење вучног возила електродинамичком кочицом се постиже допунско додатно кочионо дејство аутоматској кочици.



између обода и тела точка или присуство трагова оксидације на ободу точка (тела точка који није обојен).

Само од 01.01.2008. године до 07.05.2011. године на путничким колима у власништво ЖС догодило се 12 пуцања (ломови и напрслине) моноблок точкова. Карактеристични ломови точкова приказани на слици 3.11, десили су се у стању мировања али после претрпљених високих термичких оптерећења, посебно на спољњем делу површине котрљана која се данас веома једноставно могу дијагностицирати а тиме и благовремено реаговати. Одступања од дефинисаног положаја налегања кочионих папуча на котрљајућу површину точка (папуча штрчи, Упутство 253), могу изазвати недозвољено висока и веома неравномерна термичка оптерећења точкова али и зарези од алата за затезање точкова при обради могу бити значајан извор концентрације напона и узрочник лома точка [115].



**Слика 3.12** Карактеристични ломови точкова на колима бр. 51 72 39-10 675-3 и 51 72 20-10 650-7

На лом точка може утицати и неисправна конструкција возила (карактеристика уздужне везе осовински склоп – рам обртног постоља) и недовољан квалитет материјала за израду точка код одређених произвођача.

### **3.2.3 ПРЕКОРАЧЕЊЕ ТОВАРНОГ ПРОФИЛА КОЛА И ДОЗВОЉЕНОГ ОСОВИНСКОГ ОПТЕРЕЋЕЊА**

За технологију и организацију превоза робе у железничком саобраћају значајне су техничко – експлоатационе карактеристике теретних кола и структура теретног колског парка. (Она је прилагођена захтеву привреде, односно врсти робе за које постоји потреба превоза до потрошачких центара.)

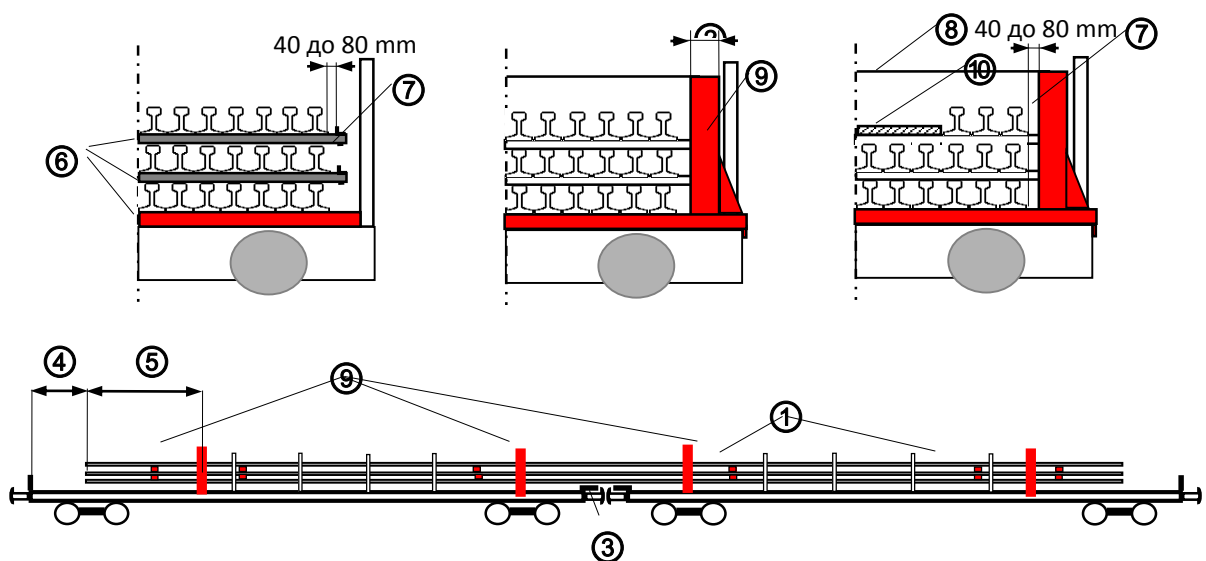
Пошто теретна кола саобраћају у саставу теретних возова у унутрашњем и међународном саобраћају, морају се градити према додатку F, Конференције о међународним железничким превозима (COTIF) – Јединственим правилима о признавању техничких стандарда и усвајању јединствених техничких прописа који се примењују на железничка возна средства, намењена за коришћење у међународном саобраћају (АРУ) и његовим прилозима. Конструктивне карактеристике теретних кола

### 3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ

морају задовољавати прописани профил односно габариту. Профил кола представља пресек кола под правим углом по уздужној оси који је једнак, а у пракси увек мањи од товарног профила, и има тачно прописане димензије.

Поред прописаног профила, кола у железничком саобраћају прописани су:

- слободни профил пруге; представља простор у попречном пресеку, управном на осу колосека који мора бити потпуно слободан за саобраћај железничких возила,
- товарни профил; је онај простор у попречном пресеку управном на осу колосека чије границе железничких возила, товарена и празна не смеју прећи ниједним својим делом.



Слика 3.13 Распоред товара по обавештајном листу 1.8.2, Прилог II, Правилника RIV (Пропис за товарење 95), Свеска 2.

Међународни савез железница (UIC) прописао је јединствен међународни слободни профил пруге и товарни профил. Међународни товарни профил UIC, по својим димензијама мањи је или једнак товарном профилу, било које железнице, чланице

### **3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ**

споразума RIV-а. Наше железнице прихватиле су међународни товарни профил (Прилог 3) који важи у међународном и унутрашњем саобраћају (UIC) [45].

За товарење кола у свему важе прописи за товарење кола, Прилог II, Правилника RIV (Пропис за товарење 95), Свеска 1, 2 и 3.[78].(Свеска 1, садржи правила која се узимају у обзир приликом утовара и осигурања товара и она су обавезна; Свеска 2, садржи прописе за товарење који се односе на врсту робе и који одговарају основним поставкама Свеске 1 (слике 3.13 и 3.14). Други начини товарења и осигурања дозвољени су ако садрже све одредбе Свеске 1.)

Ово важи и када се употребљавају кола која су нарочито подешена и која гарантују безбедност у експлоатацији. ЖП-а издају примере товарења о другим начинима товарења или о колима са нарочитим уређајима за товарење и осигурање и одштампани су на обојеном папиру [84].

Боја значи:

- плава – одржане су све поставке Свеске 1, важи за сва ЖП-а,
- ружичаста – одступа се од Свеске 1, споразумно са одређеним ЖП-има и
- жута – одступа се од Свеске 1, важи само за подручје ЖП-а који је издао пример товарења [78].

Плави и ружичасти пример товарења достављају се свим ЖП-има и Бироу RIV/RIC (Прилог 4).



**Слика 3.14.** Превоз цеви из TCDD за ÖBB

Све пруге у свету, па и наше, подељене су у више категорија са аспекта њихове носивости (А, В, С итд.). Оптерећење возила по једној осовини не сме бити веће од вредности дозвољене за пругу по којој се креће. С друге стране, не сме постојати знатна разлика у оптерећењима тачкова на истом осовинском склопу, као ни разлика оптерећења осовина, односно тачкова на истом возилу. То је веома битно за динамику возила (мирноћу хода возила, стабилност у вожњи, посебно у кривинама итд.).

### 3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ

Неправилно товарење (Слика 3.13) или померање терета у колима може довести до преоптерећења гибњева, не ретко, пуцање једног од листова, што директно угрожава безбедност.

У стању мировања, у свом средњем положају на правом делу колосека, кола са свим својим деловима који оптерећују носеће гибњеве морају остати у границама профила. Делови који оптерећују носеће гибњеве (осовинска лежишта итд.) смеју прекорачити овај профил надоле за 15 mm, мерено паралелно оси овога профила.

Дакле прекорачење осовинског притиска односно притиска по точку може довести до низа неисправности, како на гибњевима, точковима тако и на лежиштима, а само товарење кола мора се вршити тако да товар не угрожава безбедност саобраћаја (слика 3.12).

Инсталирањем система за правовремену дијагностику, прекорачења односа оптерећења, задирање у профил и сл. постиже се велики степен безбедности а избегава се и беспотребна имобилизација кола што минимизира трошкове. У табели 3.7, дат је преглед искључених кола по основу поправке товара, неправилног избора кола и сл. као и део трошкова који се ствара ради враћање кола у саобраћај.

**Табела 3.7** Преглед искључених кола по основу поправке товара, неправилног избора кола и остварених трошкова по том основу

Чвор	Година	Бр. записника (К-162)	Трошкови по основу ангажовања трећег лица	Укупни трошкови
Суботица	2010	210	2 752 617,86	22 615 445,42
	2011	216	407 084,46	16 358 069,66
	2012	382	164 654,12	16 909 948,18
	2013	327	128 640,00	5702 250,67
Ниш	2010	769	1 300 390,00	5 496 174,40
	2011	570	58 8643,00	1 064 434,00
	2012	527	318 300,00	2 808 314,97
	2013	596	445 210,00	2 643 382,00
Београд	2010	248	1415 761,49	6 888 135,79
	2011	92	743 826,32	4 258 144,25
	2012	16	0,00	294 157,07
	2013	36	107 040,00	624 980,63
<b>Σ</b>		<b>3 989</b>	<b>8 372 167,25</b>	<b>84 599 003,04</b>

Иако се укупни трошкови константно смањују пре свега елиминацијом људског фактора, и даље је број искључених кола велики (959 кола само у ова три приказана чвора), постоји повећање и "осталих трошкова" у односу на претходне године као последица дужине чекања на одлуку власника кола, власника робе, организатора (платиоца превоза ) о начину решења сметње (RIV дангубнина) и сл.



### **3.3 ПРОЦЕДУРЕ ПРОВЕРЕ КВАЛИТЕТА УПОТРЕБЕ ТЕРЕТНИХ КОЛА**

Циљ сваке железничке управе да се у станицама смене саобраћаја, примопредаја изврши у што краћем временском периоду и да нема искључења-одбијања кола од пријема. У самој станици обавља се низ специфичних радњи које су карактеристичне за граничне станице, па свако искључење кола из саобраћаја усложњава проблем који са собом носи царинске, чуварске и друге обавезе што често доводи до загушења у саобраћају, а самим тим и додатне трошкове.

Осигурање квалитета при примопредаји теретних кола остварује се доследним спровођењем система управљања квалитетом. Сврха је та, да се технички квалитет који треба постићи установи методом одабирања случајних узорака ("штих-пробом") на основу норме ISO 2859, да се то документује и да се предузимањем одговарајућих поступака квалитет побољша или устали.

Планирањем квалитета одређују се захтеви и вредност квалитета и документују се у каталогу провере. Као циљ квалитета, ЖП одређује укупан збир неисправности (УЗН) мањи од 1 %, мада је његова вредност често предмет билатералног Споразума самих железничких управа.

#### **3.3.1 НЕИСПРАВНОСТИ И КАТАЛОГ НЕИСПРАВНОСТИ**

Под неисправношћу сматра се свако одступање од вредности по техничком критеријуму који је дат у каталогу неисправности, а који има за последицу да кола или воз не одговарају прописаним захтевима. Са колима на којима се установе неисправности које одговарају неисправностима наведеним у одговарајућем Прилогу 9<sup>3</sup> OUK/AVV, мора се поступити у складу са каталогом неисправности [78].

С обзиром на утицај употребу кола, неисправности се деле на споредне, главне и критичне и разврставају се је у складу са UIC – Објавом 471-2 .

**Разред 3** – споредне неисправности; јесу неисправности које знатно утичу на употребну (возну) способност кола као и неисправности које утичу на саобраћај кола (неолистана или непрописно олистана кола).

**Разред 4** – главне неисправности; јесу неисправности које знатно смањују употребљивост кола или која могу угрозити безбедност саобраћаја, као и неисправности које могу довести до повређивања запосленог особља (која ради са теретним колима).

**Разред 5** – критичне неисправности; јесу неисправности које знатно утичу на безбедност саобраћаја, као и неисправности због којих нагло може наступити угрожавање безбедности саобраћаја.

Техничке неисправности дате су у Прилогу 9, OUK/AVV (Општи уговор за коришћење теретних кола) и пописани су поступци за њихово уклањање.

### **3.3.2 ПРОЦЕДУРА ПРОВЕРЕ КВАЛИТЕТА**

Одређивање броја кола која је потребно проверити, долази се методом случајног одабира. При том је допуштено да се случајни одабири изводе делом према возним релацијама кола а делом према местима њихове размене. Из те количине пак из одабира који чине према возним релацијама или према местима размене на основу таблице по норми ISO 2859, одређују се укупан број кола који треба унети у годишњи план провере. Да ли је при примопредаји, технички преглед кола обављен на прописан начин ЖП који преузима процењује провером квалитета, методом одабира случајних узорака. Квалитет се мора проверити пре него што се растави воз или пре него што се промени његов састав при чему прегледачи кола морају поступити у складу са одређеним Споразумима између ЖП-а.

Недостаци, које је предајно ЖП већ обрадило у складу са поступцима наведеним у каталогу техничких неисправности не сматрају се недостацима. Ако предајно ЖП олиста кола, тада се у листице смеју уписати кола која нису пронађена у укупном збиру недостатака.

За одређивање броја недостатака меродавна је врста неисправности наведена у систему управљана квалитетом (СУК) а не њихова учесталост. Неисправности појединих врста одговарају текућем броју у каталогу техничких неисправности.

Укупан збир неисправности служи као мера за њихову учесталост. То је број неисправности на 100 проверених кола изражен у процентима (%). С обзиром на то у коликој мери утичу на безбедност саобраћаја и повезану способност разврставају се у разреде неисправности и то: на разред 3 ( $SUK_{R3}$ ) с уделом 0,125 од 1, на разред 4 ( $SUK_{R4}$ ) с уделом 0,4 од 1 и на разред 5 ( $SUK_{R5}$ ) с уделом 1 од 1.

Укупан збир неисправности се израчунава према следећој формули :

$$\frac{(0.125 \cdot SUK_{R3} + 0.40 \cdot SUK_{R4} + 1 \cdot SUK_{R5}) \cdot 100}{n_t} = UZN (\%)$$

Где је:

$n_t$  – број товарених кола.

$UZN$  – укупан збир неисправности

Ради обавештавања и размене података учествујућих ЖП-а сваког месеца потребно је разменити листе према додатку 6 и 7 Прилога 9 OUK/AVV, у које се уносе све установљене неисправности. Уз укупан збир неисправности потребно је навести и укупан број и врсту проверених кола (Прилог 5 и Прилог 6).

### ***3. НЕИСПРАВНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА КОЈЕ СМАЊУЈУ УПОТРЕБЉИВОСТ КОЛА И УГРОЖАВАЈУ БЕЗБЕДНОСТ***

---

Утврђени збир неисправности служи и као основа за увођење такозваних возова на поверење када је реч о примопредаји. Данас у Европи постоје два Споразума која дефинишу ову материју а у припреми је и Споразум на поверење на Коридору X где је и Србија активни учесник<sup>2</sup>.

И поред свих предузетих радњи често се појави одговарајући број возова из неке утоварне станице са карактеристичним недостацима или у делу одбира вагона, квалитета одржавања или начина осигурања. Тада се од предајног ЖП-а мора затражити да предузме одређене поступке ради повећања квалитета и ти поступци се морају ближе описати, а о предузетим мерама, упознати пријемни ЖП.

Након преузимања нових поступака за повећање квалитета врши се провера такође методом одабиром случајних узорака и она се изводи на оптималном броју кола сваког месеца како би се могло показати побољшање.

---

<sup>2</sup> Споразум је потписан од стране железница SŽ, HŽ, CFARYM, ŽRS, ŽFBH и сада се прате сви возови и у зависности од вредности UZN биће предложени поједини возови који задовољавају критеријуме за возове на "поверење".

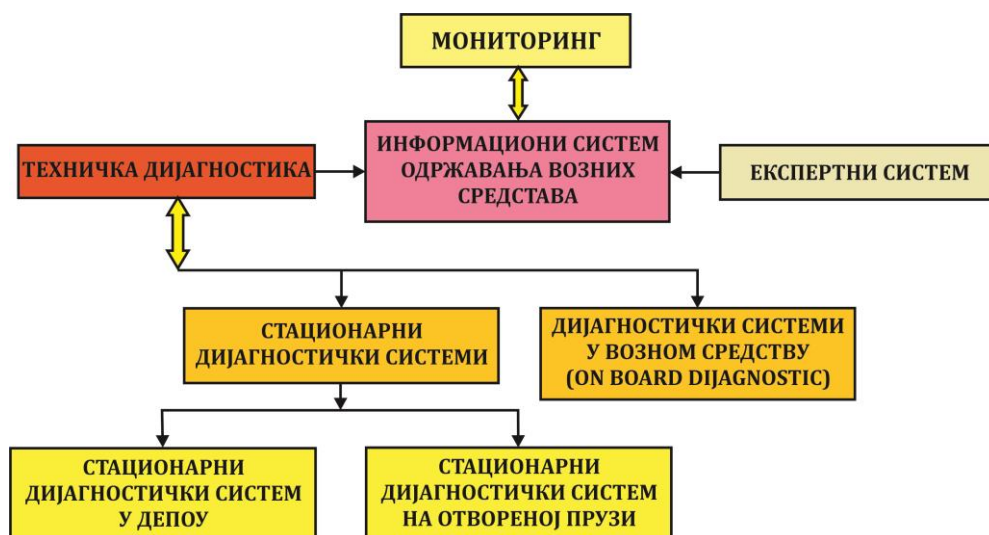
## 4. ТЕХНИЧКА ДИЈАГНОСТИКА

Скуп активности који се обављају ради утврђивања функционалног стања техничког средства без његове демотаже назива се дијагностика техничког стања система, тј. техничка дијагностика. Теоретска и практична искуства указују да је растављање техничког средства оправдано само у неопходним случајевима, тако да, свака неоправдана демонтажа погоршава техничко стање средства.

Техничка дијагностика је саставни део процеса одржавања према стању и има за циљ да утврди техничко стање одређеног саставног дела система са одређеном тачношћу. То је, уствари, дисциплина која се бави препознавањем техничког стања система. Дијагностиком се врши провера исправности, провера радне способности, провера функционалности техничког система или истраживање отказа.

Савремена технологија одржавања возних средстава подразумева широку примену информационих система одржавања који се заснива на:

- мониторингу (технологија за праћење стања возних средстава),
- техничкој дијагностици (технологија утврђивања стања техничког система),
- експертним системима за техничку дијагностику (рачунарски системи са базама податак).



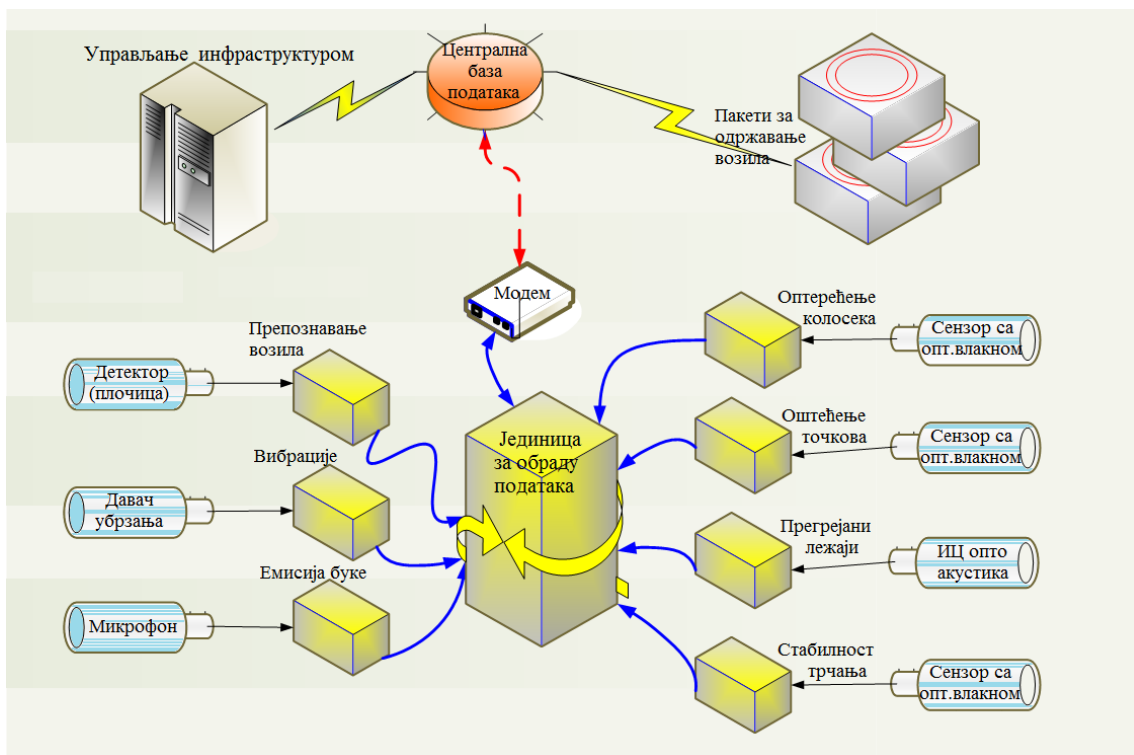
Слика 4.1 Информациони систем мониторинга возних средстава

Коришћење дијагностичких поступака, помоћу којих се врши надзор уређаја и склопова током експлоатације возног средства, омогућава да се на основу анализе података одређује ниво и време интервенције (замене или оправке система, подсистема или

елемената). Интегрални информациони систем одржавања возног средства базира се на:

- стационарним информационим системима,
- информационом систему у возном средству ("on-board").

Стационарни системи врше периодично увид у стање возила или његових компоненти, док системи у возилима / возовима (on-board) раде континуално током експлоатације. Увођење стационарних система не зависи од врсте, старости и опремљености возног парка јер су потпуно независни у раду. Са друге стране, "on-board" системи искључиво зависе од тога да ли је возило у стању да се у њега интегрише такав систем. Овим системом се ипак не могу пратити све функционалне величине битне за експлоатацију возила, тако да једино са стационарним системима чини заокружену целину мониторинга и дијагностике у оквиру одржавања железничких возила јер се технички и технолошки, ова два система допуњују.



Слика 4.2 Конфигурација система са мерним модулима и елементима за пренос и обраду података

Набавка савремених возних средстава подразумева обиље инсталиране електронике у возилу, а самим тим и постојање електронске размене података и централне управљачке јединице на бази рачунара. Из овога опет следи, да је за такав систем неопходно постојање система мониторинга и дијагностике, у најгорем случају, појединих функционалних компоненти возила. Овде се може извући јасан закључак да се са набавком нових возила добија и дијагностички систем, који се може дефинисати према захтевима наручиоца и који може покривати велики број компоненти возила чије се стање прати. То значи, да се приликом набавке савременог возног средства, са возилом које поседује дијагностичке системе према захтеву купца, купује и целокупни систем одржавања тог возила (које често врши и сам произвођач), тако да су дијагностика и мониторинг на возилу потпуно интегрисани у информациони систем одржавања.

Следећа врста решења је да се возила, која имају савремене електронске системе управљања и размене информација, накнадно опремају уређајима за праћење и дијагностику одређених компоненти, како би им се побољшале експлоатационе катактеристике, повећала поузданост, расположивост и сл. У овом случају накнадна уградња дијагностичке опреме је могућа због постојања одговарајућег окружења, тј. електронске логистике, у смислу постојања електронске размене података и централне управљачке јединице.

Савремени системи мерења користе сензоре на бази технологије оптичких влакана. Сензор се поставља испод шине и повезан је са читачем у кућишту система уз колосек. Читач ствара оптички сигнал који се преноси до сензора оптичким влакном. Сензор претвара најмања вертикална померања шине услед проласка точка у промену оптичког сигнала, који се затим претвара у читачу у тачан вертикални сигнал који је на располагању за даљу обраду.

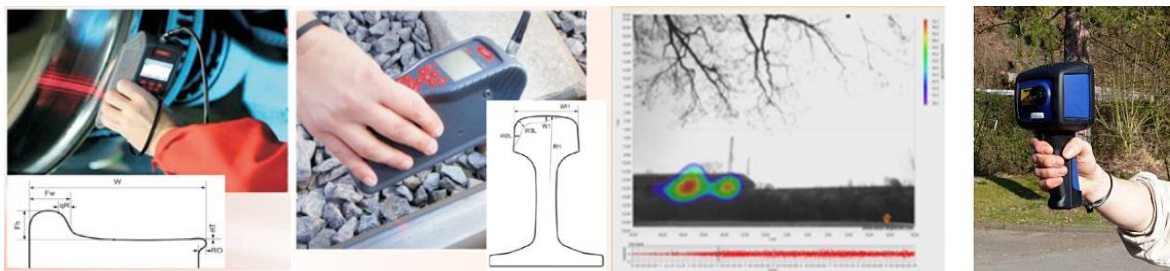
#### 4.1 МЕТОДЕ ТЕХНИЧКЕ ДИЈАГНОСТИКЕ

Техничка дијагностика може да се изводи у стационарном или мобилном стању и може бити (слика 4.3):

- функционална (одређивање радне способности возила),
- прогностичка (прогноза даље експлоатације),
- ремонтна (локализација кварова) и
- пратећа, тј. мониторинг (стално праћење уз помоћ мерних уређаја).

Процес дијагностицирања се састоји у логичкој обради неке објективне информације која долази од третираног техничког система у одређеном тренутку или периоду времена. Техничка дијагностика подразумева познавање теорија и метода организације процеса дијагнозе техничких система, а такође и принципа функционисања средстава/уређаја за дијагностку [99].

Дијагностички параметри могу бити посредне - индивидуалне величине повезане са структурним параметрима (нпр. зазор у лежају), али и директне информације о техничком стању система (нпр. притисак уља) [118]. То могу бити параметри радних процеса (јачина струје, сила, притисак, снага и сл.), параметри пропратних процеса (температура, бука, вибрације, и сл.) и геометријски параметри (зазор, исхабаност, слободан ход и сл.). Дијагностички параметри се могу јавити као непрекидне, дискретне или случајне величине [103].



Слика 4.3 Мобилна дијагностика

Процес техничке дијагностике се спроводи кроз следеће етапе [56]:

- успостављање законитости промене параметара стања и њихове погодности за контролу,
- избор дијагностичких параметара и одређивање карактеристика њихових промена,
- утврђивање норматива граница дијагностичких параметара и
- одређивање могућности постављања дијагнозе избор мерне методе и опреме као и техничко-економска анализа.

Развојем електронике и сензорске технике последњих година, дијагностика је доживела револуционарни развој и тако омогућила значајно повећање ефикасност процеса одржавања, методе техничке дијагностике и поступци у оквиру њих дати су у табели 4.1.

## 4.2 САВРЕМЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ ЗА МОНИТОРИНГ И ДИЈАГНОСТИКУ У ОКВИРУ ОДРЖАВАЊА ВОЗНИХ СРЕДСТАВА

Возна средства ЖС, су старије конструкције, и не поседују електронску размену података и централну управљачку јединицу, тј, нису опремљена електронским управљањем имају крајње ограничене могућности примене система дијагностике и мониторинга на возилу.

Опремање оваквим системима би било скупо и неисплативо, јер би практично, комплетно управљање возилом морало да се реконструише и тиме би се знатно смањили ефекти увођења дијагностичких и технологија мониторинга на возилу. Са друге стране, постоји одређен број уређаја за мониторинг чија инсталација није превише технички и економски захтевна, тако да би они могли да буду прелазно решење у повећању поузданости и побољшању експлоатационих карактеристика возила старије конструкције. Овде се првенствено мисли на опрему која, рецимо, врши мониторинг аутоматског пуњења мотора уљем, мониторинг и управљање централним закључавањем врата на железничким возилима, детекцију струјног дебаланса (од стварања струјног тока са уземљењем), детекцију пада напона батерија - акумулатора (од стварања струјног тока са уземљењем), контролу и мониторинг модула тоалета и сл.

Као што је напоменуто, стационарни системи мониторинга и дијагностике не зависе од врсте старости, врсте возила и опремљености возног парка јер су потпуно независни у раду. Даље, стационарни системи се могу поделити на оне који се налазе у оквиру депоа и радионица и оне који се налазе на отвореној прузи, као и на стационарне системе за мониторинг и дијагностику механичких, температурних и електричних величина.

Стационарни системи мониторинга и дијагностике који се налазе у депоима и радионицама за оправку могу бити тако конфигурисани, да могу периодично да прате све виталне функције возила, као што су електричне, механичке и остале. Како ови системи не зависе од врсте, старости и опремљености возног парка електронском опремом, представљају најповољнији начин увођења и стварање основе информационих система у одржавању возних средстава на железници. Уз дефинисану стратегију развоја одржавања, експлоатације на железници, као и стратегије набавке нових возних средстава, дефинише се потреба за технологијама мониторинга и дијагностике у оквиру

одржавања. Компаније које се баве одржавањем могу према својим потребама дефинисати ниво и обим радова и могу секвенцијално уводити и примењивати методе дијагностике и мониторинга, јер то ова врста система дозвољава.

Табела 4.1 Методе и поступци у оквиру примене техничке дијагностике

МЕТОДА	ПОСУТПАК	ПРИМЕНА
Дубинско (запреминско) испитивање материјала	Радиографија	Испитивање напрслина
	Ултразвук	Испитивање напрслина, дебљине зида
	Вртлози струје	Испитивање напрслина, дебљине зида
	Специјални поступци	Испитивање напрслина, дебљине зида, испитивање замора
Дијагностика површина	Визуелно испитивање	Код свих поступака визуелне дефектаже
	Ендоскопија	Уочавање површинских грешака
	Телевизија	Уочавање површинских грешака
	Ипитивање продирањем боје	Испитивање напрслина
	Иситивање магнетним прахом	Испитивање напрслина
	Поступак сонде потенцијала	Испитивање напрслина
	Мерење хрпавости	Контрола површина код хабања и корозије
	Холографска интерферометрија	Испитивање напрслина, спречавање промене облика
	Дијагностика површина помоћу више поступака	Аутоматизација и комбинација више поступака
Методе термичке дијагностике	Мерење температуре додиром	Надзор лежајева, конторла трења
	Мерење температуре без контакта	Дијагностика пламена, прегревања, конторола електричних контакта и монтажних положаја, расподеле површинске температуре
Дијагностика вибрација	Вибрација вратила	Поступак кретања великих ротационих машина контрола лежајева
	Ефективна вредност	Контрора котрљајних лежајева
	Дијагностичка вредност Дк(т)	Контрола котрљајних лежајева, надгледање ( мониторинг) арматуре
	Спектар фреквенци	Надзор машина и постројења
	Фазни угао	Дијагностика машина
	Вибрације под притиском	Системска дијагностика хидрауличних и пнеуматских вртложења
Анализа емитовања звука	Неутронски шумови	Дијагностика реактора
	Детекција прскотина	Интегрална испитивања прскотина на држачима и цевоводима
	Локлизација пукотина	Контрора пукотина на држачима и цевоводима
	Дијагноза клизних лежајева	Контрола трења и хабања код клизних лежајева
	Дијагноза котрљајних лежајева	Дубинска дијагностика котрљајних лежајева
	Дијагноза дизел мотора	Периодичне појаве код уређаја
Дијагностика процесних параметара	Пик енергије	Дијагноза котрљајних лежајева
	Параметри оптерећења	Мотори са унутрашњим сагоревањем, пумпе
	Прелазни процеси	Одвођење гаса турбоадера, турбина
	Параметар потрошње	Мотори са унутрашњим сагоревањем
Дијагностика честица и медија постројења	Надгледање степена искоришћења	Машине и постројења
	Магнетна детекција	Потрошња фретних материјала
	Ферографија	Потрошња фериних материјала
	Спектроскопија	Потрошња свих материјала
	Радиоактивна микроанализа	Контрола трошења обележених материјала
	Дијагноза медија посторјења	Надзор корозионих процеса, надзор изолациј, надор емисије
Систем дијагнозе	Детекција цурења	Контрора дихтовања система
	Дијагностика атомске електране	Надзор над примарним расхладним системом
	Дијагностика бродских машина	Надор над бродских погоном
	Дијагностика алатних машина	Надзор утоматских технолошких процеса
Дијагностика пољопривредне опреме	Надзор функционалних група копненен опреме	

Стационарни системи мониторинга и дијагностике који се налазе на отвореној прузи прате стање механичког дела трчећег склопа, посредно путем мерења температуре и звука, и непосредно, мерећи убрзања механичког дела током кретања, пратећи стање



осовинских лежајева, точкова и понашања склопа обртног постоља. Због оваквих карактеристика, ова врста стационарних система се поставља на "стратешка" места на прузи, где се очекује појава критичног понашања поменутих компоненти. Са друге стране, они су само допуна стационарним системима мониторинга и дијагностике који су смештени у депоима. Потреба за врстом и местом инсталирања оваквих система се дефинише стратегијом одржавања и експлоатације оператера саобраћаја или железничке управе.

Што се тиче информационе технологије - експертних система, углавном се користе као подршка или природно проширење дијагностичких система. Такође се примећује да се експертни системи дефинишу потпуно према захтевима корисника, те можемо рећи да не подлежу униформности ни што се тиче архитектуре система, нити интерфејса са корисником.

Да би сваки информациони систем у одржавању (мониторинг, дијагностика, експертни систем) могао да се у потпуности искористи, неопходна су два услова: да постоје чврсти оквири у врсти и обиму обављања радова (постојање савремених стандарда, прописа и закона, прилагођених стању возног парка и експлоатацији) и да се током рада у одржавању ти прописи бескомпромисно поштују. Једино на основу тако чврстих оквира је могуће створити надградњу информационим технологијама, јер оне једино под тим условима могу да се користе без сметњи.

Следећи, можда најважнији и најнеопходнији корак у увођењу система за праћење стања на Железници Србије, били би системи за снимање стања и детекцију дефеката осовинских склопова. Овде је неопходно стратешки набавити и распоредити системе који прате и дијагностикују стање следеће опреме: точкова (стање профила, дефекти у телу и ободу точка), вратила осовинских склопова и, евентуално, стање и истрошеност кочних уметака кочионог система. Предност увођења оваквог информационог система је што се његовом применом аутоматски добија и база података о поменутих дијагностичким методама, која се природно може проширити на глобалну базу података која је обухватати историју стања сваког возила (сваке његове компоненте и склопа) у поседу Железнице Србије.

Надаље, логичан корак је, примена стационарних система праћења стања на отвореној прузи, који само допуњује стационарне системе у депоима и који су инсталирани на стратешким (критичним) местима на железничким пругама, како би пратили понашање механичких (трчећих) склопова воза на тим местима.

Као најсавршенији, уједно и најскупљи метод мониторинга и дијагностике, уводи се такозвани "on-board" систем, тј. систем мониторинга и дијагностике на возилу, који са претходно поменутих системима чини заокружену целину информационог система одржавања железничких возила. Оно што је значајно за ове системе, а што је и раније речено, је да је у већини случајева неисплативо (јер је неопходна обимна реконструкција) опремати возила старије конструкција савременим системима мониторинга и дијагностике. Са друге стране, набавком савремених возних средстава подразумева се увођење савремених технологија.

Поред тога што је технолошко-технички и тржишни императив произвођача да понуди потпуно електронски управљано возило (подразумева да се сви системи возила надгледају и управљају рачунаром, са неопходним преносом података кроз возило / воз

електронским путем), овакво возило, упркос високој цени, за самог корисника нуди велике предности током радног века у смислу поузданијег рада, ефтинијег и ефикаснијег одржавања и брзог прилагођавања различитим, често супротним условима експлоатације. Према томе, набавка оваквих возила намеће потребу увођења горе поменутих информационих технологија.

Пракса у свету је да се свако ново набављено возило одржава у посебном депоу или делу депоа, који је потпуно техничко-технолошки прилагођен одржавању само тог возила и тако да је потпуно независан од система одржавања осталих возила. У том контексту, правило је да такво одржавање обавља сам произвођач, што је и најлогичнија поставка.

Циљ оваквог начина одржавања је да се максимализује расположивост возила, обезбеди квалитетан и безбедан саобраћај и да се трошкови и проблематика одржавања возила пребаце са оператера саобраћаја на компанију која искључиво одржава возила. Такав пример је мониторинг експлоатације  $Z_1$ , кола у делу клима уређаја и против клизне заштите (ПКЗ) и електричних локомотива серије 441 и 461.

Највећа достигнућа у овом сектору се односе на специјализована решења специфичних проблема. Зато је посебно важно развити систем који се може користити у најширем могућем опсегу. Важнији критеријуми укључују расположивост система, радни век, могућност рада без решака и најзад, исплативост.

#### **4.2.1 САВРЕМЕНЕ МЕТОДЕ И ПОСТУПЦИ У ОДРЖАВАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛОКОМОТИВА СЕРИЈЕ 444 И 461**

Модернизацијом електричних локомотива серије 441 и 461 и уградњом одговарајуће електронске опреме, представља савремене методе у одржавању локомотива тзв. "он борд" (on-board) систем. Овим поступком, сем смањења потребних обима радова приликом текућег одржавања, смањени су и трошкови одржавања, (јер су прегледи нпр.  $P_1$  сада ређи и раде се на 45 дана), а инвестиционо одржавање је чак на 1.000.000 km [108].

Дијагностика кварова је поједностављена и веома је прецизна, што је у ранијем периоду, због често непрецизно дефинисаног квара од стране особља које управља локомотивом, било доста отежано [99].

Дијагностички систем на локомотиви заснива се на приказу кварова који се појављују током рада локомотиве и они се као такви евидентирају и смештају у меморију централног рачунара (DIRT-a) из које је, касније, могуће све те кварове исцитати и анализирати. Комуникација између машиновође, или особља које одржава локомотиву, и локомотиве обавља се преко дисплеја (+F4) који је приказан на слици 4.4.

Већина сигнализације локомотиве приказује се на самом дисплеју, док се само мањи део приказује на сигналној табли на блоку +F2.



Слика 4.4 Изглед управљачнице на локомотиви серије ЖЖ 444 и приказ на дисплеју

Основни приказ на дисплеју садржи податке о јачини струје вучних мотора, напона возног вода, струје грејања воза и брзини, као и унети податак о броју воза. Осим тога, на дисплеју се приказују и референтна брзина и сигнализација и стање заштите.

Други приказ укључује се у случају квара који се појавио на локомотиви, притиском на тастер D2 (слика 4.4) након деловања заштите. Он даје информацију о квару и упутство за његово отклањање, односно за наставак вожње с промењеним условима вуче.

Трећи приказ позива се ради контроле показивања инструмената на блоку +F2 и садржи инструмент за мерење вучне/кочионе силе и брзиномер. Уз то, на њему је и приказивање сигнализације кварова.

Четврти приказ садржи ред вожње који се учитава приликом уписивања броја воза који ће локомотива вући.

Пети приказ намењен је служби одржавања локомотива и садржи податке о времену настанка квара и шифри последњих 200 кварова на локомотиви, као и број воза који је локомотива тада вукла. Овом приказу може да се приступи једино уз уписивање одговарајуће шифре.

Већина кварова искључује главни прекидач, тако да се са њима истовремено појављује и сигнализација нестанка вентилације. Она у овом случају не значи квар на вентилацији па нема смисла да се и уз њу појављује упутство за даљи поступак.

Кварови који не искључују главни прекидач такође се сигнализирају, али је машиновођи битан и податак о томе да је главни прекидач искључен. Исто је и са стањем пнеуматске кочнице (закочена локомотива).

Овај приказ, намењен је особљу на одржавању локомотива. Сервисни ниво приступа омогућава увид у стање комуникације дисплеја према главном микропроцесорском уређају (DIRT-u) и увид у листу задњих 200 кварова локомотиве као текстуалне датотеке. Добија се уносом шифре и омогућава листање кварова по вертикали, односно хронолошки. У приказу се види тачан датум и време и ознака врсте квара, а осим тога и број воза и шифра машиновође. На овај начин битно се доприноси тачном дефинисању квара а врло често и узрок насталог квара.

## 4.2.2 СТАЦИОНАРНИ СИСТЕМИ МОНИТОРИНГА И ДИЈАГНОСТИКЕ НА МРЕЖИ ЖС

Стационарни системи се могу поделити на оне који се налазе у оквиру депоа и радионица и оне који се налазе на отвореној прузи.

Системи мониторинга и дијагностике који се налазе у депоима и радионицама за оправку могу бити тако конфигурисани, да периодично прате све виталне функције возила. Како ови системи не зависе од врсте, старости и опремљености возног парка електронском опремом, представљају најповољнији начин увођења и стварање основе информационих система у одржавању возних средстава на железници.

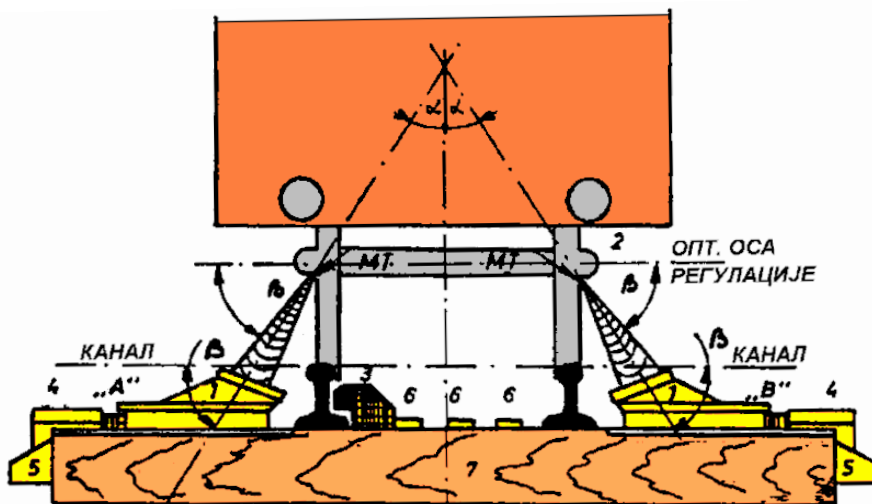
Системи мониторинга и дијагностике који се налазе на отвореној прузи прате стање механичког дела трчећег склопа, посредно путем мерења температуре и звука, и непосредно, мерећи убрзања механичког дела током кретања, пратећи стање осовинских лежајева, точкова и понашања склопа обртног постоља. Ови системи представљају допуну стационарним системима мониторинга и дијагностике који су смештени у депоима.

Потреба за врстом и местом инсталирања оваквих система се дефинише стратегијом одржавања и експлоатације оператера саобраћаја или железничке управе. Уз дефинисану стратегију развоја одржавања, експлоатације на железници, као и стратегије набавке нових возних средстава, дефинише се потреба за технологијама мониторинга и дијагностике у оквиру одржавања. Компаније које се баве одржавањем могу према својим потребама дефинисати ниво и обим радова и могу секвенцијално уводити и примењивати методе дијагностике и мониторинга, јер то оваква врста система дозвољава.

### а) СИСТЕМ ЗА ДЕТЕКЦИЈУ ПРЕГРЕЈАНИХ ЛЕЖИШТА ОСОВИНА МОНТИРАН У ОСТРУЖНИЦИ

На пругама бивше ЈЖ, 1989. године, као „пилот“ пројекат, био је покушај увођења мерних станица, и тако је тестиран Амерички уређај за детекцију прегрејаних лежишта осовина, GRS OPTICAL GATED WHEEL TERMO SCANNER UNIT, са инфра-црвеним (ИЦ) детекторима, на прилазу станици Београд – ранжирна у станици Остружница (km 4+870) [122].

Овај систем монтиран је осамдесетих година на многим пругама Европе и света у мањем или већем броју, а основни елементи су му били: давачи (1), магнетно-шински контакт (3), вентилатори давача (4), метални носачи (5), прикључне кутије са пренапонском заштитом (6) и прикључним кабловима, монтирана на специјалним праговима (7) колосека пројектованим за ову намену. Положај давача и остале пружне опреме приказани су на слици 4.5.



Слика 4.5 Положај давача на колосеку и остале пружне опреме

Двоканални аналогни писач за регистровање резултата мерења био је смештен у просторијама прегледача кола у парку А (на растојању око 8 km), а веза електронике и писача остварена је трожилним каблом.

Од суштинског значаја за исправан рад система (мерног ланца) је одржавање оптималног положаја мерача (1) у односу на мерну тачку лежишта (МТ).

Основне техничке карактеристике система су:

- мерења у правцу кретања воза при брзинама од 8 до 135 km/h,
- рад у опсегу спољних температура од  $-29^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  и
- напонски ниво мерног сигнала при оптерећењу од  $4,7 \Omega$  и референтне температуре од  $26,6^{\circ}\text{C}$  изнад спољне, има вредност  $2V \pm 10 \%$ , са излазном импедансом од  $2,2 \text{ k}\Omega$ .

Најавни магнетно-шински контакт (МСК1) из смера Сурчина детектује приближавање осовине на 15 m испред локације давача и активира рад система. Контролни импулс (ИМП1) генерисан проласком воза поред најавног контакта МСК1 отвара прозор давача и активира писач. Проласком сваког точка испред другог мерног контакта МСК2 генерише се по један импулс ИМП2, који активирају ИЦ мерач зрачења, излажући га зрачењу загрејаног лежишта. Топлотна ИЦ енергија са осовине у пролазу, прикупља се и фокусира на ИЦ детектор, који производи струју пропорционалну укупној количини фокусиране топлоте ИЦ зрака. Струја се конвертује у напон појачава и тако добијени мерни сигнал (МС) преноси се линијом (каблом) до писача. По мерењу и последње осовине, мерни ланац ишчекује још 14 s пре него што затвори капке прозора давача, а 1,5 s касније контролним импулсом проверава температуру референтног извора топлоте на унутрашњој страни капка отвора ради потврде исправног функционисања, аутоматски проверавајући и подешавајући осетљивост сваког минута.

Опрема је монтирана на правом, хоризонталном и стабилном колосеку, ван скретничког поља да би се елиминисале грешке у мерењу услед осцилација у кривинама.

## б) СИСТЕМ ЗА ПРАЋЕЊЕ ПРЕГРЕЈАНОСТИ ОСОВИНСКИХ ЛЕЖАЈЕВА ТЕРЕТНИХ КОЛА У ТЕ „НИКОЛА ТЕСЛА“

Специјална теретна кола серије „Fb” типа (Arbel)<sup>1</sup>, раде на угљенокопу Колубарског басена, у веома специфичним условима и великим бројем претрчаних километара.

Температура осовинског лежаја је главни параметар на основу кога се процењује стање самог лежаја чиме се смањује вероватноћа хаварије на теретним колима. Августа 2004. године, инсталиран је један од ових система и у експлоатацији на ТЕ ”Никола Тесла” у Обреновцу [67].

Предвиђена је инсталација 4 оваква система: два утоварна места и два истоварна места (по један систем на сваком од њих). Овакав просторни распоред будућих инсталираних наведених система за мерење температуре је одговарајући ако се узме у обзир да је дужина пруге 36km и да свака композиција направи до 4 обрта дневно (улаз и излаз из истоварне станице) што представља довољно мерења, са гледишта благовремене интервенције, чак и у неповољном случају када је већ започео хаваријски процес лежаја.

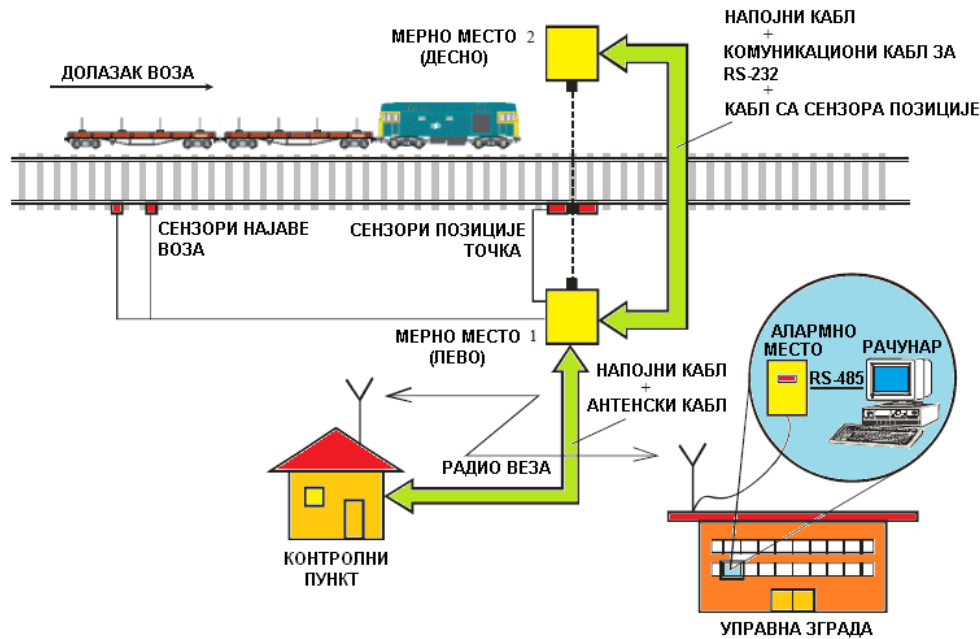
Концепција мерног система базира се на бесконтактном мерењу апсолутне температуре поклопа лежаја точка теретних кола у покрету (3 km/h до 40 km/h) у условима велике промене амбијентне температуре ( $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ ), великих електромагнетских сметњи (електровучна локомотива са напојном мрежом од 25 kV), вибрација, прашине поред пруге и временских услова (сунце, киша, снег). Температура лежишта се мери бесконтактно инфрацрвеним (ИЦ) детектором који се налази у оквиру мерног места поред пруге. Систем за детекцију температуре лежишта мора да обезбеди поуздано мерење апсолутне температуре лежишта у опсегу од  $40^{\circ}\text{C}$  до  $125^{\circ}\text{C}$  са тачношћу мерења  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Један од основних захтева је да цео систем може да ради непрекидно и аутономно, тј. без опслуживоца. Систем је постављен на три просторно различите локације (слика 4.6).

Поред саме пруге, на улазу у станицу Обреновац постављени су мерни оптичко-електронски уређаји за мерење температуре и потребни сензори за контролу укупног мерног процеса. На истоварној станици код отправника возова налази се алармни уређај који има функцију да прикаже температуре свих лежајева текућег воза и да алармира повишену температуру неког лежаја (од задате граничне температуре) уколико се такав случај појави.

---

<sup>1</sup> Кола серије „Fb” типа (Arbel) – специјална теретна кола за превоз угља произведена у фабрици вагона Краљево по Француској лиценци



Слика 4.6 Просторни распоред мерног система

Комплетно праћење процеса мерења, бележење свих резултата мерења, као и алармирање повишене температуре неког лежаја, прати се преко рачунара који је просторно лоциран у згради ЦДУ (центар даљинског управљања).

### в) ПИЛОТ ПРОЈЕКАТ ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА НА МЕРНОЈ СТАНИЦИ "БАТАЈНИЦА"

На мрежи "Железница Србије" у циљу осавремењавања и повећања безбедности инсталиран је систем "мерна станица" за динамичку контролу техничког стања возних средстава. Изградњом мерне станице као "пилот" пројекат, покушава се и практично показати како се може смањити утицај људског фактора при прегледу возних средстава и омогућити правовремено откривање недостатака. Све ово директно утиче на повећање поузданости возних средстава, безбедности у саобраћају, смањење броја "одбијених" кола при примопредаји суседним железницама и самим тим утиче на смањење трошкова пословања.

Таква мерна станица омогућава стално праћење статуса возила и параметара оптерећења горњег строја, осигурава константни ниво квалитета и обезбеђују законско сигурни доказ измерених вредности. Мерна опрема и процес мерења не сметају нормалном одвијању саобраћаја а возна средства није потребно опремити никаквом додатном опремом.

Животни век инфраструктуре ће се прогресивно повећавати ако се напрезање проузроковано возним средствима смањи. Равна места на точковима, нпр. повећавају трошкове одржавања до 20 %, јер директно утичу на пуцање шина. Исто је применљиво за осовинска оптерећења која прелазе постављене граничне вредности. Мерне тачке, обезбеђују основне податке за најамнине коришћења пруга. Неправилности и дефекти облика точка су главни разлог за емисију буке и вибрацију земљишта. Са овим



системима могуће је стално подизати квалитет вожње. Ово води до суштинског смањења емисије буке у извору. Добијени подаци, дијагностика кварова је поједностављена и веома је прецизна, и веома корисна као полазни податак за стратегију оптималног одржавања железничких возила. Све ово чини могућим да се идентификују оштећења на сваком појединачном возном средству и региструје историја оштећења (анализа тренда) и да се осигура боље планирање одржавања. Поготову у одржавању теретних кола трошкови одржавања могу бити оптимизовани кроз праћење техничког статуса и оптерећења.

Овакво решење је мерне станице Батајница (слика 4.7), која се састоји из уређаја за откривање прегрејаних лежајева осовинских склопова и блокираних кочница ознаке ТК99 и уређаја за динамичко мерење масе возова и детекцију равних места на површини котрљања (динамичка вага) Г-2000, производње инфраструктуре аустријских железница (ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG). Мерна станица за динамичку контролу техничког стања возних средстава у Батајници уграђена је у km 22+993,66 (од km 22+951,66 до km 23+035,66) са леве стране двоколосечне пруге број 5: Београд – Шид – Државна граница непосредно иза просторног сигнала који се налази у km 22+908.



**Слика 4.7** Стационарни систем за динамичку контролу техничког стања возних средстава, инсталиран у Батајница у km 22+993,66 (од km 22+951,66 до km 23+035,66)

Реализацијом пројекта уградње мерних станица за динамичку контролу техничког стања возних средстава (мерна станица Батајница представља "пилот пројекат") Железнице Србије се укључују у савремени европски транспортни систем кроз знатно подизање нивоа поузданости и квалитета услуга, а самим тим се стварају и кадрови са развијеним вештинама и знањима усклађеним са европским трендовима.

Што се тиче информационе технологије - експертних система, углавном се користе као подршка или природно проширење дијагностичких система. Такође, примећује се да се експертни системи дефинишу потпуно према захтевима корисника, те можемо рећи да не подлежу униформности нити што се тиче архитектуре система, нити интерфејса са корисником. Да би сваки информациони систем у одржавању (мониторинг, дијагностика, експертни систем) могао да се у потпуности искористи, неопходна су два услова: да постоје чврсти оквири у врсти и обиму обављања радова (постојање савремених стандарда, прописа и закона, прилагођених стању возног парка и експлоатацији) и да се током рада у одржавању ти прописи бескомпромисно поштују. Једино на основу тако чврстих оквира је могуће створити надградњу информационим технологијама, јер оне једино под тим условима могу да се користе без сметњи.



## 5. ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕХНОЛОГИЈА МОНИТОРИНГА И ДИЈАГНОСТИЧКИХ МЕТОДА

---

Напредак и просперитет једне државе, у великој мери, зависи од поузданог и ефикасног система теретног транспорта, који истовремено мора бити конкуретан (минимални трошкови транспорта и одржавања возних средстава, уз тежњу за сталним повећањем количине превезене робе и брзине превоза и сл.) у односу на друге видове саобраћаја. Светске и европске железнице, представљају сложене системе и подељене су између различитих актера, са својим појединачним економским циљевима. Са једне стране имамо оператере возних средстава, који су на тржишту траса купили могућност коришћења националних и локалних железничких мрежа, а са друге стране, власнике инфраструктуре, који, треба да верују да су возна средства тих железничких компанија у исправном (дозвољеном) стању и да је, рецимо, пријављена маса робе на превоз, (самим тим и оптерећење точка, односно шине) тачна.

Циљ железничког оператора је да транспортује што је могуће већу количину робе, и да при том користи "јефтина" возна средства (минимално улагање у одржавање истих), и чије су возне карактеристике и стање, лошије него што се приказује. С друге стране, интерес власника инфраструктуре, је да сваку услугу адекватно наплати. Превезени терет, треба да буде превезен у адекватним вагонима који производе малу буку, минимално оптерећују пругу, минимално троше шине и немају ризика од исклизнућа и других оштећења.

Власник инфраструктуре, односно предузеће које управља инфраструктуром<sup>1</sup> је обично један, и он има више корисника који користе разноврсна возна средства која на више начина могу оштетити инфраструктуру. Али, искључење таквих неисправних кола из саобраћаја, с друге стране ствара огромне проблеме превознику поготову ако се ради о товареном вагону. Значи ради се о обостраном проблему.

Тај технички интерфејс између актера у подељеном железничком систему, директно је повезан са економским интерфејсом. Економски интерфејс је транспарентнији, будући да је целокупни економски циљ свима заједнички и приоритетан. У случају више актера присутни су и краткорочни појединачни економски циљеви, који тешко могу да буду синхронизовани.

У почетку су се фокусирали на откривању оштећења на точку, а у каснијој фази мониторинг је проширен да прати и друге параметре битне за смањење имобилизације кола.

---

<sup>1</sup> Предузеће које управља инфраструктуром – означава сваки орган или предузеће посебно задужено за успостављање и одржавање железничке инфраструктуре, као и евентуално, за управљање системима за контролу и безбедност инфраструктуре. Директива Савета о развоју железница заједнице – 91/140EEZ.

У многим случајевима инфраструктура и возна средства су у власништву различитих компанија, што резултира могућу суб-оптимизацију рада када је реч о одржавању точка или пруге. Стога, комбиновани приступ одржавању, може бити ефикасан приступ у оптимизацији напора у вези са одржавањем и точкова и пруге како би се нашло најбоље решење за обе стране.

### **5.1 ПОЧЕТАК РАЗВОЈА ДИЈАГНОСТИЧКИХ МЕТОДА И ТЕХНОЛОГИЈА МОНИТОРИНГА**

Анализом структуре трошкова одржавања основних средстава, долази се до закључка да се велики проценат дохотка, троши на одржавање возних средстава. Главни показатељ стања одржавања железничких возила јесте проценат имобилизације. Имобилизација на ЖС вучних возила и путничких кола иде и преко 40 %, док је код европских железничких управа тај проценат до 12 %. Поређење ради, имобилизација дизел и електролокомотива на ДВ износи свега 7 %.

Уколико посматрање од стране човека (квалификованих техничара – прегледача кола) рачунамо као праћење стања, онда можемо рећи да је праћење у експлоатацији у употреби више деценија. Ипак, уз помоћ нових технологија, створени су услови за непрекидно посматрање – праћење возних средстава. Права снага таквог аутоматизованог праћења стања огледа се у случајевима брзог преласка од грешке до квара, или нпр. када је потребно посматрати велики број јединица као када је реч о железници са великим бројем возила.

Приликом одлучивања о употреби система за праћење стања постоје извесни функционални захтеви који су се наметнули временом, и то:

- пружање информација о актуелном стању,
- давање прогнозе у вези са будућим стањем и
- детекција и дијагностика кварова у развоју.

Појавом система који користе контактну силу (засновани на мерним тракама или акцелерометрима), или бесконтактних система (који користе ласере и визуелне технологије) створени су услови за праћење перформанси возила, обртних постоља и појединачних осовинских склопова на колосеку, као нпр. откривање бочног померања, вијугање и нападног угла и сл.

Мерним тракама и акцелерометрима могуће је измерити силе којима возила делују на колосек. Могућност да се измере бочне и вертикалне силе омогућава да се идентификују возила која су потенцијални актери исклизнућа возова, односно да се дефинише гранична вредност дозвољености таквог дефекта. Утврђивање односа између бочне и вертикалне силе ( $Y/Q$ ), је управо у функцији утврђивања ризика од исклизнућа. Применом оваквих система имају користи и оператери и власници инфраструктуре, јер се повећањем квалитета возних средстава смањују трошкови

одржавања, (број поломљених опруга, бочних клизача, гибњева као и број прегрејаних лежајева, и сл.), а тиме и имобилизација возних средстава.

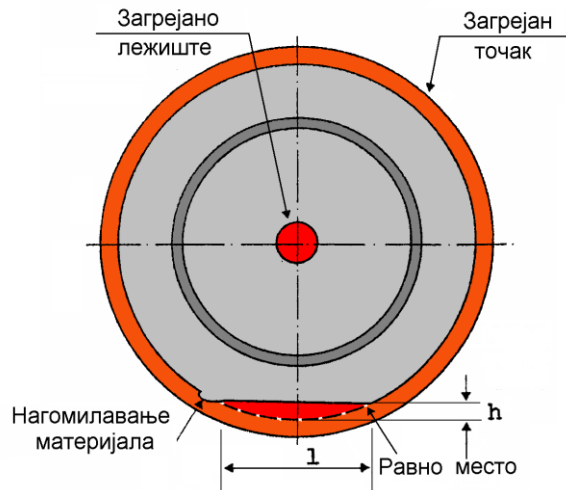
Сви системи, у основи, имају мање више сличне компоненте и карактеристике са истим циљем да уоче, тј. детектују, а ако је то могуће и измере одређене величине.

Пре свега, посебна пажња посвећује се неисправностима разреда 4 (главне неисправности – знатно смањују употребну способност кола и могу да угрозе безбедност) и разреда 5 (критичне неисправности – знатно утичу на безбедност саобраћаја јер нагло може наступити угрожавање безбедности), а то су:

- прегрејана лежишта,
- прегрејани точкови,
- равна места на површини котрљања точкова и
- превелико (или поремећено) осовинско оптерећење.

Први системи су, у основи, тежили дефинисању неправилног контакта, равног места (површине) са шином, који је при малим брзинама остварљив и не много бучан, али са повећањем брзине (веће од 40 km/h) контакт равног места са шином се губи, али се бука драстично повећава. Одговарајућим уређајима мерено је ово време прекида контакта точка са шином као и дужина равног места услед којег је дошло до прекида контакта.

Уређаји су се постављали на деоници пруге одређене дужине, а та дужина је морала бити најмање једнака троструком обиму посматраног точка (слика 5.1).



Слика 5.1 Параметри равног места

Између ових величина може се поставити следећа зависност:

$$\frac{l}{L} = \frac{t_p k}{T} \quad 5.1$$

Где је:

$l$  – дужина равног места,

$L$  – дужина мерне деонице,

$t_p$  – време прекида додира точка и шине услед постојања равног места,

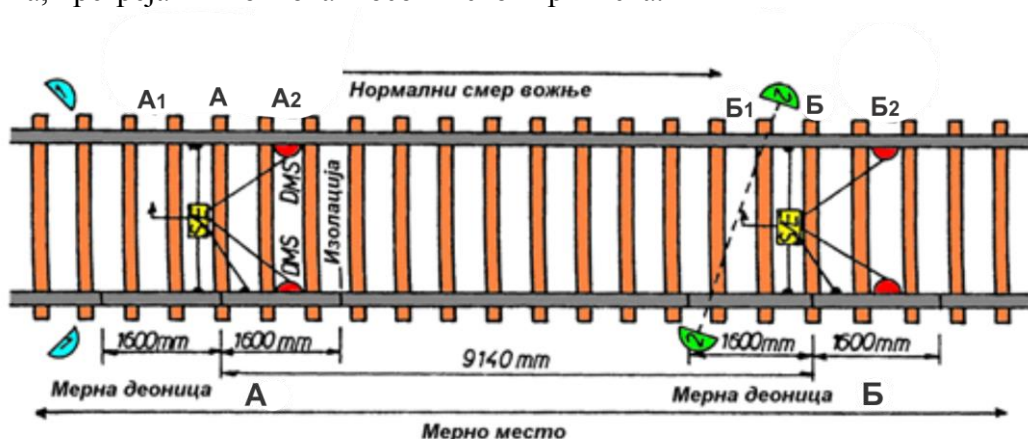
$T$  – време проласка точка преко мерне деонице, и

$k$  – коефицијент (фактор корекције), који је у функцији брзине ( $V$ ) и осовинског

притиска ( $Q$ ).

На слици 5.1 означен је параметар  $h$  који представља дубину равног места, који у почетној фази није разматран, као што се види из израза 5.1. Временом је и тај параметар дефинисан ( $h_{max} \geq 1 \text{ mm}$ ) и укључен у један од битних разлога за искључење кола из саобраћаја, према коду 1.6.1 прилога 9 AVV-а.

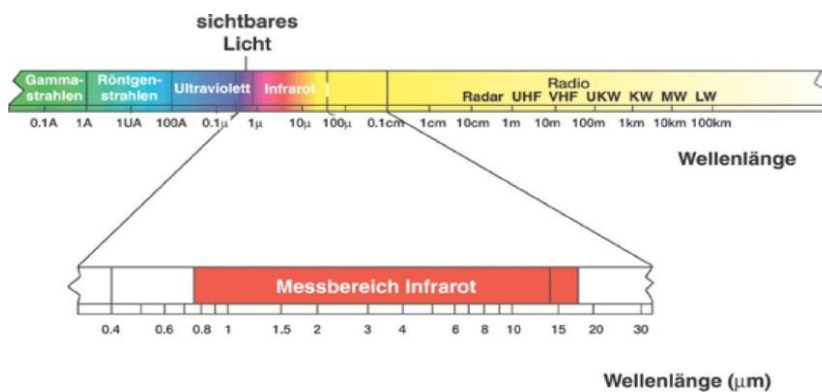
На слици 5.2 приказана је диспозиција једног таквог мерног места на прузи са две мерне деонице (А и Б) и са распоредом давача за мерење температуре прегрејаних лежишта, прегрејаних точкава и осовинског притиска.



Слика 5.2 Графички приказ мерног места са распоредом сензора за мерење температуре

Што се тиче прегрејаних лежајева и точкава главни проблем је био у стварању услова за безконтактно мерење температуре. Основа бесконтактног мерења температуре је чињеница да свако тело које има температуру изнад апсолутне нуле емитује електромагнетно зрачење у зависности од његовог стања загрејаности. Интензитет зрачења и таласна дужина ( $\lambda$ ) у којима интензитет овог зрачења има максимум зависи од одговарајуће температуре тела.

Такође, природа и карактеристике површине емитора имају утицај на емитовање енергије. Само на вишим температурама ( $> 500 \text{ }^\circ\text{C}$ ), део зрачења се ослобађа као видљива светлост. Детектор за било који објект топлији од  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  шаље енергију у облику инфрацрвеног зрачења. То омогућава да се мери температура објекта без контакта и тако ствара могућност да се измери објект у покрету. Спектар овог зрачења је у распону од  $0,7$  до  $1000 \text{ }\mu\text{m}$  таласне дужине. Мерно-технички интересантно је подручје од  $0,7 \text{ }\mu\text{m}$  до  $14 \text{ }\mu\text{m}$  (слика 5.3). Пошто у овом подручју спектра настају губици трансмисије због водене паре и угљендиоксида, говори се о тзв. мерним прозорима. Типичан мерни прозор су  $1,1 \dots 1,7 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $2 \dots 2,5 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $3 \dots 5 \text{ }\mu\text{m}$  и  $8 \dots 14 \text{ }\mu\text{m}$ . Ови мерни прозори међутим имају, зависно од температуре објекта, различите максимуме зрачења. За мерење температуре лежишта и точкава ( $0 - 600 \text{ }^\circ\text{C}$ ) најподесније је подручје од  $3$  до  $5 \text{ }\mu\text{m}$ . За ово подручје се употребљавају инфрацрвени детектори (IR) са термоелектричним хлађењем, пошто имају време реаговања мање од  $5 \text{ }\mu\text{s}$ .



Легенда: Sichtbares Licht – Видљиво светло; Wellenlänge – таласна дужина;  
Messbereich Infrarot – инфрацрвено мерно подручје

Слика 5.3 Мерно подручје

Мерни инструменти који су у стању да измере зрачење које се емитује од површине на безконтактној бази и излазни сигнали који се директно додељују одређеној вредности температуре се називају термометри зрачења (пирометри). Инфрацрвени скенери детектора прегрејаних лежајева су веома брзи термометри развијени специјално за екстремну употребу у области железничког саобраћаја. Да би могли да безконтактно и веома брзо мере температуре у распону од 0 °C до 650 °C користе се специјални инфрацрвени детектори (квантни детектори) који конвертује топлотно зрачење циља у електричне сигнале, а посебно у инфрацрвеном распону зрачења [39].

Инфрацрвено зрачење осовинског лежаја у пролазу се детектује од стране система, конвертује се у електрични напон и приказује се на дисплеју (екрану) као апсолутне температуре. Ови електрични напони се конвертују у вредности температуре на основу претходне калибрације (упоредне скале). У случају неких система, температура се не детектује апсолутно него у односу на температуру окружења.

Зрачење топлоте из објеката може да се детектује и инфрацрвеним камерама, што је карактеристично за новију технологију, и она омогућава да се тачно одреде делови (области) са високим или ниским температурама [30] [16]. Систем користи термовизијске и дигиталне обраде слике за скенирање точка и препознаје да ли точак клизи или се котрља, што је у директном односу са повећањем температуре. Ова технологија се често користи и као ручна инфрацрвена камера и има потенцијал вишеструке примене у будућности, нарочито за случајеве прегрејаности лежајева.

Технологија која се користи код детектора прегрејаности лежаја развила се од аналогног система са брзим термо отпорницима до дигитализације сигнала, од пиро електроничких сензора до напредних фотон скенера велике брзине. Ови скенери велике брзине омогућавају да се открију температуре лежишта код возова великих брзина, који саобраћају брзинама до 360 km/h. Распоређивањем детектора прегрејаних лежишта дуж железничке мреже постиже се оптималан ниво прикупљених података. Ако једна јединица дуж пруге откаже, следећа јединица у мрежи може да детектује температуру свих осовинских лежајева и точкова воза која није измерила претходна јединице.

## 5.2 ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА СИСТЕМА ЗА ДЕТЕКЦИЈУ И МОНИТОРИНГ НА ПРУГАМА САД

Још почетком седамдесетих година прошлога века у САД били су укључени бројни технички институти у анализи исклизнућа, оштећења точкова, напрслих шина и сл. Резултат анализа био је увођење "Правилника о замени точкова" којим се дефинисала обавезна замена точка после бучних удара (већих од 400 kN који је детектовао тадашњи систем). Правилник о замени оштећених точкова омогућавао је железници да отклони компоненту на возном средству, а власнику инфраструктуре да зарачунава трошкове радне снаге, поправке и замене.

Иако тада нису мерили силу удара (вертикалну силу), нарочито на местима појаве равног места, види се колико су били близу данашњој измерљивој величини граничне вредности (450 kN за 60 mm равног места) дефинисане раније RIV-ом, а сада OUK/AVV-ом. Појава детектора који откривају ударна оптерећења точка била је главна потпора за идентификацију точкова код којих су трчеће површине биле оштећене (равна места, љуштење, чупање материјала, налепнице и сл.)

Способност сваког система, да постигне задате циљеве зависи од основних елемената за праћење стања и одржавања на основу стања, а у основи треба да омогући следеће:

- сакупљање података,
- анализу и тумачење података,
- употребу информација и
- повратне информације у погледу одржавања.

На основу поменутог, прва три елемента би се бавила сегментом праћења стања, а последња два одржавањем које се заснива на стању, тј. начину на који се заправо могу користити информације у намери да се пружи подршка управљању одржавањем. Системи праћења стања пружају податке који су неопходни за сакупљање информација о стању система или возног средства. Дијагностичке информације представљају основу одлука у вези са одржавањем.

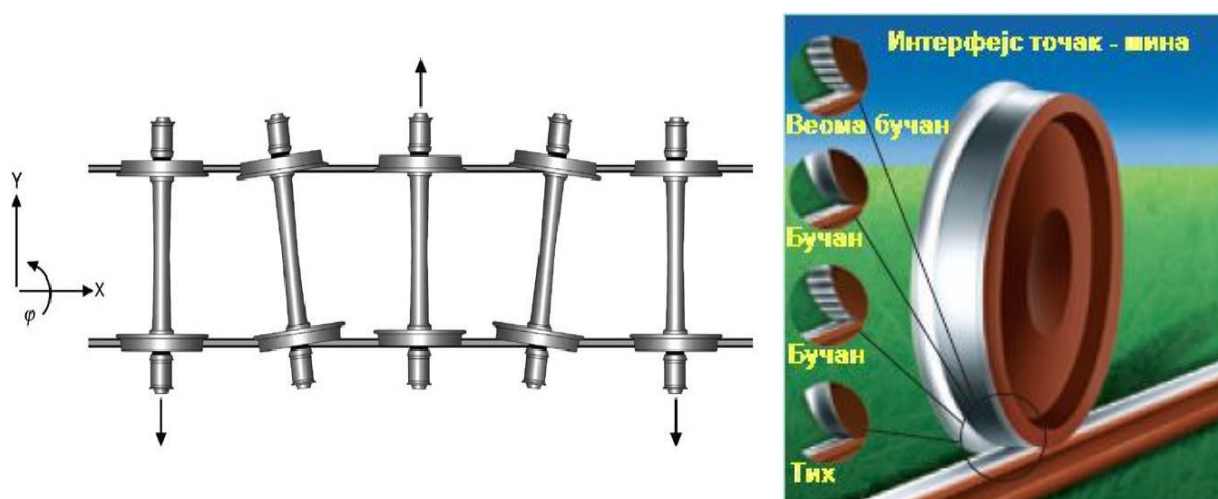
У САД је, управо оваквим приступом, омогућено формирање централна базе података о возилима. Помоћу електронских ознака или читача који се налазе поред колосека врши се електронска идентификација приближно 1,6 милиона теретних возних средстава. Технологије праћења стања возила током вожње, које су развијене и егзистирају, обухватају праћење понашања обртног постоља, детектовање ударног оптерећења које делује на точак, детектовање загрејаних лежајева и детектовање неисправности код лежајева на бази звука и сл.

### 5.2.1 WILD - СИСТЕМ ЗА ПРАЋЕЊЕ УДАРНИХ ОПТЕРЕЋЕЊА НА ТОЧАК

WILD Технологија се базира управо на мерењу вертикалног оптерећења испод сваког точка које се врши употребом сензора – мерних трака смештених на шинама. У

Северној Америци, се кренуло са преко 60 локација на којима овај систем обављао своју функцију. Он не само да одмах шаље сигнал упозорења у управљачницу локомотиве воза да је дошло до прекомерног удара, већ шаље и све податке о вертикалном оптерећењу у централну базу ради архивирања и даље анализе. Посебан проблем је бука која се ствара код ударних оптерећења и која није занемарљива са повећањем величине равног места (слика 5.4).

Основна мерења номиналних и ударних вертикалних оптерећења допуњавају се обрачунатим вредностима, као што је разлика и међусобни однос ударног и номиналног оптерећења. Те обрачунате вредности могу да се употребе код примене корективних фактора којима се подешавају граничне вредности за замену точка са обртног постоља или за смањење брзине воза. Корективне факторе прописује Асоцијација железница Америке, која је задужена за проблеме замене делова [36].



Слика 5.4 Шематски приказ разлога настанка вијугавог кретања и приказ категоризација јачина буке као последица оштећења

Остали обрачунати параметри као што су лева и десна страна обртног постоља и масе вагона од једног до другог краја, обезбеђују информације о свакој неравнотежи која се јавља услед лошег положаја осовинског склопа и/или неправилних товарења вагона.

Неке од локација на којима се налазе WILD инсталације добиле су још већи значај, јер су обезбедиле информације о попречној нестабилности (у хоризонталној равни) система обртног постоља теретних кола који је познат под називом вијугаво кретање [106]. На ове локације постављена је читава серија сензорских уређаја за мерење деформације услед дејства напрезања на шине са циљем да се измере бочне силе и израчуна сопствени индекс који указује на озбиљност вијугавог кретања.

### 5.2.2 TPD-СИСТЕМ ЗА ПРАЋЕЊЕ ПОНАШАЊА ОБРТНОГ ПОСТОЉА ВАГОНА

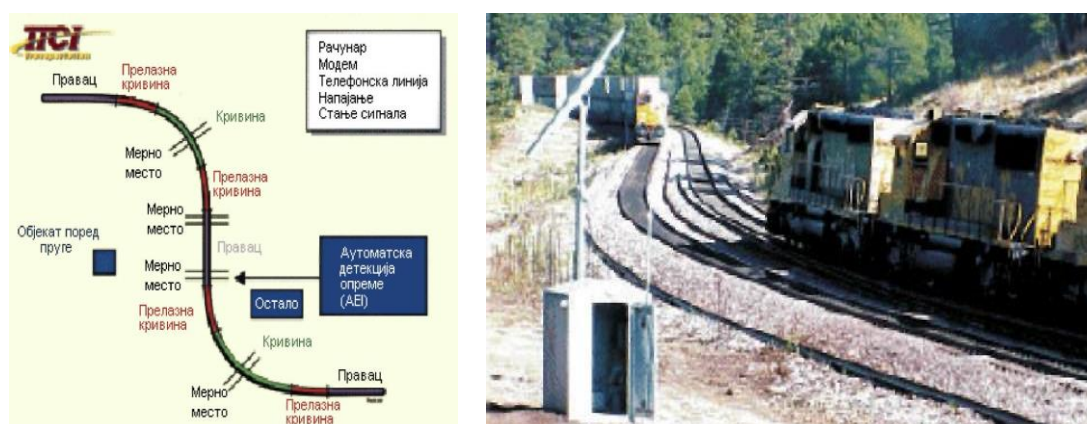
Систем праћења понашања обртног постоља вагона "TPD" развијен је средином деведесетих година, а детектори за праћење понашања обртног постоља уведени су у великом броју на главним железничким линијама Северне Америке.



Детектори "TPD" мере силе точка/шине помоћу сензорских уређаја за мерење деформације услед дејства напрезања на шине на одабраним "S" кривинама. Поред тога, поједини "TPD" детектори могу да мере и нападни угао сваке осовине у односу на шину. Овај параметар у комбинацији са измереним вертикалним и бочним силама обезбеђује далеко веће погодности за пролаз обртних постоља кроз кривине.

У Северној Америци постоји преко двадесетак локација са детекторима "TPD" који информације, у реалном времену, преносе у базу података.

Индикатори кључних перформанси који се израчунавају на основу базних мерења укључују однос бочне и вертикалне силе које делују на точак. Сума односа вертикалне и бочне силе која делује на осовински склоп, однос бочне и вертикалне силе који делује обртног постоља, однос бочне силе на предњем и задњем точку, нето бочну силу у осовини и други индекси, су резултат мониторинга овог система.



Слика 5.5 Мерна места деформација у "S" кривини и извлачење брута помоћу три и више локомотива

Коришћењем индикатора перформанси добијени су охрабрујући резултати после контрола које су извршене на замењеним обртним постољима, јер су пронађени елементи хабања и неисправности на компонентама обртног постоља, били препознатљиви. Неправилан профил точка, незаптивеност лежаја и хабање у зони проклизавања само су неки од идентификованих извора са лошим перформансама замењених обртних постоља.

### 5.2.3 TADS-СИСТЕМ ЗА ИНДЕНТИФИКАЦИЈУ ЛЕЖАЈЕВА НА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ ВОЗИЛИМА

Систем за акустичну детекцију у непосредној близини колосека "TADS" је превентивни систем одржавања лежајева и пројектован је да идентификује лежајеве са унутрашњим неисправностима у раној фази отказа, пре почетка катастрофалног отказа услед повећаних температура у току рада." TADS" се састоји од серије микрофона постављених у кућишта са обе стране колосека који бележе временске податке о запису звука сваког неисправног лежаја (слика 5.6) [48].

Податке о тренутку записа звука, уређај дешифрује са циљем да се идентификује присуство неисправности. Регистроване неисправности после демонтаже су улавно



присуство металних опилака услед распакивања спољашњег или унутрашњег прстена. Хабање прстенова и ваљака, а и сама монтажа, односно не адекватна сила притезања, могу да изазивају и звукове и загревање. Даљи пренос ове информације је уобичајан као и класификација кварова путем рачунара, инсталираног у посебном простору поред пруге.



Слика 5.6 Запис звука сваког неисправног лежаја

Лежајеви код којих се појављују унутрашње деформације, или неке друге неисправности, могу да се замене пре него што дође до већих дефеката. Применом оваквих система, омогућава се благовремена замена неисправних лежајева и спречава могућност исклизнућа и дугих тежих ванредних догађаја [36].

Брзина развоја, пре свега ласерске технологије, као и захтеви за рано откривање неисправности довели су до експанзије развоја нових система, као нпр. "WPM" система, за праћење профила точка. Технологија се заснива на комбинацији ласерских и видео снимања великом брзином, при чему су обезбеђена мерења:

- дебљине обода точка,
- дебљине венца точка,
- висине венца точка и
- дефекти на газећој површини точка.

Установљена су и правила за замену точкова која се базирају на дебљини обода точка и висини и дебљини венца, критеријуми дефеката газеће површине точка и сл.

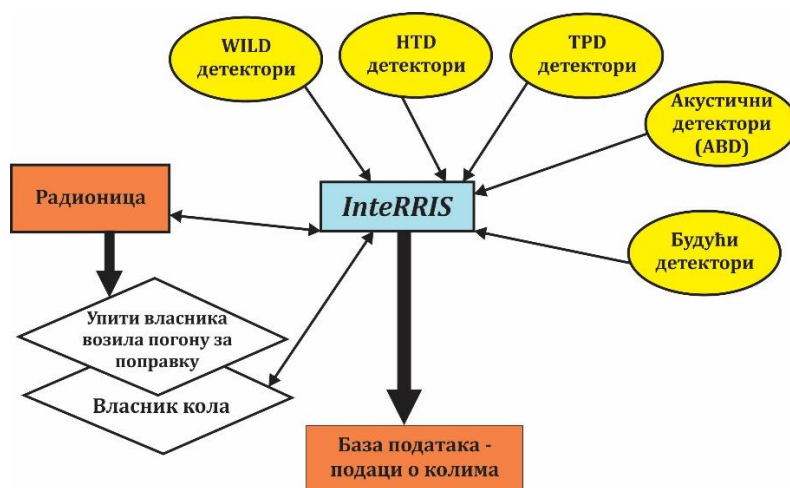
Појавом већег броја различитих власника инфраструктуре ( у САД), као и оператера, појавио се проблем како објединити све системе, односно како створити заједнички систем који ће објединити све измерене параметре и тиме пратити стања возних средстава. Јер у почетној фази детектори на прузи нису коришћени за процену трендова, већ су детектори биле самосталне јединице које само шаљу аларм када је дозвољена граница (нпр. висина температуре) прекорачена.

Овај проблем покренуло је Удружење америчких железница (AAR), да започне развој интегрисаног информационог система железнице (InterRRIC™) у 2000. години (слика 5.7). Огромна корист интегрисаног система трендирања је убрзо била евидентна, јер остварена је могућност коришћења информација за мониторинг већег броја детектора као и могућност проширења другим системима. Поред тога, ако један детектор даје превише извитоперене мерне вредности, исти се може ставити на посебну листу, они

су тада под посебном контролом од стране особља за бажарење/калибрацију или поправке.

Друга предност је у бољем увиду и потенцијално повезивање информација из различитих врста детектора да би се добио бољи алгоритам за детекцију непосредних кварова, јер су многе неисправности повезане и често су последица неблаговремености реакција. Систем је омогућио стварање базе података о карактеристикама возила добијених из појединачних извора, која је намењена да прикупи мерења из свих детектора стања/карактеристика возила на пругама у Северној Америци. База података је повезана са другом базом података која садржи податке о одржавању возила.

Техничко стање (радне и експлоатационе карактеристике) возила везано је за активности одржавања и добија се директно од оператора приликом уврштавања, тј. добијања дозволе за јавни саобраћај (садашњи ЕСМ у Европи)<sup>2</sup>.



Слика 5.7 Интегрисани информациони систем (InterRRIC™)

Данас InterRRIC™ има податке о техником стању возних средстава на бази података прикупљених детекторима:

- акустички детектори лежајева (ABD, TADS),
- детектори вијугања (HTD),
- детектори техничког стања колосека (TPD) и
- детектор оптерећења од удара точка (WILD).

У САД се кренуло у 2003. години прво са 50 локација са системом "WILD" и 14 локација са детекторима "TPD и акустичким детекторима лежајева који су интегрисани у систем, а у новије време придодати су им и детектори профила точка. InterRRIC™ систем је отворен и способан за прикупљање података од детектора нових технологија.

<sup>2</sup> Код дозвола за стављање у погон возила (уврштавање – појам на ЖС), земље чланице су обавезне да обезбеде, да се сваком појединачном возилу додели један карактеристичан алфabetско-нумерички код. Овај код мора да се ставља на свако возило и да се води у једном националном регистру уврштавања, који испуњава одговарајуће услове у складу са Директивама 2001/141ЕЗ, и 2004/49ЕЗ.

### 5.3 СТАЦИОНАРНИ СИСТЕМИ ЗА ПРАЋЕЊЕ СТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА РАЗВИЈЕНИ У ЕВРОПИ

Железничким пругама трче<sup>3</sup> различита возна средства (кола и локомотиве) различитих превозника. Иако се железница и даље рангира као најбезбеднији превозни систем, ипак сваке године дође до неких непредвидивих озбиљних несрећа. Дobar део ових несрећа, посебно у области теретног саобраћаја, узроковане су неисправним осовинским лежајевима и кочницама.

Међутим, није све наплативо, нити се однос (трошкова и добити) може увек јасно дефинисати између оператера и власника инфраструктуре, јер теретна кола се често користе за превоз тешких терета (трансформатора, разних металних конструкција и сл.), што је економски веома исплативо, али зато имају обострану веома "грубу" експлоатацију. За овакве случајеве најбољи концепт је концепт уградње система мониторинга на сваком вагону. Овај концепт је нарочито исплатив за специјална кола<sup>4</sup> која се користе у "Ro-La" возовима и због не великог броја кола у обрту, као и због мањег пречника точка и недовољне прегледности осовинских слогова.

Применом опреме за праћење техничког стања након увођења WheelChex® система у децембру 2000. год. у Великој Британији, перманентно је долазило до смањења трошкова као последице драстичног смањења равних места на точку и "некривости" точка. Такви показатељи навели су велике компаније (нпр. Network Rail и АЕА Technology Rail) да им је заједнички интерес да раде заједно са саобраћајним оператерима и превозницима на смањењу броја оштећених точка који непримећени трче по пруги.

Систем који се користи да мери вертикалне силе у шини сваког појединачног точка омогућио је од увођења система да се алармирање за удар точка силом од преко 350 kN смањи за 80 % у току прве 2 године функционисања, а сличан тренд је забележен и у Шпанији 2003. године.

Након тога се појављују разни системи, у Холандији GOTCHA систем за детекцију равних места на точку. Систем за мерење осовинског оптерећења, QUO VADIS систем, је систем за мерење у покрету и 2005. године инсталиран је на чак 38 локација. Оба система користе технологију оптичких влакана, а сензори су испод шине. Предности од нових система су да користи имају и оператери и власници инфраструктуре.

На страни оператера је дошло до повећања квалитета коришћења точка и истовремено смањења трошкова одржавања. Применом система број поломљених опруга, бочних клизача, гибња као и број прегрејаних лежајева сведен је на минимум.

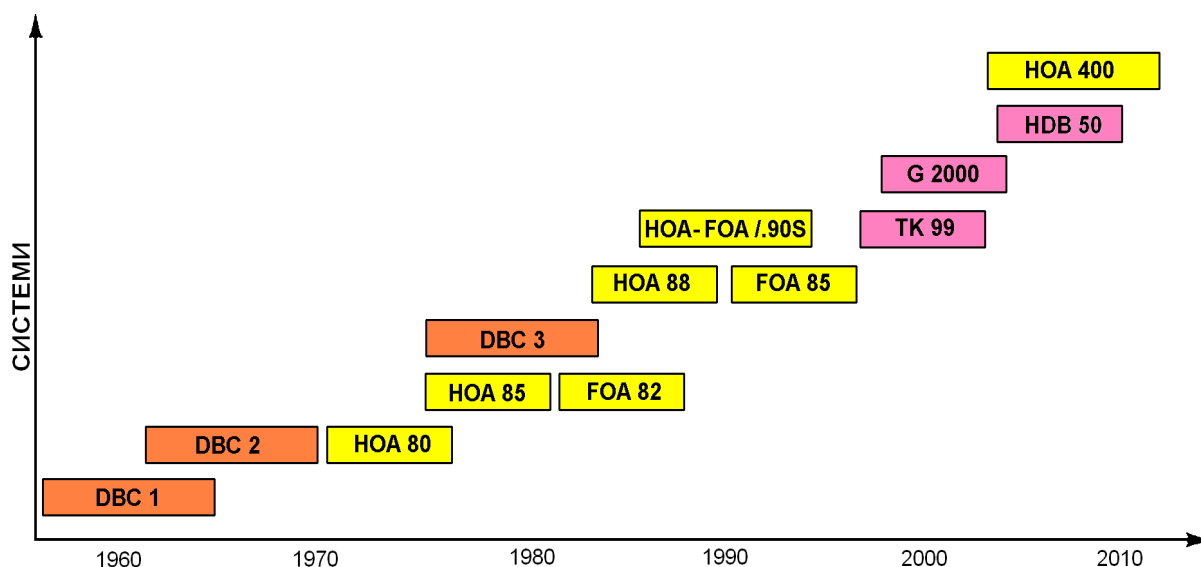
За власнике инфраструктуре системи су дали бољи увид у стварну употребу пруга: колико бруто тона у реализују на пруги. На пример, током 2004. године систем је указао да је стварна тонажа 16 % већи од тонаже на основу информација које су регистроване приликом пријема робе на превоз, а што иначе представља директан губитак који је ненаплатив.

<sup>3</sup> Трче – железнички усвојени термин за кретање вучних средстава (нарочито за кола).

<sup>4</sup> Тип вученог средства – кола за конбиновани транспорт технологије А који служи за превоз камиона (са приколицом/полуприколицом) возом на железничким коридорима Европе.

Овакав развој система за детекцију и мониторинг возних средстава условљава да се и одговарајући стандарди коригују за новоградњу. Тако нпр. за будућа шинска возила прописане су одређене мере са циљем да се обезбеди без проблема детекција температуре осовинских лежајева помоћу стационарног детектора прегрејаних лежајева<sup>5</sup>.

Француска фирма CSEE TRANSPORT и немачка SIGNALTECHNIK конципирају, развијају и производе, већ више од пет деценија системе за мониторинг – детекцију прегрејаних лежишта осовинских склопова и прегревања тачкова услед блокирања код кочења и других карактеристичних параметара. Разрадили су читаву фамилију уређаја за све возове, од теретних до путничких возова великих брзина. На слици 5.8 приказан је развојни пут ових уређаја.



Слика 5.8 Развојни пут мониторинг система

Изузетно позитивни резултати постигнути су већ са HOA80, док са појавом возова великих брзина систем HOA – FOA/90S налази праву примену (ICE – Немачка, AVE – Шпанија и TGV – Француска). До сада је монтиран велики број ових система (обично на растојањима не већим од 30km) пре уласка у тунеле, пре наилаaska на мостове и сл., а покривене су главне пруге (коридори). И данас се дошло до система HOA400, а заједничко за све ове системе је:

- примена за брзине возова и до 360 km/h,
- модуларни систем, који пружа могућност проширења према жељи корисника,
- уочавање и мерење температуре тачкова, кочних дискова и
- стандардни хардвер и обрада података итд.

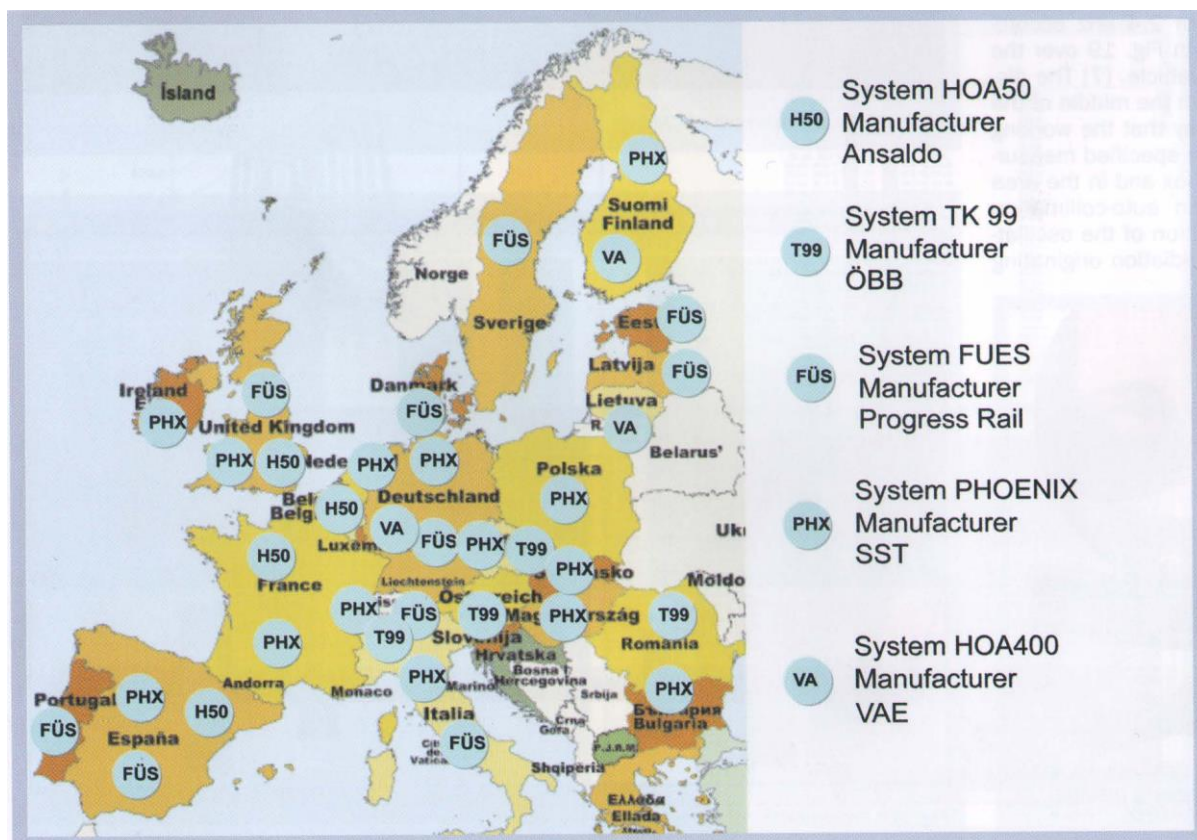
Током последњих неколико година неколико европских земаља је извршило промену програма и по питању замене постојећих детектора прегрејаних лежишта и по питању повећања густине распореда ових система у оквиру мрежа пруга. Слика 5.9 показује тренутни распоред различитих детектора прегрејаних лежишта у Европи (Стање из 2010. год.). Поред система приказаних на слици егзистира и мали проценат старијих

<sup>5</sup> Детаљније може да се види у DIN EN 15437-1/2009.

система [39].

Важни параметри за све детекторе прегрејаних лежишта су доступност, поузданост, стопа лажне узбуне и век трајања.

Наведени параметри су резултат свеукупне обраде, као што је мерење температуре од стране детектора прегрејаних лежишта, спецификација аларма од стране оператера, генерисање аларма (одређени посебни алгоритми), као и одржавање комплетног система.



Слика 5.9 Системи детекције прегрејаних лежишта у Европи [39]

### 5.3.1 FÜS II – СИСТЕМ ЗА ОТКРИВАЊЕ ПРЕГРЕЈАНИХ ТОЧКОВА, ЛЕЖАЈЕВА И БЛОКИРАНИХ КОЧНИЦА

FÜS II EPOS (Progress Rail) [21] је систем где сваки ИЦ скенер има један инфрацрвени линијски детектор којим може да се скенира (управно на правац кретања) и при брзинама до 600 km/h. У стандардној конфигурацији систем се састоји од три до четири модуларна скенера који покривају осовинске лежајеве, тачкове и кочне дискове.



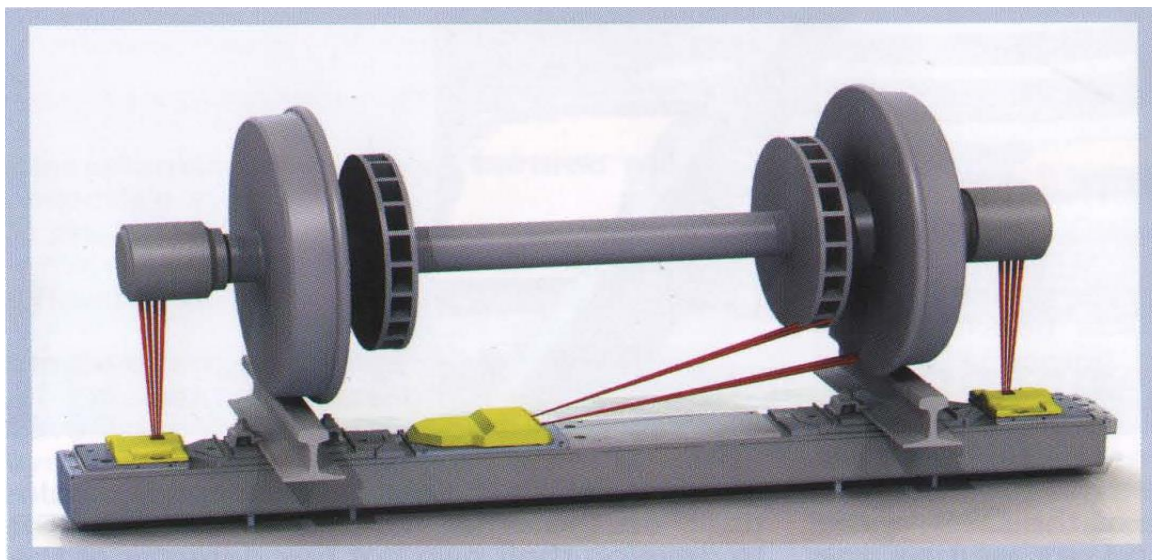


Слика 5.10 Инсталација FÜS II детектора за откривање прегрејаних точкова, лежаја и блокираних кочица

Колосечне компоненте су инсталиране у шупље металне прагове (слика 5.10) и детектори проналазе извор загревања у дефинисаном циљном подручју помоћу инфрацрвене технологије. FÜS II EPOS има алтернативну мерну геометрију а таква конфигурација, доприноси на веома високом степену смањењења лажних узбуна.

Сваки појединачни модул има по један детектор који скенира сва четири елемента и унутрашњи фокус за неопходну самопроверу, а тачност ових детектора је веома висока и износи  $\pm 2$  °К.

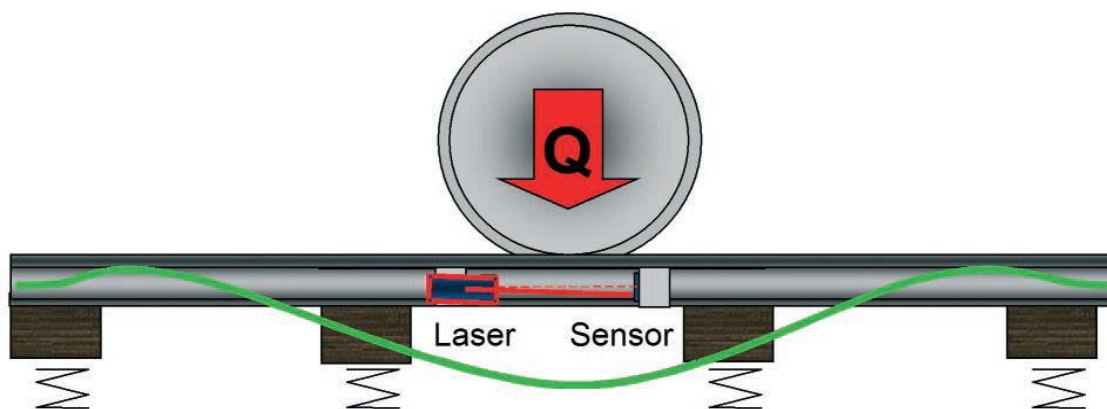
Поред система за аутоматску калибрацију EPOS модули имају и систем за самодијагнозу и детекцију грешке (нпр. прљава огледала или сочива су евидентирана и у исто време га систем узима у обзир приликом обраде података) [39].



Слика 5.11 FÜS II EPOS мерна геометрија са FBOA TAS [39]

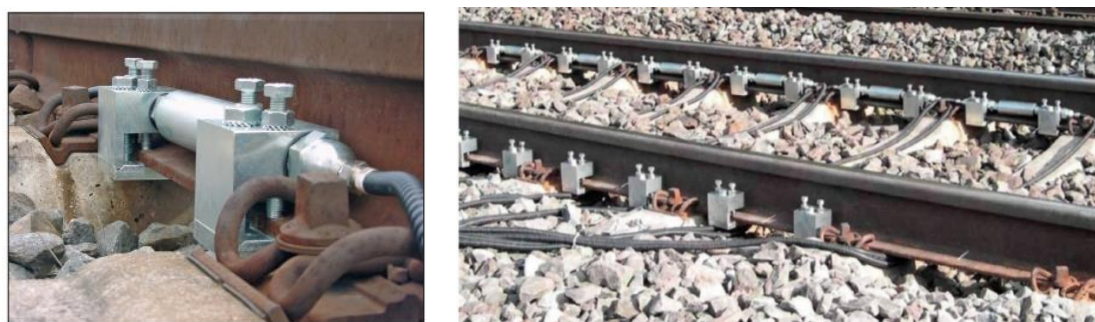
### 5.3.2 LASCA-СИСТЕМ ЗА МЕРЕЊЕ ОПТЕРЕЂЕЊА ТОЧКА НА БАЗИ УГИБАЊА ШИНА

Lasca систем је инсталиран на мрежи пруга DB од 2001. године и развијен је од стране фирме "INNOtec GmbH Europe". Систем је заснован на истоименој ласерској ваги, која оптерећење које носи точак креће дуж шине претвара у њено угибање. Величина тог угиба зависи од силе којом точак делује на шину и његове релативне позиције у односу на сензор. Тада долази до скретања ласерског зрака у односу на нулто подешавање, а ово скретање бележи веома осетљив сензор са одличном линеарношћу и уноси се у рачунар за обраду као измерена вредност (слика 5.12) [33].



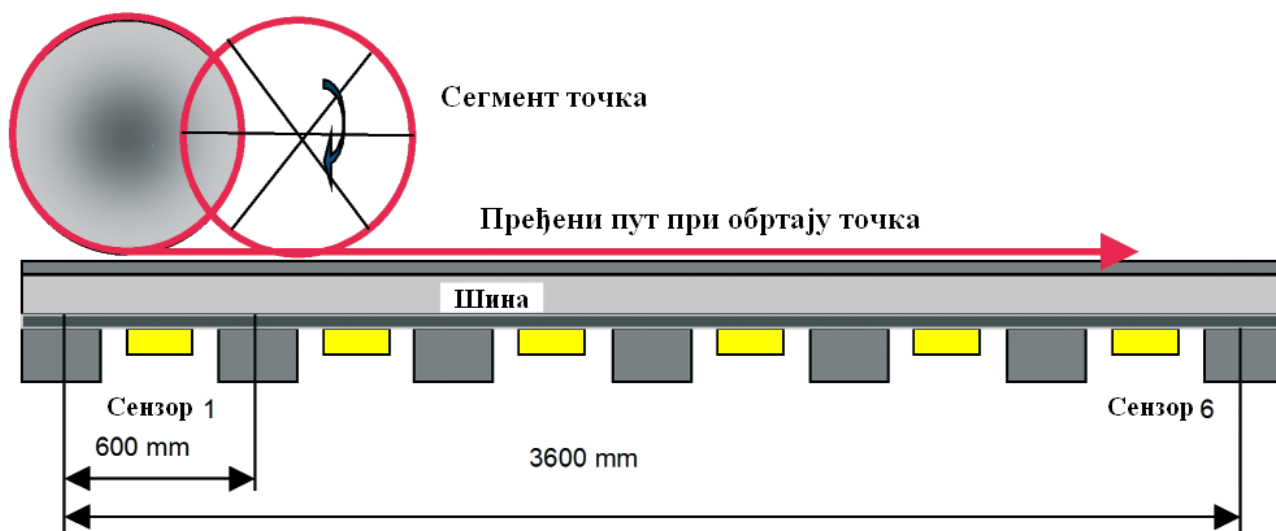
Слика 5.12 Шематски приказ принципа рада Lasca сензора

Однос сигнала и шума је препознатљив, чак и мала оптерећења као што је нпр. 100N, дају излазни сигнал који је употребљив за мерење и анализу. Са друге стране практично не постоји горња граница за оптерећење које делује преко једног точка или осовинског склопа. Сензори су причвршћени уз доњи део шине у простору између прагова, а целокупна мерна јединица се састоји од 2 x 6 сензора, слика 5.13.



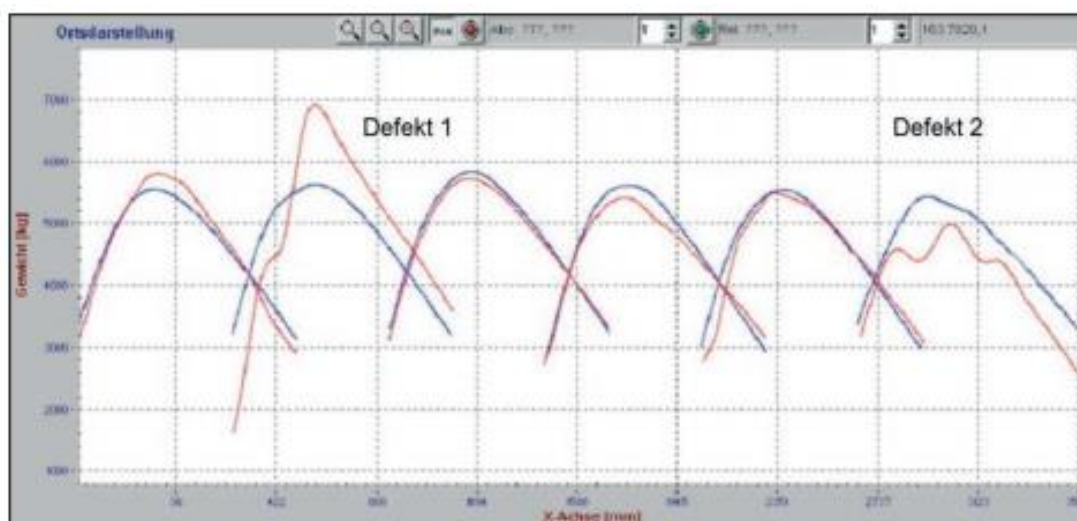
Слика 5.13 Распоред сензора у низу између прагова

Тако постављене мерне тачке за леву и за десну шину у суседним просторима између прагова, могу постићи непрекидну мерну дужину од 4m, што је довољно да покаже један цео обрт железничког точка развијен у равну линију (слика 5.14).



Слика 5.14 Распоред сензора-мерних тачака између прагова

Информације су доступне свугде након 2 минута од проласка воза преко мерног места. Упозорења о оштећеним точковима или екстремно неуравнотеженом распореду оптерећења преносе се тренутно до свих изабраних прималаца [22]. Са системом Lasca мерних места постављеним на читавој мрежи могуће је посматрати готово сва кретања возова. Сви подаци се прикупљају у централном серверу што омогућава да се изабере воз који ће се пратити. Бележе се основни податци о возу који пролази и они се аутоматски обрађују (мерна локација, датум, време, број воза, брзина, правац, број осовина, дужина воза, укупна маса воза и позиција вучних јединица, кола или других вучених средстава).

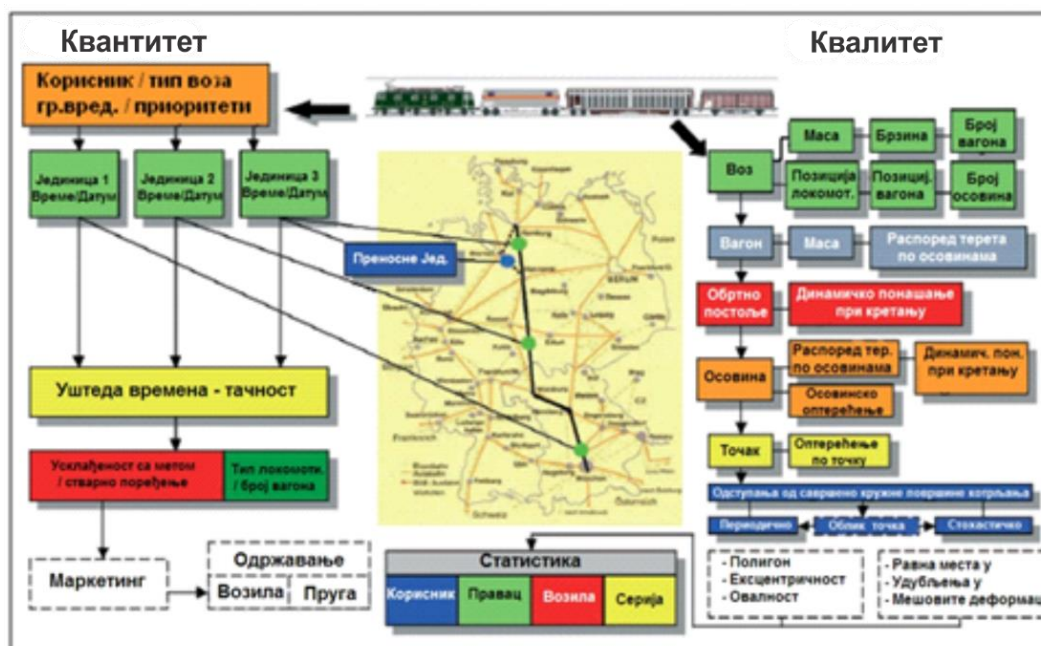


Слика 5.15 Део мерења сензора у распореду 2x6 за пролаз осовинског склопа при брзини 100 km [33]

Овакав распоред сензора бележи део сигнала за сваки осовински склоп који пролази и тиме се покрива око 0,9 m. На слици 5.15 приказан је део "сирових података" који се узима за анализу, и из записа који је приказан црвеном линијом а односи се на десну шину, јасно је да постоји одговарајуће оштећење точка.



Шест записа уцртаних плавим линијама односе се на леву шину и приказују пролазак точка без оштећења.Преглед података које обезбеђује Lasca, доступни су различитим корисницима и приказани су на слици 5.16.



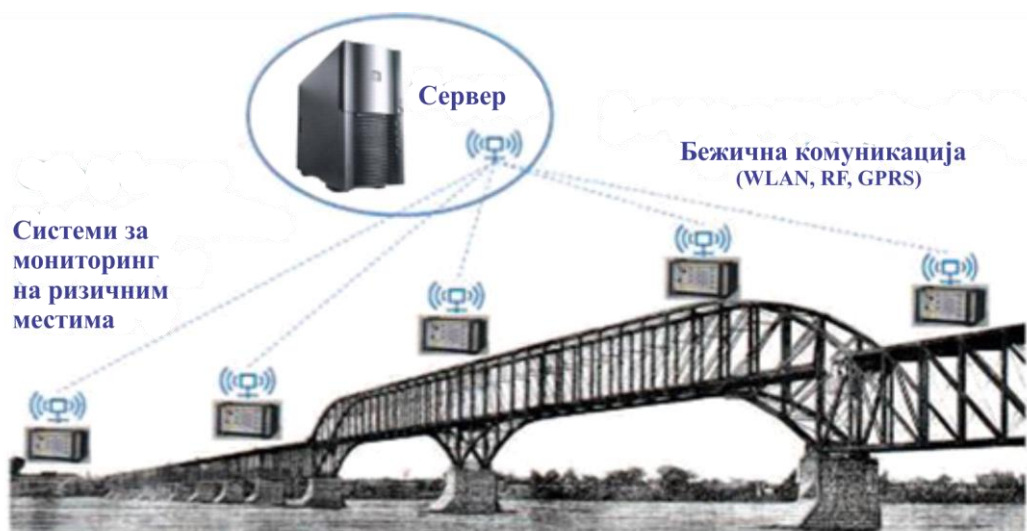
Слика 5.16 Преглед излазних података из Lasca система могућности за њихово коришћење

Пажљивим распоређивањем мерних локација по читавој мрежи пруга могуће је спровести свеобухватно праћење возила и возова.Управљач инфраструктуре може да користи Lasca систем да тренутно има у увид у квалитет кретања возила по њиховим пругама, а такође је могуће извршити и оцењивање возила и одмах издвојити она која изазивају велика оштећења. Систем обезбеђује и дуготрајно праћење оптерећења која делују на колосек при обављању железничког саобраћаја.

### 5.3.3 ARGOS – ЛОКАЛНЕ МЕРНЕ СТАНИЦЕ ЗА КОНТИНУИРАНО ПРАЋЕЊЕ СТАЊА

Аустријске савезне железнице (ÖBB) су започеле истраживање 1998. године у области "интелигентних" локалних мерних станица. ARGOS систем покрива читаво поље примене, а главни циљ је да са великом тачношћу и поузданошћу детектује динамичко стање возова који саобраћају на пругама дефинисаним експлоатационим брзинама.

Озбиљност незгода које су се дешавале као последице исклизнућа и могућности да се то деси и на ризичним местима попут тунела, мостова и скретница довело је до неопходности примене техничког мониторинга нарочито на тим ризичним деоницама пруге слика 5.17.



Слика 5.17 Ризична места пруге - мостови

Систем је пројектован да одржи висок ниво мерне тачности и поузданости и да обезбеди законско сигурни доказ измерених вредности. Постоје три типа ARGOS система у зависности од употребе који су категорисани као одговарајући нивои:

- **Ниво 1:** детекција у функцији заштите од исклизућа,
- **Ниво 2:** детекција у функцији дефинисања: односа  $Y/Q$ , дефекти точка, сила закретања обртног постоља, отпори љуљању.
- **Ниво 3:** надграења нивоа 2, детекција у функцији дефинисања и нестабилности, вијугавог кретања, емисије буке и на правцу и у кривини.

**Ниво 1:** систем детектује већ исклизла возила и он даје податак систему сигнализацијом. Посебна предност система је у томе што покрива цело подручје између шина и случајеве када исклизли точак трчи тик уз шину, преко тирфона – причврсног прибора. Систем је заснован на четири сензора у низу који се монтирају на прагове да би детектовали скакутање исклизливих точкова [62].



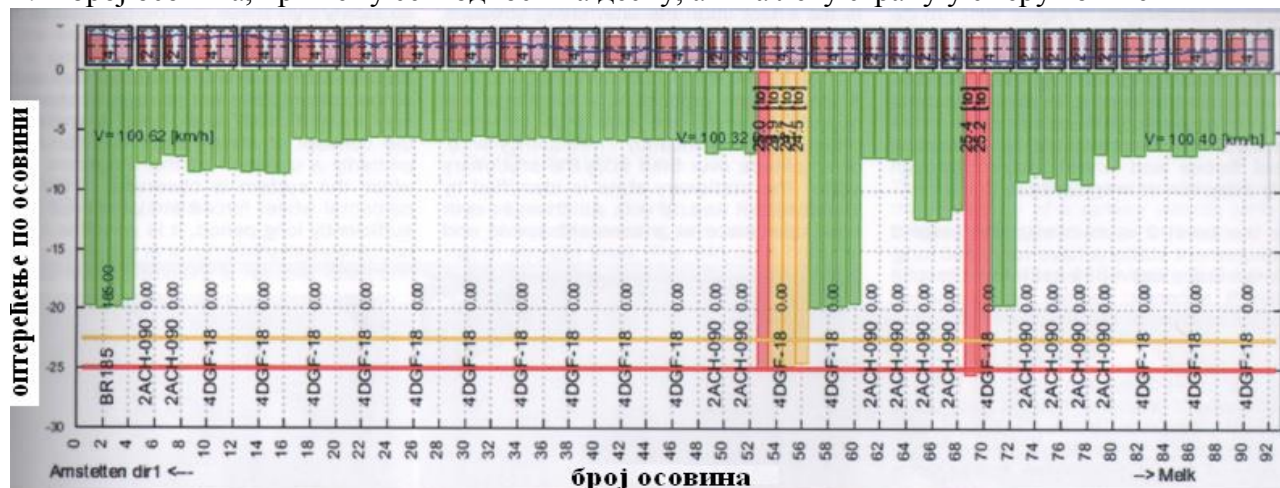
Слика 5.18 Инсталиран Аргос ниво 1 и исти након откривања исклизућа

**Ниво 2:** Уз помоћ ARGOS система, могуће је да се открију неправилности у возилима праћењем вертикалне силе точка (квази-статичке и динамичке силе), као и оштећења на точку возила. Селективна контрола возила може и даље да се одвија а систем се све више користи у процесима превентивног одржавања. Квази-стационарна вредност ( $P_{oi}$ ) је збир квази-стационарних оптерећења точкова на једној осовини ( $Q_{oi1}$  и  $Q_{oi2}$ ) се дефинише:

$$P_{oi} = Q_{oi1} + Q_{oi2} \quad 5.2$$

Где је :

-  $i$  – број осовина, при чему се 1 односи на десну, а 2 на леву страну у смеру вожње

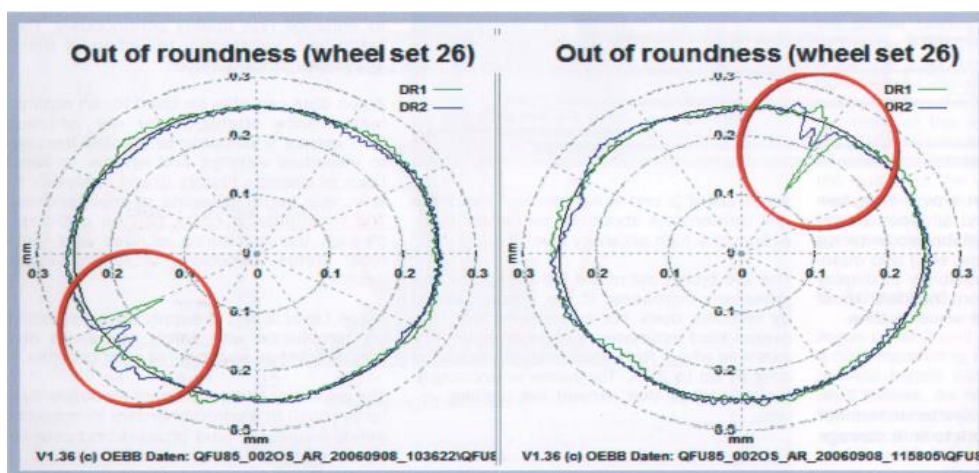


Слика 5.19 – Преглед оптерећења по осовинама за један воз [62]

Стандард ЕН 15528 дефинише класификациони систем пруга за руковоаце инфраструктуре и железничких предузећа, ради управљања међусобне везе између границе оптерећења железничких возила и товара за теретна кола и носивост пруга. Класификациони систем узима у обзир параметре као што су осовинско оптерећење (P), масе по дужном метру, размак осовина и брзину и треба да осигура компатибилност међусобне везе између возила и инфраструктуре [24].

**Ниво 3:** Надградња Нивоа 2. и он мери и хоризонталне силе (мери динамичке бочне силе на точку и силе од точка које делују на шину). Мерењем ових сила и мерењем облика точкава, а кроз правовремено откривање њихове неправилности, могу се спречити потенцијална исклизнућа возила.

ARGOS Ниво 2 и 3 дају документацију о усаглашености са стандардима безбедности и могу се користити за подршку TSI контролама. Поузданост и тачност ARGOS система резултује у свеобухватном повећању нивоа безбедности, коректних наплата корисницима и смањења трошкова за инфраструктурне уређаје [32].



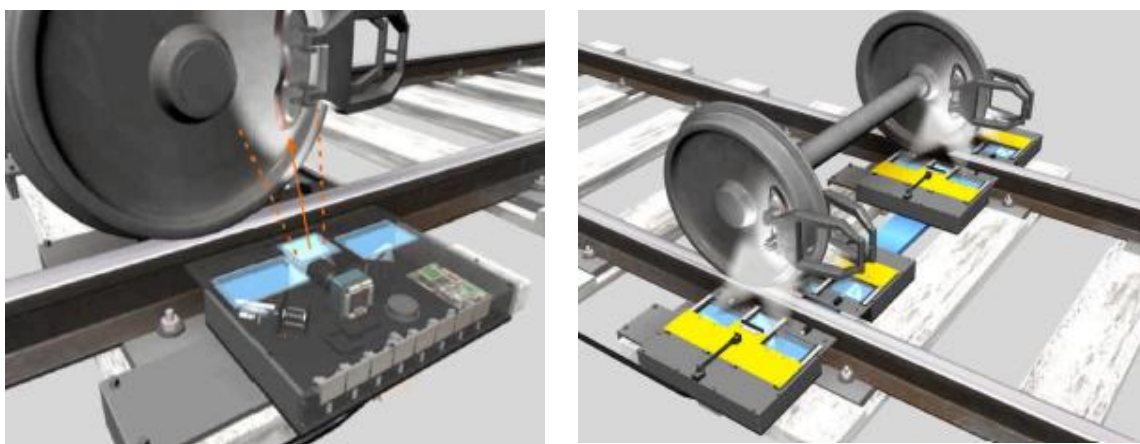
Слика 5.20 Дијаграм оштећења точка и од стране Аргоса мерена одступања од идеалног профила [62]



### 5.3.4 BMW-СИСТЕМ ЗА ПРАЋЕЊЕ ИСТРОШЕНОСТИ КОЧНИХ УМЕТАКА

Систем BMW (Brake Pad Wear Monitoring) има, пре свега, задатак проверава истрошеност кочионих уметака у возове када су у саобраћају или при повратку гарнитуре у депо. Систем је конструисан за свакодневно праћење тако да може бити откривена истрошеност и послато упозорење служби одржавања. Систем је отпоран на вибрације, и атмосфереске промене (ниске температуре, ветар, сунчеву светлост, кишу итд.).

Систем за откривање уобичајно се поставља на праг испод шина (слика 5.21), док се систем за обраду налази у орману са опремом уз колосек. Утврђивање истрошености кочног уметка спроводи се оптичким дигиталним снимањем посебном камером постављена уз шину усмерену ка подскопу кочнице.



Слика 5.21 Мерна опрема за један осовински склоп

Конфигурација мерног система зависи од врсте кочнице и састоји се од:

- две мерне главе уз сваку шину, једна са сваке стране (укупно 4) за диск кочницу и
- две мерне главе, једна са сваке стране колосека (укупно 2) за кочнице са папучама.

Свака мерна глава састоји се од камере и системом за осветљење који дају униформну светлост ка области за сликање. Technogamma је развила брзу камеру високе резолуције да би се мерење кочних уметака спровело са високом тачноћу.

Давач обавештава систем о присуству воза и од тог тренутка 4 камере се покрећу да буду стално у подешености за снимање да би испратиле пролаз воза и снимиле кочницу.



Слика 5.22 Систем за снимање стања кочних уметака

Велика брзина снимања, обезбеђује да и при већим брзинама кретања возова буде забележен довољан број снимака који су потребни за прецизније утврђивање стања кочних уметака. Мерни систем обезбеђује израчунате нумеричке и графичке величине за све слике које садрже корисне информације о истрошености и дебљини кочних уметака. Да би се повећала тачност података у извештајима. Такође, даје се просечно истрошење и дебљина за сваки кочни уметак.

### 5.3.5 PUCS-СИСТЕМ ЗА ПРОВЕРАВАЊЕ ПОДИГНУТОСТИ ПАНТОГРАФА

Ово је Теспогатта-ин систем који се поставља на мерни портал изнад колосека и омогућава проверу функционалности пантографа свих возова кроји пролазе кроз портал својим дефинисаним брзинама.

Принцип мерења заснива се на оптичкој бесконтактној технологији. Давач који региструје подигнутост ваздушног вода је PUCS камера, а када воз не пролази и када нема пантографа у пољу камере, камера утврђује позицију ваздушног вода у статичком стању, а измерену вредност користи као референтну меру за подигнутост истог.

Током проласка пантографа, вод се подиже – гура на горе, његово померање региструје камера, а резолуција мерења је у опсегу 0,3 mm. Систем спроводи непрекидно аутоматско самоподешавање, а еталон тј. мера калибрисане дужине је повезана са носачем вода тако да камера може да одреди висину вода. Свако мерење спроводи се поређењем подигнутости вода и дужине еталона, а поузданост снимљених података за ово мерење, постиже се користећи другу камеру, која се поставља на портал са супротне стране.

Утврђивање силе подизања пантографа, измерено вертикално померање, коригује се узимањем у обзир: брзине ветра, брзине воза и температуре околине. Анемометар се користи за одређивање брзине ветра, док се брзина воза добија од система.

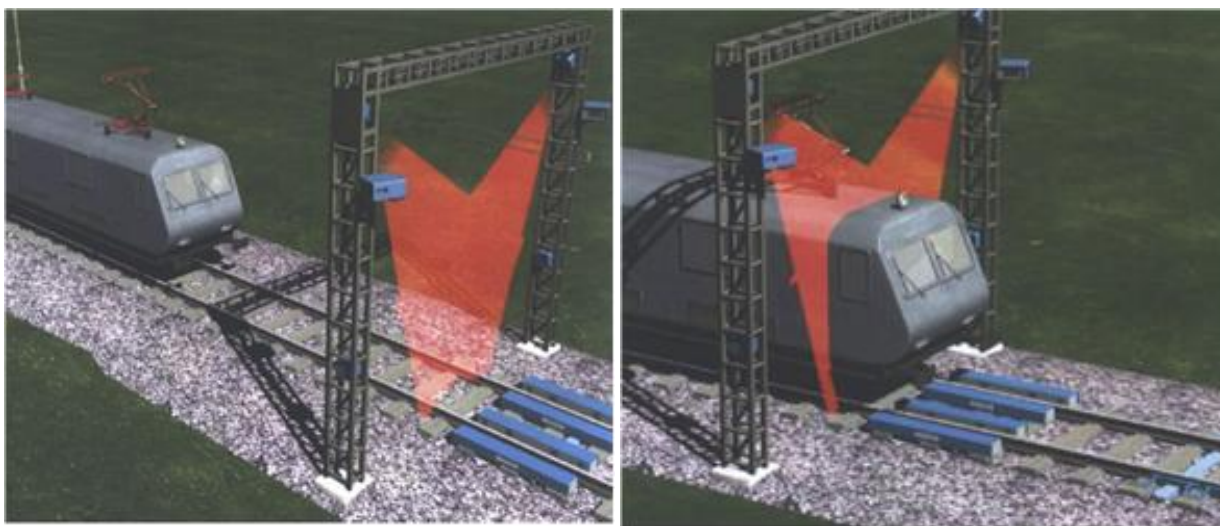
### а) СИСТЕМ ЗА ПРОВЕРУ ПРОФИЛА ВОЗА

Контрола – мерење профила воза спроводи се преко мерног система који се заснива на ласерском мерењу даљине у комбинацији са високом учестаношћу скенирања.

Задаци система су:

- да се измери профил воза током кретања (локомотиве и путничка кола) и
- да се утврди профил товариња воза (за теретне возове).

Профил воза који се креће утврђује се преко два ласерска даљиномера симетрично постављена на обрису граничног профила, а слика 5.23 показује принцип рада уређаја.



Слика 5.23 Уређај за мерење профила воза

Принцип рада је следећи: импулсни ласерски зрак учестаности 1 МHz, вертикално скенира возило да би се извршило мерење. Ласерски импулс рефлектује се од површине воза и детектује га посебан фото-осетљиви сензор, који се налази унутар мерног уређаја поред ласерског извора. Профил воза у кретању, одређује се преко 2 мерна уређаја, један за десни профил, један за леви профил. Обједињавање података од два даљиномера омогућава добијање целовитог профила возила.

Систем за детекцију може се прилагодити брзини воза преко промене брзине обртања огледала што омогућава добијање финије мреже за анализу профила теретних возова. Јединица за обраду проверава на континуалним цикличним основама вредности за профил у односу на тежите. Ако су утврђене тачке изван постављених граница, систем покреће поступак за упозоравање, који се одмах шаље аутоматском сигналном систему железничке мреже, а истовремено информација о опису упозорења и потребним за решавање проблема, шаље се централном надзорном систему.

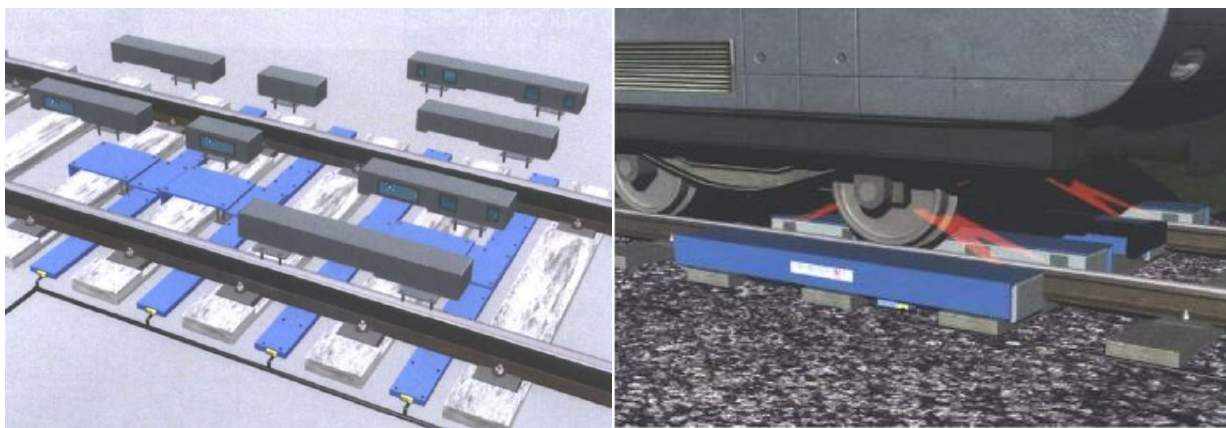
Послата информација може бити:

- вид општег упозорења,
- број кола која су покренула упозорење,
- дигитална фотографија дела који је покренуо сигнал упозорења (ако је видео праћење на располагању),

- гранични дозвољени профили и
- проширење области која је покренула упозорење.

### б) СИСТЕМ ЗА МЕРЕЊЕ ПРОФИЛА И ПРЕЧНИКА ТОЧКА

Принцип мерења заснива се на оптичком троуглу између ласерских зрака и високе резолуције снимања дигиталне камере. Захваљујући могућности обраде података већ у самој камери, она преноси систему за мерење само пикселе фрејмова који су интересантни за мерење профила и тако омогућава веома висок степен читања фрејмова до 1000 слика у секунди.



Слика 5.24 Модул за оптичко снимање профила и пречника точка

Систем за мерење профила точка састоји се од по четири мерне јединице по шини, а могуће су и друге опције у складу са захтевима корисника (слика 5.24). Помоћу две мерне јединице, снима се профил точка за сваку страну колосека и то са једном мерном групом за наилазећу страну точка и другом за одлазеће стране точка (задња страна). Овакав распоред омогућава да се сними у потпуности унутрашња страна, горњи и спољни профил са наилазеће стране точка, док се са задње стране снима само спољни и горњи профил венца точка (слика 5.25).

Свака мерна група састоји се од ласера и камере које са точком чине троугаону групу. Ради ефекта напредовања точка, профил се рачуна на основу просечних вредности, а све операције мерења спроводе се аутоматски. Поузданост прорачуна профила и пречника точка систем састоји се у коришћењу два начина мерења:

Први начин се заснива на математичком прорачуну растојања између површине точка и непомичне тачке на телу точка, као позиције кружног појаса тела точка или друге непомичне тачке. (Слика 5.26). Ова метода се користи почевши од мерења растојања тачке котрљања познате позиције, као нпр. једну од унутрањих тачака точка, измерено и коришћено као меродавно, или познате или расположиве тачке у бази података освежених и познатих вредности точка као датотеку мерног система. Као освежено и меродавно за систем користи се део који одговара максималној висини тачке на венцу, од које систем рачуна пречник точка.

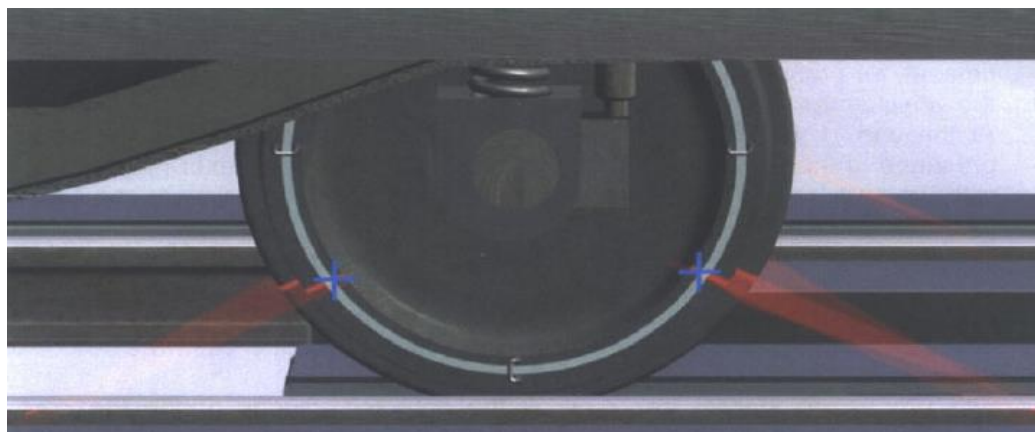




Слика 5.25 Снимак унутрашњег и спољног профила точка, венца, и површине котрљања

Површина точка и непомична тачка тела точка, бележе се истовремено као део профила точка. Бележењем профила точка у две различите позиције, могуће је одредити две вредности пречника точка за свако мерење.

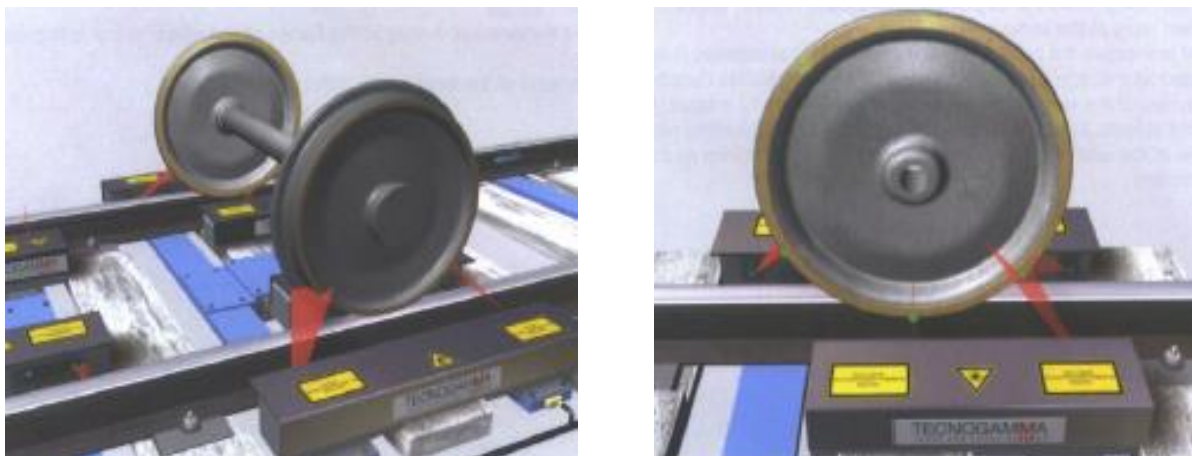
Други начин заснива се на геометријском концепту утврђивања три тачке точка, док се свака кружница и њен пречник одређују на јединствен начин преко три нелинеарне тачке.



Слика 5.26 Мерење пречника точка преко непомичне тачке

Мерење пречника точка у тачки котрљања одређује се преко разлике измереног венца у односу на круг котрљања. Три тачке које бележи мерни систем су тачке на профилу точка који одговара спољном пречнику точка, узете на максималној висини венца. Слика 5.27 приказује методу мерења која се користи за утврђивање ових тачака. Тачке се одређују на следећи начин: две тачке се мере на предњем и задњем профилу, а трећа тачка се бележи четвртим оптичким уређајем који се налази унутар колосека у средњој тачки у односу на друге мерне јединице. Ова последња оптичка група користи се за бележење тачке између унутарњих страна два точка. Систем бележи најмање 10 слика за брзине до 10 km/h и најмање 2 слике за брзине до 100 km/h.

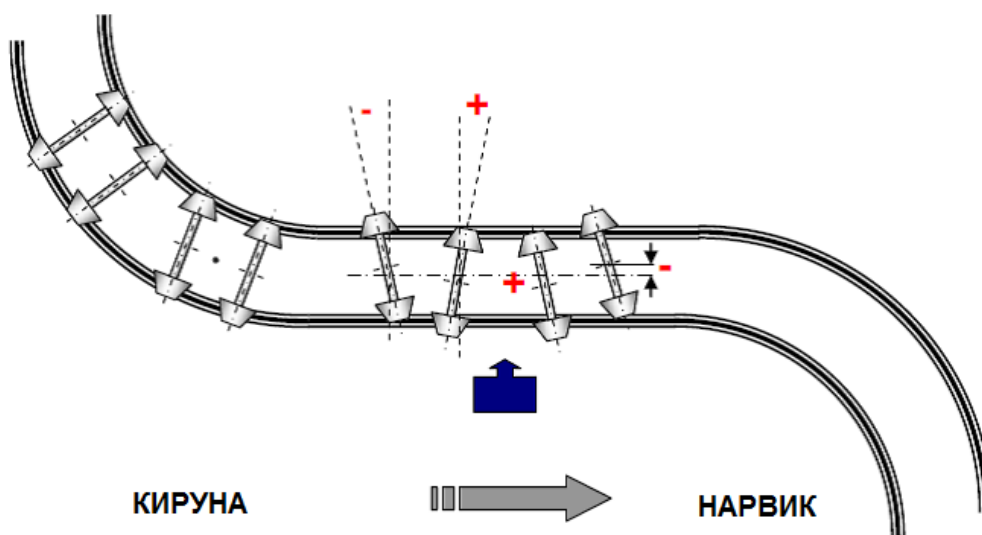




Слика 5.27 Мерење пречника точка преко три тачке, поглед са унутрашње стране

### 5.3.6 Т/BOGI- СИСТЕМ ЗА МЕРЕЊЕ ГЕОМЕТРИЈЕ ОБРТНОГ ПОСТОЉА

Шведска компанија Damill AB је инсталирала систем Т/BOGI – (Truck/Bogie Optical Geometry Inspection) који користи ласерску и технологију са камером како би измерио нападни угао и бочну позицију осовинских склопова при покрету. Инсталиран је у застору колосека и на њима се постављају детектори за праћење стања, а намењен је за мерење нападног угла и позиције праћења точкова у односу на шину (слика 5.28).



Слика 5.28 Инсталација система Т/BOGI са правцима кретања товарних вагона

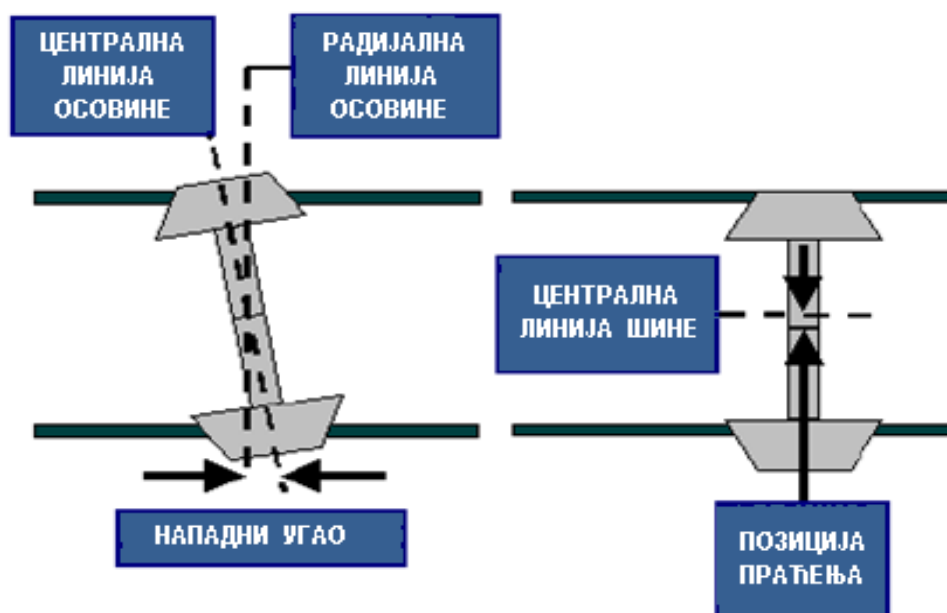
Ова инсталација се састоји од 16 екстензиометара, монтираних на шину између два прага. Угиб шине, док осовина воза прелази преко ње, је величина која се мери и посебним софтверским програмом чини основу за дељење на два различита смера силе. Мерења су у микронапонима који се претварају у силе [60]

Систем се састоји од јединице за оптичко мерење уграђен близу шине (слика 5.29), он користи ласер и камеру да изврши мерење-одступања у перформансама шине, поред оптичке јединице уграђује се и повезана компјутерска јединица



Слика 5.29 Уградња Т/BOGI система на правцу Кируна – Нарвик

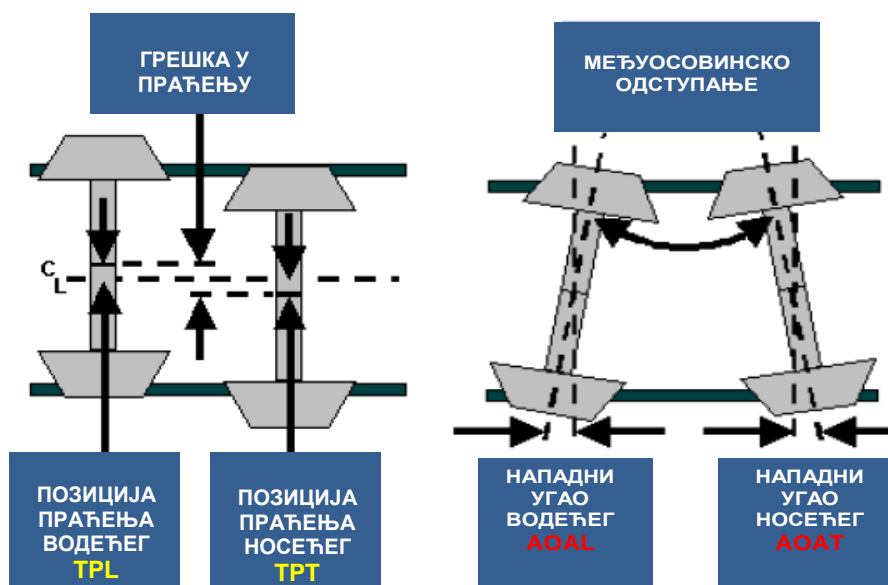
Аутоматска анализа слике пружа нападни угао и позицију праћења. Нападни угао (АОА) осовинског склопа дефинише се као угао између радијалне и централне линије осовине у осовинском склопу. Нападни угао (АОА), позиција праћења (ТР) и два друга параметра се користе у систему да би се извршила процена динамичког понашања обртног постоља. Остала два параметра дефинишу се као међуосовинско одступање (IAM) и грешка у праћењу (ТЕ). Нападни угао (АОА) за осовински склоп је угао између радијалне и централне линије осовине у осовинском склопу. Позиција праћења (ТР) дефинише централну линију осовинског склопа у односу на централну линију шине (слика 5.30).



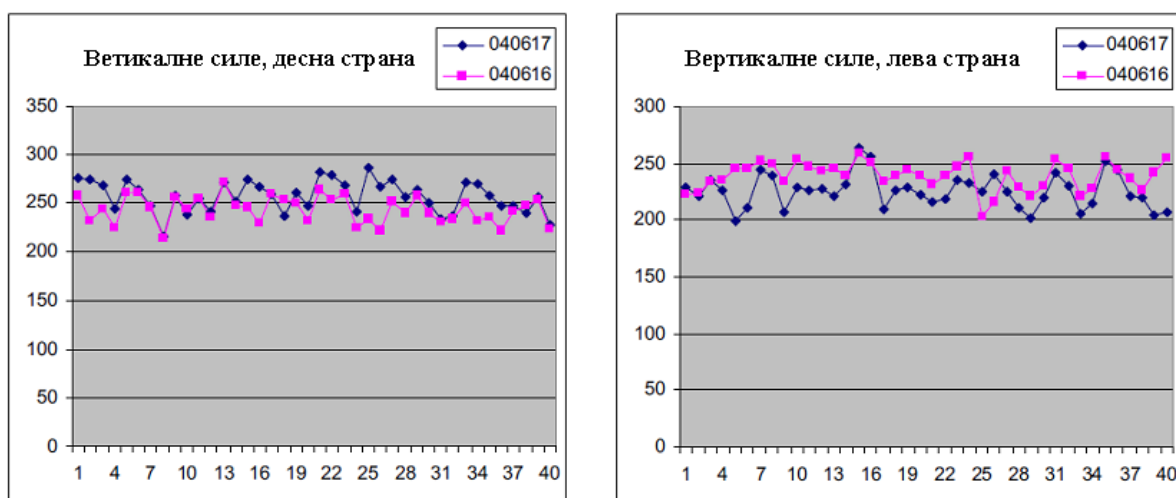
Слика 5.30 Нападни угао и позиција праћења

Међуосовинско одступање и грешка у праћењу приказано је на слици 5.31. Одступања у динамичком понашању осовинских склопова повећавају хабање точкова и шине, а отпорност котрљања која се при том повећава утиче на потрошњу енергије воза. Међуосовинско одступање између два осовинска склопа у обртном постољу дефинише се као нападни угао водећег осовинског склопа (AOAL), минус нападни угао носећег осовинског склопа (AOAT).

Грешка у праћењу (TE) обртног постоља је бочно растојање између централних линија осовина у обртном постољу и дефинише се као позиција праћења водећег осовинског склопа (TPL) минус позиција праћења носећег осовинског склопа (TRT). (слика 5.32)



Слика 5.31 Међуосовинско одступање и грешка у праћењу



Слика 5.32 Вертикалне силе на левој и десној шини од 40 првих осовина у истој гарнитури

### 5.3.7 TCCS – СИСТЕМ ЗА ДЕТЕКЦИЈУ ОДРЕЂЕНИХ НЕДОСТАКА ВОЗА У ВОЖЊИ

TCCS је контролни систем који омогућава мерење и детекцију низа функција недостатака код воза у покрету. Развијен, 2003. године, од стране мултидисциплинарног међународног тима и његова прва комерцијална инсталација је успешно тестирана на RFI (италијанска железничка мрежа) у јулу 2009. на железничкој линији Рим – Формиа – Напуљ (слика 5.33).

Ласерски радари, специјално развијени за ову примену, су на основу велике брзине мерења (милион у секунди) и времена рада ласерског даљиномера, чији се сноп усмерава и рефлектује од полигона мерења, обезбеђују 800 скенирања у секунди са око 900 мерења валидних 3D скенирања који одговарају области (растојање између два суседна скенирања) у правцу кретања воза од око 40 mm при 120 km/h [17]. У складу са референтним међународним техничким нормама, систем користи ограничавајуће различите профиле, у зависности од карактеристика инфраструктуре, врсте возних средстава.

Ограничавајући профили за генерисање шинских возила који припадају одређеној групи (нпр. железничка кола, отворени теретни вагони, локомотиве, итд) произилазе из примене специфичне "редукције" на статички стандардни профил који зависи од железничке пруге. Такве редукције (UIC 505 – 3 за компатибилне мреже) зависе од карактеристика возила, уз важну улогу позиције возила у кривини.

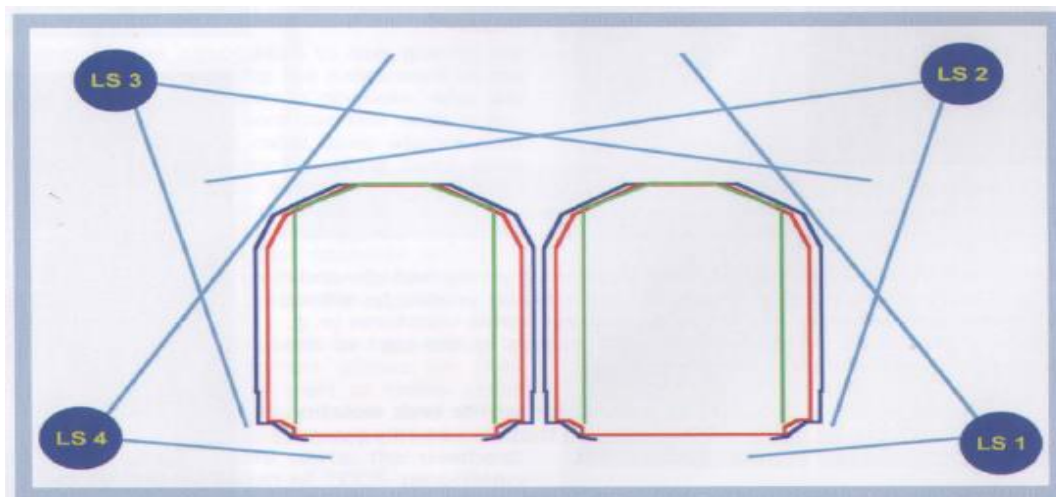


Слика 5.33 Инсталација на (RFI): линија Рим – Формиа – Напуљ

Поред тога, систем има могућност примене, када је то потребно, специјалних ограничавајућих профила дефинисаних за различите врсте интермодалних транспортних јединица (контејнера, полу-приколица итд.) и за специјалне пошиљке које прелазе стандардне границе товарног профила (дати у Прилогу 3). Веома важан случај су отворени вагони код које су грешке у оптерећењу и товарном профилу два основна узрока тешких акцидената. Примена специфичног лимитирања профила диктира правила утовара и подразумева израчунавања максималног оптерећења у функцији броја осовина и уздужне зависне позиције на вагону. TCCS прецизно обавља ову верификацију захваљујући препознавању возила, мерењу облика осовина и прецизном 3D профилисању. Два ласерска скенера (слика 5.34) позиционирана

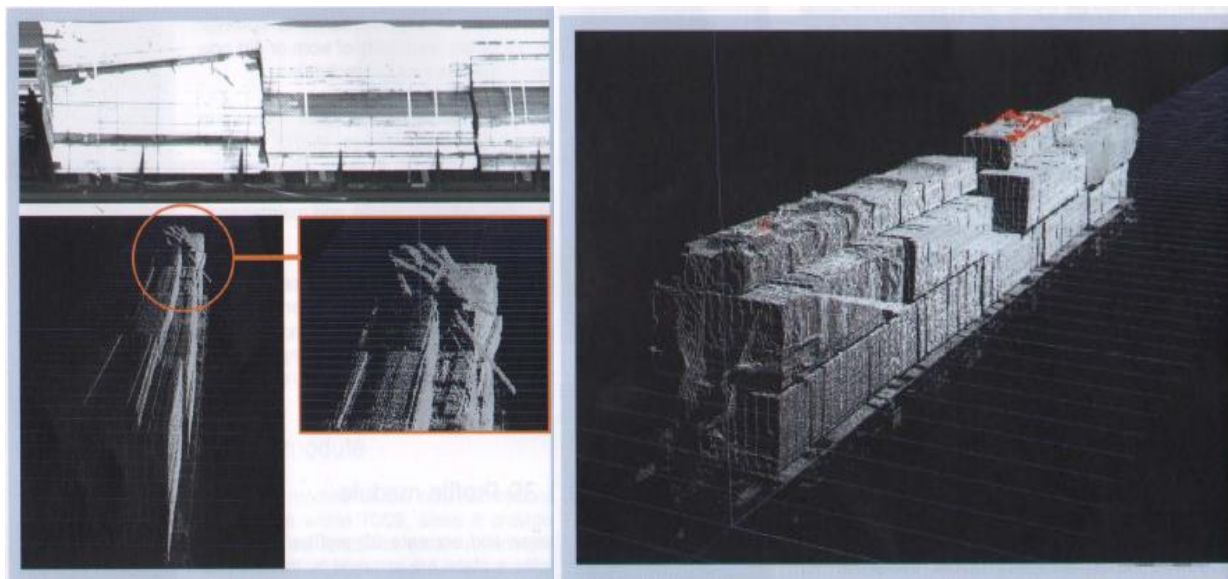


непосредно изнад равни котрљања омогућавају да се добије тачан профил доњег дела возних средстава укључујући конвексност површина, што је невидљиво за неке друге технологије, и профилисање конфигурација сензора.



Слика 5.34 Положаји ласерских зрака

Два пара ласерских скенера виши и нижи и пар горњих скенера обезбеђују редундантну покривеност и побољшано откривање дефеката возних средстава и горњих делова (слика 5.35).



Слика 5.35 а и б Детектовано прекорачење дозвољеног товарног профила

Даља надоградња софтвера непосредне реализације односи се на откривање случајно отворених врата која не излазе из профила, тако што се детектује одступање површине врата од своје номиналне позиције.

TCCS модул за термално скенирање добија високе дефиниције термографичке мапе целе видљиве површине возних састава (страни и горњи делови) и може да открије низ недостатака (посебно случај пожара на колима) који се може препознати преко абнормалне температуре. Овај подсистем може се стога сматрати као проширење

афирмисане функције детекције квара на површини тела возила помоћу HBD апарата за откривање прегревања осовинских лежајева точкова (кола и кочнице последње генерације).

Подручје мерења (подручје се формира мерним зрачењем) ласерских скенера, термографи и линеарне камере су искошени према подручју мерења, али нормални на шине, тако да се добију мерења и за предњи и за задњи део возног састава и оптерећења.

Лак графички интерфејс омогућава оператеру у даљинском контролном центру да надзире један или више ТССС уређаја. Основна страна приказује статус система, сваки аларм препознаје и списак пролазећих возова. Избор одређеног воза у пролазу добија се састав воза и релевантни аларм (такође представљен на клизном шематском графичком приказу секвенце возних средстава). Избор аларма омогућава кориснику да добије све релевантне информације, укључујући различите видове графичког представљања.

Исплативост је важан фактор у разматрању распоређивање значајног броја инсталација система као што је ТССС. Одлука да се развије систем узела је у обзир позитивне резултате трошкова увођења система, тј. процена користи која је спроведена на основу очекиваног потенцијала смањења ризика. Међутим, ограничен квалитет релевантних података о незгодама (број, детаљи и последице) којима располажемо нас доведе до закључка да истраживани клијенти морају да обављају своје евалуације засноване на њиховим личним статистикама.

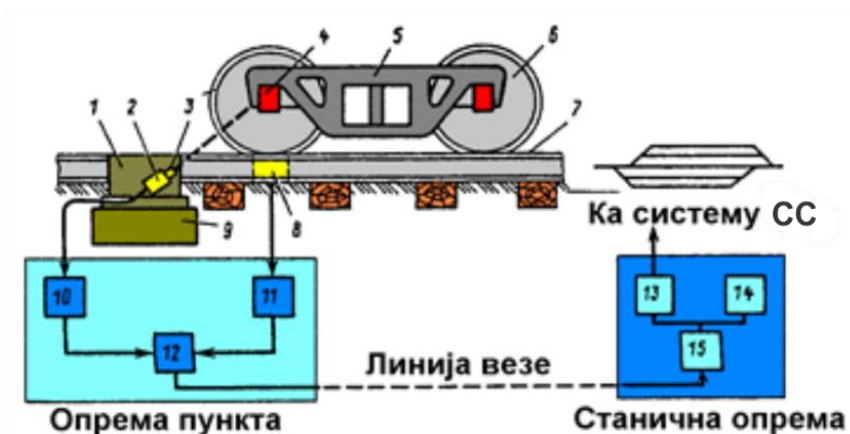
## **5.4 СТАЦИОНАРНИ СИСТЕМИ ЗА ПРАЋЕЊЕ СТАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА НА ПРУГАМА БИВШЕГ СССР-А**

Многе железничке управе у свету на својим пругама имају инсталиране уређаје за контролу прегрејаности лежишта и за аутоматску контролу неисправности на површини котрљања точкова железничких возила развијене на просторима бившег СССР-а. Уређај типа КРАП-2 је у сталној експлоатацији од 1982. године на железничкој мрежи у бившем СССР-у и користи се за контролу прегрејаности лежишта, а потом се појавио и ПОНАБ-3. У новије време развијена је најновија генерација система за комплексну контролу техничког стања воза у току вожње типа ДИСК-БК-Ц. [8].

### **5.4.1 ПОНАБ-3 – СИСТЕМ ЗА АУТОМАТСКУ КОНТРОЛУ ПРЕГРЕЈАНИХ ЛЕЖИШТА**

Принцип детекције уређаја ПОНАБ-3 заснива се на пријему инфрацрвеног зрачења кућишта лежишта од стране осетљивих елемената, претварању овог зрачења у електрични сигнал, издвајању по одређеним критеријумима сигнала од хаварисаних (прегрејаних) лежишта и формирању, предаји и регистрацији информација о положају прегрејаног лежишта у возу. На слици 5.36 приказана је структурна шема уређаја за

детекцију прегрејаних лежишта. Уређај се састоји од комора (1), леве и десне, које садрже пријемне капсуле (2), и пријемника инфрацрвеног зрачења (3). Свака комора постављена је на своје постоље (9). Оптички систем уског усмерења уређаја, израђен од материјала који пропушта инфрацрвено зрачење (германијум, једињења арсена и калијума), усмерен је на задњу страну кућишта лежишта у односу на смер кретања воза. Приликом проласка осовинских склопова (6), кроз контролни пункт сваки оптички систем "осматра" у почетку рам обртног постоља (5), а затим задњу страну кућишта лежишта (4).



Слика 5.36 Структурна шема уређаја за контролу лежишта

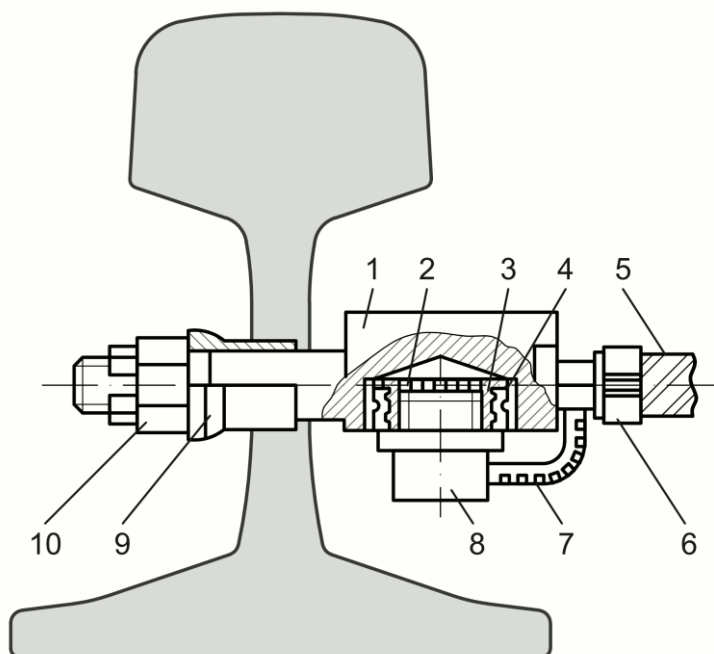
Примивши зрачење кућишта лежишта пријемник сигнала (3) даје електрични сигнал који се појачава у пријемној капсули (2) и преноси преко кабла до уређаја (10) у орману опреме на пункту осматрања. Исти је смештен у посебној просторији или у контејнеру у близини места контроле удаљеном 4 – 10 m од осе колосека. У зони где пријемна оптика "осматра" задњи део кућишта лежишта на шинама (7) постављени су контакти (8) пролаза тачкова, који дају електрични сигнал у моменту контроле лежишта и предају га уређају (11) у орману са опремом пункта за осматрање.

Сигнали од лежишта у облику импулсних знакова, чија је амплитуда пропорционална температури кућишта лежишта бележе се на траци. Оцена степена прегрејаности лежишта и прорачун редног броја осовине са прегрејаним лежиштем врши се дешифровањем сигнала на траци. Показивачи (13) врше распознавање прегрејаних лежишта према одређеним карактеристикама сигнала (амплитуда, однос или разлика амплитуда сигнала оба лежишта истог осовинског склопа) и даје особљу информацију о постојању и положају прегрејаног лежишта у возу. На основу сигнала са ових уређаја врши се обележавање прегрејаног лежишта на траци писача и аутоматско повезивање са системом сигнализације станице у циљу затварања улазног сигнала долазећем возу.

#### 5.4.2 КРАП-2 – СИСТЕМ ЗА АУТОМАТСКУ КОНТРОЛУ НЕИСПРАВНОСТИ НА ПОВРШИНАМА КОТРЉАЊА ТОЧКОВА

Систем КРАП-2 намењен је за аутоматско детектовање кола у возовима са неисправностима на површини котрљања тачкова у виду: равних места, чупања

материјала, налепница и неравномерног хабања профила. Принцип рада уређаја заснива се на мерењу и анализи вибрационих и ударних убрзања шина која настају код пролаза точкова. Структурна шема уређаја КРАП-2 аналогна је структурној шеми уређаја ПОНАБ-3. У састав надземне опреме уређаја улазе: 6 пиезоелектричних давача убрзања (акцелерометара), по 3 на сваку шину, распоређених у зони контроле точкова дужине 3m, затим 4 давача информација о пролазу точкова и шинске кабловске везе. На слици 5.37 приказан је шински пиезоакцелерометар који се састоји од држача (1) и пиезоелектричног давача вибрација (8). Акцелерометар се поставља у отвор на врату шине и учвршћује помоћу разрезане чауре (9), опружне подлошке и навртке (10). Држач је изведен у облику завртња са повећаном главом у коју се уврће давач вибрација (8).



Слика 5.37 Шински пиезоакцелерометар

Услед дејства точка са неравнинама на шину на месту где је постављен вибродавач чврсто повезани систем шина-држач-вибродавач улази у осцилаторно кретање. Осетљиви елементи вибродавача се деформишу на истезање или сабијање под дејством инерционог терета који настоји да задржи своје првобитно стање. Деформационе силе изазивају појаву електричних набоја на електродама осетљивог елемента пропорционалних вредностима виброубрзања врата шине. Електрични сигнали са вибродавача предају се појачавачу одакле се каблом мреже везе предају на улаз блокова појачала стуба уређаја.

За разлику од уређаја ПОНАБ-3 основна опрема уређаја КРАП-2 садржи у себи 2 појачивача измерених вибрација, ниске (20 до 120 Hz) и високе (400 до 1200 Hz) учестаности, са компараторима и генераторима калибрисаних сигнала помоћу којих се анализирају сигнали акцелерометра и формирају сигнали "узбуне".



### 5.4.3 ДИСК-БК-Ц - СИСТЕМИ ЗА КОМПЛЕКСНУ КОНТРОЛУ СТАЊА ВОЗА У ТОКУ ВОЖЊЕ

Систем новије генерације за комплексну контролу техничког стања воза у току вожње је типа ДИСК-БК-Ц, који у себе укључује подсистеме за:

- откривање неисправности на површини котрљања точкава,
- откривање прегрејаних лежишта,
- откривање делова воза који се вуку по колосеку,
- откривање блокираних точкава,
- контролу товарног габарита кола,
- одређивање граничне вредности хабања точкава,
- преоптерећења кола,
- откривање оштрих венаца точкава и
- других неисправности точкава.

Систем омогућава откривање прегрејаних лежишта осовина и неисправности на површини котрљања точкава (равна места, налепнице, неравномерно хабање и др.) и региструје на даљини податке о постојању и положају у возу кола са уоченим неисправностима уз централизацију информација са пружних контролних места у диспечерском центру без заустављања воза.

Он се састоји од: основног подсистема ДИСК-Б за откривање прегрејаних лежишта, подсистема ДИСК-К за откривање неисправности на површини котрљања точкава и подсистема ДИСК-Ц за централизацију информација.

Систем може бити допуњен подсистемима за откривање делова кола који се вуку по колосеку (ДИСК-В), лабавости точкава (ДИСК-П), блокираних осовинских склопова (ДИСК-Т), претоварености кола (ДИСК-О) и др.

Системи за користе даваче размештене на обе шине контролне деонице и у зависности од тога на ком принципу раде, тј. како се врши бесконтактно мерење истрошења. Давачи могу бити:

- фотоелектрични,
- радиометријски,
- електродинамички и
- звучно-електрични.

До сада су се највише користали фотоелектрични давачи. Код ових давача се користи модулација паралелног светлосног флукса од стране венца точка за време котрљања, а информација о величини истрошења се предаје у облику дискретног електричног сигнала.

Стационарни системи мониторинга и дијагностике возних средстава постали су део стандардних поступака у одржавању возних средстава. Њихова употреба не зависи од врсте, старости и опремљености возног парка електронском опремом, тако да је то најповољнији начин примене информационих система у поступцима одржавања возних средстава на железници.

## 5.5 ПРИМЕНА МОНИТОРИНГА И ДИЈАГНОСТИКЕ ПОМОЋУ СИСТЕМА ПОСТАВЉЕНИХ НА САМОМ ВОЗНОМ СРЕДСТВУ

Проналаском сензора и њиховој примени у оквиру одржавања железничких возних средстава као и њиховом интерфејсу као особини прилагодљивости захтевима корисника је револуционаран искорак и у овој области. Први кораци начињени су у опремању лежајева, с циљем мониторинга и дијагностике стања ротирајућих елемената, затим брзине, сензори температуре и тиме постали стандард за модерна возила.

Методе мониторинга и дијагностике стања ротирајућих елемената техничких система примењују се кроз: методе мерења и анализе механичких вибрација, анализу стања уља и термографске методе, односно контрола температуре лежајева. Оне не искључују једна другу, већ се, напротив, морају комбиновати у циљу успешног мониторинга и дијагностике стања система. Нажалост, произвођачи мерног хардвера и софтвера најчешће су ограничени само на једну од три наведене области. Малобројне су компаније које, кроз софтверски пакет за предиктивно одржавање, омогућавају снимање и анализу механичких вибрација, као и читавање резултата анализе уља и дигиталне снимке са термографских камера и фотоапарата у циљу праћења температуре у лежају и спречавања заривања лежаја.

Периодични увид у стање возила или његових компоненти се прати кроз стационарне системе, а системи у возилима/возовима (on-board) раде континуално током експлоатације [94]. Савремена возна средства подразумевају обиље инсталиране електронике у возилу, а самим тим и постојање електронске размене података и централне управљачке јединице на бази рачунара, што значи да је за такав систем неопходно постојање система мониторинга и дијагностике, у најгорем случају, појединих функционалних компоненти возила. Значи, набавком нових возила добија се и дијагностички систем, који се може дефинисати према захтевима наручиоца и који може покривати велики број компоненти возила чије се стање прати. Дакле, приликом набавке савременог возног средства возилом се, према захтеву купца, купује и дијагностички систем, а тиме је дефинисан и систем одржавања тог возила (које често врши и сам произвођач). Тако су дијагностика и мониторинг на возилу потпуно интегрисани у информациони систем одржавања.

### 5.5.1 LEILA – СИСТЕМ ЗА ПРАЋЕЊЕ СТАЊА ОБРТНИХ ПОСТОЉА

У циљу побољшања перформанси возних средстава (у овом случају теретних вагона) заједничким пројектом (немачко-швајцарски) на чијем челу је био Берлински Универзитет за технику, пројектован је нови тип обртног постоља за теретне вагоне – Leila. Главна побољшања у односу на досадашња обртна постоља чланица UIC-а су:

- смањење буке за око 18 dB,
- смањење сопствене масе/укупне масе вагона за око 1,5 t,
- смањење трошења точкова и шина,
- нижи трошкови животног циклуса и
- већа функционалност.

Обртно постоље "Leila" поседује улежиштење осовинског склопа са унутрашње стране точкова. Примарно огибљење садржи различите гумене опруге које су раздвојене због постизања нелинеарне вертикалне крутости као и хоризонталне карактеристике, зависне од оптерећења. Уградња гумених опруга у осовинско лежиште и рам обртног постоља су комбиновани са граничницима за преоптерећење, подизање и хоризонтално померање [63].

Пригушење обезбеђују стандардни хидраулични амортизери монтирани тако да делују само у вертикалном правцу. Оба осовинска склопа су међусобно дијагонално повезана укрштеним полугама. Уместо челичних или композитних кочионих папуча, обртно постоље Leila користи диск кочице монтиране директно на точак које електронски "ослушкују" сигнал из главног кочионог система. Поред тога гумене опруге секундарног огибљења, смештене испод централног сворњака, дају одређену еластичност у хоризонталној равни [77].

Пошто већина система за праћење температуре лежајева на отвореној прузи региструје само спољне лежајеве, Leila садржи интелигентни систем за дијагностику који поред температуре читава и остале параметре: оптерећење, убрзања итд. Пошто оно има стандардне елементе за везу сандук вагона – обртно постоље, то значи да се замена са постојећим обртним постољем може обавити без већих проблема, јер је његово огибљење развијано према димензијама које су тренутно коришћене на обртном постољу типа Y25. Према томе, није потребно развијати нову конструкцију вагона или набављати нове вагоне.

Дијагностички систем овог обртног постоља пружа могућност да се помоћу минималног броја сензора може добити довољан број информација. Систем је самодовољан у енергетском смислу (напаја се преко батерије и осовинског генератора). Систем за мониторинг података са сензорима има отворену архитектуру па му је могуће додавати сензоре по жељи.

Овај дијагностички систем, комбинован са GPS и GSM-R, доводи до високе поузданости као и до бољег увида у процес превоза робе. Он такође нуди и могућност одржавања према стању. Пошто ово обртно постоље има систем кочица који се може самоанализирати, укључујући контролу трошења или губитак кочних уметака, па се поставља питање потребе за мануелном пробом кочица.

### **5.5.2 DREAM - СИСТЕМ ЗА ДИЈАГНОСТИКУ ЛЕЖАЈЕВА**

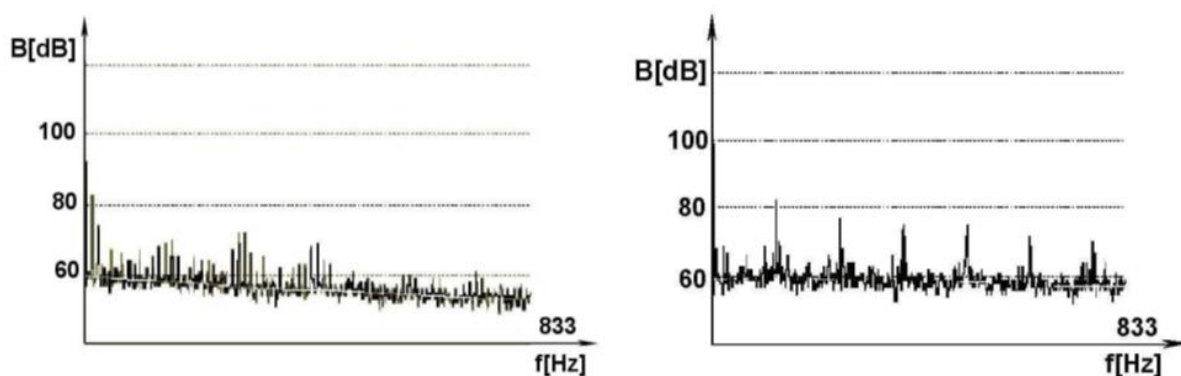
DREAM систем је произведен у компанији Vibro Acoustical Systems and Technology, Incorporated of Saint Petersburg, Русија. За возна средства, најважније величине су вредности динамичких сила на местима где се јављају вибрације. Другим речима енергија појачаних вибрација је одговорна за оштећења делова машина.

Преко спектра вибрација жели се добити спектар сила. Појединачне утицаје као нпр. утицај одређених машинских компоненти на комплексну слику вибрација јако је тешко идентификовати у временском домену. Због тога се за то користи фреквентно подручје

где, уз познавање конструкције, релативно лако може да се одреди утицај појединих компоненти конструкције у спектру вибрација.

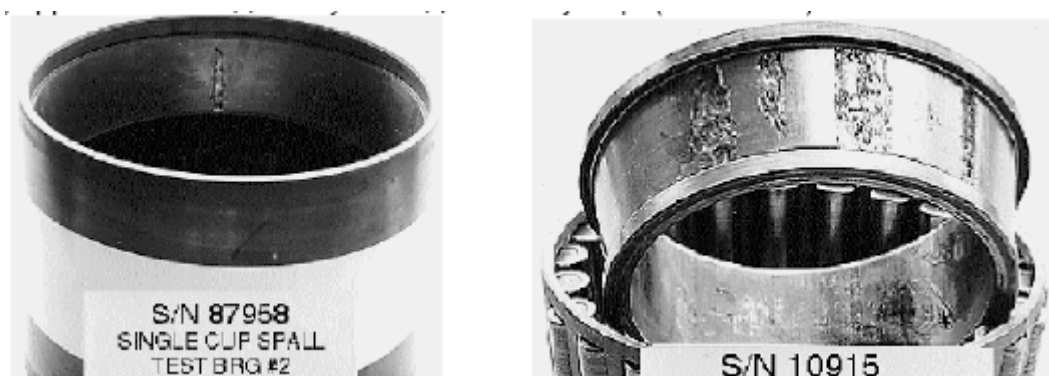
DREAM користи енvelope, детектован или демодулисан фреквентни спектар сигнала са лежаја, а делом и директни фреквентни спектар који се бира на основу геометријских димензија лежаја који се тестира и брзине ротације предмета који се дефектује, овде лежајева на осовинама или вратилима. На овај начин се, у принципу, отклањају пратеће вибрације кућишта лежаја осовинског склопа.

DREAM дијагностичким системом могуће је отклонити утицај пратећих вибрација и након модулације сигнала, али је овакав приступ примеренији системима за стални мониторинг стања лежаја. DREAM дијагностички систем, као један од бољих данас на тржишту, интензивно тестиран и у САД и дао је добре резултате. Тестирање је вршено на лежају типа "Ф", приказаном на слици 5.38, који је ротирао брзином од 80 миља на сат у условима који одговарају брзини воза под пуним оптерећењем. DREAM систем је нашао оштећења лежаја на спољашњем и унутрашњим прстеновима лежаја.



Слика 5.38 Приказ вибрационог спектра лежаја добијеног DREAM дијагностичким системом и приказ обвојнице (енvelope) оштећеног лежаја

На спектру вибрација лежаја приказаном на слици 5.39 систем је аутоматски одредио параметре које користи у дијагностици на основу геометријских димензија лежаја и његове брзине ротације.



Слика 5.39 Приказ лежаја на коме је вршена дијагностика оштећења

Вибрације лежаја су дате у фреквентном домену методом обвојнице (енvelope). У основи, предност ове, од осталих метода дијагностике лежајева осовинског склопа, је у филтрирању сигнала.

### 5.5.3 АТС – СИСТЕМ ЗА АУТОМАТСКУ КОНТРОЛУ ВОЗА

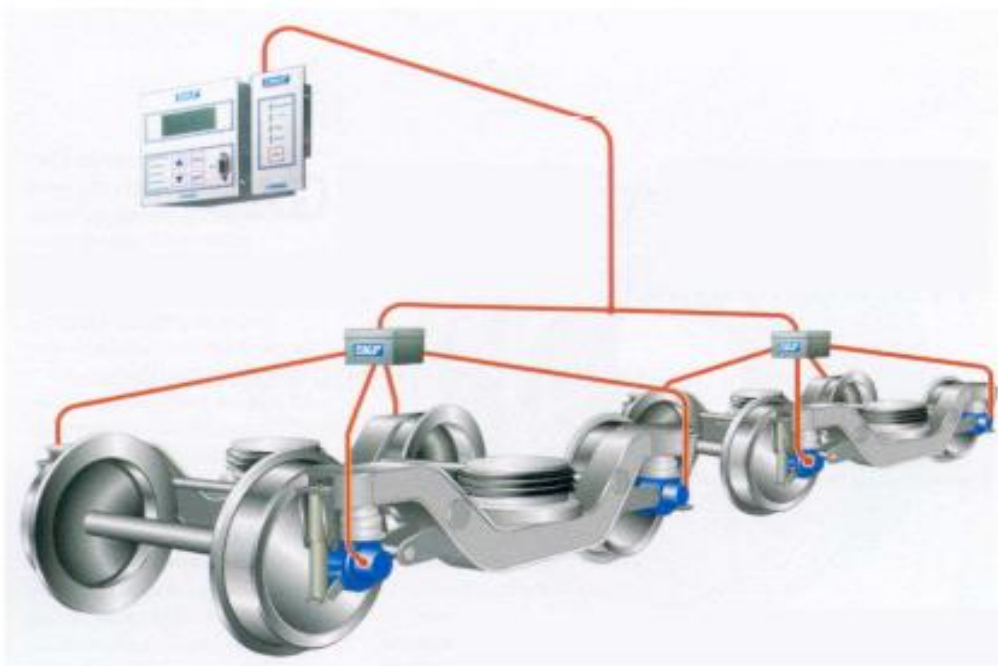
Аутоматска контрола воза се реализују путем система (АТС), тј. путем сензора који дају информацију о брзини и правцу ротације. Мерење температуре лежајева је засновано на температурним сензорима који су прилагођени истом електричном колу као сензори за брзину/правац кретања. Ово омогућава директну детекцију температуре лежаја. Како је мерно место у близини лежаја, ово мерење омогућава способност детекције која је супериорнија у односу на системе који су удаљенији, уобичајено монтирани поред колосека.

На слици 5.40 дат је систем континуалног мерења температуре лежајева и по возилу појединачно и по обртном постољу.

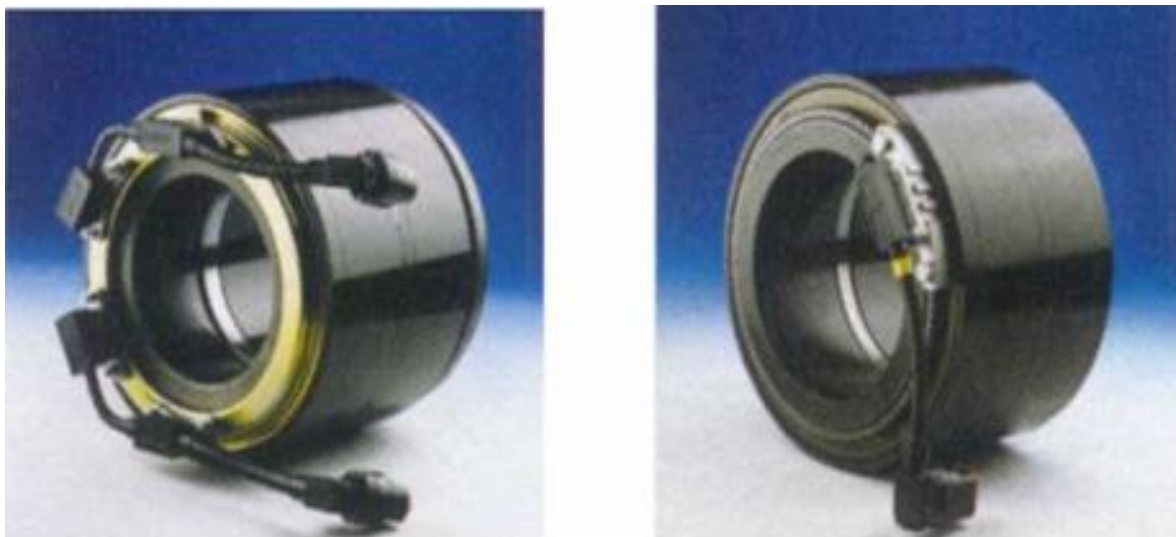
Концепт сензора вибрација је развијен како би се детектовала попречна и вертикална убрзања осовинског склопа. Сви сензори су смештени у лакој кућишту које је причвршћено за систем заптивања лежаја. Ово може открити дефект који ће се тек појавити, а који се пре могао открити само температурним мерењем.

Лежајеви су критични елемент безбедности, а услови рада су често тешки. Лежајеви могу имати недостатке дуго времена и тада се показују само мале варијације у температури, али кад су пред отказом (блокирањем) настаје велики и брзи пораст температуре и тај временски период може бити само 30 – 60 секунди, па и мање.

SKF је развио ново решење лежаја које је напуњено уљем, то су "ТВУ" конични ваљкасти лежајеви, опремљени сензорима интегрисаним у јединици лежаја, дајући тиме могућност мерења радних параметара система обртног постоља (слика 5.41).



Слика 5.40 Системи континуалне детекције температуре



Слика 5.41 Лево: SKF лежај "TBU" предвиђен за примену "ETCS"-а (European Train Control System); Десно: SKF Compact "TBU" лежај са сензорима

Како би могли да се користе у тешким условима рада, понуђени су високо софистицирани лежајеви са сензорима. Већ десетине хиљада лежајева је ушло у експлоатацију, а опремљени су са различитим типовима интегралних сензора. "Pendolino" породица брзих моторних возова, са принудним нагињањем сандука при проласку кроз кривине, који саобраћају у Италији, Португалији, Шпанији, Швајцарској, Чешкој и Словенији, затим италијански воз великих брзина ETR500, као и неколико италијанских и пољских локомотива, неколико типова возила масовног транспорта, користе ове лежајеве (слика 5.38).

У сваком од ових случајева "интерфејси" сензора су прилагођени захтевима корисника. Опремање лежајева сензорима не укључује осетљиве покретне делове, тако да није потребно одржавати критичне толеранције. Поред интегрисаних сензора брзине почели су да се уграђују температурни сензори који су постали стандард у модерним возилима.

Мониторинг вибрација, са друге стране, иде корак даље од самог лежаја. Такође, може се проценити стање точка код појаве одступања од кружног облика и дефеката газеће површине и тако потенцијално смањити потреба за периодичним прегледима. Систем континуалног мониторинга који се налази на возилу пружа једну другу кључну карактеристику – могућност да се тренутно детектује и исклизуће осовинског склопа.

## **6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖС – ПИЛОТ ПРОЈЕКАТ МЕРНА СТАНИЦА "БАТАЈНИЦА"**

---

Данас постоје многе сметње у коришћењу саобраћајне мреже у Европској Унији (ЕУ), а пре свега због постојања велике разлике у инфраструктури, националним регулативама, интерним прописима и техничким спецификацијама. Наведене различитости и степени развоја железница у појединим земљама у значајној мери отежавају реализацију конкурентности железничке мреже. Железнице Србије су управо у том не малом раскораку и у инфраструктури и у возним средствима, прописима, једном речју у свим сегментима железничког саобраћаја у односу на земље ЕУ.

За разлику од западноевропских железница, на пругама ЖС се и данас функције контроле оштећења на кругу котрљања, загрејаности точкова, лежајева, кочних дискова, прекорачења товарног профила, поремећености односа оптерећења по осовини, односно обртном постољу кола обављају визуелно. Углавном се тај преглед, контрола обавља када се воз заустави у станици и у појединим поседнутим станицама у пролазу, где се преглед своди на минимум и наслања се углавном на визуелне и чујне способности.

Увођење система за техничку дијагностику не значи укидање мануелних прегледа, већ они добијају другачију функцију, односно прегледи се свode на утоварне станице, депое, ранжирне станице, станице смене саобраћаја и сл., у зависности од нивоа и степена опремљености мреже системима и врстама истих.

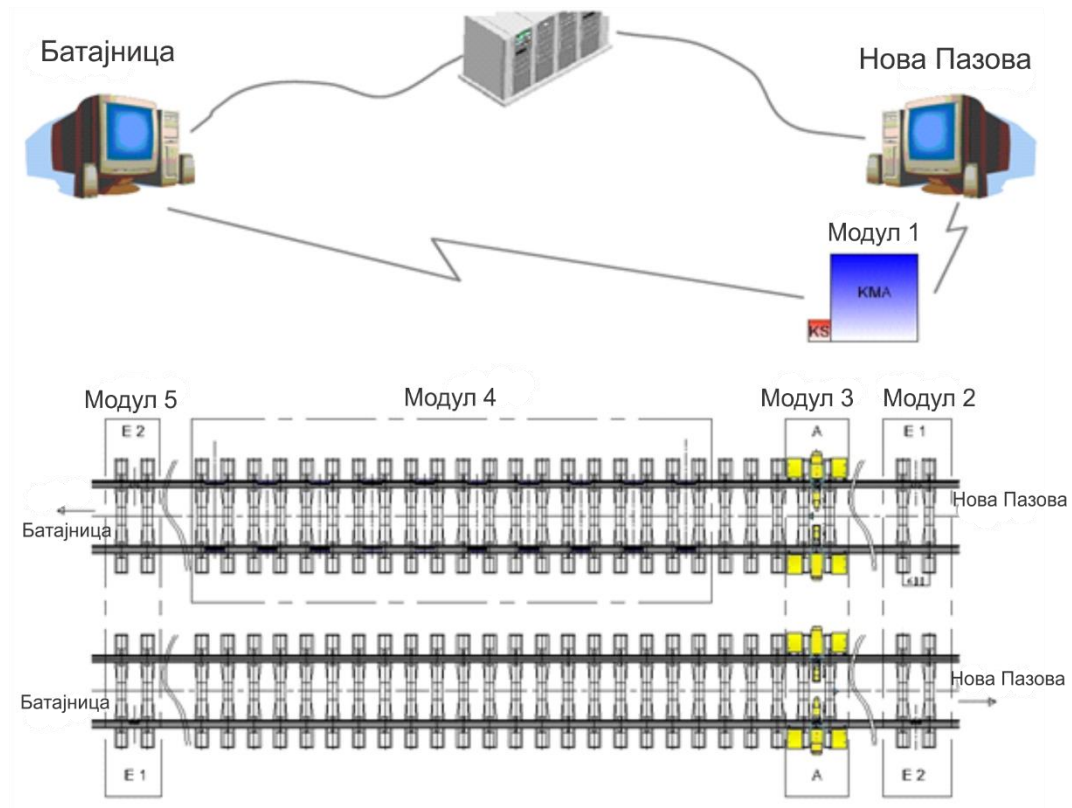
Анализирајући правце кретања робе (углавном је то север – југ, Суботица/Шид – Београд – Димитровград/Табановце), као и разлоге искључења кола, пројектоване брзине возова, карактеристике пруге дошло се до закључка да је део пруге Батајница – Нова Пазова повољна стационажа за прву мерну станицу. Специфичности које су потребне (дужина правога колосека – око 2 km, константне брзине и преко  $V = 80\text{km/h}$ , без потребе завођења кочења и сл.), као и контрола два улазна правца из MAV-а и НЖ-а одредили су управо овај потез као прво место за уградњу мерне станице.

Мерна станица Батајница, састоји се од уређаја за откривање прегрејаних лежајева осовинских склопова и блокираних кочница ознаке ТК99 и уређаја за динамичко мерење масе возова и детекцију равних места на површини котрљања (динамичка вага) G-2000 производње Инфраструктуре аустријских железница (ÖBB – Infrastruktur Betrieb AG). [37].

Мерна станица Батајница уграђена је у km 22+951,66 до km 23+035,66 са леве стране двоколосечне пруге број 5: Београд – Шид – Државна граница непосредно иза просторног сигнала који се налази у km 22+908 као "пилот" пројекат.



Мерна станица (слика 6.1) састоји се од унутрашњег дела (модул 1) који је смештен у посебан објект у km 22+993,66 са леве стране пруге број (5) поред левог колосека и од спољњег дела који је уграђен у сам колосек (модули 2, 3, 4 и 5) [89].

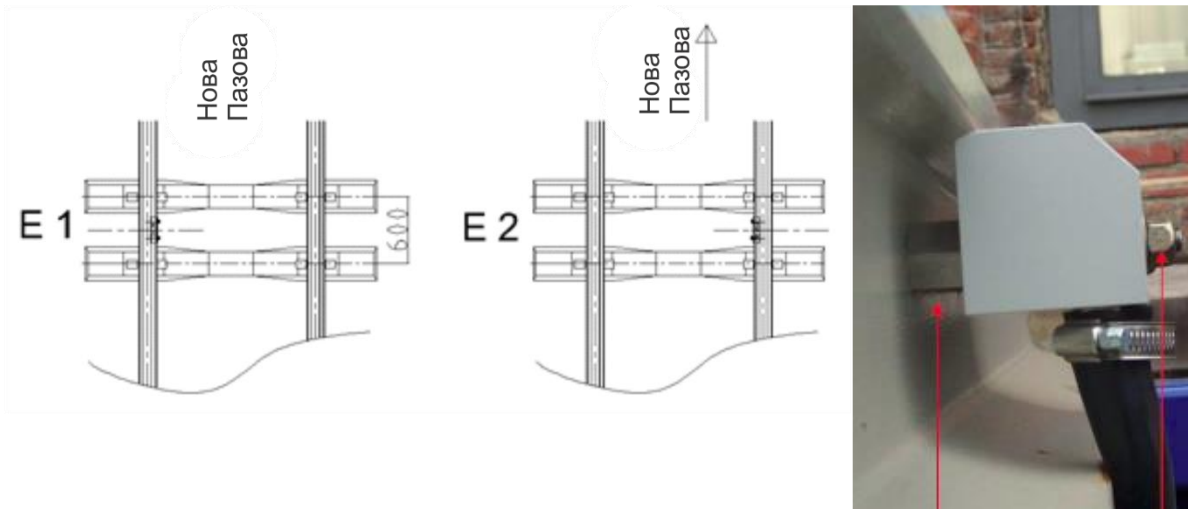


**Слика 6.1** Шема мерне станице Батајница

Спољни део мерне станице за динамичку контролу техничког стања возних средстава у Батајници чине модули 2 (слика 6.2), 3, 4 и 5, а они се састоје од следећих уређаја:

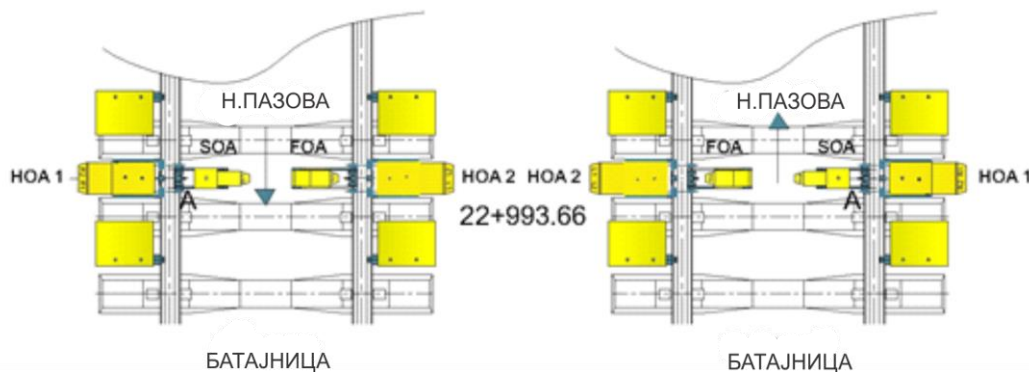
- Уређај сензора бројача точкова – осовинских склопова RSR180 (означени Е1, Е2 и А) (3x2 комада: km22+951,66, km22+993,66, km23+035,66), смештени на оба колосека (на једној шини, са унутрашње стране шине – са стране венца точка, на средини између два прага). Крајњи сензори точкова (осовинских склопова) удаљени су од средишњег сензора А (модул 3, слика 6.3).





Слика 6.2 Модул 2, сензори бројача точкова (осовина)

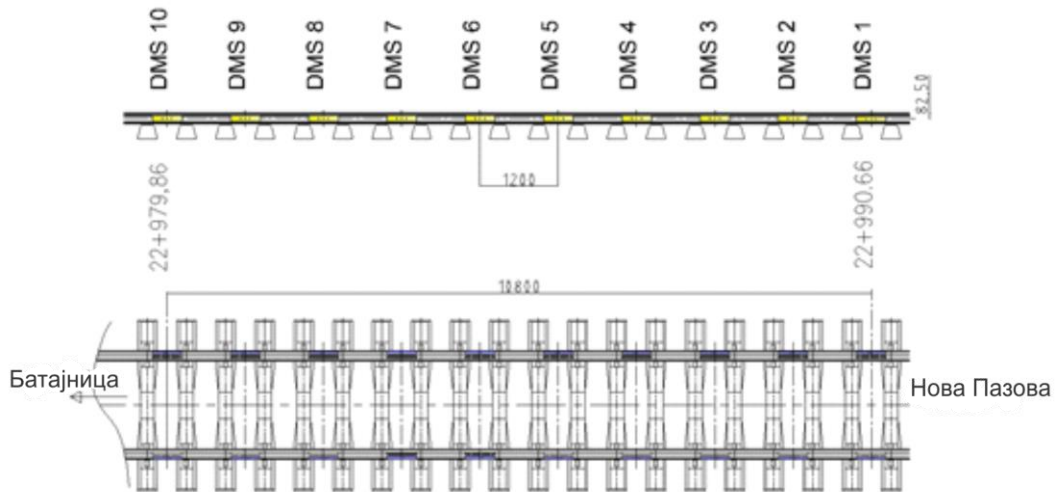
- Модули 2 и 5 су идентични по саставу, а разликују се само у стационажи на којој су постављени: модул 2 у km 23+035,66, а модул 5 у km 22+951,66.
- Средишњи сензор А смештен је у модулу 3 и има задатак да активира уређај за детекцију прегрејаних лежајева осовинских склопова и блокираних кочница ознаке ТК99 како би се у том тренутку очитале и забележиле мерне величине.
- Модул 3 се састоји од уређаја за детекцију прегрејаних лежајева осовинских склопова и блокираних кочница ознаке ТК99 (на оба колосека, km 22+993,66) и сензора бројача точкова - осовинских склопова (А) (1x2 RSR180).



Слика 6.3 Модул 3

- Уређај за детекцију прегрејаних лежајева осовинских склопова и блокираних кочница ознаке ТК99 смештен је на оба колосека: региструје температуре кућишта лежајева осовинских склопова са леве и десне стране колосека – сензор НОА; региструје температуру тела точка – сензор FOA; уређаја који региструје температуру диска кочнице точка – сензор SOA и смештен је унутар колосека.
- Модул 4 (слика 6.4) чини уређај за откривање и регистровање равних места на точку (на једном колосеку од km 22+979,86 до km 22+990,66) G-2000 на левом колосеку. Мерне траке као сензори су централни елементи и уз помоћ њих се мери угибање шине услед силе којом точак належа на шину. Сензори се постављају на шину, између прагова (на осном растојању од 1,2 m) тако да на колосеку има десет парова.

## 6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ

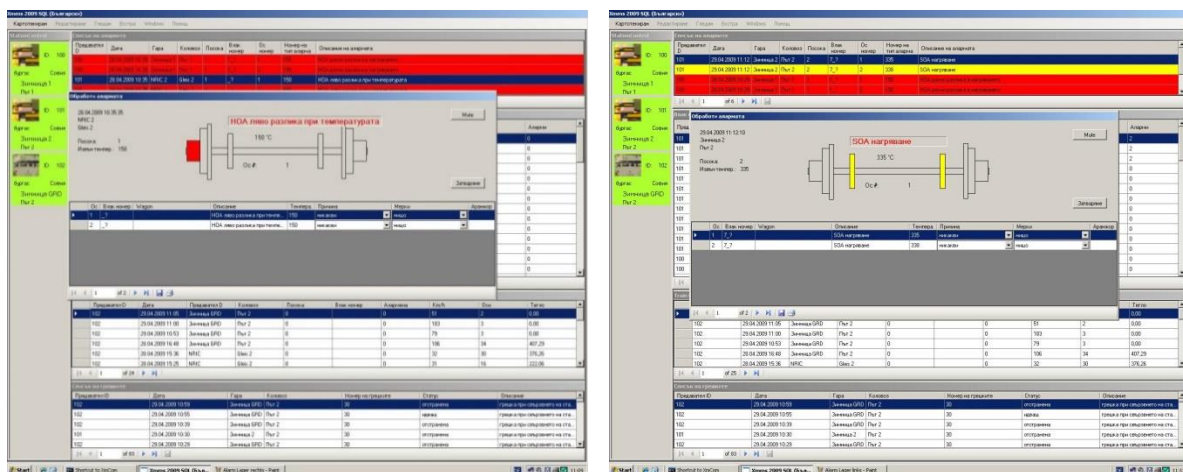


**Слика 6.4** Модул 4

Рачунар, који је повезан са мерним тракама, учитава податке о мерењу када воз пређе преко мерног места и израчунава равна места и осовинска оптерећења сваког точка осовинског склопа.

Унутрашњи део мерне станице за динамичку контролу техничког стања возних средстава у Батајници састоји се од ормана са електронском опремом за управљање, процесног рачунара за обраду мерних података, модема за прослеђивање података удаљеном кориснику и дела за непрекидно снабдевање електричном енергијом у циљу премошћивања краткотрајног испадања мрежног напона. Систем је смештен у контејнер димензија 2x2 m, удаљен од осе колосека 4 m. Објекат се напаја напоном 230V/50 Hz, снаге 2,5k W засебним каблом који је положен у каналице из СС трафоа у станици Батајница. Веза рачунара са станицом Батајница је остварена преко модемске везе [87].

У случају појаве неке нерегуларности, на возу који прелази преко мерне станице, јавља се аларм и на екрану монитора (слика 6.5) приказују се регистроване нерегуларности.



**Слика 6.5** Нерегуларан осовински лежај и нерегуларна температура диска кочнице

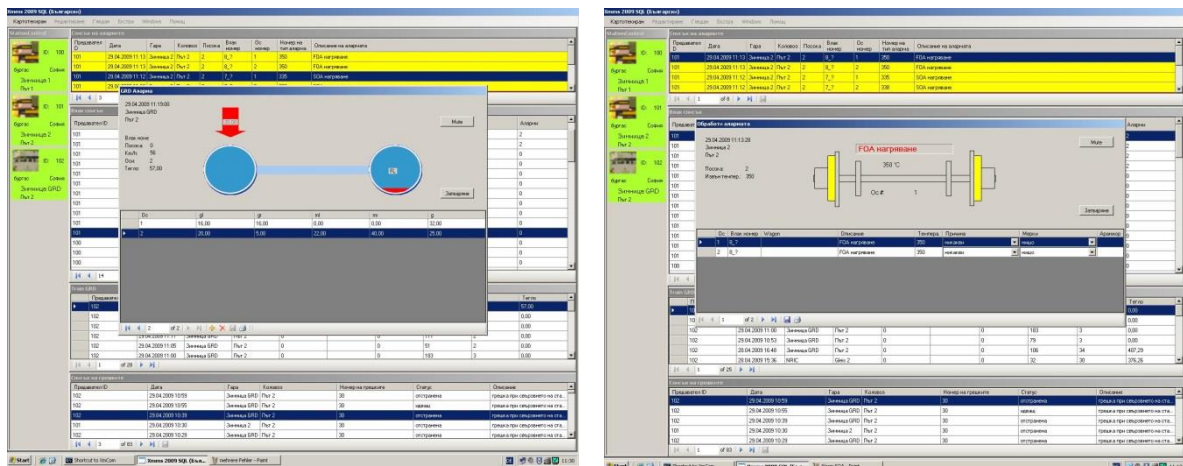
На екрану монитора у зависности од врсте неисправности приказују се одговарајуће величине, али у основи садже:

## 6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ

- идентификациони број спољне мерне опреме (ID 100),
- имена станица које су близу мерне опреме,
- име мерне опреме,
- број колосека,
- идентификациони број и
- датум и време воза.

Ако је регистрована неисправност у зависности од параметра који се мери појављује се листа упозорења (аларма), као на пример откривања прегрејаних лежајева и точкава:

- број воза ,
- број осовине у возу која је изазвала активирање упозорења (аларма),
- температура која је покренула упозорење и
- опис упозорења,
- спољна температура ваздуха,
- укупан број упозорења (аларма) воза у случају да их има,
- укупана маса воза.
- листа грешака,
- шифра грешке,
- статус грешке,
- почетак или крај и
- опис грешке.



Слика 6.6 Нерегуларна температура тела точка и распоред тежина, односно појава равнoг места

### 6.1 G-2000 - СИСТЕМ ЗА УТВРЂИВАЊЕ РАВНИХ МЕСТА НА ТОЧКУ

Неправилности на кругу котрљања и венцу точка, доводе до оштећења осовинског слога (слика 6.7) и хабања колосека и шина, а и фактор буке није занемарљив [37,91]. Систем G-2000 (динамичка вага) служи за откривање и регистровање равних места наточку као и утврђивања нерегуларних маса, односно преоптерећености кола. Систем користи сензоре мерних трака за мерење сила којом точак належаје на шину.



Слика 6.7 Оштећења на кругу котрљања

Мерне траке као сензори су централни елементи и оне су заварене за шине (слика 6.8), између прагова, тако да на једном мерном месту има шеснаест сензора. Мерне траке могу се инсталирати на било ком делу шине дугом 15 метара у некој радионици. Таје део шине се затим може уметнути уместо било ког обичног дела шине. Затим се кабл повезује са HOST-ом, систем врши аутоматско самоиспитивање, а након калибрације систем је спреман за исправно функционисање.

Да би се измерила целокупна димензија точка (развијена дужина – обим), потребно је на дужини од приближно 10 метара, поставити мерне траке на минимално 60 см растојања. Ожичене мерне траке постављају се на врат шине, по две са унутрашње, и спољашње стране, дуж неутралне линије и тако праве мрежни мост сензора.



Слика 6.8 Распоред мерних трака и инсталација сензора на шину

Све четири мерне траке (DMS) повезане су са целим мрежним уређајем, а уређај за дигиталну обраду сигнала (DSP) преузима вредности мерења и причвршћен је директно на шину. Рачунар за процену има функције: надзира DSP и сензоре за токове, учитава податке о мерењу када воз пређе преко мерног места, израчунава равна места и преноси податке станици за одржавање [35] и [34].

Мерење почиње и завршава се импулсима које шаљу сензори за токове, а пренос података станици за одржавање реализује се путем Ethernet-а или модемске везе.

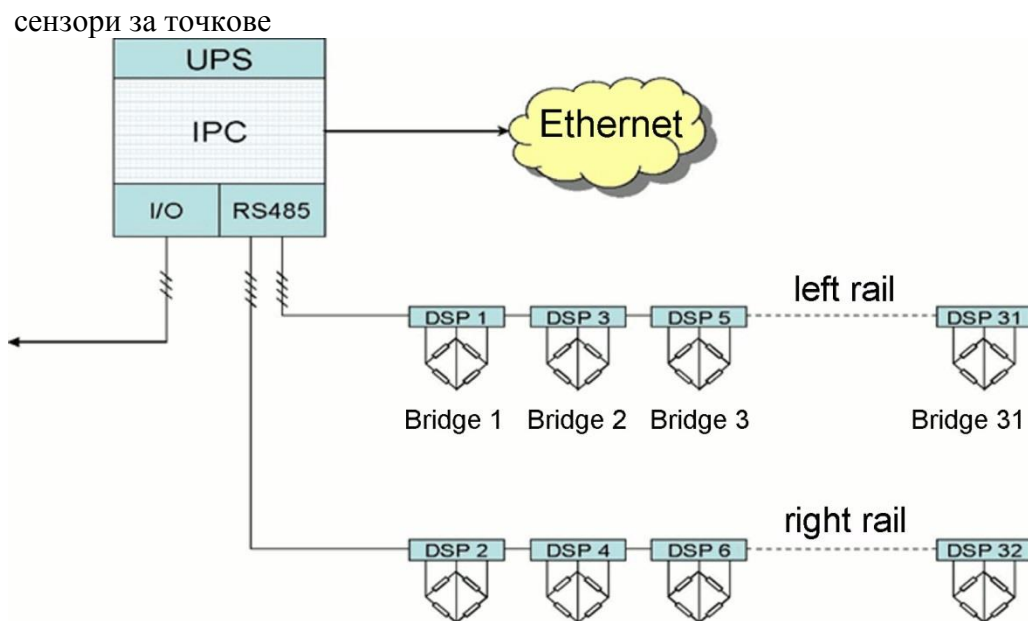
Софтвер модула за мерење (MM) заснован на DSP-у са карактеристикама:

- аутоматско и online (директно) уравнотежење одступања,



- бројање осовина и мерење временског интервала између оса,
- филтрирање сигнала и израчунавање,
- меморисање резултата мерења (нумеричких вредности таласних облика) и
- комуникација и учитавање података у РС преко серијске магистрале RS-485.

HOST је IPC са Windows XP-Professional оперативним системом, опремљен RS-485 серијским комуникацијским и дигиталним I/O портим. HOST прикупља податке о мерењу од ММ-ова након проласка воза кроз станицу. HOST тада врши постпроцесирање, сумира податке, меморише их у бази података и преноси поруке до станице за одржавање. Оператор (човек) може да приступи подацима путем графичког интерфејса, у коме добија визуелни приказ добијених информација (слика 6.9).



**Слика 6.9** Обрада и пренос сигнала

Предложене локације за распоређивање система за мерење G-2000 су, пре свега, граничне станице, па онда утоварне и ранжирне станице. Како се овај процес врши динамички (без потребе заустављања), тиме се избегавају многи беспотрбни поступци, сумње у прекорачења профила, провере и сл. Једном речју, убрзао би се процес одвијања саобраћаја, што је посебно битно за станице смене саобраћаја.

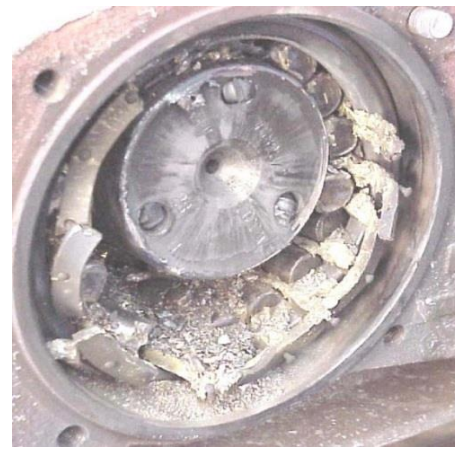
Инсталација система је врло једноставна, захваљујући систему RS-485 BUS. Модули и HOST су повезани паралелно са два 4-жилна кабла. Мерне траке и ожичење BUS-а могу се инсталирати на било ком делу шине дугом 15 метара у некој железничкој радионици. Тај део шине се затим може уметнути уместо било ког обичног дела шине. Затим се кабл повезује са HOST-ом, систем врши аутоматско самоиспитивање, а након калибрације је систем спреман за исправно функционисање.

## 6.2 ТК 99 – УРЕЂАЈ ЗА ДЕТЕКЦИЈУ ПРЕГРЕЈАНИХ ЛЕЖИШТА ОСОВИНСКИХ СКЛОПОВА

Уређај за детекцију прегрејаних лежишта осовинских склопова и блокираних кочница, (ТК99), је стационирани уређај за динамичко регистровање температура лежишта осовинских склопова (НОА) и кочница (FOA) и (SOA) шинских возила (слика 6.10).

Лежишта осовинских склопова се двоструко испитују, чиме се обезбеђује сигурно мерење свих типова лежишта конструкције (Y25, Y35,...), и то[14]:

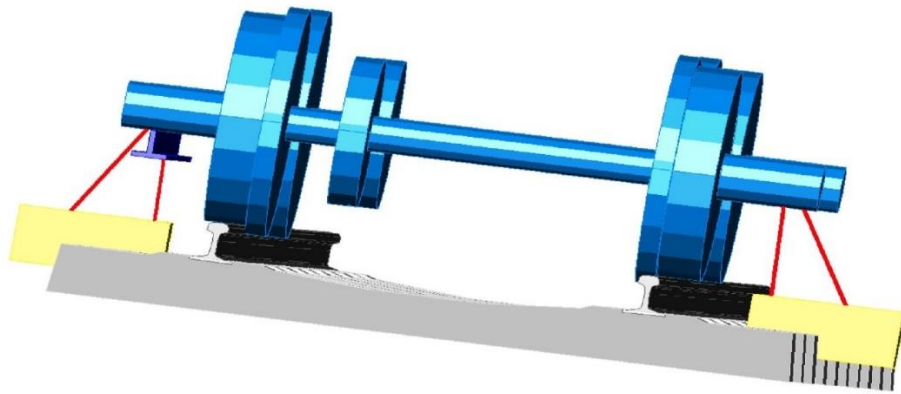
- кочнице на точковима и диск кочнице се одвојено региструју, како не би дошло до грешке у детектовању,
- диск кочнице се вертикално испитују чиме се искључују лажни аларми због постојања других извора топлоте.



Слика 6.10 Уређај за детекцију прегрејаних лежишта осовинских склопова

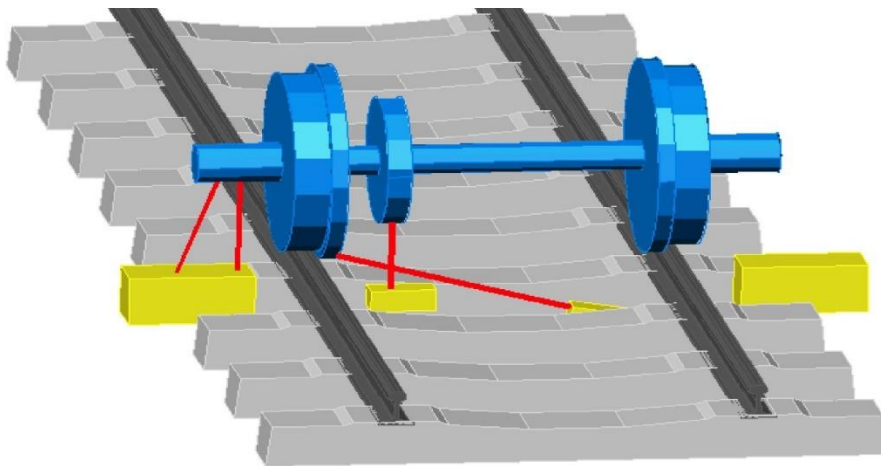
Разне неисправности на кочном систему могу довести до прегрејавања точкова, чије последице могу бити бројне, од топљења кочних папуча (стварање налепница, равних места, чупање материјала, и сл.), пожара на обртном постољу, усијања точкова при кочењу на дугим падовима чиме долази до лабављења обруча точка, стварања пукотина и прелома диска кочнице или површине точка. То може имати несагледиве последице од могућности исклизнућа кола, па до тешких ванредних догађаја. Оштећена лежишта осовинских склопова или недостатак мазива или цурење и сл., доводе до прегрејавања делова лежишта, прелома рукавца осовине (слика 6.10) и обично убрзо и до исклизнућа воза. [15].

Најважнија карактеристика НОА система, с тог аспекта, је двострука контрола лежишта осовинских склопова. Оба лежишта једне осовине испитују се и вертикално од доле и попречно са спољне стране. Тиме се поред лежишта било које врсте конструкције која су отворена у правцу на доле сигурно детектују и типови лежишта са извршеном реконструкцијом лежишта (нпр. Y25, Y31), слика 6.11.



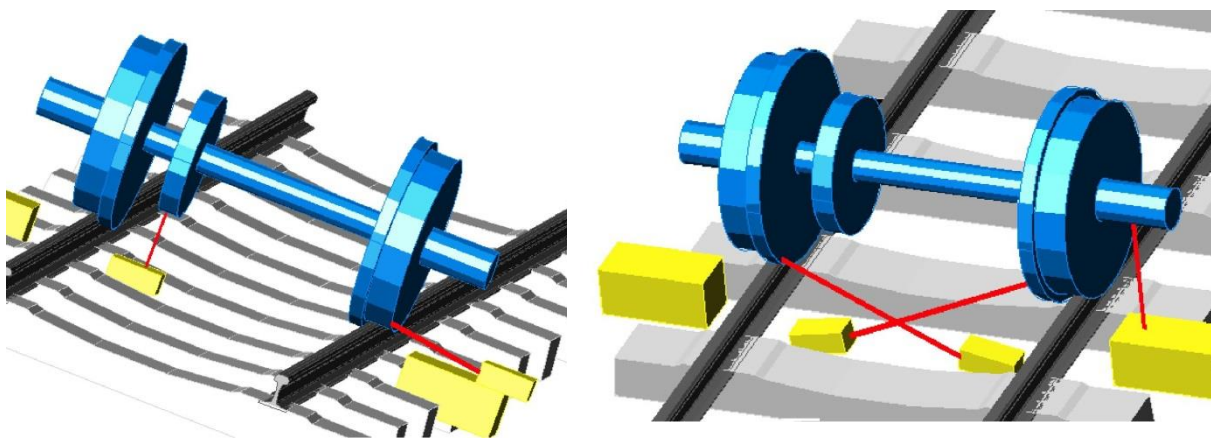
Слика 6.11 Мерења на отвореним и уграђеним лежиштима

Помоћу модуларне структуре уређаја могућ је различит распоред тачака мерења на тачковима и дисковима, слика 6.12.



Слика 6.12 Детекција блокираних кочница

Распоред мерења може бити и другачији што показује слика 6.13.



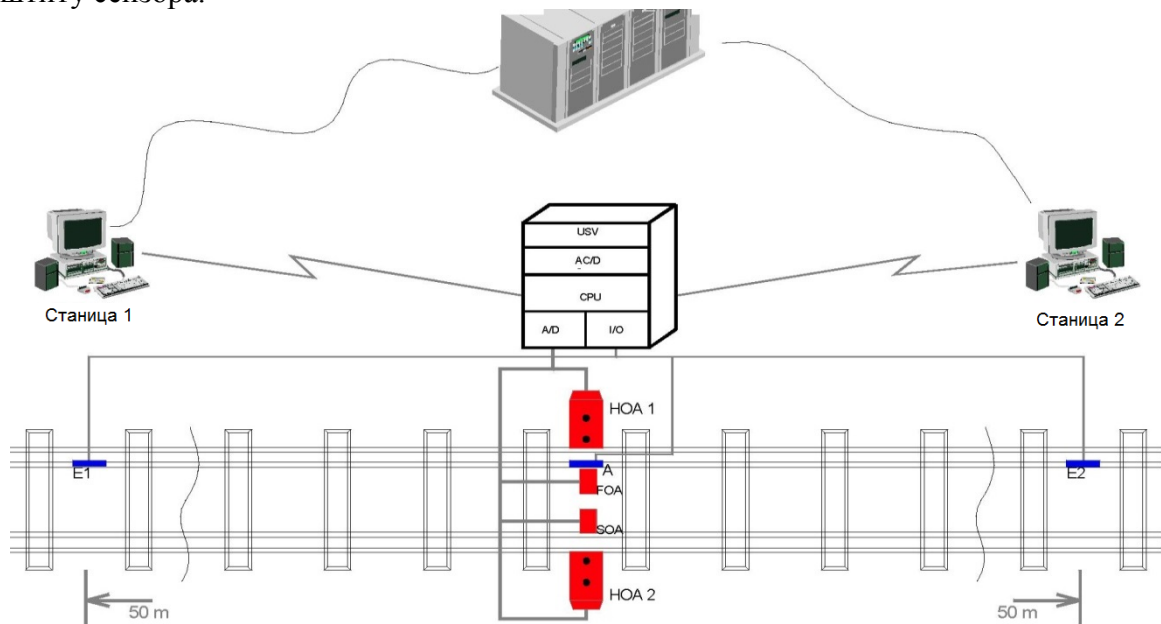
Слике 6.13 Неке од могућности распореда мерења блокираних кочница

Уградња уређаја за детекцију прегрејаних лежишта осовинских склопова и блокираних кочница, конструкције ТК99, подељена је углавном на следеће јединице:



- колосечни уређај,
- јединица за управљање и дешифровање,
- пренос података и
- места за пријављивање.

Колосечни уређај састоји се од сензора који су монтирани на ножицама шине и сензора за тачкове који су стављени у врат шине. Са обе стране стављени заштитни лимови за заштиту сензора.



**Слика 6.14** Шема система за детекцију ТК99

У стандардном поступку возови се региструју у оба правца вожње, при томе се без додира мери температура лежишта осовинских склопова лево и десно, као и површине тачкова и дискова кочнице. Подручје провере може да се употреби у широком подручју зависно од захтева, слика 6.14.

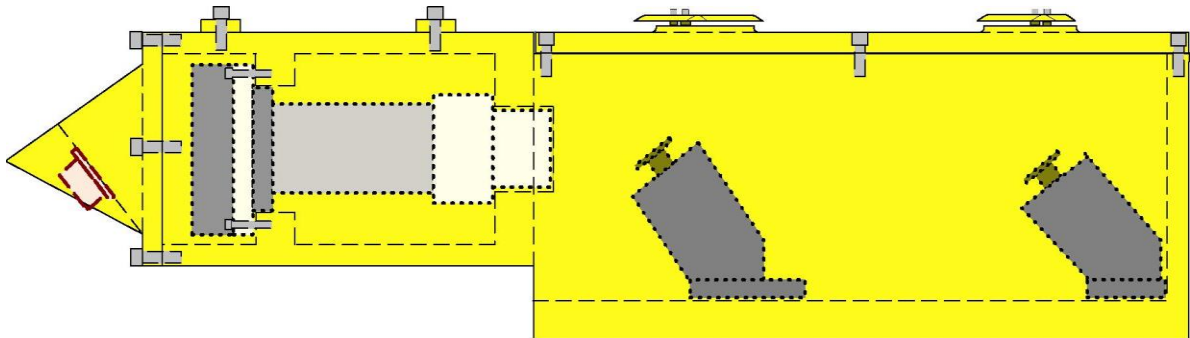
Уређај може да се употреби и у другим различитим варијантама:

- само за мерење лежишта осовинских склопова,
- мерење лежишта осовинских склопова и мерење тела тачка лево и десно,
- само за мерење тела тачка и мерење дискова кочнице и
- за само један правац вожње.

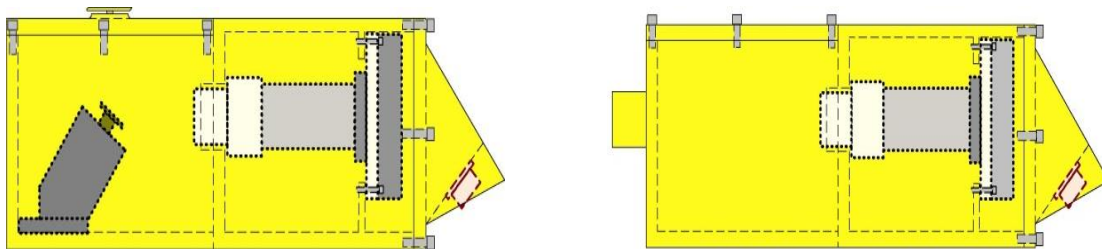
Јединица за управљање и дешифровање, по правилу, смештена је у једној командној згради и састоји се од електронике за управљање и напајање, једног процесног рачунара 19“ и једног USV (UPS) за савладавање краткотрајног нестанка струје. За мерење спољашње температуре ставља се један сензор температуре на спољну страну командне зграде. Подаци се преносе помоћу модема а могући су и други медији преноса као што су GSM или радио модеми као и TCP/IP.

Основа уређаја су сензори, и служе за бележење оптичко-детекторске јединице и штите је од механичких, електромагнетних и атмосферских утицаја.

Сензор FOA (детекција кочница), мери температуру тела точкова и она се може мерити или са спољне стране или са унутрашње. Провера се врши у оба случаја под правим углом у односу на точак.



Слика 6.15 Шема унутрашњости једног НОА сензора



Слика 6.16 Шема унутрашњости једног FOA и SOA-сензора

Сензор SOA (детекција кочних дискова) мери температуру дискова кочница и монтира се унутар колосека. Зрачење топлоте се доводи до O/D-јединице преко позлаћеног огледала за промену смера зрака а конструкција огледала за промену смера зрака одговара конструкцији код НОА-тастера.

### 6.3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА МЕРЕЊА СТАЊА ВОЗНИХ СРЕДСТАВА НА МЕРНОЈ СТАНИЦИ БАТАЈНИЦА

Захтеви за безбедност, функционалност, поузданост и ефикасност трошкова су у сталном порасту, што условљава да се одржавање посматра, пре свега, као начин за побољшање процеса пословања.

Одржавање има индиректну улогу у стварања вредности унутар организације, али само одржавање није довољно па су остали приступи, као модификација, итекако потребни. У данашње време чине се велики напори да заживи нови модел мониторинга на Железницама Србије, где се у овим лошим економским условима покушава да појасни оправданост увођења нове технологије у овом подсистему железнице.

У току процеса оживљавања техничке сарадње са Аустријским државним железницама (ÖBB) - Infrastruktur Betrieb AG, створени су услови за нови вид мониторинга возних средстава. Infrastruktur Betrieb AG, на својој мрежи пруга имају велики број, већ инсталираних компонента уређаја за динамичку контролу техничког стања возних

**6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ**

средстава. Овај модел описан у тачки 6. инсталиран је у подручју станице Батајница у у km 22+951,66 до km 23+035,66 са леве стране двоколосечне пруге број 5: Београд – Шид – Државна граница. Први резултати мерења инсталиране мерне станице за дијагностику стања возних средстава на мерној станици Батајница, дати су у даљем тексту[55].

После почетних проблема, калибрације система,преднапонских заштита, повремено искључење напона у контактної мрежи, по нарочито она која су дужа од сат времена, доводило је до престанка рада мерне станице, па и физичке заштите, мерна станица почела је са радом пуним капацитетом 17.10.2013. године. Варирање напона на контактної мрежи, за последицу је имало и пад напона напајања испод 220 V, па уређај за непрекидно напајање (UPS), повремено није пунио батерије. Притом је, један од UPS-ева био знатно оптерећен више од других, па је повремено упадао у режим преоптерећења. Ови проблеми решени су преподешавањем и растерећењем преоптерећеног UPS-а. Као главни проблем који омета континуитет рада мерне станице показала се појава пренапона, услед атмосферског пражњења и повратних струја, посебно приликом искључења напона у контактної мрежи.

Прва интервенција (аларм) јавио се 1.11.2013. године, на колима Немачких железница (DB) и након провере констатована је загрејаност тела точка, након чега је искључена кочница и кола су наставила вожњу без оштећења.

**Табела 6. 1** Први аларм за загрејано тело точка

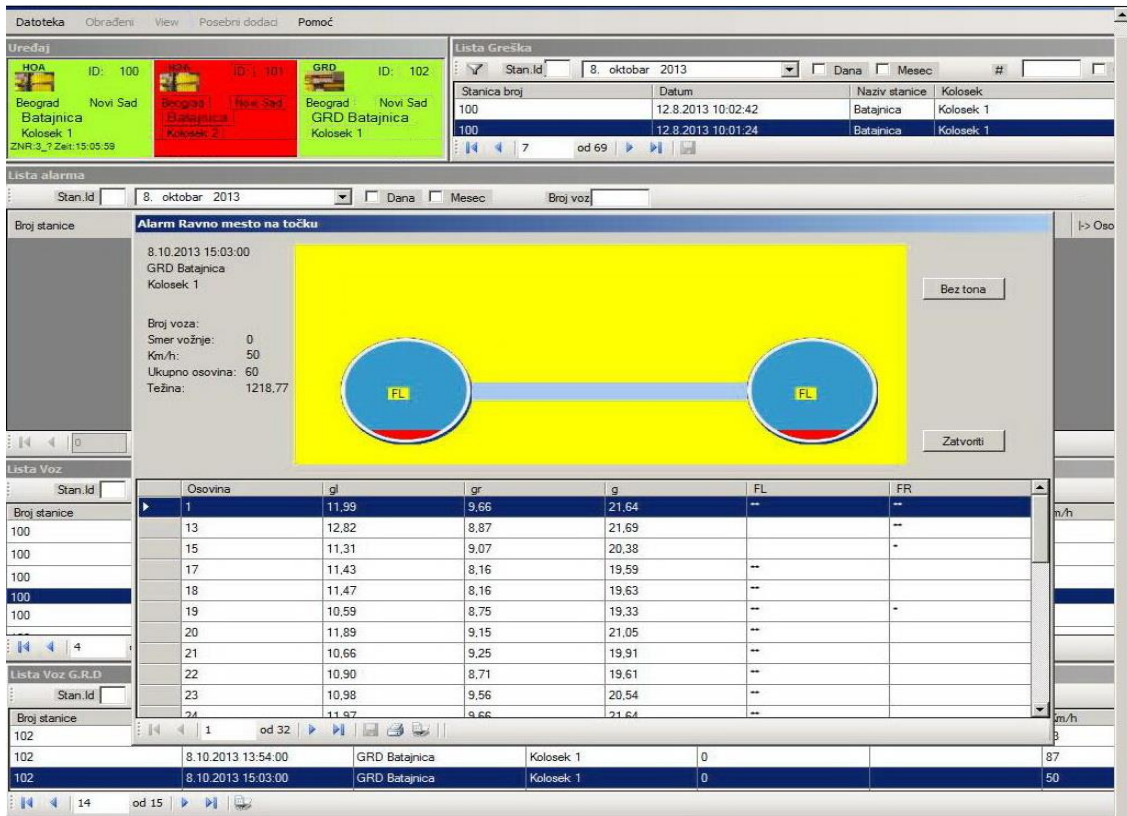
ред.бр.	Датум	Број воза	МЕСТО	КОЛОСЕК	БРОЈ КОЛА				Сопст.	ВРСТА АЛАРМА						Разлог искључења	Олистан за радионицу	Предузете мере		
										HOA L	HOA R	FOA	SOA	gL	gR				g	FL
1	1.11.13	46877	Батајница	1	24	80	293	3059-9	DB			X						Загрејаност тела точка на осовинама 37 И 38	саобраћај	Ваз. коцница искључена, кола олистана са тк-66
2	1.11.13	46877	Батајница	1	24	80	293	3040-9	DB			X						Загрејаност тела точка на осовинама 49 И 50	саобраћај	Ваз. коцница искључена, кола олистана са тк-66

Интервенција је била превентивна и да није уследила захтевала би искључење возила из саобраћаја у кратком временском интервалу, са оштећењима, што пак за последицу има замену осовинских склопова или обраду точкова.

Софтвер који је инсталиран на ПС рачунаре прегледача кола, функционално је тестиран и уочене су све његове могућности, чиме је комплетирана слика о начину пријема информације и могућности деловања [38].

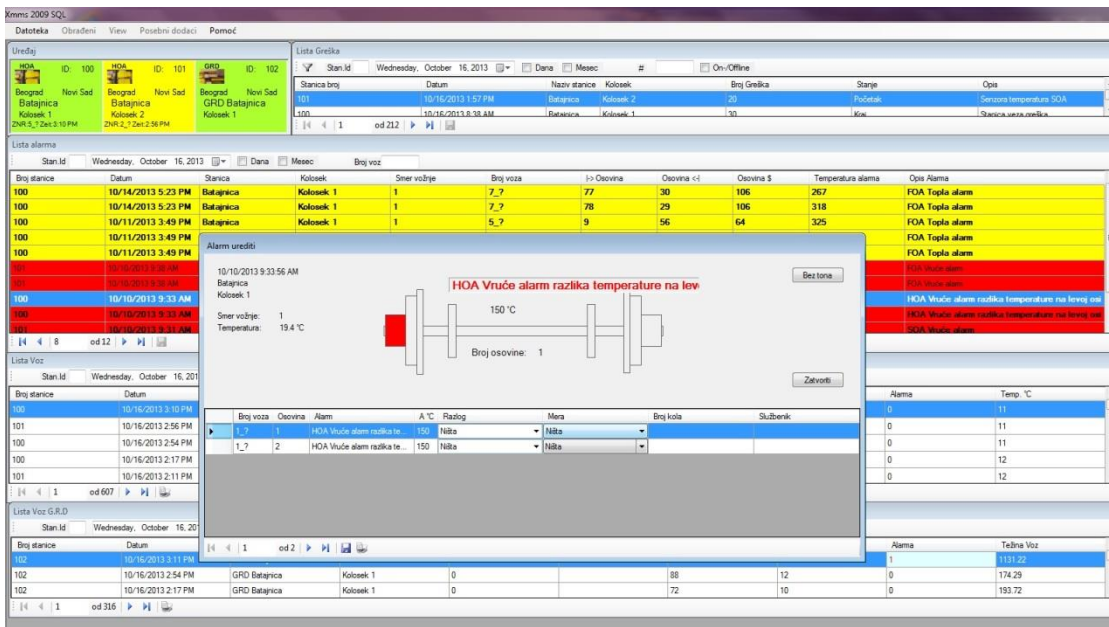
На слици 6.17 види се изглед екрана на коме се преко основне табле појављује упозоравајућа табла са трепћућим жутиим или црвеним светлом, као знак упозорења евидентираним техничку ману. Равно место није дефинисано дужином као мерном јединицом, већ симболима у колонама FL и FR симболом звездица (\*) означава се постојање неравнина и појаве аларма са две звездице (\*\*), када се воз мора зауставити извршити технички преглед по прописаним процедурама.

**6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ**



**Слика 6.17** Приказ аларма за равно место

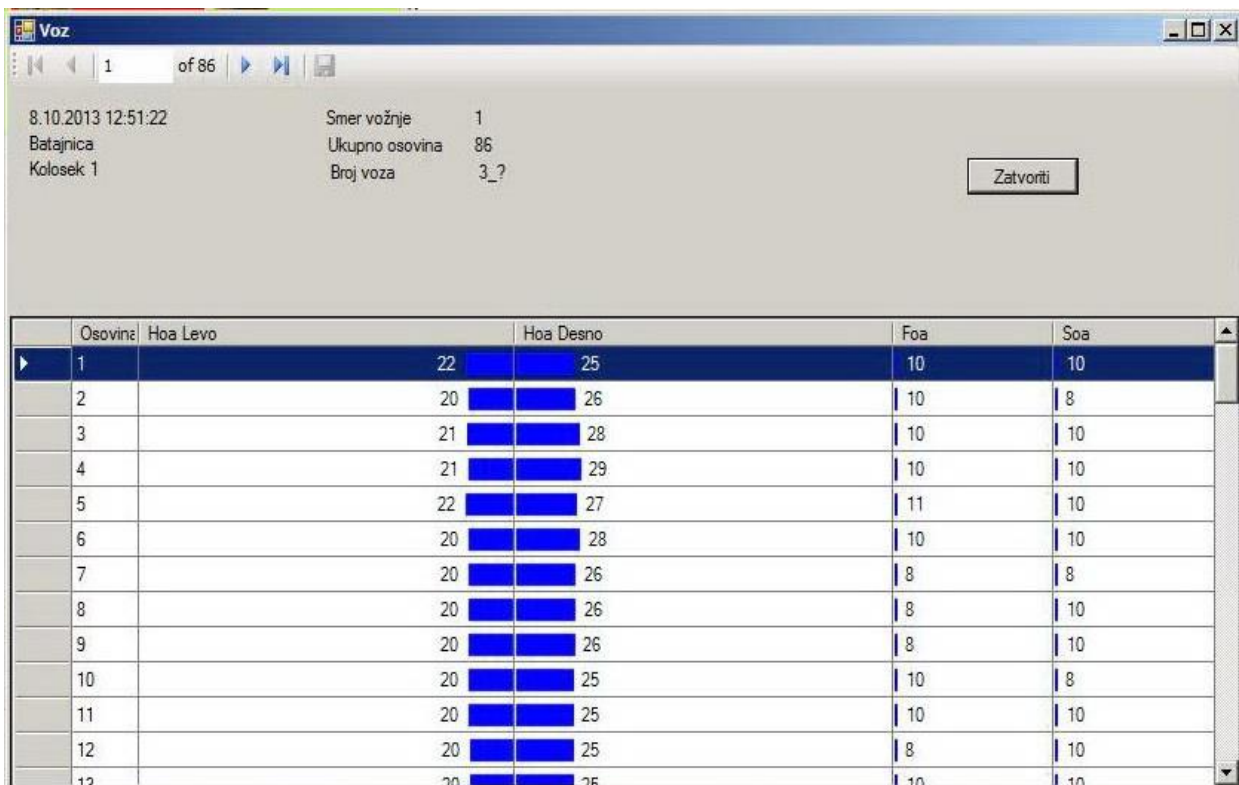
Код појаве аларма аларма, загрејан лежај, воз се одмах зауставља и приступа се техничком прегледу у уз већ дефинисану процедуру за овакве појаве, слика 6.18.



**Слика 6.18** Приказ аларма за загрејан лежај

Софтвер даје могућност увида у комплетан извештај свих аларма и измерених вредности, као што је приказано на слици 6.19 .

**6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ**



**Слика 6.19** Приказ извештаја за измерене температуре:кућишта, тела точка и диска

Уколико имамо прекорачено дозвољено оптерећење пруге на овој деоници, појавиће се аларм са симболом стрелице усмерене на доле (↓), за оптерећење веће од 22,51 t по осовини. Приказ извештаја таквог аларма дат је у прилогу 9, за воз 45625 од 11.11.2013. године у 18.13 минута.

Регитровани подаци са мерног места, повлаче конкретне прописане процедуре у самим станицама Батајница и Стара Пазова, а форми дате у табели 6.2 и 6.3, чине основу за даљу обраду стручних служби Сектора за техничко клске послове.( Уприлогу 7, дат је приказ евидентираних возова на којима је алармирана техничка или експлоатациона неисправност).

Овакав процес прате економски параметри, који су директна последица квалитетног надзора и степена технолошких промена у квалитету мониторинга и одржавања, јер да би сву штету, према OUK/AVV, сносила железница корисница, односно ЖС. Поред тога, скратили смо транзит ових кола кроз територију ЖС и избегнута су и непотребна задржавања кола у станици смене саобраћаја приликом предаје суседној железничкој управи. Због прпуста у одржавању или експлоатацији одређен број кола је морао бити искључен у самој станици чиме су спречене веће штете пре свега на инфраструктури а потом и на колима.(Прилог 8).



6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ

Табела 6.2 Резултати регистрованих возова на мерној станици Батајница

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
datum	VREME ALARMA	BRZINA VOZA (km/h)	BRZINA VOZA (km/h)	KOLOSEK	UKUPNO ALARMA	OZNAČITI VRSTE ALARMA KOJI SU AKTIVIRANI KOD VOZA	INTERVENCIJA NA VOZU	PROBA KOČNICE	VOZ OTPREMNI EN. LI.	NAPOМЕНА	BR. TELEGRAMA I NAROČ. POŠILJKE I DATUM	PREGLEDAČ KOJA	LOKOMOTIVA	VRSTA VOZA	ISKLJUČENJE U STANICI	U PRADOMICI	TK 66	SAOBRAĆAJ	POSTUPAK SA KOJIMA												
1	17.10.13	7.48h	53201	41km/h	1	3	X X			javljeno makišu		Milovanović S.	*																		
2	17.10.13	11.03h	40837	74km/h	1	2	X			prekoračenje os.pritiska na 5 os. 23,96 i na 6 os. 23,71		Milovanović S.	*																		
3	17.10.13	18.05h	53203	60km/h	1	1	X			javljeno makišu		Milovanović S.	*																		
4	17.10.13	18.17h	52401	44km/h	1	8	X X			javljeno makišu		Milovanović S.	*																		
5	17.10.13	22.17h	46980	64km/h	1	1	X			prekoračenje os.pritiska na 6 os. 22,64		Ivanović V.	*																		
6	17.10.13	22.54h	44623	57km/h	1	1	X			prekoračenje os.pritiska lokomotive na 2 os. 22,90		Ivanović V.	LOK																		
7	18.10.13	7.20h	40775	51km/h	1	3	X			prekoračenje os.pritiska na 2 os. (lok) 22,99; 83 os. 23,41; 84 os. 24,62		Spasić N.	*																		
8	18.10.13	18.45h	45625	60km/h	1	1	X			prekoračenje os.pritiska na 29 os. 22,54		Milovanović S.	*																		
9	18.10.13	19.53h	46869	69km/h	1	1	X			prekoračenje os.pritiska na 6 os. 22,86		Milovanović S.	*																		
10	20.10.13	14.23	52263	74km/h	1	1	X			javljeno spoljinjoi		Regić S.	*																		
11	21.10.13	21	47261	60km/h	1	3	X X			na lok.461		Regić S.	LOK																		
12	21.10.13	21.14	52291	63km/h	1	5	X			5 alarma za FL (*) javljeno nad. Peron		Regić S.	*																		
13	22.10.13	1.27	52403	62km/h	1	12	X			javljeno makišu		Regić S.	*																		
14	22.10.13	1.46	53201	54km/h	1	2	X			javljeno makišu		Regić S.	*																		
15	22.10.13	2.06	52643	29km/h	1	2	X X			javljeno spoljinjoi		Regić S.	*																		
16	22.10.13	2.29	40633	51km/h	1	6	X			os. Prit.63,64,69;70;75;76		Regić S.	*																		
17	22.10.13	7.22h	47603	40km/h	1	2	X X			javljeno topcideru		Spasić N.	*																		

Ови подаци представљају оквир за сагледавање зависности техничких мана на колима у односу на измерене вредности, као и дефинисање даљих поступака у циљу спречавања већих оштећења. Тренутно је пробелем то што се може реаговати у случајевима када су измерене вредности испод дефинисаних вредности за укључење аларма. Проблеми овог типа се решавају управо са већим бројем мерних станица и праћењем развоја, рецимо температуре или величине равнoг места.

**6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ**

**Наставак табеле 6.3 Резултати регистрованих кола на мерној станици Батајница**

red br.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	VRSTA ALARMA										T	U	V						
											K	L	M	N	O	P	Q	R	S	HOA				HL	HOA	HL			
	Datum	Broj voza	MESTO	KOLOSEK	BROJ KOLA					Sopst.	Razlog isključenja										Olistan za radionicu	Preduzete mere							
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
2	1/11/13	46877	Batajnica	1	24	80	293	3059-9	DB																	Vaz. kocnica isključena,kola olistana sa tk-66	saobraćaj		
3	1/11/13	46877	Batajnica	1	24	80	293	3040-9	DB																		Vaz. kocnica isključena,kola olistana sa tk-66	saobraćaj	
4	6/11/13	40763	Batajnica	1	33	68	495	4211-1	A-AE																		Vaz. kocnica isključena,kola olistana sa tk-66	saobraćaj	
5	1/12/13	42801	Batajnica	1	21	78	442	3023-5	Ht																		Vaz. kocnica isključena,kola olistana sa tk-66	saobraćaj	
6	8/12/13	41503	Batajnica	1	31	53	066	7248-8	CFR	X																	alarm zagr. kuciste u br.48 75 °C toplo javljeno Bgd spoljna da izvrsi dodatni pregled	saobraćaj	
7	20.12.2013	40773	Batajnica	1	33	88	456	3923-0	5-#B																		Ravna mesta u br.7(70mm) i u br.8(110mm)	Bgd-Ranž.	
8	28/12/13	45625	Batajnica	1	21	80	2462	628-3	D-DB																		Ravno mesto 100mm	Bgd-Ranž.	
1	8/1/14	45612	S.Pazova	2	33	80	7920	359-6	DB																		temperatura tela tocka na osovinama 7.kola 169,182,229 i 263 C, S48 zatagnut, u st. N. Pazova kocnica isključena		
2	15/1/14	46863	Batajnica	1	21	81	2471	374-2	A-0BB																		Ravna mesta u 1L i 1D 100mm	Bgd-Ranž.	
3	17/1/14	45651	Batajnica	1	31	55	6666	268-2	H-RCH																		Ravno mesto u br.6 80mm,dubine 1mm; nepravilno naleganje kocionih umetaka u br.7	Bgd-Ranž.	
4	22/1/14	53201	Batajnica	1	33	72	7868	643-0	ŽS																		ravno mesto 35mm	saobraćaj	
5	31/1/14	53203	Batajnica	1	33	52	7648	180-8	BDŽ																		Vazd.kocnica bila isključena, a kola olistana sa TK66,TK34	Bgd-Ranž.	
6	31/1/14	40770	S.Pazova	2	33	68	4953	155-1	A-AE																		ravno mesta > 100mm	Bgd-Ranž.	
																											pri pregledu ustanovio da koc.sporo optoceni mernia z. u razv. u ovom ocol. b. u. l. u.		

Аларм који нас упозорава на техничку неисправност: загрејаност лежишта, загрејаност тела точка, загрејаност диска и неправилности на трчећој површини, може бити калибрисан и на строжији критеријум, превентивно, и у функцији и броја мерних станица на том делу мреже. Аларми који нам сугеришу на прекорачење оптерећења по точку и осовини, до сада нису третирани стриктно, односно, кола су настављала вођњу



без задржавања, из разноразних разлога (немогућност вагања, временских ограничења, необученост оперативца и сл.).

Генерално се може рећи да се свака превентивна мера, односно улагање у превентивне радове ради повећања поузданости возила, у релативно кратком року вишеструко исплати. Статистички подаци имобилизације теретних кола, разлози одбијања пријема у станицама смене саобраћаја, партиципирање разреда неисправности 4 и 5 у броју искључених кола, који имају директни утицај на безбедност, указују да је исте потребно детектовати још у току кретања воза. То се посебно односи на неисправности осовинских склопова и кочница.

### 6.3.1 БАЗА ПОДАТАКА СА СКЛАДИШТЕЊЕ ПОДАТАКА СА МЕРНИХ СТАНИЦА

Мерна станица Батајница опремљена је процесним рачунаром који је намењен за складиштење, обраду и приказ података добијених са мерних уређаја. За приказ измерених података и извештавање о нерегуларностима користи се Windows апликација коју испоручује произвођач мерне опреме заједно са опремом. За сваки воз који прелази преко мерне станице приказују се подаци добијени са различитих мерних уређаја [37]. У случају појаве неке нерегуларности на возу који прелази преко мерне станице, апликација се оглашава звучним алармом и визуелно приказује регистроване нерегуларности. На тај начин рад мерне станице директно утиче на подизање нивоа безбедности железничког саобраћаја, одржавање возних средстава и инфраструктуре, који се одвија на прузи број 5. Међутим, постојећа апликација не омогућава генерисање нових упита над измереним подацима. Да би рад мерне станице био у служби оптимизације одржавања возних средстава, требало би омогућити периодичне сложеније анализе података добијених са мерне станице [87]. Како постојећа апликација не омогућава такве анализе измерених података, у оквиру овог рада пројектована је и креирана база података која би то омогућила. База која је описана у наставку омогућава прихватање и обраду података и са других мерних станица, које би се у будућности биле инсталиране.

### 6.3.2 СТРУКТУРА БАЗЕ ПОДАТАКА

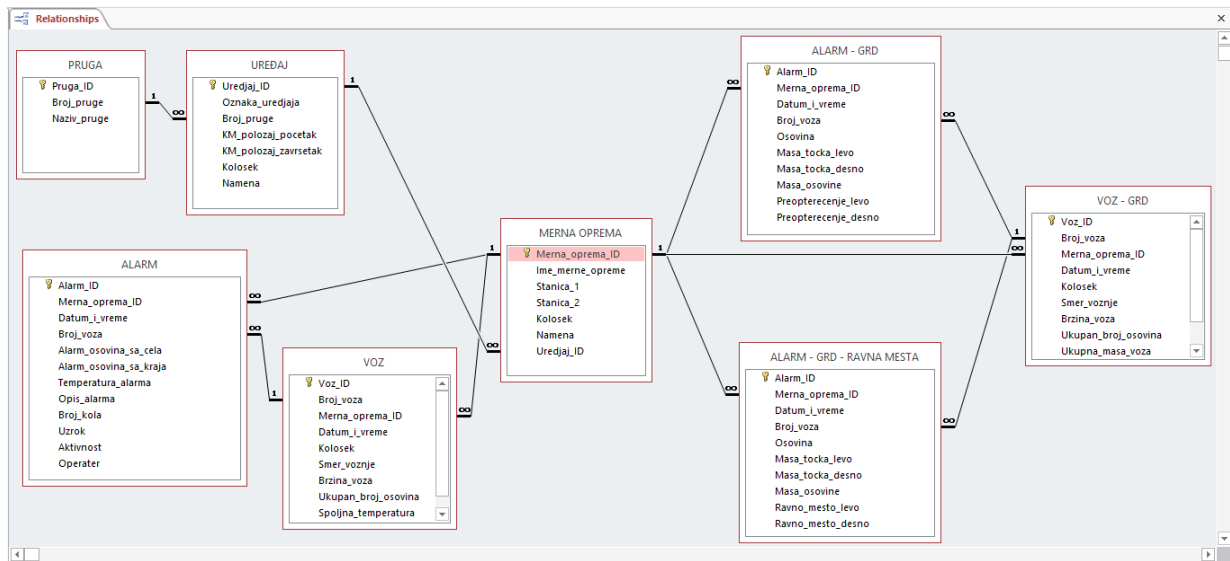
Основна идеја била је да се пројектује база података која ће с једне стране доследно моделирати мерну станицу и физичке величине које она мери, а с друге стране омогућити генерисање нових упита по потреби [54]. На основу података које приказује постојећа апликација, развијен је релациони модел података, а затим према том моделу формирана релациона база података **DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS**<sup>1</sup>. База је креирана у релационом систему за управљање базама података Microsoft Access 2013. Структура новоформиране базе података приказана је на слици 6. 20.

Основни ентитети релационог модела података су: пруга, уређај, мерна опрема, воз и

---

<sup>1</sup> Сви ентитети, атрибути, релације и упити који су дефинисани у бази података исказани су латиничним писмом као и у примењеном софтверу.

аларм [55]. С обзиром на то да различита мерна опрема генерише различите податке о возу који наилази преко ње, појму воз из реалног система одговарају два ентитета у релационом моделу: **VOZ** и **VOZ – GRD**. Слично, појму аларма (упозорења на нерегуларност) из реалног света одговарају чак три ентитета у релационом моделу: **ALARM**, **ALARM – GRD** и **ALARM - GRD – RAVNA MESTA**. Наведени ентитети моделирају различите врсте аларма, које генеришу различити уређаји. Следе описи структура табела базе података, из којих се могу уочити поменуте различитости. Ентитет **PRUGA** моделира истоимени појам из реалног система мреже пруга ЖС и има за циљ да омогући анализу регистрованих нерегуларности техничког стања возних средстава са аспекта пруге на којој је нерегуларност откривена. Овај ентитет моделиран је основним атрибутима: **Број пруге** и **Назив пруге**, који се користе на мрежи пруга.



Слика 6.20 Шема базе података DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS

Ентитет **UREDJAJ** моделира различите врсте уређаја који се налазе на колосеку, а који се састоје од различите мерне опреме и омогућавају мерења одређених параметара техничког стања возних средстава. Ова табела омогућава анализу регистрованих нерегуларности техничког стања возних средстава са аспекта колосека и километарског положаја на колосеку на којем је нерегуларност откривена. Таква анализа могла би да идентификује пружне деонице на којима се нерегуларности региструју чешће него на осталим, уколико такве деонице постоје.

Ентитет **MERNA OPREMA** моделира различите врсте мерне опреме [54,55], као што су:

- Опрема за откривање прегрејаних лежишта осовинских склопова (**HOA**) која мери температуру лежишта осовинског склопа;
- Опрема за детекцију блокирања осовинског склопа при кочењу (**FOA**) која мери температуру тела точка 2 см изнад ГИШ-а (горња ивица шине);
- Опрема за детекцију прегрејаних диск кочница (**SOA**) која мери температуру диск кочница;
- Опрема за мерење масе кола и осовине (**GRD**) која мери силу којом точак делује на шину на месту контакта точка и шине и детектује равна места на точку уколико постоје.

Ентитет **VOZ** моделира возове који прелазе преко мерне опреме за детекцију прегревања

(НОА, FOA, SOA). Значајни атрибути овог ентитета су: **broj voza, datum** и **vreme, kolosek, smer voznje, brzina voza и spoljna temperatuta**. Ентитет **VOZ – GRD** моделира возове који прелазе преко мерне опреме за мерење масе кола и осовине и идентификовање равних места на точку уколико постоје (**GRD**). Ентитет **VOZ – GRD** има атрибут укупна маса воза, који ентитет **VOZ** нема.

Ентитет **ALARM** моделира аларме – упозорења која генеришу мерења мерне опреме: НОА, FOA и SOA. Важни атрибути овог ентитета су: **datum** и **vreme, alarm osovina sa cela voza, alarm osovina sa kraja voza, temperatura alarma** и **opis alarma**. **Alarm osovina** је редни број осовине код које је измерена нерегуларна температура. **Temperatura alarma** је измерена температура лежишта осовинског склопа, точка или диск кочнице при којој се активирао аларм. Атрибут **opis alarma** показује о којој врсти мерења је реч: НОА, FOA или SOA и која врста прегревања је у питању топло или вруће. Свака инстанца ентитета **ALARM** повезана је са једном инстанцом ентитета **VOZ** и једном инстанцом ентитета **MERNA OPREMA**, тако да се за свако упозорење зна који воз га је изазвао и која мерна опрема је измерила нерегуларне вредности.

Ентитет **ALARM – GRD** моделира аларме - упозорења, која генеришу мерења осовинских оптерећења. Важни атрибути овог ентитета су: датум и време, осовина, маса точка лево, маса точка десно, маса осовине, преоптерећење лево и преоптерећење десно. Свака инстанца ентитета **ALARM – GRD** повезана је са једном инстанцом ентитета **VOZ – GRD** и једном инстанцом ентитета **MERNA OPREMA**. Ентитет **ALARM – GRD – RAVNA MESTA** моделира аларме - упозорења која генерише детекција равних места на точковима. Важни атрибути овог ентитета су: **datum** и **vreme, osovina, ravno mesto levo** и **ravno mesto desno**. Свака инстанца ентитета **ALARM – GRD – RAVNA MESTA** повезана је са једном инстанцом ентитета **VOZ – GRD** и једном инстанцом ентитета **MERNA OPREMA**.

### 6.3.3 УПИТ НАД БАЗОМ ПОДАТАКА

База података **DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS** креирана је са циљем да подаци добијени са мерних станица постану доступни за даљу употребу и обраду. Колика је употребна вредност ове базе података постаје јасно тек када се над њом креирају упити. На слици 6.21. и 6.22, приказани су резултати извршавања четири изабрана упита из ове базе података. Први упит генерише списак свих мерних уређаја, груписаних по пругама и колосецима. Други упит креира списак свих аларма проузрокованих разним врстама прегревања осовинских склопова возила. Трећи упит формира списак свих возова које детектује уређај за мерење осовинских оптерећења.

**6. ВЕРИФИКАЦИЈА ДИЈАГНОСТИЧКОГ СИСТЕМА У ПРОЦЕСУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ**

Broj pruge	Kolosek	Oznaka uređaja	KM položaj - početak	KM položaj završetak	Namena
5	1	E2-TK99	22+951,66	22+951,66	Uređaj za detekciju pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova
5	1	G-2000	22+979,86	22+990,66	Uređaj za merenje osovinskih opterećenja i ravnih mesta na t
5	1	A-RSR180	22+993,66	22+993,66	Uređaj senzora brojača točkova - osovinskih sklopova
5	1	E1-TK99	23+035,66	23+035,66	Uređaj za detekciju pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova
5	2	E1-TK99	22+951,66	22+951,66	Uređaj za detekciju pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova
5	2	A-RSR180	22+993,66	22+993,66	Uređaj senzora brojača točkova - osovinskih sklopova
5	2	E2-TK99	23+035,66	23+035,66	Uređaj za detekciju pregrejanih ležajeva osovinskih sklopova

Broj pruge	Merna opre	Ime merne o	Broj voza	Kolosek	Smer vožnje	Alarm osovi	Alarm osovi	Temperatura alarma	Opis alarma
5	100	Batajnica 1	126	1	2	8	17	243	HOA - levo razlika u temperaturi
5	103	Batajnica 3	129	1	2	12	13	224	SOA - pregrevanje

**Слика 6.21** Резултати првог и другог изабраног упита над базом података

Четврти упит генерише списак свих аларма проузрокованих преоптерећењима осовина или равним местима на точковима. Укупан број упита који је креиран над базом је много већи од приказаног, а што је још важније, неограничен је. Упити сестално могу додавати, модификовати, брисати, према потребама.

Broj pruge	Merna opre	Ime merne o	Broj voza	Datum i vreme	Osovina	Masa točka levo	Masa točka desno	Masa osovine	Preopterećenje levo	Preopterećenje desno
5	102	Batajnica - GRD	126	12.10.2012. 10:56:59	14	5,34	4,31	9,65		
5	102	Batajnica - GRD	127	12.10.2012. 10:52:37	56	18,82	14,47	33,29		
5	102	Batajnica - GRD	128	12.10.2012. 10:54:21	4	18,82	9,13	27,95		
5	102	Batajnica - GRD	130	12.10.2012. 10:26:39	34	19,91	9,39	29,3		

Broj pruge	Oznaka uređa	Merna oprema	Broj voza	Datum i vreme	Kolosek	Smer vožnje	Brzina voza	Ukupna broj osovina	Ukupna mas	Ukupna broj alarma
5	G-2000	102	125	12.10.2012. 11:00:09	1	2	115	10	98,56	0
5	G-2000	102	126	12.10.2012. 10:56:59	1	2	116	24	221,58	1
5	G-2000	102	127	12.10.2012. 10:52:37	1	2	98	72	906,56	1
5	G-2000	102	128	12.10.2012. 10:54:21	1	2	129	10	125,78	1
5	G-2000	102	129	12.10.2012. 10:39:12	1	2	129	24	320,15	0
5	G-2000	102	130	12.10.2012. 10:26:39	1	2	78	72	889,14	1

**Слика 6.22** Резултати извршавања трећег и четвртог изабраног упита над базом података

Над овом базом креирано је мноштво извештаја, а према потребама могу се креирати нови извештаји или модификовати постојећи. Извештаји су веома моћан алат који омогућава груписање и сортирање записа, као и приказ изабраних података прилагођен за штампање. Извештај на слици 6.23 приказује за свака кола укупан број аларма одређене врсте, који се код њих јавио.

Извештај на слици 6.23 омогућава лако идентификовање кола са највећим бројем аларма, док извештај на слици 6.24 приказује детаљније податке о алармима груписане према врсти аларма и броју кола. За свака кола могу се видети подаци о свим алармима који су се код њих јавили: датум и време јављања аларма, број воза и температура аларма. Температура аларма је температура одређеног дела осовинског склопа на којем је регистрована нерегуларност.

Укупан број аларма према врсти аларма и броју кола		
Opis alarma	Broj kola	Ukupan broj alarma
HOA - desno razlika u temperatur	50 80 2173 225 1	1
HOA - levo razlika u temperaturi	50 80 2134 234 3	2
	50 80 2173 225 1	3
SOA - pregrevanje	50 81 2312 124 2	3

Слика 6.23 Извештај **Укупан број аларма** према врсти аларма и броју кола

Spisak alarma prema vrsti i broju kola			
Opis_alarma	HOA - desno razlika u temperaturi		
Broj_kola	50 80 2173 225 1		
	Datum i vreme	Broj_voza	Temperatura alarma
	12.11.2012. 10:54:12	<input type="text" value="1"/>	213
Opis_alarma	HOA - levo razlika u temperaturi		
Broj_kola	50 80 2134 234 3		
	Datum i vreme	Broj_voza	Temperatura alarma
	30.10.2012. 10:54:23	<input type="text" value="2"/>	215
	29.10.2012. 10:55:45	<input type="text" value="2"/>	222
Broj_kola	50 80 2173 225 1		
	Datum i vreme	Broj_voza	Temperatura alarma
	23.11.2012. 10:50:13	<input type="text" value="1"/>	267
	28.10.2012. 10:58:45	<input type="text" value="2"/>	235
	12.10.2012. 10:56:39	<input type="text" value="2"/>	243
Opis_alarma	SOA - pregrevanje		
Broj_kola	50 81 2312 124 2		
	Datum i vreme	Broj_voza	Temperatura alarma
	25.10.2012. 10:13:23	<input type="text" value="5"/>	256
	23.10.2012. 10:15:24	<input type="text" value="5"/>	209
	12.10.2012. 10:17:50	<input type="text" value="5"/>	224

Слика 6.24 Извештај **Spisak alarma** према врсти и броју кола

База података **DIJAGNOSTIKA VOZNIH SREDSTAVA ZS** омогућава вишекритеријумску анализу техничког стања возних средстава ЖС и транзитних вучених средстава других управа. Алати које база нуди су упити, извештаји и графикони. За коришћење ових алата нису потребна посебна знања из области информатике. База је креирана у релационом систему MS Access који је део широко распрострањеног програмског пакета MS Office, тако да није потребна куповина нових лиценци и инсталирање новог софтвера. Осим базе података, у истом окружењу могуће је креирати и апликацију која би представљала фронтални user- friendly део софтвера. Развој апликације над овом базом података може бити предмет даљих истраживања јер даје широк спектар могућности.



## 7. ПРИМЕНА КОНЦЕПТА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛЕГЕНЦИЈЕ У САОБРАЋАЈУ

---

Оптимизација је процес ка тежњи за максимално добро или минимално лоше у свим областима живота па и саобраћају. Исти је подложен разним корекцијама, егзактним или искуственим – хеуристичким методама. Егзактне методе су најпожељније, али често није могуће дефинисати математички модел који ће дати задовољавајуће резултате када се примени на "тешке" проблеме "великих" димензија (екстремне имобилизације вучних средстава, велики број спорних кола у станицама смене саобраћаја и сл.). За решавање таквих проблема користе се хеуристичке методе које су непоузданије, али се често примењују. Акцент је на релативно кратком времену тражења решења, будући да је у већини случајева, када је обим проблема велики, немогуће наћи егзактно решење у разумном времену. Одлика хеуристичких метода је да не постоји универзална метода која даје најбоља решења за све проблеме. Без обзира на ефикасност имплементације, ниједна хеуристичка метода не гарантује оптималност добијеног решења.

Да би се повећала ефикасност хеуристике, појављују се комбинације разних метода, тзв. хибридне методе [102]. Међутим, многи феномени у природи, друштву и технолошким системима не могу да се опишу и предвиде њихова понашања традиционалним приступом класичним математичким методама.

Ипак, реални системи су изузетно сложенији и најчешће су окарактерисани неизвесношћу. Један од таквих феномена је управљање употребом кола (искључење кола из саобраћаја – имобилизација кола, оправка кола и квалитет оправке и пријем, тј. њихово враћање у саобраћај). То су процеси који се суочавају са проблемима планирања у условима неизвесности услед разних непредвиђених околности. Многе улазне величине (карактеристике пруге, оптерећеност – пропусна моћ, правилна употреба, квалитет мониторинга и сл.) су стохастичког карактера и није их могуће егзактно одредити. У решавању оваквих проблема стохастичког карактера све више се примењују методе вештачке интелигенције [113].

Вештачка интелигенција је наука и инжењерство прављења интелигентних машина, а посебно интелигентних рачунарских програма. Појам вештачка интелигенција настао је 1956. године у Дартмуду, Хановер (САД), на скупу истраживача заинтересованих за теме интелигенције, неуронских мрежа и теорије аутомата. Постоји више дефиниција вештачке интелигенције. Марвин Минску каже: Вештачка интелигенција је наука која оспособи рачунар за обављање радњи које се означавају као интелигентне када их човек извршава [73]. Департман за вештачку интелигенцију у Единбургу дефинисао је вештачку интелигенцију као експерименталну науку чији је основни циљ разумевање интелигентног размишљања и акција.

Вештачка интелигенција представља савременију научно-истраживачку област која

подразумева методе, алатке и системе за решавање проблема у којима се захтева "људска" интелигенција.

То значи да ова техника симулира начин размишљања људи. Рачунарски програми вештачке интелигенције, уобичајено названи експертним системима одлучивања, у данашње време могу да обаве тешке задатке на истом нивоу као професионално тренирана људска бића. Већина програма је развијена за представљање знања, резонување (закључивање) и хеуристичко претграживање. Експертни систем је програм који је пројектован да моделира способности решавања проблема људског експерта у некој области [102].

Две ствари се, пре свега, моделирају у експертном систему: знање експерта и његово закључивање. Зато се експертни систем састоји из базе знања и машине закључивања (енг. Inference engine). Знање које нам експерт пружа може се представљати чињеницама, правилима, концептима или релацијама. Начин и проблем његовог представљања јесте репрезентовање знања, док начин и проблем закључивања на основу базе знања и задатих упита је питање техника закључивања. Експертски системи манипулишу симболичким подацима и не раде по унапред задатим алгоритмима. Проблеми које решавају су слабо структурирани и не подлежу математичком моделирању и формализму.

Разлике између конвенционалних програма, који се углавном употребљавају за обраду великих количина података нумеричког типа по дефинисаним алгоритмима и експертских система су у томе што експертни системи:

- користе хеуристику,
- представљају и користе знања уместо података,
- користе процесе закључивања уместо цикличних процеса,
- користе одвојени модел у коме знање и методе знања нису помешани,
- поседују знање које је организовано у облику података, тј. садрже базу знања и
- додају ново знање без репрограмирања.

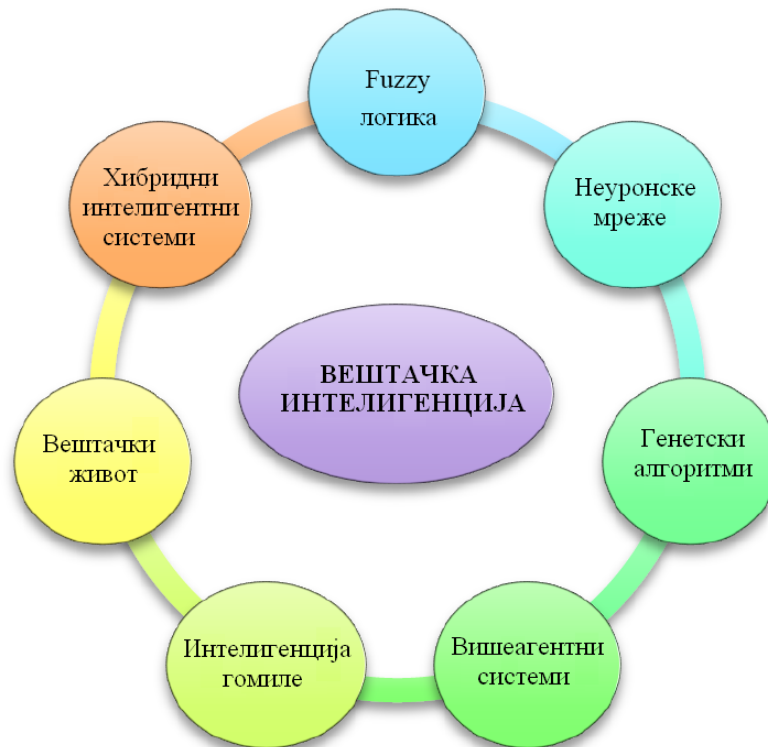
После низа истраживачких покушаја са циљем да се планирају и пројектују нове технике вештачке интелигенције, развијени су нови концепти [75], а неки од њих су: (слика 7.1)

- fuzzy логички системи (*fuzzy logic systems*),
- вештачке неуронске мреже (*artificial neural networks*),
- генетски алгоритми (*genetic algorithms*),
- вишеагентни системи (*multi-agent systems*),
- интелигенција гомиле (*swarm intelligence*),
- вештачки живот (*artificial life*) и
- хибридни интелигентни системи (*hybrid intelligent systems*).

Могућност примене вештачке интелигенције у саобраћају и транспорту је изузетно широка а у железничком саобраћају може се користити за: решавање проблема краткорочних потражњи путника у железничком саобраћају [112], израду реда вожње у железничком саобраћају [29], за предвиђање Anti-slide контролног система за детекцију радног статуса радног точка [12], [74], за контролу система у возовима великих брзина [61] управљање и правилном употребом кола, подршку у систему одржавања према стању, а тиме и у побољшање у организацији саобраћаја односно директан утицај на квалитет транспорта робе [126], [105], [124] и [125].

У оквиру вештачке интелигенције је, исто тако, развијен концепт хибридних интелигентних система, који могу бити комбинација [66]:

- неуронских мрежа и fuzzy логике,
- генетских алгоритама и fuzzy логике,
- табу претраге и fuzzy логике,
- симулираног каљења и неуронских мрежа и
- симулираног каљења и fuzzy логике.



Слика 7.1. Концепти вештачке интелигенције

Класични концепти вештачке интелигенције (fuzzy логика и вештачке неуронске мреже) су описани у наставку, а потом и хибридни neuro-fuzzy интелигентни системи. Ови концепти су коришћени у дисертацији за решавање проблема одређивања локације мерних станица за теретна кола на мрежи “ЖС”.

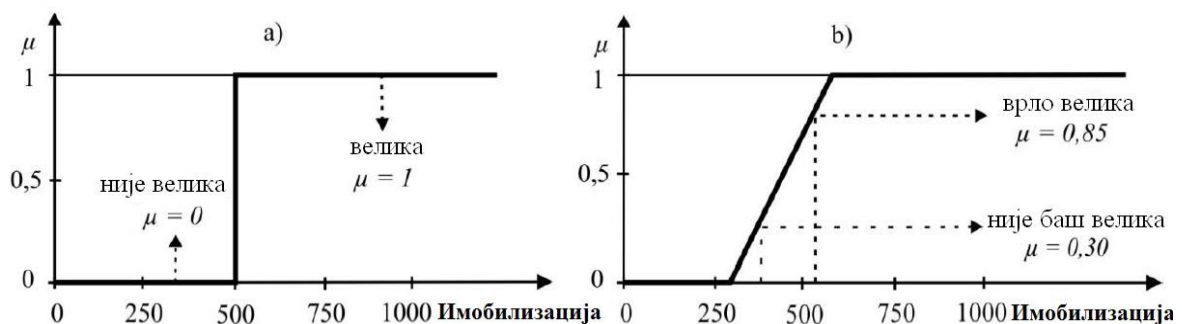
## 7.1. FUZZY ЛОГИКА

Fuzzy логика је настала као последица покушаја да се моделира човеково размишљање, искуство и интуиција у процесу доношења одлука на основу непрецизних података. Погодна је за изражавање неодређености и неизвесности. Примена fuzzy логике се показала као одлична у оним моделима у којима су интуиција и процена примарни елементи [9].

За објашњење значења термина fuzzy логике може се искористити објашњење Задеха који је њен идејни стваралац [110]. Мозак поседује способност да манипулише перцепцијама растојања, величине, тежине, боје, брзине, времена, смера, силе, броја и осталих карактеристика физичких објеката. Манипулација перцепцијама игра кључну

улогу у процесима сазнавања и доношења одлука, а перцепције су расплинуте (fuzzy). Fuzzy је енглеска реч која би могла да се преведе као расплинуто, магловито, нејасно, мутно [111]. По његовој теорији, fuzzy логика може да има два различита значења. У ужем смислу, fuzzy логика је логички систем који представља проширење класичне логике. У ширем смислу, fuzzy логика је већином синоним за теорију fuzzy скупова, теорију која се односи на класу објеката са нејасним границама чија се припадност мери одређеним степеном. Битно да се препозна да је суштина fuzzy логике веома различита од суштине класичне логике коју је учврстио још Аристотел у античкој Грчкој. Конвенционална логика се заснива на јасним и прецизно утврђеним правилима, а почива на теорији скупова да неки елемент може да припада или не припада одређеном скупу. Ако то математички представимо, каже се да је степен припадности скупу 1 ако елемент припада скупу или 0 ако елемент не припада. Тако су овакви скупови, па са њима и логика, названи енглеском речи "*crisp*", чије значење је јасан, бистар.

Насупрот конвенционалној логици, у fuzzy логици није прецизно дефинисана припадност једног елемента одређеном скупу, већ се припадност мери у процентима. Елементи у fuzzy скупу могу делимично да припадају скупу и користе се бројеви из интервала  $[0, 1]$ , што је много ближе реалности, људском размишљању и изражавању [88]. Велики број скупова са којима се сусрећемо у реалности нема прецизно одређене границе које раздвајају елементе у скупу од елемената изван скупа [1109]. Узмимо као пример одређивање функције припадности величине броја искључених кола из саобраћаја. Код класичног скупа, граница припадности би била оштро одређена једном прекидном функцијом (слика 7.2 а).



Слика 7.2. Функција припадности: а) конвенционална функција и б) континуална функција fuzzy скупа

У посматраном примеру усвојена је граница (500 јединица одређеног броја кола) од које се број искључених кола сматра великом. Ако је број искључених кола мањи од 500 сматра се да је број оптималан, тј. није "велики". На пример, експерт из ове области каже да је број искључених кола око 500 јединица. Питање је да ли је он велики? Fuzzy логиком можемо представити величину броја искључених кола на следећи начин (слика 7.2 б)): за степен припадности  $\mu = 0,30$  број искључења износи 360 јединица одређеног броја кола и степен истинитости да је "велики" износи 30 %, док за  $\mu = 0,85$  број искључења износи 550 јединица и степен истинитости да је он "велики" је 85 %. Овакав приступ омогућава прецизније презентовање непрецизних исказа.

Све ово нам користи да што боље објаснимо динамику система кроз лингвистичку представу знања о процесу. Вредности лингвистичке променљиве су речи или реченице. Што боље разумемо процес, лингвистичка представа његовог понашања ће бити прецизнија и самим тим довести до бољег fuzzy модела. Рачунање речима је

инспирисано способностима људи да извршавају велики број различитих физичких и менталних задатака без икаквих мерења и израчунавања.

Класичан скуп је дефинисан тако да дели све елементе универзалног скупа у две категорије: своје чланове и оне који то нису. Сваки класичан скуп се може дефинисати преко карактеристичне функције:

$$\mu_A = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (7.1)$$

Fuzzy и скуп  $\check{A}$ <sup>12</sup> и скуп X могу се дефинисати као скуп уређених парова [109]: где је:

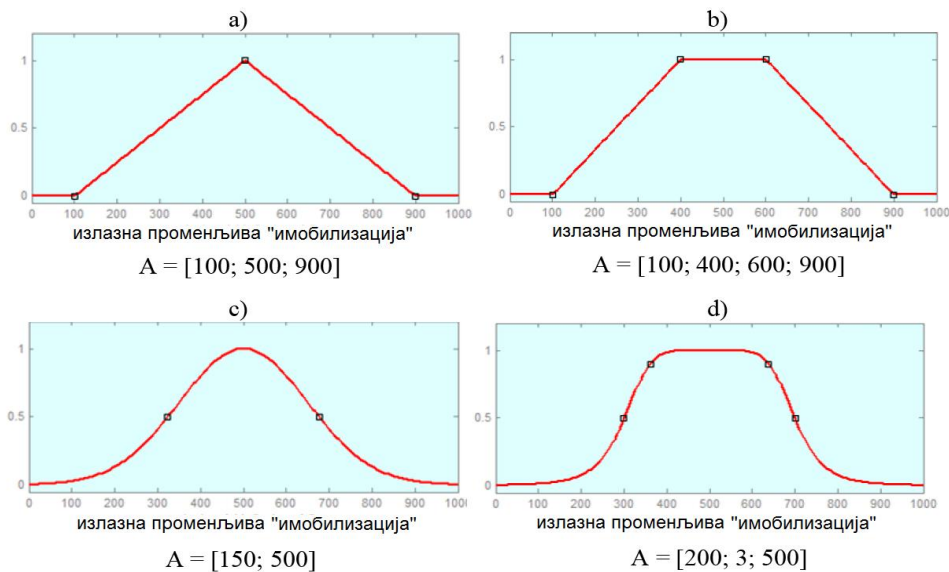
X- скуп разматрања на којем је дефинисан fuzzy скуп A,  
 $\mu_A(x)$ - функција припадности елемента x скупу A.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, 0 \leq \mu_A(x) \leq 1\} \quad (7.2)$$

Fuzzy логика уводи појам функције припадности која се интерпретира као степен истинитости тврдње и на тај начин је "ближе" повезана са проблемима и догађајима из свакодневног живота.

Сваки fuzzy скуп је у потпуности одређен својом функцијом припадности која представља степен припадања елемената x fuzzy скупу A:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1] \quad (7.3)$$



**Слика 7.3.** Облик функције припадности fuzzy скупу "имобилизација":  
 а) троугласти, б) трапезоидни, ц) Гаусовски и д) звонасти

Fuzzy бројеви се дефинишу као конвексни нормализовани fuzzy скупови. Fuzzy скуп је нормализован ако бар један елеменат припада том скупу са степеном припадности 1.

Скуп A је конвексан fuzzy скуп уколико је:

$$\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \mu_A(x_1) \wedge \mu_A(x_2), \text{ за } x_1, x_2 \in X, \lambda \in [0,1] \quad (7.4)$$

Према fuzzy теорији избор функције припадности, односно облика функције и ширине интервала

<sup>1</sup> 1 Fuzzy скуп  $\check{A}$  уствари представља fuzzy подскуп скупа A. У даљем раду ће се задржати назив fuzzy скуп с обзиром на то да се у пракси чешће користи, водећи рачуна о томе да се ради само о једном пресликавању дефинисаном на скупу A

поверења, најчешће се изводи на основу субјективне процене или искуства. Најчешћи облици функције припадности су: троугласти, трапезоидни, Гаусовски и звонасти (слика 7.3).

Троугласти fuzzy број се дефинише са три параметра  $A = [a; b; c]$ , што је на примеру fuzzy броја приказаног на слици 7.3 а)  $A = [100; 500; 900]$ . Функција припадности се представља као:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 100 \\ \frac{x-100}{400}, & 100 \leq x \leq 500 \\ \frac{900-x}{400}, & 500 \leq x \leq 900 \\ 0, & 900 \leq x \end{cases} \quad (7.5)$$

или

$$\mu_A(x) = \max\left(\min\left(\frac{x-100}{400}, \frac{900-x}{400}\right), 0\right) \quad (7.6)$$

Трапезоидни fuzzy број се дефинише са четири параметра  $A = [a; b; c; d]$ , што је на примеру fuzzy броја приказаног на слици 7.3 б)  $A = [100; 400; 600; 900]$ . Функција припадности се представља као:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 100 \\ \frac{x-100}{300}, & 100 \leq x \leq 400 \\ 1, & 400 \leq x \leq 600 \\ \frac{900-x}{300}, & 600 \leq x \leq 900 \\ 0, & 900 \leq x \end{cases} \quad (7.7)$$

или

$$\mu_A(x) = \max\left(\min\left(\frac{x-100}{300}, 1, \frac{900-x}{300}\right), 0\right) \quad (7.8)$$

Гаусовски fuzzy број се дефинише са два параметра  $A = [\sigma; c]$ , што је на примеру броја приказаног на слици 7.3 ц)  $A = [150; 500]$ . Функција припадности се представља као:

$$\mu_A(x) = e^{-\frac{(x-500)^2}{45000}} \quad (7.9)$$

Звонасти fuzzy број се дефинише са три параметра  $A = [a; b; c]$ , што је на примеру броја приказаног на слици 7.3 д)  $A = [200; 3; 500]$ . Функција припадности се представља као:

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-500}{200}\right|^6} \quad (7.10)$$

Применом fuzzy логике се остварују бројне предности:

- користе се лингвистичке променљиве уместо квантитативних променљивих у приказивању непрецизних података,
- велика толеранција код коришћења непрецизних података,
- флексибилност при коришћењу,
- једноставност за разумевање,
- може се користити заједно са конвенционалним техникама управљања и
- искуства експерата су основа за дефинисање fuzzy система.

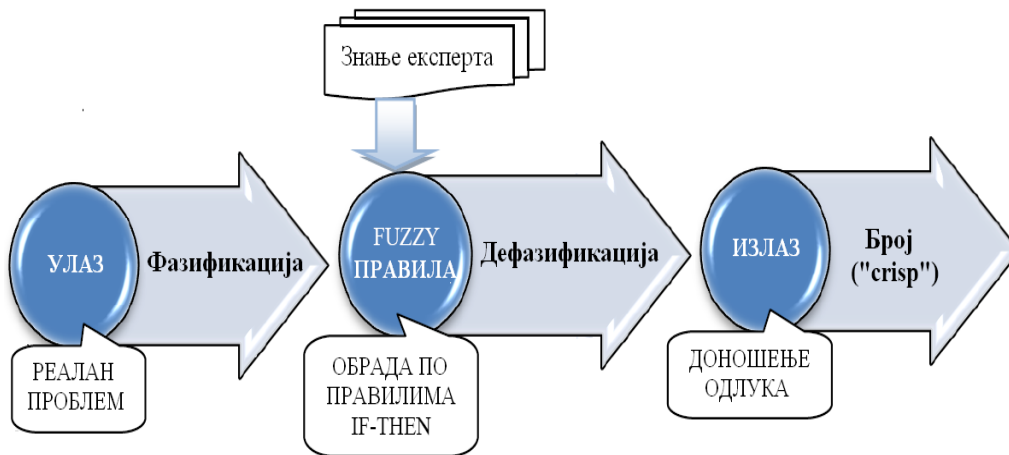
Значајну примену fuzzy логика има у случајевима када не постоји одговарајући математички модел за приказ неког комплексног процеса и када је неопходно користити



знање експерта. Коришћењем различитих техника моделирања заснованих на fuzzy логици решава се широк спектар проблема и омогућава доношење правилних закључака. Fuzzy логика користи искуство експерта у форми лингвистичких правила, а механизам апроксимативног резоновања даје управљачку одлуку за конкретан случај.

Fuzzy систем закључивања се састоји из следећих процеса (слика 7.4) [101]:

- дефинисања улазних променљивих,
- фазификације,
- фази закључивања и
- дефазификације.



Слика 7.4. Структура fuzzy система закључивања

### А) Дефинисање улазних променљивих

У fuzzy систему, улазне променљиве су лингвистичке променљиве, чије вредности су исказане речима или реченицама "природним" језиком (нпр. мали обим саобраћаја, временски услови и сл.). Те променљиве се називају fuzzy променљивим. Њихова вредност се кроз процес фазификације често субјективно процењује посматрањем, интуицијом или на основу искуства. Одређени број елемената или карактеристика везаних за област истраживања, а коју обухвата fuzzy систем, именује се за улазне променљиве. Свака улазна променљива је подељена у одређене појмове који уствари представљају fuzzy подскупове у основном скупу улазне променљиве (нпр. мала, средња и велика имобилизација).

### Б) Фазификација

Фазификација представља пресликавање нумеричких вредности улаза  $x$  у fuzzy скуп:

$$F: X \rightarrow X^{FUZ} \quad (7.11)$$

Где су са  $X^{FUZ}$  представљени сви fuzzy скупови који се могу дефинисати над доменом  $X$ .

Фазификација се састоји из:

- Превођења улазних лингвистичких променљивих (реалних података) у fuzzy

скуп. То се постиже преко функција припадности, које приказују степен истинитости неке тврдње. Карактеристике fuzzy скупа, којим се представљају улазне променљиве, у потпуности зависе од дефинисања вредности променљивих и избора функција припадности.

- Избора излазних променљивих које представљају резултат fuzzy система.

## В) Fuzzy закључивање

После избора улазних и излазних променљивих, те њиховог пресликавања у функције припадности, неопходно је формирати базу fuzzy правила. Fuzzy правила садрже знање о томе како је најбоље управљати процесом и заснива се на колекцији *if - then (ако - онда)* правила.

Максимално могући број правила је одређен бројем улазних величина и бројем лингвистичких вредности. Ако је број улаза  $n$ , а број лингвистичких вредности за сваку улазну величину  $m$ , онда је максималан број правила у случају свих комбинација  $m^n$ . Некада се дешава да ако једна променљива има одређену вредност, друга улазна променљива нема никакав утицај, јер правила нису сасвим прецизна. То је зато што променљиве узимају лингвистичке вредности из ограниченог скупа, па самим тим имамо и ограничени скуп правила. Fuzzy правила повезују улазне променљиве са излазним променљивима, односно услове са одређеним радњама које треба извршити. Форма правила се може описати листом *ако – онда* тврђења, односно импликација типа:

Ако  $x$  је  $A$  и ако  $y$  је  $B$ , онда  $z$  је  $Z$ . (нпр. ако је имобилизација велика и ако је обим саобраћаја средњи, онда је број искључених кола велики).

Редослед извршавања свих правила није битан и она се реализују паралелно. Оваква листа правила се назива база правила. Два основна типа fuzzy закључивања су Мамдани и Сугено. Разликују се по начину одређивања излазне функције fuzzy система. Мамданијев тип претпоставља да је излазна величина фуззу скуп и користи само тежинске факторе појединачних излазних тачака. Сугено тип је у основи доста сличан Мамданију. Основна разлика је у типу излазне функције, која је код Сугено типа закључивања линеарна или константна.

Најчешће се користи  $\min$  -  $\max$  метода директног закључивања. Ако означимо скупове са  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  и релације  $R_1 (X, Y)$  и  $R_2 (Y, Z)$ , композиција релације  $R (X, Z)$  се означава:

$$R (X, Z) = R_1 (X, Y) \circ R_2 (Y, Z) \quad (7.12)$$

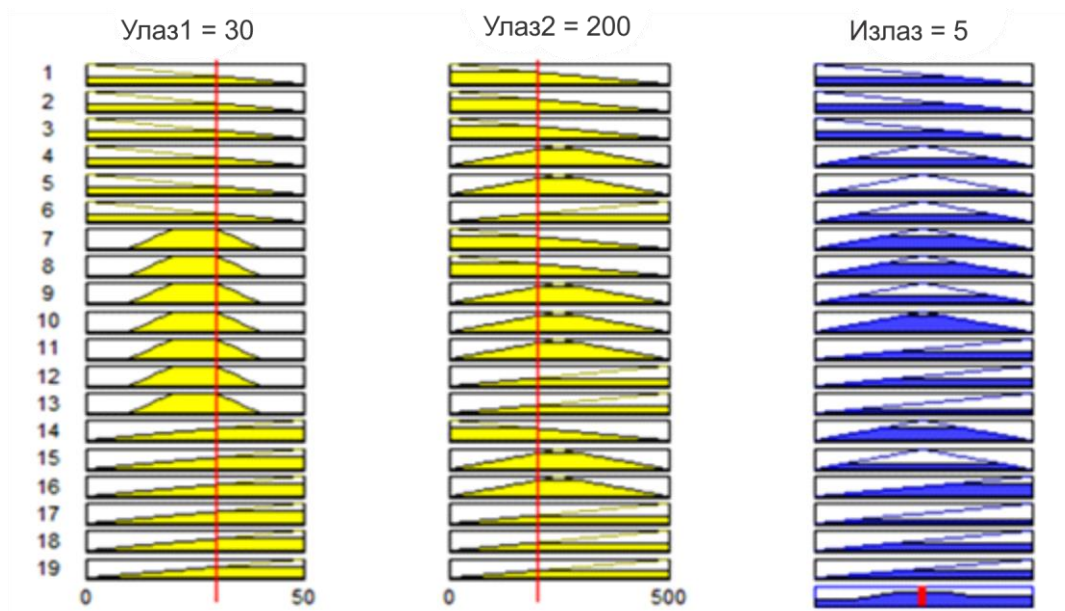
Композиција  $R (X, Z)$  је подскуп Декартовог производа  $X \times Z$  тако да  $(x, z) \in R$ , ако и само ако постоји најмање један  $y \in Y$  тако да  $(x, y) \in R_1$  и  $(y, z) \in R_2$ .

За fuzzy релације  $R_1$  и  $R_2$  користи се  $\min$  -  $\max$  композиција која израчунава функцију припадности као:

$$\mu_{R_1 \circ R_2} (x, z) = \max_{y \in Y} \{ \min [ \mu_{R_1} (x, y), \mu_{R_2} (y, z) ] \} \quad (7.13)$$

### Г) Дефазификација

Излазне променљиве зависе од вредности улазних променљивих, које пролазе кроз сва fuzzy "правила". Свакој вредности излазне променљиве је придружен одговарајући степен припадности. Коначни резултати се дефазификују чиме се бира једна вредност излазне променљиве представљена бројем (слика 7.5).

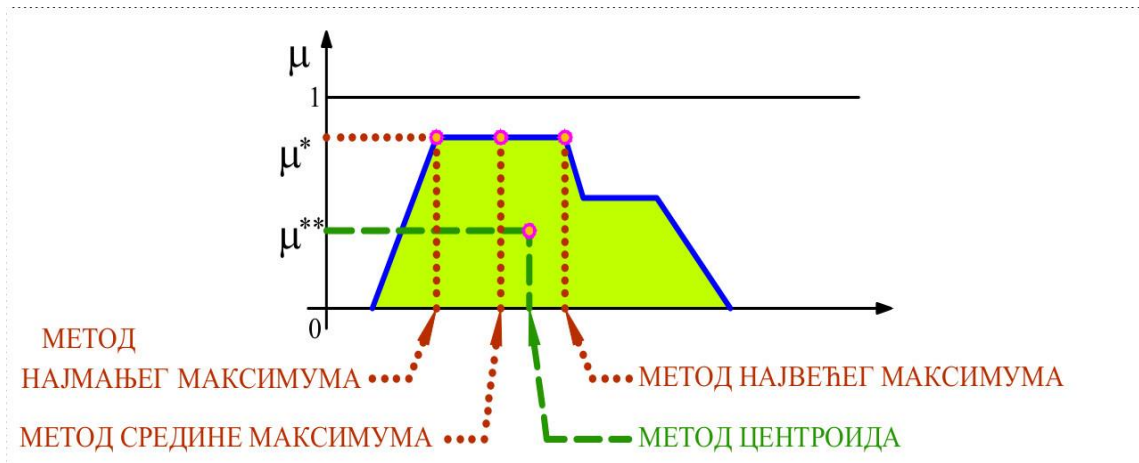


Слика 7.5. Дефазификација fuzzy модела

С обзиром на усвојено значење fuzzy скупа, чини се да би најприродније било да се одабере она бројна вредност за коју променљива има највећу функцију припадности.

Проблем настаје уколико постоји више тачака fuzzy скупа које имају исту максималну вредност или уколико постоји цео сегмент са истом максималном вредношћу. У настојању да се превазиђу наведени проблеми предложено је неколико поступака дефазификације (слика 7.6) [43]:

- метод центроида (centroid),
- метод средине максимума (middle of maximum),
- метод највећег максимума (largest of maximum) и
- метод најмањег максимума (smallest of maximum).



Слика 7.6. Методи дефазификације

Основни метод дефазификације примењен у дисертацији је метод центроида (Center Of Gravity - COG). По овој методи вредност закључивања је вредност тежишта површине ограничене функцијом припадности која је добијена fuzzy закључивањем. Излазна вредност  $x^*$  се израчунава:

$$x^* = \frac{\sum_{i=x_{min}}^{x_{max}} x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=x_{min}}^{x_{max}} \mu(x_i)} \quad (7.14)$$

Где је  $\mu(x_i)$  функција припадности.

## 7.2. ВЕШТАЧКЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ

Људи веома лако извршавају читав низ комплексних задатака које је веома тешко решити применом рачунарских техника заснованих на традиционалним алгоритмима, па је управо овај концепт вештачке интелигенције развијен је на идејама и аналогијама које су потекле из проучавања нервних система живих бића.

Неуронске мреже представљају системе за процесирање информација које имају одређене карактеристике сличне људском начину размишљања. Састављене су од више једноставних неурона који поседују локалну меморију. Неурони су основни елементи за процесирање информација и међусобно су повезани гранама дуж којих шаљу информације. Обрађују само своје локалне податке и улазе које примају преко конекције. Локална ограничења у неуронима могу се отклонити током тренинга, односно обучавања неуронске мреже.

Када се говори о неуронским мрежама мисли се на вештачке неуронске мреже, које се заснивају на функционисању биолошких неуронских мрежа у људском мозгу. Основну рачунарску "снагу" неуронских мрежа чини (слика 7.7) [80]:

- учење на основу искуства,
- генерализација и
- масивни паралелизам.



### НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ

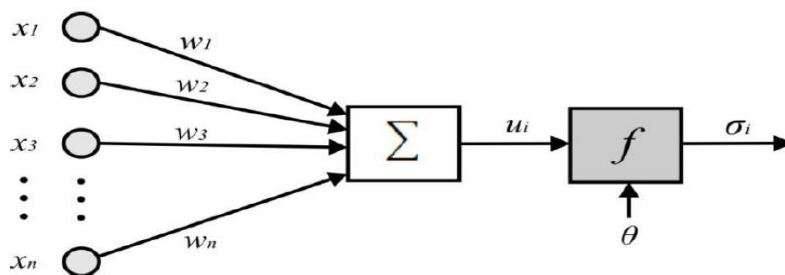
Слика 7.7. Карактеристике неуронских мрежа

Већина неуронских мрежа има одређену врсту правила за обучавање, чиме се коефицијенти веза између неурона подешавају на основу улазних података. Другим речима, неуронске мреже "уче" преко примера и поседују способност генерализације после тренинга. Генерализација представља продукцију задовољавајућег излаза мреже и за улазе који нису били присутни у току обучавања. Неуронске мреже имају и могућност паралелне обраде велике количине података.

Улазне вредности у неурон су  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , који представљају излазне сигнале из других неурона за  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , где је  $n$  укупан број улаза у неурон (слика 7.8) [111].

Тежински коефицијенти су означени са  $w_i$  за  $i=1, 2, 3, \dots, n$ . Линеарна комбинација улаза се описује као:

$$u_i = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i \quad (7.15)$$



Слика 7.8. Вештачки неурон

Вредност  $u_i$  се користи као улаз у нелинеарну функцију  $f$ , која зависи од величине прага активације (*threshold*) -  $\theta$ . Величина прага активације одређује потребни ниво сигнала за активацију неурона. Вредност излаза неурона је [111]:

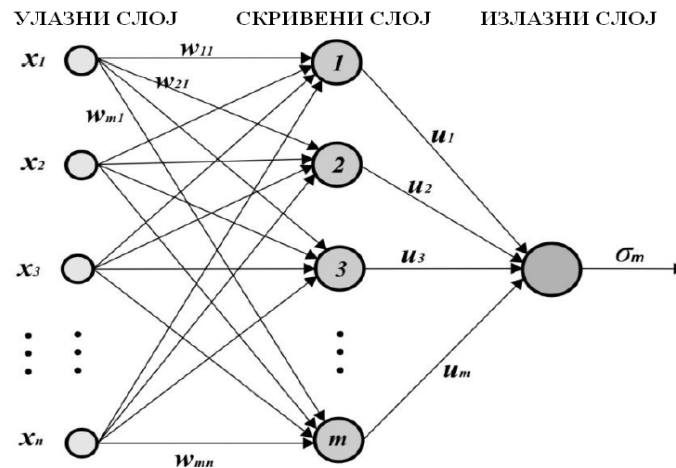
$$\sigma_i = f(u_i - \theta) = f(\sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i - \theta) \quad (7.16)$$

Неуронску мрежу чини [44]:

- архитектура (топологија) мреже,
- преносна функција неурона и
- закони учења.

Архитектура неуронске мреже представља специфично повезивање неурона у једну целину у облику мреже. Структура мреже је одређена бројем слојева и бројем чворова по слоју (слика 7.9). Постоје три слоја:

- 1) **улазни или први слој** (*input layer*), чији неурони примају податке из спољашње средине и прилагођавају узорак за процесирање у мрежи,
- 2) **скривени или средњи слој(еви)** (*hidden layer*), чији чворови представљају скривене јединице мреже и обезбеђују нелинеарност мреже и
- 3) **излазни или последњи слој** (*output layer*), чији неурони кодирају могуће вредности и дају коначан резултат.



Слика 7.9. Вишеслојна неуронске мреже са простирањем унапред

Сложеније неуронске мреже имају више скривених слојева. Слојеви су међусобно потпуно повезани и комуницирају тако што се излаз сваког неурона из претходног слоја повезује са улазима свих неурона наредног слоја. Јачина веза којом су неурони повезани назива се тежински коефицијент (*weight*). Неуронске мреже имају паралелну дистрибуирану архитектуру са великим бројем чворова и веза. Свакој вези између два чвора придружен је тежински коефицијент. Вредности тежинских фактора  $W_{ij}$ , за  $i=1, 2, 3, \dots, m$  и за  $i=1, 2, 3, \dots, n$ , где је  $m$  број улаза у  $i$ -ти неурон, могу да се прилагођавају улазним и излазним подацима како би се постигла минимална грешка у односу на задате податке. Овај процес прилагођавања тежинских фактора се назива учењем тј. тренирањем неуронске мреже.

Активационе функције неурона на скривеним слојевима су потребне да би мрежа била у стању да "научи" нелинеарне функције. Због тога се на излазу неурона налази активациона функција која је најчешће нелинеарна (сигмоидна, степенаста, симетрична и др.). Ова нелинеарност чини мреже са више слојева нарочито способним. Као нелинеарна функција најчешће се користи сигмоидна функција. Збир улазних вредности неурона помножених са одговарајућим тежинским коефицијентима пропушта се кроз активациону функцију и та вредност представља излаз из неурона. Иако неурони имају прилично једноставне (линеарне) функције, када се повежу у вишеслојну мрежу, у стању су да обраде веома сложене (нелинеарне) функције.

Неуронска мрежа није способна да реагује на основу претходно дефинисане структуремреже на њој непознати проблем. Неуронска мрежа мора да се обучи. Обучавање се изводи на основу коначног броја познатих веза између улазних и излазних



података. За неуронску мрежу се каже да је потпуно обучена, тј. тренирана када је одговор мреже на улазни податак при обучавању у односу на очекивани излаз у жељеним границама одговарајуће толеранције грешке.

Учење неуронских мрежа се своди на учење из примера којих би требало да буде што више да би мрежа могла да се понаша прецизније у каснијој употреби. Процес учења доводи до кориговања тежинских коефицијената коришћењем методе најмањих квадрата (MНК) [106]:

$$MНК = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i^e (e_i)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i^e (t_i - \sigma_i)^2 \quad (7.17)$$

где је:

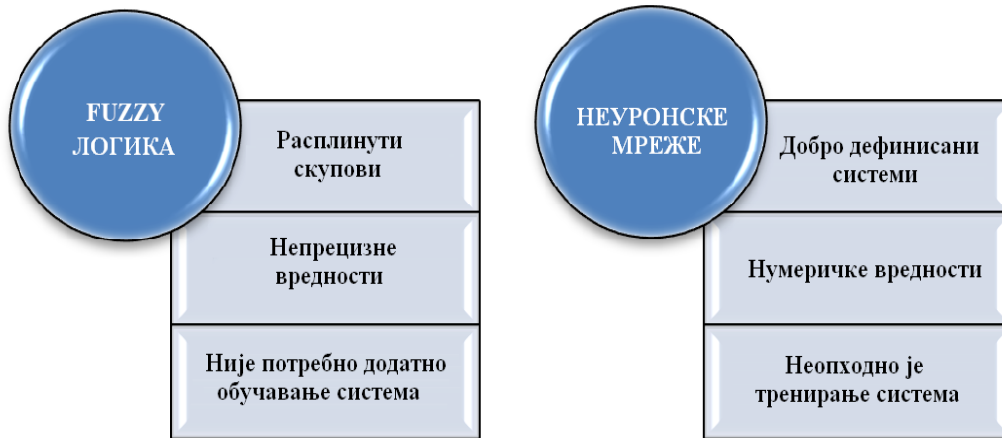
- $n$  – број правила,
- $w_i^e$  – тежински коефицијент,
- $e_i$  – грешка,
- $t_i$  – жељена вредност и
- $\sigma_i$  – излазна вредност.

Подаци из тренинг скупа се периодично пропуштају кроз неуронску мрежу. Добијене вредности на излазу мреже се упоређују са очекиваним. Уколико постоји значајна разлика између добијених и очекиваних података, праве се модификације на везама између неурона у циљу смањивања разлике тренутног и жељеног излаза.

Улазно-излазни скуп се поново представља мрежи због даљих подешавања тежина, пошто у првих неколико корака мрежа обично даје погрешан резултат. После подешавања тежина неколико пута за све улазно-излазне групе података у тренинг скуп, мрежа научи да реагује на жељени начин.

### 7.3. NEURO-FUZZY ИНТЕЛЕГЕНТНИ СИСТЕМИ

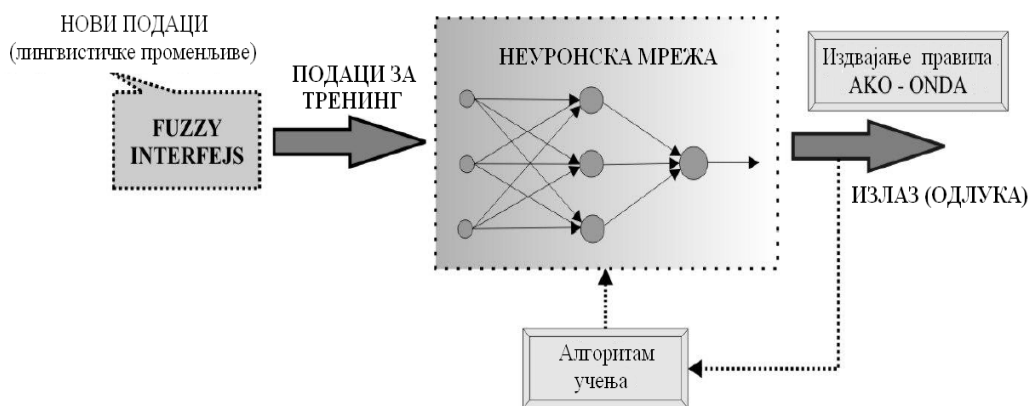
Fuzzy логика се често користи у комбинацији са осталим техникама вештачке интелигенције [82]. Neuro-fuzzy системи представљају модерну класу хибридних интелигентних система. Описују се као вештачке неуронске мреже окарактерисане fuzzy параметрима. Комбинацијом два различита концепта вештачке интелигенције настоји да се искористе појединачне предности fuzzy логике и вештачких неуронских мрежа (слика 7.10) у хибридниим системима хомогене структуре. Овако конструисани системи се све више примењују за решавање свакодневних комплексних проблема.



Слика 7.10. Основне карактеристике fuzzy логики и неуронских мрежа

Могућност приказа fuzzy модела у облику неуронске мреже најчешће се користи у поступцима аутоматског одређивања параметара fuzzy модела на основу расположивих улазно-излазних података. Структура neuro-fuzzy интелигентних система је слична структури неуронских мрежа. Функције припадности улазних података се пресликавају у улазне податке неуронских мрежа и преко излазних података неуронских мрежа се дефинишу улазно-излазне законитости (слика 7.11).

Параметри карактеристични за одговарајуће функције припадности мењају се кроз процес учења мреже. Израчунавање ових параметара се обично обавља на основу вектора градијента, који представља меру тачности пресликавања fuzzy система закључивања улазног скупа у излазни скуп података за задати скуп провераваних параметара [73].

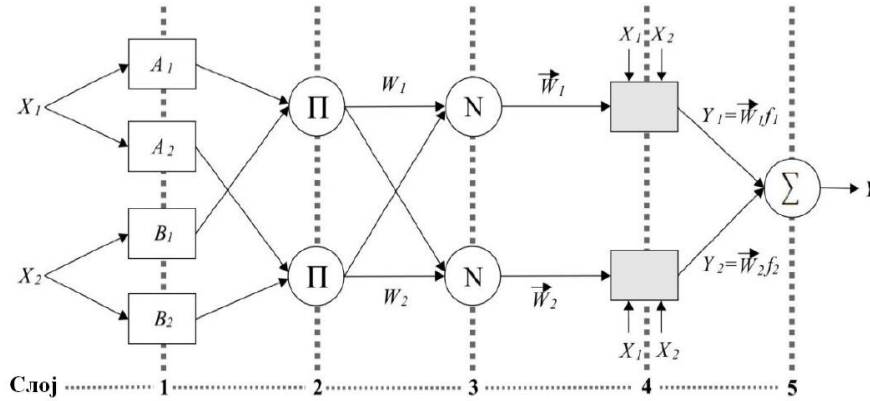


Слика 7.11. Основна структура neuro-fuzzy интелигентних система

Основна идеја ANFIS-а или адаптивног neuro-fuzzy система закључивања (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) се заснива на методама fuzzy моделирања и учења на основу задатог скупа података. На основу улазно-излазног скупа података формира се одговарајући fuzzy систем закључивања и израчунавају параметри функција припадности. Параметри функција припадности fuzzy система су подешени коришћењем алгоритма простирања уназад (*backpropagation algorithm*) или комбинације

поменутог алгоритма и методе најмањих квадрата. Ово подешавање омогућава fuzzy системима учење на основу улазно-излазног скупа података. Овај метод учења је сличан методу учења неуронских мрежа. На слици 7.12 је представљен адаптивни neuro-fuzzy систем закључивања са пет слојева [27].

Излаз из сваког слоја је представљен са  $O_i$ , где  $i$  је  $i$ -ти чвор првог слоја.



Слика 7.12. Адаптивни neuro-fuzzy систем закључивања

Адаптивни neuro-fuzzy систем закључивања функционише на следећи начин [44]:

1) У првом слоју израчунава се степен припадности:

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x_i), \text{ за } i=1 \text{ и } 2$$

$$O_i^1 = \mu_{B_{i-2}}(x_2), \text{ за } i=3 \text{ и } 4$$

Где су:  $\mu_{A_i}$  и  $\mu_{B_i}$  одговарајуће функције припадности за fuzzy скупове  $A_i$  и  $B_i$ .

2) Излаз из сваког чвора другог слоја представља интензитет активације одговарајућег правила. Користи се релација AND, односно оператор *product*:

$$O_i^2 = w_i = \prod_{i=1}^n (\mu_{A_i}(x_1), \mu_{B_i}(x_2)) = \text{andmethod}(\mu_{A_i}(x_1), \mu_{B_i}(x_2)) =$$

$$\text{product}(\mu_{A_i}(x_1) \cdot \mu_{B_i}(x_2)) \text{ за } i = 1 \text{ и } 2 \quad (7.19)$$

3) У  $i$ -том чвору се рачуна однос и-тог интензитета активације одговарајућег правила и суме свих интензитета активације одговарајућег правила:

$$O_i^3 = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \text{ за } i = 1 \text{ и } 2 \quad (7.21)$$

4) За  $i$ -ти чвор се рачуна вредност излаза правила:

$$O_i^4 = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \quad (7.21)$$

Где је:

$\bar{w}_i$  – нормализовани интензитет активације правила и  
 $\{p_i, x_i, q_i, r_i\}$  – модификовани скуп параметара.

5) У излазном чвору се сумирају сви улазни интензитети:

$$O_i^5 = \sum_{i=1}^n \bar{w}_i \cdot f_i = \frac{\sum_i \bar{w}_i f_i}{\sum_i \bar{w}_i}, \text{ за } i = 1 \text{ и } 2 \quad (7.22)$$

Адаптивни neuro-fuzzy системи закључивања рачунају функцију грешке на следећи начин:

$$E_i = \frac{(o^i - y^i)^2}{2} \quad (7.23)$$

Где је:

$o^i$  – жељени излаз и  
 $y^i$  – излаз из модела.

Адаптивни neuro-fuzzy системи закључивања подржавају искључиво fuzzy системе Сугено типа. Раније је већ споменуто да fuzzy системи могу бити и Мамдани типа, који је у основи доста сличан Сугену. Основна разлика је што код Сугено типа излазна функција припадности може бити само линеарна или константна.

Поступак моделирања адаптивних neuro-fuzzy система закључивања се састоји из следећих корака:

- Одређивање улазно-излазног скупа података у форми прилагођеној за обучавање neuro-fuzzy система закључивања.
- Претпоставља се структура модела са параметрима, која помоћу правила пресликава улазне функције припадности у излазне функције.
- Модел се тренира (учи) на основу података за обучавање. При томе се модификују параметри функција припадности у складу са изабраним критеријумом грешке како би резултати модела били валидни.

У општем случају, овакав начин моделирања је погодан ако су подаци за обучавање у потпуности репрезентативни за све особине које neuro-fuzzy систем закључивања треба да има. У пракси то није увек тако. У неким случајевима, подаци који се користе за обучавање садрже, у мањој или већој мери, грешке мерења, тако да подаци нису у потпуности репрезентативног карактера за све особине које треба да садржи модел. Зато треба извршити проверу модела подацима за тестирање [44].

Постоји два начина тестирања neuro-fuzzy модела. Први начин провере модела, који је примењен у дисертацији, је када се као улаз уведу подаци који нису коришћени за обучавање. Овај поступак показује колико прецизно модел предвиђа излазни скуп вредности. Један од проблема оваквог начина тестирања модела је избор скупа података тако да се они довољно разликује од података који су коришћени приликом обучавања модела. Други начин провере модела је математички поступак. Ако се као скуп података за тестирање користе подаци који су служили за обучавање, потребно је да се добије излазни резултат са минималном грешком.

#### **7.4. МОДЕЛ ЗА УТВРЂИВАЊЕ ЛОКАЦИЈЕ ИНСТАЛИРАЊА МЕРНИХ СТАНИЦА**

За развој модел макролокације постављања мерних станица коришћена је вишекритеријумска анализа која истражује начине како без упрошћења полазног проблема одредити компромисно решење, јер строго оптимално решење због конфликта критеријума не постоји.

Задатак оптимизације је да се изабере најбоља варијанта (најбоље решење) из низа могућих или из низа повољних, у смислу усвојеног критеријума. Критеријум дефинише квалитет и представља меру за поређење приликом одабирања најбоље варијанте. Критеријум се изражава критеријумском (циљном) функцијом која за најбољу варијанту (решење) треба да достигне глобални екстремум, с обзиром на ограничења која представљају могућност постизања циља.

Опште карактеристике сваког вишекритеријумског проблема, за разлику од једнокритеријумских проблема, јесу постојање следећих елемената:

- више критеријума (функција циља, функција критеријума) за одлучивање,
- више варијанти (решења) за избор и
- процес избора једне коначне варијанте, односно једног коначног решења.

Према карактеру решења, вишекритеријумске методе се генерално деле на методе тврде и меке оптимизације: прве дају оптимална, а друге компромисна (најбоља) решења.

Постојање више алтернатива и критеријума, од којих неке треба максимизирати а неке минимизирати, значи да се одлуке доносе у конфликтним условима и да се за решавање вишекритеријумских задатака морају применити инструменти који су флексибилнији од строго математичких техника чисте оптимизације.

Најчешће критеријум за оптимизацију био је економски, углавном зато што се сматрало да повећани доходак или профит воде проширеној репродукцији, а да ово даље води општем благостању. Међутим, то је довело да досадашњи развој није много бринуо о људској и уопште природној околини. Дошло је до погоршања квалитета ваздуха и воде, па чак и до промене климе. То је изазвало потребу да се оптимизација не врши само по једном критеријуму, обично економском, него да се предђе на оптимизацију по више критеријума. Тако се дошло до вишекритеријумске (вишециљне) оптимизације, за коју се чешће користи термин вишекритеријумско одлучивање. Оптимизација, посебно вишекритеријумска, сложен је процес долажења до решења [31].

Постоје бројне методе за решавање модела вишеатрибутивног одлучивања, које се све чешће називају методе вишекритеријумске анализе, а посебно су познате методе ELETRE, PROMETHEE, VIKOR (вишекритеријумског компромисног рангирања), АНР (аналитичких хијерархијских процеса). Поред њих, често се сусрећу и методе: доминације, MAXIMIN и MAXIMAX, линеарног додељивања, лексикографска, са адитивним тежинама, TOPSIS и др.

За ову сврху коришћена је метода PROMETHEE, која спада у методе меке оптимизације. Фамилију метода PROMETHEE (Preference Ranhing Organizacion METHod for Enrichment Evolution) развили су у варијантама I, II, III и IV више аутора. За практичну примену у саобраћају највише се користи метода PROMETHEE II јер омогућава одређивање редоследа, односно рангирање варијаната.

Основне карактеристике ове фамилије метода представља коришћење шест тзв. генерализованих критеријума (функција преференције) за дефинисање преференција доносиоца одлуке о конкретним критеријумима проблема. Као и у осталим ефикаснијим методама, могу да се поставе и одговарајуће тежине за критеријуме.

Реални проблеми најчешће немају критеријуме истог степена значајности и потребно је да доносилац одлуке дефинише факторе значајности појединих критеријума користећи одговарајуће тежинске коефицијенте (тежине –  $w_j$ ) или тзв. пондере за критеријуме. Ако њихов збир износи 1, онда су у питању нормализоване тежине.

Дефинисање тежина критеријума није увек једноставно и, у суштини, у неким методама имају одлучујући утицај на решење. Може да се догоди да уведене вредности за тежине не обезбеђују "добро решење" и да је потребно да се анализира како се решење понаша у зависности од многих реалних варијанти за тежине критеријума (анализа осетљивости). Проблем је једноставнији ако постоје апсолутни приоритети међу критеријумима.

#### 7.4.1. SANNA – MS EXCEL, СИСТЕМ ЗА ВРЕДНОВАЊЕ АЛТЕРНАТИВА

Систем, SANNA (System for Analysis of Alternatives) – је Систем за анализу алтернатива. Примена вишекритеријумског вредновања, развијена у MS Excel окружењу, примењена је у овом раду.

Улазни податци за решавање овог проблем вишекритеријумског вредновања алтернатива, су одређени матрицом одлучивања са дефинисаним тежинским коефицијентима:

$$\begin{array}{cccc}
 Y_1 & Y_2 & \dots & Y_k \\
 \left[ \begin{array}{cccc}
 y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\
 y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\
 \vdots & & \ddots & \\
 y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nk}
 \end{array} \right] \\
 X_1 \\
 X_2 \\
 \vdots \\
 X_n
 \end{array}$$

где је:

$X_1, X_2, \dots, X_n$  скуп  $n$  алтернатива који оцењен по  $k$  критеријумима  $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$  и  $Y_{ij}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k$  је критеријум вредности алтернативе  $X_i$  с обзиром на његове евалуације по критеријуму  $Y_j$ .

Критеријумске вредности су основне улазне вредности за решавање проблема вишекритеријумске анализе. Вишекритеријумска одлука проблема увек мора да буде решена у односу на коначни циљ евалуације (поступка).



Међу основним циљевима евалуације вредновања алтернатива су:

- избор "најбоље" алтернативе,
- потпуни поредак алтернативе,
- класификација алтернативе (цепање алтернатива у неколико класа, нпр. АБЦ анализа) и
- избор је подскуп "добре" алтернативе.

SANNA систем не садржи стручни систем који би могао да помогне доносиоцу одлука да изабере најбоље технику за решавање својих проблема, зависно од циљева евалуације. Међутим, методе вредновања садржане су у SANNA системима, као стандард и најчешће коришћена техника, и обично се могу користити у већини случајева. Све методе подржане од SANNA система очекују знање о информацијама везаних за одлучивање приоритета величине критеријума. То значи да се морају уносити тежине критеријума –  $w_1, w_2, \dots, w_k$ . Спецификација процене тежине је олакшана посебним модулом који је подржан од SANNA система који помаже при процени тежине једноставним, добро-познатим методама.

#### 7.4.2 ПРИМЕНА МЕТОДЕ *PROMETHEE* ЗА ИЗБОР МАКРОЛОКАЦИЈЕ ПОСТАВЉАЊА МЕРНИХ СТАНИЦА

Дефинисани критеријуми за избор најбоље варијанте макролокације за постављање мерних станица су:

- број искључених кола из саобраћаја по врсти квара, по секцијама или организационим целинама (ОЦ), у зависности каква је организација,
- обим превоза по секцијама и
- процентуално учешће у обиму саобраћаја по секцијама за дату пругу – чвор.

Варијанте, односно алтернативе представљају саме секције, пре свега у делу припадности одређених деоница – пруга или станице смене саобраћаја.

**Табела 7.1** Преглед искључених кола, обим саобраћаја и усвојена оцена по секцијама

Варијанте	Број искључених кола	Обим превоза (утовар-истовар кола)	Учешће међународних пруга по секцијама (усвојена оцена)
Београд	2057	37172	4
Пожаревац	3572	120082	1
Зрењанин	1689	57195	2
Суботица	3357	85906	4
Нови Сад	687	126956	3
Рума	901	76987	3
Зајечар	811	147960	1
Ниш	4567	79689	4
Лапово	570	100439	3
Краљево	269	110698	1
Пожега	1200	79689	2

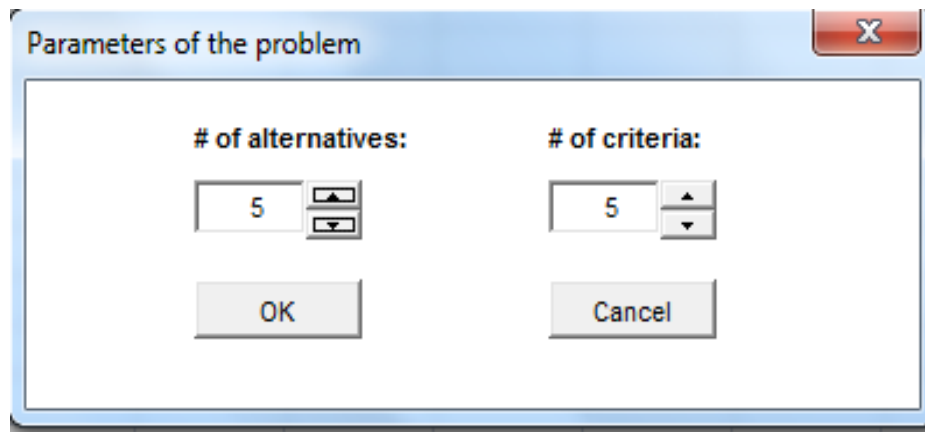
Учешће међународних пруга по секцијама, усвојен опсег оцена је од један до пет. С обзиром да ни кроз један чвор-секцију не пролазе сви пројектовани возови редом возње, оцена пет се из тог разлога и не појављује ни у једној секцији. Анализиране пруге и учешће међународних пруга прелази 50 %, па се он као усвојена оцена може узети као 0,3.

**Табела 7.2** Нормализовани тежински коефицијенти за проблем избора варијанте

Критеријуми	Број искључених кола	Обим превоза	Процент међународних пруга по секцијама (усвојена оцена)
Нормализ. тежинских коефицијенти	0,4	0,3	0,3

Систем може решити вишекритеријумску одлуку проблема са максимално 100 алтернатива и 50 критеријума. Типично кораци у обради одлучујућег проблема SANNA система изгледа овако:

- **Нова поставка задатка.** Корисник ради са свим постојећим датотекама и позива команду *Data-New data set*. Ова команда приказује прозор параметара проблема (*Parameters of the problem*) који је приказан на слици 7.13, након чега корисник мора одредити број алтернатива и критеријума. Затим нови лист "data", који садржи табелу за унос и промену тог проблема је додат у активни радни лист (worksheet). "data" лист за проблем са 11 алтернатива и 3 критеријума је дат у табели 7.3. Једном направљен радни лист (worksheet) са подацима може се сачувати и било кад користити.



**Слика 7.13** SANNA - Спецификација параметара проблема

- **Поставка проблема.** Дате су варијанте  $a_i$  с вредностима критеријума за сваку варијанту  $f_j(a_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ . Циљ је рангирати варијанте. Сваком критеријуму  $f_j$  додељују се одговарајући тежински коефицијент  $w_j$ . Ако су критеријуми истог значаја, сматра се да тежине имају вредности  $w = 1$  за случај максимизације, односно  $w = -1$  за случај минимизације.

Полазни подаци су приказани у табели 7.3

Табела 7.3 Полазни подаци

	МАХ бр. искљ.кола	МАХ обим превоза	МАХ уч. међ. пр.
Београд	2057	37172	4
Пожаревац	3572	120082	1
Зрењанин	1689	57195	2
Суботица	3357	85906	4
Нови Сад	687	126956	1
Рума	901	76987	1
Зајечар	811	147960	1
Ниш	4567	79689	4
Лапово	570	100439	2
Краљево	269	110698	1
Пожега	1200	79689	1
Тежине	0,40000	0,30000	0,30000

Тежине критеријума се могу унети директно у data sheet или путем једног од доступних начина.

- **Одређивање функција преференција  $P_j(a_i, a_s)$ .** За примену метода PROMETHEE у зависности од генерализованог критеријума за сваки пар варијанти  $(a_i, a_s)$  и сваки критеријум  $f_j$  треба да се одреди вредност функције преференције  $p_{isj} = P_j(a_i, a_s)$ , и,  $s \in \{1, 2, \dots, m\}$ ,  $i \neq s, j = 1, 2, \dots, n$ ; уз дефинисање потребних параметера  $(q_j, p_j, \sigma_j)$ . Функција преференције варијанте  $a_i$  у односу на варијанту  $a_s$  за критеријум  $f_j$  типа максимизације дефинише се на следећи начин:

$$p_{isj} = P_j(a_i, a_s) = \begin{cases} 0, & \text{ако је } f_i(a_j) \leq f_j(a_s) \\ P_j(d_{isj}), & \text{ако је } f_i(a_j) > f_j(a_s) \end{cases}$$

где је:

$$d_{isj} = f_i(a_i) - f_j(a_s)$$

Према ауторима ове методе постоји шест типова генерализованих критеријума за које потребни параметри и индекси преференције су дати у табели 7.4 [31]. Применом функција преференција из табеле 7.4 на посматрани проблем добија се табела приказана на слици 7.14.

Preparation	3	3	4
Preference function:	3 - linear	3 - linear	4 - level
бр.искљ.кол:	Обим прев.	Уч. Међ. Пр.	
q-indif			1
p-pref	4000	100000	3
sigma			

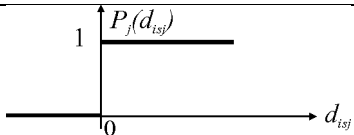
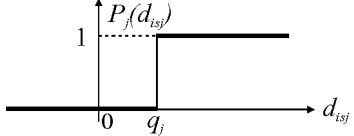
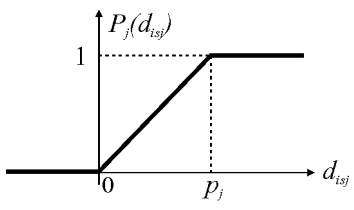
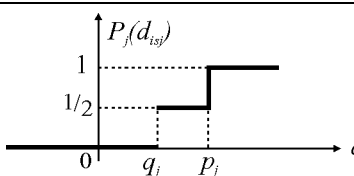
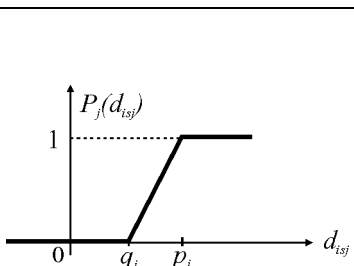
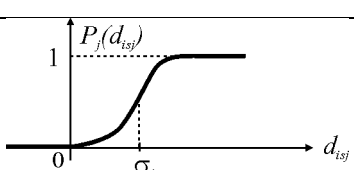
Слика 7.14 Функција преференције

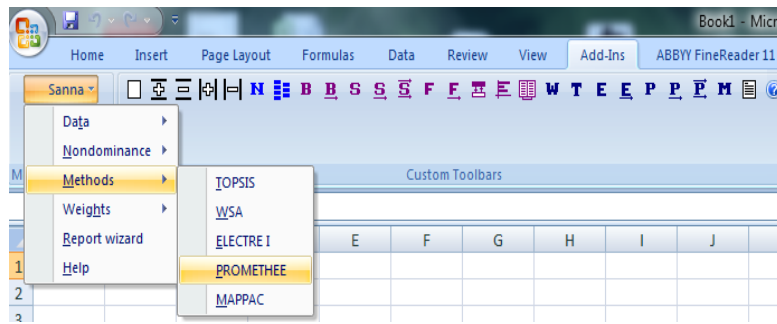
➤ Решавање проблема методом PROMETHEE

На слици 7.15 приказано је задавање команде за решавање проблема PROMETHEE методом. Наредбом *Report wizard* извештаја приказује се прозор и корисник може дефинисати облик на основу направљеног извештаја. Стандардни облик извештаја је представљен је на слици 7.16. Пре него што се активира *Report wizard* било који лист (sheet) са резултатима решавања морају бити активни. Добијени извештај се смешта у новом посебном листу (sheet-y).

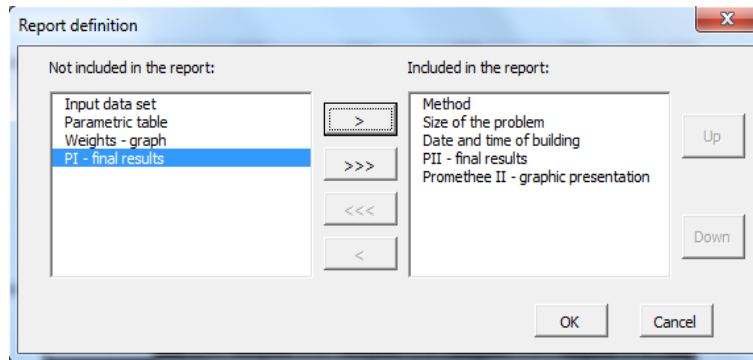
Након што се зада наредба за решавање проблема и изабере жељени тип извештаја, добијају се коначни резултати, тачније добија се потпуни поредак варијаната (Табела 7.5).

Табела 7.4 Општи критеријуми

Врста општег критеријума	Функције преференција $P_j(d_{isj})$	Треба дефинисати параметре
Тип I: обичан критеријум $P_j(d_{isj}) = \begin{cases} 0, & \text{за } d_{isj} \leq 0 \\ 1, & \text{за } d_{isj} > 0 \end{cases}$		—
Тип II: квази критеријум $P_j(d_{isj}) = \begin{cases} 0, & \text{за } d_{isj} \leq q_j \\ 1, & \text{за } d_{isj} > q_j \end{cases}$		$q_j$
Тип III: критеријум с линеарном преференцијом $P_j(d_{isj}) = \begin{cases} 0, & \text{за } d_{isj} \leq 0 \\ d_{isj} / p_j, & \text{за } 0 < d_{isj} \leq p_j \\ 1, & \text{за } d_{isj} > p_j \end{cases}$		$p_j$
Тип IV: ниво критеријума $P_j(d_{isj}) = \begin{cases} 0, & \text{за } d_{isj} \leq q_j \\ 1/2, & \text{за } q_j < d_{isj} \leq p_j \\ 1, & \text{за } d_{isj} > p_j \end{cases}$		$q_j, p_j$
Тип V: критеријум с линеарном преференцијом и подручјем индиференције $P_j(d_{isj}) = \begin{cases} 0, & \text{за } d_{isj} \leq q_j \\ \frac{d_{isj} - q_j}{p_j - q_j}, & \text{за } q_j < d_{isj} \leq p_j \\ 1, & \text{за } d_{isj} > p_j \end{cases}$		$q_j, p_j$
Тип VI: Гауссов критеријум $P_j(d_{isj}) = \begin{cases} 0, & \text{за } d_{isj} \leq 0 \\ 1 - e^{-d_{isj}^2 / 2\sigma_j^2}, & \text{за } d_{isj} > 0 \end{cases}$		$\sigma_j$



Слика 7.15 Задавање команде за решавање проблема



Слика 7.16 Sanna – Report wizard

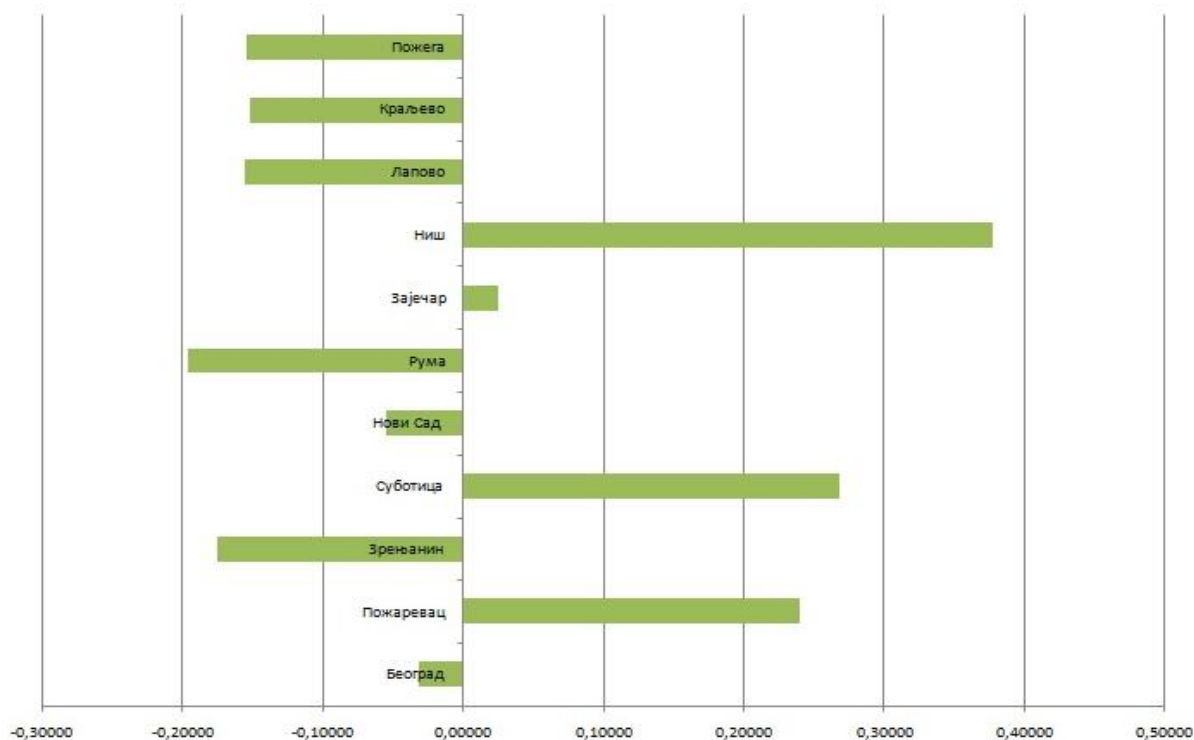
### 7.4.3 РЕЗУЛТАТИ ПРИМЕНЕ МЕТОДЕ *PROMETHEE*

Применом методе PROMETHEE II добијена је позиција алтернатива на ранг листи (табела 7.5). Добијени резултати могу да се представе и на следећи начин:  $a_8 > a_4 > a_2 > a_7 > a_1 > a_5 > a_{10} > a_{11} > a_9 > a_3 > a_6$ , док је њихов приказ одговарајућим графом приказан на слици 7.17. На основу постављених података и обраде проблема, може се закључити да се на првом месту налази секција Ниш, а затим редом секције Суботица, Пожаревац, Зајечар, Београд, Нови Сад, Краљево, Пожега, Лапово, Зрењанин, Рума.

PROMETHEE II COMPLETE RANKING:

Табела 7.5 Потпуни поредак варијанти

Ranking	Alternative	F	F+	F-
1.	Ниш	0,37873	0,44290	0,06417
2.	Суботица	0,26913	0,33636	0,06723
3.	Пожаревац	0,24056	0,30593	0,06538
4.	Зајечар	0,02561	0,18727	0,16166
5.	Београд	-0,03146	0,20272	0,23418
6.	Нови Сад	-0,05411	0,12377	0,17788
7.	Краљево	-0,15076	0,07734	0,22810
8.	Пожега	-0,15366	0,04793	0,20159
9.	Лапово	-0,15448	0,05881	0,21329
10.	Зрењанин	-0,17410	0,06297	0,23707
11.	Рума	-0,19546	0,03055	0,22602



Слика 7.17 Граф по методи PROMETHE II

То значи да је, секција Ниш најпогоднија за изградњу мерне станице на територији ЖС, са аспекта броја искључених кола, обима саобраћаја и процента међународних пруга по секцијама.

Након избора макролокације следи развој другог модела, који омогућава одређивање микролокације мерних станица. Овај модел је урађен применом софтверског пакета Matlab тј. његовог дела Fuzzy Logic Toolbox (FLT) на основу којег је добијена локација посматране мерне станице.

Matlab је развијен као стандардни алат за обуку за почетне и напредне курсеве математике, решавање проблема који захтевају прорачуне, а пре свега решавање инжењерских истраживачких и научних проблема. Користи се и као алат за решавања проблема код истраживања у области повећања продуктивности, анализа стања и развоја система. Специфичне области за које постоје "toolboxes" су контролни системи, неуронске мреже, fuzzy логика, симулација, пренос сигнала, итд. MATLAB окружење са интегрисаним функцијама омогућава и израду посебних правила за прилагођавање и примену Fuzzy система креираних у FLT у оквиру других Toolbox-ова као нпр. Toolbox за контролу система, неуронске мреже, оптимизацију и др.

Fuzzy процес апроксимативног резоновања у FLT састоји се из 5 делова, тј. корака:

- Корак 1: Фазификација улазних променљивих,
- Корак 2: Одабир, увођење и примена fuzzy оператора (AND or OR) за претпоставку (antecedent),
- Корак 3: Примена метода импликације - закључивања (постављање правила),
- Корак 4: Агрегација излаза (свих последица преко дефинисаних правила) и
- Корак 5: Дефазификација.

#### 7.4.4. FUZZY МОДЕЛ ЗА УТВРЂИВАЊЕ МИКРОЛОКАЦИЈЕ ИНСТАЛИРАЊА МЕРНИХ СТАНИЦА

Модел је дефинисан тако да на улазу има три улазне променљиве, а на излазу једну излазну променљиву. Улазне променљиве су:

1. **Оцена деоница пруге са техничког аспекта** – оцењена као: "лоша", "задовољавајућа" и "одлична"; а усвајене оцене из истог разлога оцењујемо од 1(један) до 3(три).

Свака пруга у склопу секције, подељена је на одређене деонице. Границе секције Ниш су Димитровград, Прешево, Косаничка Рача, Трупале, међутим због потреба модела граница секције померена је ка Лапову, до станице Ђунис.

**Табела 7.6** Оцена деоница пруге са техничког аспекта

<b>НИШ – ДИМИТРОВГРАД</b>	
НИШ – Нишка Бања	1,4
Просек стај. – Радов Дол стај	1,5
Долац – Бела Паланка	1,6
Црквица стај.	1,5
Божурат стај. – Димитровград	2
<b>НИШ – ПРЕШЕВО</b>	
НИШ – Дољевац	2,2
Кочане стај. – Печењевце	3
Живково стај. – Лесковац	2
Ђорђево – Селине стај.	1,6
Владичин Хан – Врање	1,6
Нерадовац стај. – Прешево	1,8
<b>НИШ – КОСАНИЧКА РАЧА</b>	
НИШ – Дољевац	1,6
ДОЉЕВАЦ – Житорађа	1,8
Речица стај. – Прокупље	1,6
Топличка Мала Плана тов. и стај. – Плочник тов. и стај.	1,6
Барлово тов. и ста. – Куршумлија	1,6
Распутница Кастрат – Косаничка рача	1,6
<b>НИШ - СТАЛАЋ</b>	
НИШ – Суповачки Мост стај.	2
Грејач стај. – Нозрина стај.	2
АЛЕКСИНАЦ – ЂУНИС	2,4

2. **Број теретних возова** – оцењен као: „мали“, „средњи“ и „велики“;

**Табела 7.7** Број теретних возова

<b>НИШ – ДИМИТРОВГРАД</b>	50
<b>НИШ – ПРЕШЕВО</b>	30
<b>НИШ – КОСАНИЧКА РАЧА</b>	20
<b>НИШ – СТАЛАЋ</b>	90



### 3. удаљеност деонице пруге од мерних станица које се налазе на граничним прелазима – оцењена као: „мала“, и „велика“.

Модел је прављен под претпоставком, да се на свим граничним прелазима већ налазе мерне станице.

Ишлазна променљива даје микролокацију деонице за постављање мерне станице која је формирана на основу улазних променљивих изражених преко нумеричке скале за оцену од 1 до 15. Најмања оцена показује да је то најлошија, а највећа оцена показује да је то најбоља деоница за постављање мерне станице. Модел је развијен у FLT као модел са три улазне променљиве и једном излазном променљивом (слика 7.18)

**Табела 7.8** Оцена удаљености деонице пруге од мерних станица (km)

<b>НИШ – ДИМИТРОВГРАД</b>	
НИШ – Нишка Бања	103,9
Просек стај. – Радов Дол стај	89,2
Долац – Бела Паланка	82,2
Црквица стај.	55,4
Божурат стај. – Димитровград	27
<b>НИШ – ПРЕШЕВО</b>	
НИШ – Дољевац	157
Кочане стај. – Печењевце	137,3
Живково стај. – Лесковац	122,5
Ђорђево – Селине стај.	104,7
Владичин Хан – Врање	70,9
Нерадовац стај. – Прешево	38,6
<b>НИШ – КОСАНИЧКА РАЧА</b>	
НИШ – Дољевац	87,5
ДОЉЕВАЦ – Житорађа	66,27
Речица стај. – Прокупље	56,9
Топличка Мала Плана тов. и стај. – Плочник тов. и стај.	47,9
Барлово тов. и ста. – Куршумлија	23
Распутница Кастрат – Косаничка рача	11,4
<b>НИШ – СТАЛАЋ</b>	
НИШ – Суповачки Мост стај.	121,7
Грејач стај. – Нозрина стај.	132,2
АЛЕКСИНАЦ – ЂУНИС	151,5

Fuzzy процес апроксимативног резоновања у FLT-у састоји се из 5 делова (корака):

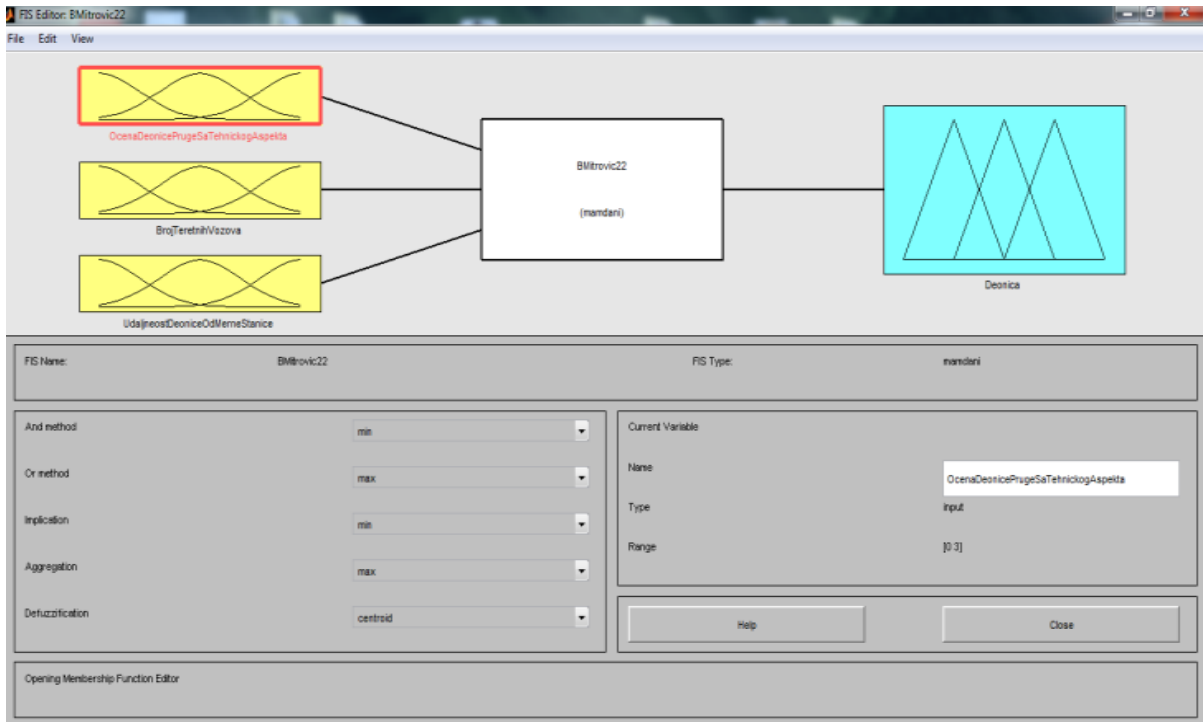
#### **Корак 1: Фазификација улазних променљивих.**

Фазификација улаза одређена је изгледом функције припадности. За сваки од одабраних fuzzy скупова одређен је степен припадности преко функције припадности и то, за улазну променљиву:

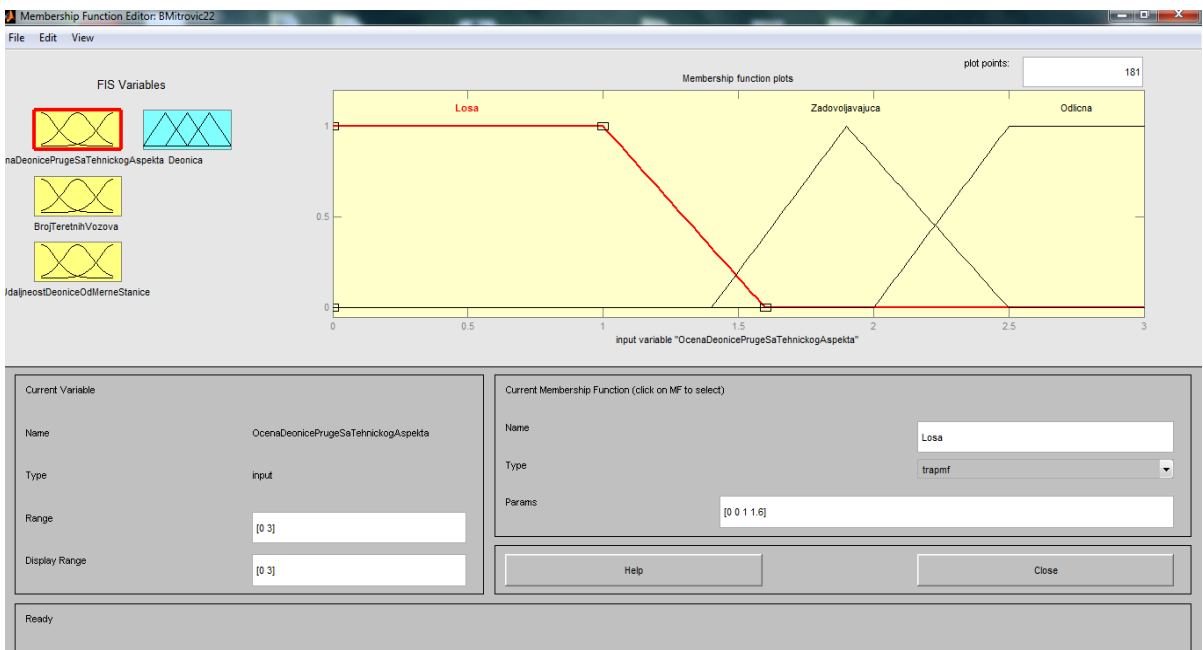
1. Оцена деонице пруге са техничког аспекта:
  - Ранг [0 3]

- "лоша" (0 0 0.8 1.6) – трапезоидна ф-ја припадности (trapmf);
- "задовољавајућа" (1.2 2 2.5) - тригонометријска ф-ја припадности (trimf);
- "одлична" (2 2.5 3 3) - трапезоидна ф-ја припадности (trapmf).

На слици 7.19 приказане су функције припадности улазне променљиве: оцена деонице са техничког аспекта у FLT Membership Function Editor –у.



Слика 7.18 Општи приказ структуре модела



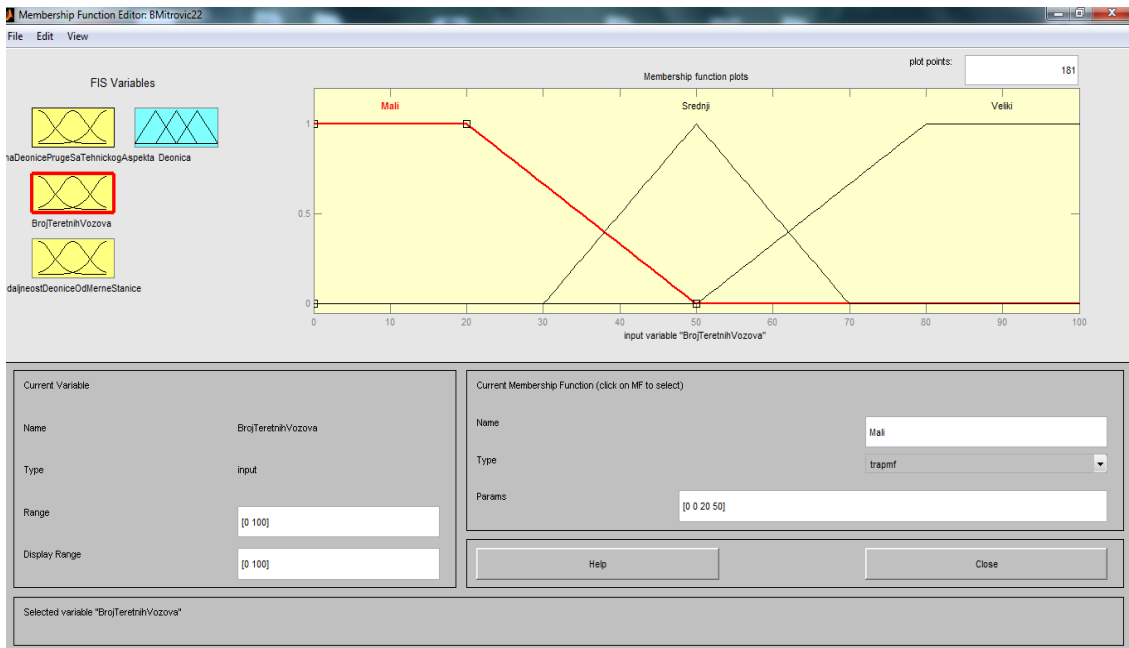
Слика 7.19 Функција припадности улазне променљиве техничко стање деонице пруге

2. Број теретних возова:

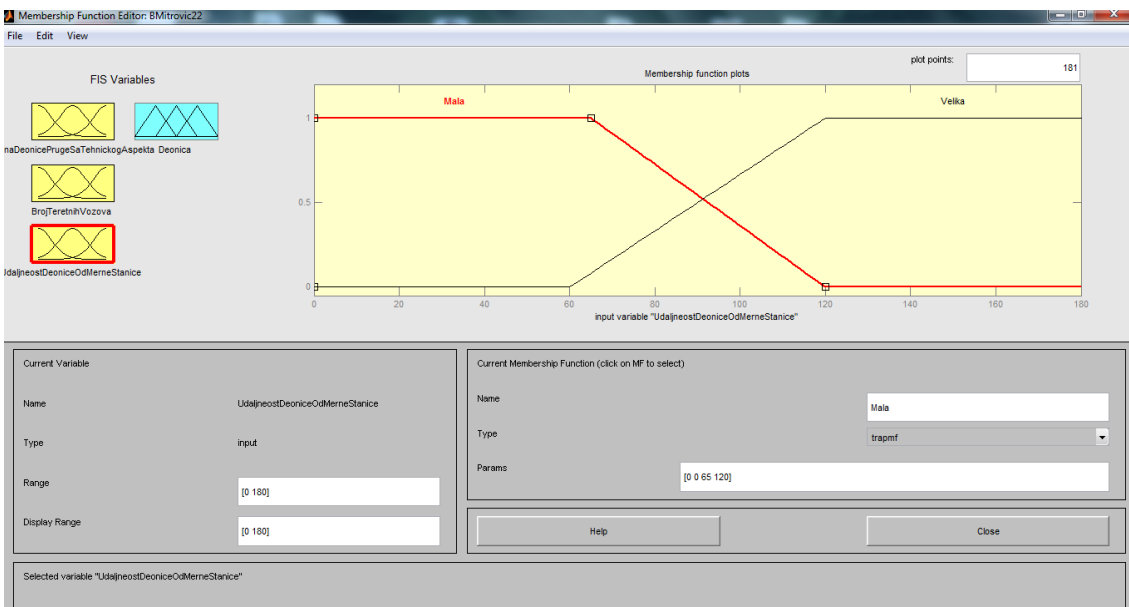
➤ Ранг [0 100]

- "мали" (0 0 20 40) - трапезоидна ф-ја припадности (trapmf);
- "средњи" (30 50 70) - тригонометријска ф-ја припадности (trimf);
- "велики" (60 80 100 100) - трапезоидна ф-ја припадности (trapmf).

На сликама 7.20 и 7.21 приказане су функције припадности улазних променљивих: Број теретних возова и Удаљеност деонице од мерне станице у FLT Membership Function Editor –у.



Слика 7.20 Функција припадности улазне променљиве “Број теретних возова”



Слика 7.21 Функција припадности улазне променљиве “Удаљеност деонице од мерне станице”

## 3. Удаљеност деонице од мерне станице

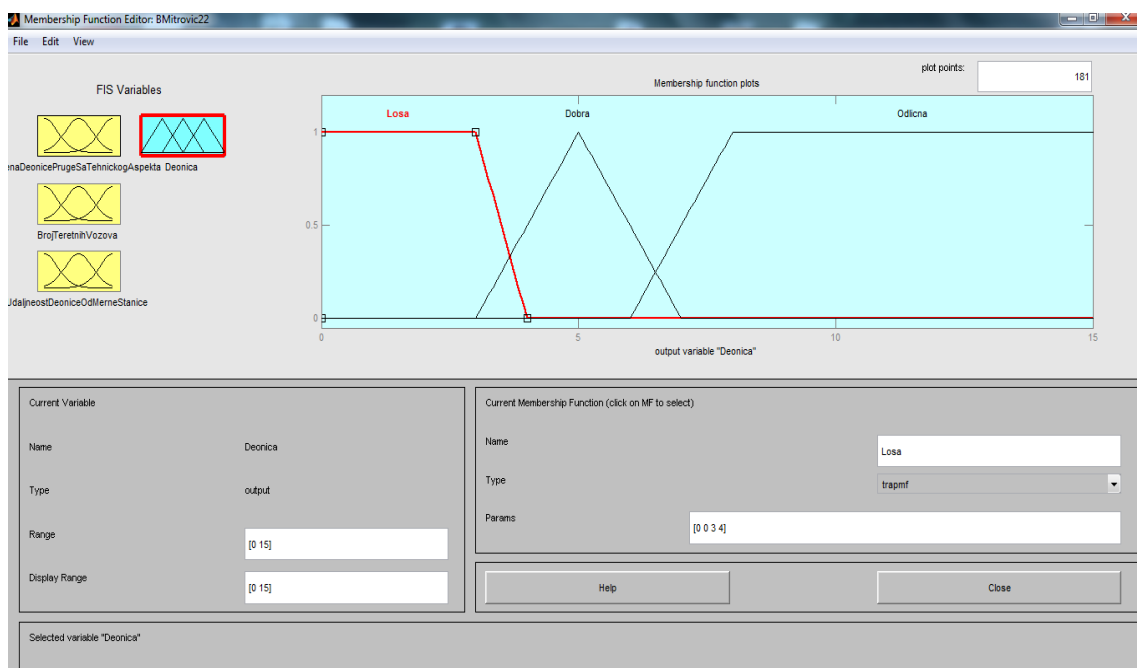
## ➤ Ранг [0 170]

- "мала" (0 0 65 120) - трапезоидна фф-ја припадности (trapmf);
- "велика" (60 120 180 180) - трапезоидна ф-ја припадности (trapmf).

**Корак 2. Увођење и примена fuzzy оператора**

Након фазификације улаза, познат је степен припадности за сваки од података постављених на улазу.

Као fuzzy оператор, који треба да обезбеди један број који представља резултате претпоставки за дато правило и који се апликује на излазну функцију, усвојен је оператор "AND" метод: min. Функције припадности излазне променљиве приказане су на слици 7.22.



Слика 7.22 Функције припадности излазне променљиве

Постављено је осамнаест "If-Then" правила за дате претпоставке (слика 7.23), а нека су:

- Правило 1: If Оцена Деонице Пруге Са Техничког Аспекта "лоша" and Број Теретних Возова "мали" and Удаљеност Деонице Од Мерне Станице "мала" then Деоница "лоша"
- Правило 2: If Оцена Деонице Пруге Са Техничког Аспекта "лоша" and Број Теретних Возова "средњи" and Удаљеност Деонице Од Мерне Станице "мала" then Деоница "лоша"
- Правило 3: If Оцена Деонице Пруге Са Техничког Аспекта "задовољавајућа" and Број Теретних Возова "мали" and Удаљеност Деонице Од Мерне Станице "велика" then Деоница "добра"
- Правило 4: If Оцена Деонице Пруге Са Техничког Аспекта "задовољавајућа" and Број Теретних Возова "велики" and Удаљеност Деонице Од Мерне Станице "велика" then Деоница "одлична"

- Правило 5: If Оцена Деонице Пруге Са Техничког Аспекта "одлична" and Број Теретних Возова "средњи" and Удаљеност Деонице Од Мерне Станице "велика" then Деоница "одлична"

### **Корак 3. Примена метода импликације – закључивања**

Пре него што се пређе на методу импликације, мора да се за свако правило одреди тежина правила (број између 0 и 1), који се уводи за задат број претпоставки.

За сва дефинисана правила одређена је вредност 1 за тежину правила, што значи да ни једно од постављених правила нема значајнији утицај на процес закључивања већ сва имају исту тежину и утицај. Када се сваком правилу додели тежина, тада је завршен процес примене методе импликације.

### **Корак 4. Агрегација свих излаза**

Пошто су одлуке засноване на тестирању свих правила, правила морају да се комбинују у одређеном смислу по реду како би се донела одлука. Агрегација процеса у којем се fuzzy скуп који представља излаз сваког правила сажима у један fuzzy скуп. Агрегација се појављује само једном за сваку излазну променљиву, управо пре петог и последњег корака, дефазификације. Излаз из процеса агрегације је један fuzzy скуп за сваку излазну променљиву.

Докле год метод агрегације задовољава особину комутативности (што је увек случај), онда је неважно којим редом ће да се извршавају постављена правила.

### **Корак 5. Дефазификација**

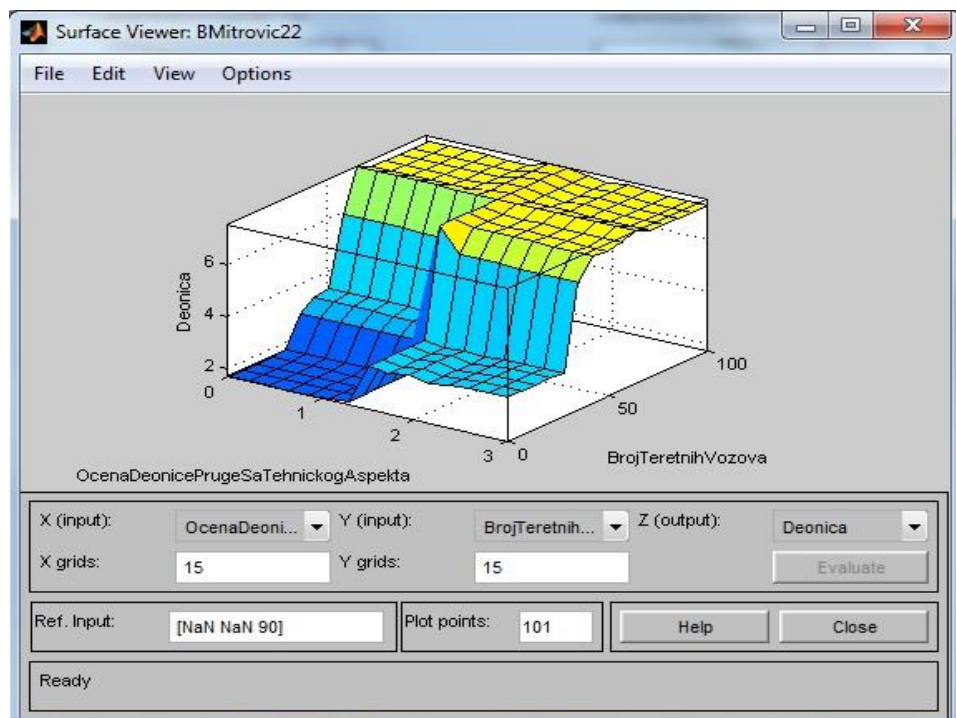
Улаз у процес дефазификације је fuzzy скуп (fuzzy скуп као резултат процеса агрегације), а излаз за сваку променљиву је један број. Процес агрегације fuzzy скупа проширује ранг излазних вредности, па морају бити дефазификоване по реду како би разрешили јединичну вредност скупа. Као метод дефазификације изабран је метод „centroid“ (изналази центар површине испод криве).

FLT дијаграм fuzzy закључивања састављен је од свих малих дијаграма који се појављују у систему. На слици 7.23 приказана је вредност излазне променљиве у FLT Rouler Viewer-у, а на слици 7.24 вредност излазне променљиве у FLT Surface Viewer-у.

Оцена погодности деонице за постављање мерне станице за изабрани пример са слике 7.23 узима вредност 9.67, односно налази се у скупу вредности „одлична“. Оцена са аспекта техничких карактеристика пруге у том случају узима вредност 2 (што припада скупу „задовољавајућа“), оцена број возова вредност 90 (што припада скупу вредности „велики“), а оцена деонице са аспекта удаљености од мерне станице има вредност 121,7 (што припада скупу вредности „велика“).



Слика 7.23. Вредност излазне променљиве за усвојене улазне променљиве



Слика 7.24 Вредност излазне променљиве у FLT Surface Viewer – у

### 7.4.5 АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА МОДЕЛА

Макролокацију за постављање мерне станице добијена је применом методе PROMETHE II. На основу ранга алтернатива, може да се закључи да је секција Ниш најпогоднија са аспеката броја искључених кола, обима саобраћаја и процента међународних пруга по секцијама. Након секције Ниш, мерне станице би требало поставити у секцијама Суботица, Пожаревац, Зајечар, Београд и даље редом који је добијен применом ове методе.

На основу приказаног fuzzy модела утврђена је микролокација за постављање мерне станице (у оквиру секције Ниш). Добијени резултати показују да мерну станицу треба лоцирати на прузи Ниш – Сталаћ, између Ниша и Нозрина стајалишта (табела 7.9).

Ово је само предлог динамике постављања мерних станица, а њихов распоред би се могао кориговати на основу искустава која би се стекла праћењем рада пилот пројеката, и већ постављених мерних станица. Ако се вратимо на првобитне захтеве за инсталацију мерне станице у Батајници, видимо да су ти захтеви у потпуности задовољени и на овој стационажи (константна брзина, иста око 80 km/h, дужина вожње у правац и сл.)

**Табела 7.9.** Деонице за постављање мерних станица

Пруге подељене на деонице	Оцена улазних променљивих			Коначна оцена
	тех.карак.	бр.возова	удаљеност	
<b>Ниш-Димитровград</b>				
Ниш-Нишка Бања	1,4	50	103,9	3,41
Просек-Радов Дол	1,5	50	89,2	7,51
Долац-Бела Паланка	1,6	50	82,2	6,38
Црквица стај.-Пирот	1,5	50	55,4	3,27
Божурат стај.-Димитровград	2	50	27	3,01
<b>Ниш-Прешево</b>				
Ниш -Дољевац	2,2	30	157	5
Кочане стај.-Печењевце	3	30	137,3	5
Живково стај.-Лесковац	2	30	122,5	5
Ђорђево-Селине стај.	1,6	30	104,7	3,59
Владичин Хан-Врање	1,6	30	70,9	3,27
Нерадовац стај.-Прешево	1,8	30	38,6	3,12
<b>Ниш-Косаничка Рача</b>				
Ниш-Дољевац	1,6	20	87,5	3,27
Дољевац-Житорађа	1,8	20	66,27	3,27
Речица стај.-Прокупље	1,6	20	56,9	3,27
Топличка мала Плана-Плочник стај.	1,6	20	47,9	3,27
Барлово стај.-Куршумлија	1,6	20	23	3,27
Распутница кастрат-Косаничка рача	1,6	20	11,4	3,27
<b>Ниш- Сталаћ</b>				
Ниш-Суповачки мост стај.	2	90	121,7	9,67
Грејач стај.-Нозрина стај.	2	90	132,2	9,67
Алексинач-Ђунис	2,4	90	151,5	



## 7.5. FUZZY МОДЕЛ ЗА УТВРЂИВАЊЕ ДЕФОРМАЦИЈА ТОЧКОВА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗНИХ СРЕДСТАВА

Анализом разлога искључења кола из саобраћаја [34], код нас и у свету, највећи проценат ванредних догађаја у железничком саобраћају, који су директно утицали на безбедност саобраћаја, последица су неисправности кочница и трчећег строја. Због тога је рано откривање дефеката точкова, односно увођење система за њихову детекцију у току вожње вишеструко исплативо и управљачима инфраструктуре и железничким операторима.

Могућност да се измере и бочне и вертикалне силе омогућава да се идентификују возила која су у опасности да изазову исклизнуће воза, односно да се дефинише гранична вредност дозвољености таквог дефекта. Сви понуђени системи у основи имају мање више сличне компоненте и карактеристике са истим циљем да уоче – детектују, а ако је то могуће и измере одређене величине.

Деформације точкова доводе до превременог оштећења и шина и вагона, чиме се директно утичу на стабилност возила. Свака замена точкова или поправка оштећених шина поред трошкова одржавања проузрокује трошкове које генерише поремећаја саобраћаја возова и недостатка активних кола. Трошкови куповине и замене нових точкова и репарације венаца су веома велики, да би се смањили, неопходно је и добро планирање у процесу одржавања.

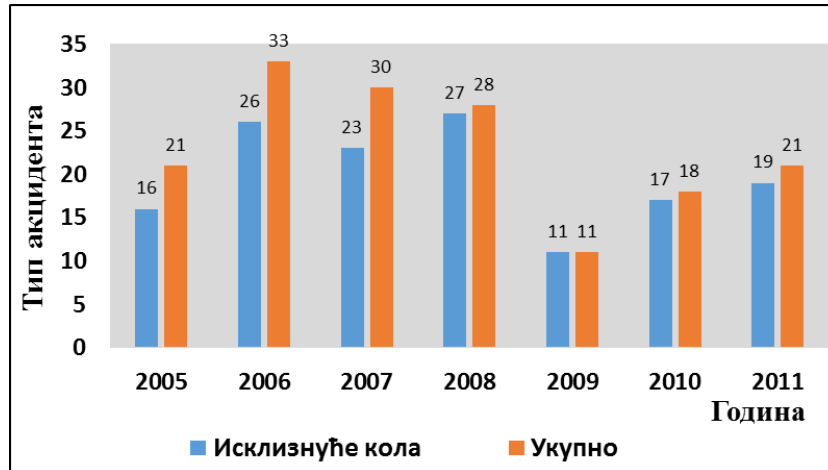
Ефикасно одржавање возила захтева и прогнозе о могућем броју искључених кола по основу дефеката точкова које ће настати у одређеном периоду. Аналитички модели [4] могу дати добра предвиђања, али они захтевају свеобухватну базу података. Када нема довољно података за креирање и верификацију аналитичких модела, fuzzy логички модел може само делимично да се користи за предвиђање броја дефектних точкова.

### 7.5.1 ДЕФЕКТИ ТОЧКА

Мане на кругу котрљања точкова, уз загрејаност осовинских лежишта и прекорачења масе по осовини, односно неправилан распоред товара, су главни и најчешћи разлози искључења кола при прегледу. Оне припадају "разреду неисправности 4 и 5"<sup>2</sup> и препознате су као главне и критичне неисправности. На Железницама Србије (ЖС) то је и узрок највећег броја акцидентата (од 77 % ÷ 100 % у последње две године), као и за великог броја оперативних акцидентата (око 17 %, а у последње две године преко 20 %). На слици 7.25. приказан је однос броја исклизнућа кола у односу на укупан број акцидентата.

У току 2012. год. из саобраћаја укупно је искључено 365 кола због оштећења насталих на површини круга котрљања точка. Природа дефеката може бити различита, и то: механичка хабања, дефекти услед некавалитетног и нехомогеног материјала и дефекти услед термичке природе цикличног и прекомерног загревања. Сви дефекти који могу настати на површини круга котрљања точка разврстани су у седам група и свака има и свој код, сагласно Прилогу 9, ОУК/АВУ (Слика 7.26).

<sup>2</sup> Детаљније обрађено у поглављу 3.3.



Слика 7.25 Исклизнућа вучених средстава на мрежи ЖС



Слика 7.26 Дефекти на површини круга котрљања точка

Види се да је највећи број искључених кола због равних места на површини котрљања точка (49 %), а најмање искључених (дефеката) има услед љускавих и набраних места 5 или 1,36 %.

Европским стандардом EN 13262, за израду точкова железничких возила, дефинисани су следећи челици: ER6, ER7, ER8 и ER9. Вредности тврдоће по Бринелу, које се морају остварити до дубине од 35мм испод површине котрљања, дати су у табели 7.10.

Табела 7.10 Минималне вредности тврдоће која се мора реализовати на ободу точка по Бринелу

Ознака челика	Минималне вредности категорија	
	K1 (> 200 km/h)	K2 (< 200 km/h)
ER6	-	225
ER7	245	235
ER8	245	245
ER9	-	255

Истраживања су показала да повећањем тврдоће површине котрљања точка при термичкој обради од 450 НВ, а венца 600 ÷ 800 НВ, може брзину хабања точкава и шина смањити 1,5 ÷ 3 пута [6]. При кочењу у контакту кочионог уметка и површине котрљања точка, кинетичка енергија возила радом силе трења претвара се у топлотну и у врло високом проценту преноси на точак. Као последица тога температура точка расте и може да достигне вредности које изазивају напоне изнад границе еластичности материјала, пластичне деформације и након хлађења заостале напоне на истезање. Ти заостали напони могу да буду довољно велики да изазову иницијалне напрелине на ободу точка (ломови), па и лом точка са тешким последицама по безбедност саобраћаја. Основни показатељ термичког оптерећења моноблок точка је нагоревање боје на месту прелаза између обода и тела точка или присуство трагова оксидације на ободу точка (тела точка који није обојен). Ако се кочиони умети налазе изван ивице површине котрљања точка (бочно штрче), онда се јављају висока термичка оптерећења, посебно на спољњем делу површине котрљана која доводе до појаве превеликих заосталих напона и до пуцања точкава.

Ако су карактеристике пруге такве, да постоје падови преко 15 % на дужини преко 12 km (као што је нпр. случај на прузи Београд – Бар), онда се брзина треба одржавати првенствено електродинамичком кочицом локомотиве, чиме се постиже допунско додатно кочионо дејство аутоматској кочици. Само од 1.1.2008. године до 7.5.2011. године на путничким колима у власништву ЖС догодило се 12 пукнућа (ломови и напрелине) моноблок точкава (Табела 7.11.), а карактеристични примери ломова точкава из табеле 7.11 приказани на слици 7.27.

**Табела 7.11** Искључена путничка кола из саобраћаја због пукнућа – лома точка

Р.бр.	Датум искључења	Број кола	Станица искљ. кола	Последња РО	Пукнути точак у бр.
1	01.01.2008	51722010650-7	Бар	Смедерево 8.2007.	у броју 1
2.	24.11.2008.	50729700721-7	Бар	Смедерево 7.2007.	у броју 1
3.	28.11.2008.	50723910693-7	Бар	Смедерево 7.2007.	у броју 2
4.	21.02.2009.	51722010724-0	Кнић	Смедерево 7.2007.	у броју 7
5.	17.03.2009.	50722027700-2	Београд	Смедерево 5.2007.	у броју 8
6.	11.08.2009.	51722210706-5	Прибој	Смедерево 11.2006.	у броју 7
7.	21.08.2009.	50729700647-4	Н. Сад	Смедерево 8.2007.	у бр. 1Л
8.	07.12.2009.	51722010731-5	Бар	Смедерево 4.2007.	у броју 4
9.	01.02.2010.	51723910675-3	Београд	Смедерево 6.2009.	у броју 5
10.	10.03.2010.	51722010650-7	Београд	Смедерево 11.2009.	у броју 5
11.	27.04.2011.	50722227700-0	Бар	Смедерево 4.2010.	у броју 6
12.	06.05.2011.	51723910675-3	Београд	Смедерево 6.2009.	у броју 5

кола бр. 517239-10675-3 (р. бр. 12)



кола бр. 517220-10650-7 (р. бр. 1)



**Слика 7.27** Карактеристични ломови точка

Одступања од дефинисаног положаја налегања кочионих папуча на котрљајућу површину точка могу изазвати недозвољено висока и веома неравномерна термичка оптерећења точка. Такође, и зарези од алата за затезање точка при обради могу бити значајан извор концентрације напона и узрочник лома точка. На лом точка може утицати и неисправна конструкција возила (карактеристика уздужне везе осовински склоп - рам обртног постоља) и недовољан квалитет материјала за израду точка код одређених произвођача. Откривање дефеката точка изазива искључења кола из саобраћаја, а број искључених кола није занемарљив (табела 7.12).

Други вид дефеката механичко-термичке природе је стварање прстенастих удубљења по ободу точка, нарочито код кочница са папучама од композитних материјала.

**Табела 7.12** Преглед броја искључених кола из саобраћаја у 2011. год.

Тип кола	Загр. осо. леж.	Осов. склоп	Носећи гибњеви	обртно постоље	Одбојник	Тегљеник	Кочнице	Σ
П	89	581	29	352	288	54	1121	2514
Т	148	1524	367	782	625	235	2447	6128
Σ	237	2105	396	1134	913	289	3568	8642
%	2.74	24.36	4.58	13.12	10,56	3,34	41,29	100

## 7.5.2. ОПШТЕ О ПОТРОШЊИ ТОЧКОВА

У процесу експлоатације, због триболошких утицаја у контактної површини точак-шина, која је по Херцовој теорији облика елипсе, створени услови за нарушавање прописаног облика профила точка, односно до хабања. Осовински склоп, кола па и цео воз, крећу се вијугавим кретањем, из бројних разлога: неједнаких пречника точка, различитих осовинских притисака, неправилног квачења или повећаних зазора у истим, режимима вуче, утицаја кочења, грешака у геометрији и одржавању колосека и др. Последица таквог кретања су вертикални и бочни удари венаца точка о бокове шина. Значи, хабање точка и шине је последица њиховог сложеног динамичког односа при кретању железничког возила по колосеку уз веће или мање проклизавање точка. Најзначајнији утицаји на брзину хабања најчешће се сврставају у неколико група [9]: материјали точка и шине, замор и старење материјала, прекомерно загревања површине котрљања у процесу кочења, геометрија додира точак-шина, одступања у изради и монтажи, услови експлоатације, конструкцијске особине возила које утичу на његову динамику кретања и геометрија колосека.

Механичке карактеристике, тј. тврдоће материјала точка и шине, одређују брзину њиховог хабања. Хабање точка и шине је мање када је материјал точка нешто тврђи од материјала шине. Препоручује се да материјал точка има тврдоћу до 10% већу. На процес хабања точка утиче значајно утиче и примењени поступак термичке обраде. На основу експерименталних испитивања [6] доказано је да за исту тврдоћу се могу добити различита хабања. Нормално отврдњавање каљењем даје врло неповољно хабање, док изотермично отврдњавање у току перлитне фазе даје повољније резултате. Разлог је неједнаки услови рада површинских слојева метала точка и папуче по ширини зоне

контакта и продора абразионих честица метала и прашине на површину котрљања дуж ивица папуче. Локално хабање точка, или тзв. "равна места" настају услед блокирања точкава као резултат пластичне деформације услед загревања додирне површине.

Термо-механички дефект је стварање налепница и закаљених места ("беле мрље") на површини котрљања. Оба дефекта се јављају услед комбинованог дејства топлотног и механичког оптерећења точка. Наваривање није препоручљиво јер наварени слој има велику тврдоћу (и до 900 НВ) и одликује се високим заосталим напонима услед којих се стварају микро напрслине. "Беле мрље" настају наглим хлађењем прегрејаних места до температуре више од критичне на којој долази до структурних промена у површинским слојевима метала точка. Појави белих мрља веома доприносе ниске температуре околине и велика влажност ваздуха. Распрострањен облик дефеката су попречне напрслине по површини котрљања точка због термичког старења материјала, које настају као резултат наизменичног интензивног загревања при кочењу и хлађењу.

Веома карактеристичан дефект је тзв. "чупање материјала", тј. одвајање дела метала точка под утицајем спољних и унутрашњих сила чему претходи поремећај хомогености материјала. Овом дефекту доприноси мартензитна структура површинских слојева метала која се одликује великом тврдоћом и кртошћу.

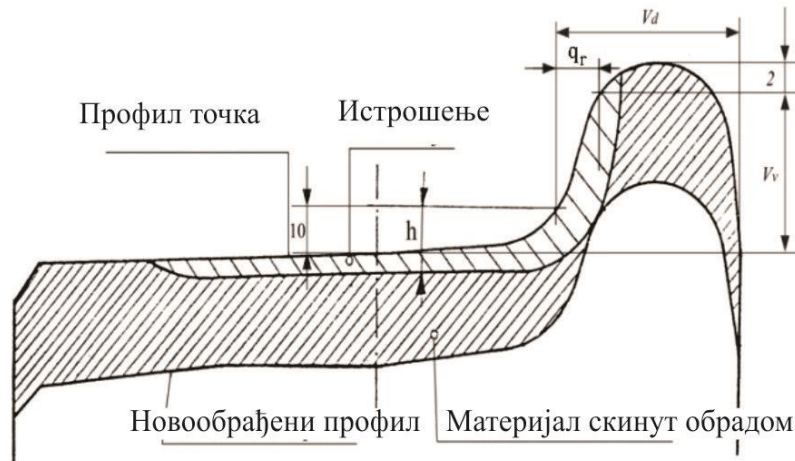
Основни разлог за настајање равних површина је неправилност у функционисању система кочења. Препуњеност ваздухом кочионих уређаја, притегнута ручна кочница за време вожње или погрешан положај ручице мењача силе кочења доводи до превелике силе притиска папуча на токове и њиховог кочења. Ако су кочиони умци од композитног материјала и ако је грешком остао висок степен кочења кола са двостепеном кочницом велике снаге, или је машиновођа приликом кочења воза откочио кочницу локомотиве и преоптеретио кочнице кола долази до термичког прегревања, а тиме и појаве дефеката на површини круга котрљања точка. Неравномерно распоређене кочнице, влажне и масне шине погодују клизању и стварању равних површина.

У циљу утврђивања похабаности точкава у експлоатацији мере се параметри (слика 7.28):

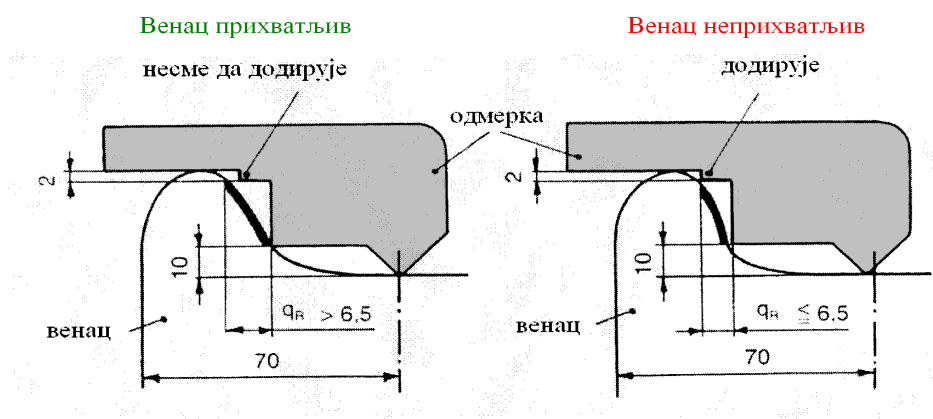
- висина венца ( $V_v$ ), која представља меру хабања површине котрљања и не сме бити већа од 36 mm због опасности од удара венца точка о дно канала скретница;
- дебљина венца ( $D_v$ ), која представља меру хабања венца; мери се на висини од 10 mm изнад средњег круга котрљања и која, због опасности од лома венца точка и повећања ризика од исклизнућа возила на скретницама, не сме бити мања од : - 22 mm, за точак  $\varnothing \geq 840$  mm  
- 27,5 mm, за точак  $\varnothing < 840$  mm  $\geq 630(330)$
- $q_r$  мера, која, представља меру хабања активне површине венца, на растојању  $h > 2$ mm, од највеће висине венца  $q_r \leq 6,5$ .

Међутим, мерењем наведених показатеља похабаности точка може се одредити тренутак неопходног упућивања точкава на машинску обраду ради репрофилисања, али се не може стећи права слика о утицају промене бројних фактора на хабање. Због тога се у праћењу експлоатације точкава користе показатељи брзине хабања, који узимају у обзир и пређени пут као параметар. Најчешће коришћени, најједноставнији и најпрактичнији експлоатациони показатељ брзине хабања точкава железничких возила, је пређени пут

између два узастопна репрофилсања точка, с тим што се под репрофилсањем подразумева и замена бандажа или моноблок точка.



Слика 7.28 Карактеристике потрошње точкава железничких возила [7]



Слика 7.29 Контрола профила и висине венца точка

Профил точкава свих железничких возила на ЖС је стандардизован према објави UIC 510-2. На унутрашњем крају обода точка налази се венац, који спречава исклизуће точка на шине. Почев од венца надаље све до краја обода, површина котрљања је, мање-више конична. Овакав облик површине котрљања омогућава равномерно хабање исте и слободан пролаз возила у кривинама колосека. На слици 7.29 дате су прописане мере и гранична стања венца бандажа и начин једноставне и брзе контроле истог, у возу или погону за одржавање [7].

### 7.5.3 УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ НА ТРОШЕЊЕ ТОЧКОВА

#### А) УСЛОВИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ

Утицај експлоатације и услови у којима се она одвија су најважнији фактори када је у питању трошење точкава, а ту спадају:

- неправилна употреба кола, пре свега у делу „товарења“, односно непоштовање распореда товара, односа оптерећења, осигурање и сл.
- разлика у пречницима точкова на истој осовини,
- разлика у пречницима точкова у обртном постољу,
- непаралелност осовина у обртно постољу и кола у опште,
- неподмазивање венца точкова и сл.

Животни век точка (бандажа или моноблок точка) зависи од динамике потрошње обруча или венца бандажа. Сигурно је да би смањење трења између венца точка и шине смањило потрошњу и тиме повећало трајност бандажа узимајући податке развијених железничких управа где се и најмање утицајни фактори узимају у обзир и предузимају се опсежне мере минимизирања њиховог утицаја [9].

**Табела 7.13** Квалитет уграђених шина и точкова [10]

Материјал шине-тип	Затезна чврстоћа [N/mm <sup>2</sup> ]	Стезање L <sub>0</sub> =5d [%]	Тврдоћа [НВ]
R260	967	11,5	282
R350 НТ	1249	10,5	379
Квалитет уграђених точкова			
R9			300
B5 Т			240
B51 Т			260

## Б) УТИЦАЈ ВРСТЕ МАТЕРИЈАЛА ШИНА И ТОЧКОВА

Став чланица УИС-а, је да оптималан однос чврстоћа и тврдоћа челика точка и шина такав да точак треба да буде 10% тврђи и чвршћи од шине ( $R_{m,t} = 1,1 R_{m,s}$ ). Тако се точкови кола граде у квалитету по УИС прописима R7 којима је  $R_m = 820$  до 880 МПа. Исти челик се препоручује за вучна возила, где је точак 920 mm; треба користити челик за точкове УИС Р8, са  $R_m = 860$  до 960 МПа. Упутство за одржавање електро локомотива серије 441 и 461 ЖЖ за ова возила препоручује моноблок точкове и бандаже затезне чврстоће 900 до 1050 МПа.

Истраживања показују да однос инвестиција у колосек и возила у веку трајања шина и точкова износи 2:1 у корист шина, ако се користе точкови 10% тврђи од шина [ 1].

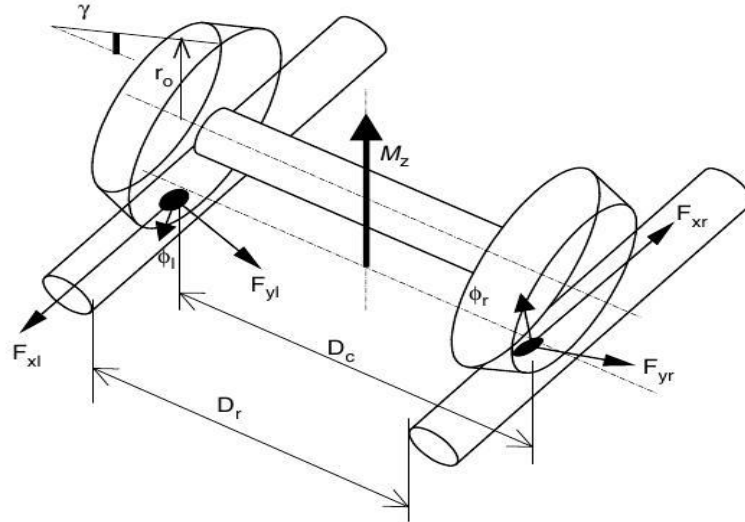
## В) УТИЦАЈ ЕЛЕМЕНАТА КОНТАКТНЕ ПОВРШИНЕ ТОЧАК-ШИНА

Основни параметри који дефинишу контакт точак-шина су: адхезија, клизање и хабање. Хабање и пластично течење је у блиској вези са геометријом профила точка и шине и знатно утиче на динамику возила. Површина контакта између точка и шина као геометријска карактеристика зависи од радијуса кривина додирних површина. Природа сила контакта зависи од услова површине и околине, који укључују храпавост, присуство воде, снега, уља, прљавштина. Особине материјала и профили точка и шине дефинишу њихово садејство, а најважнији су: тврдоћа, жилавост и термичка

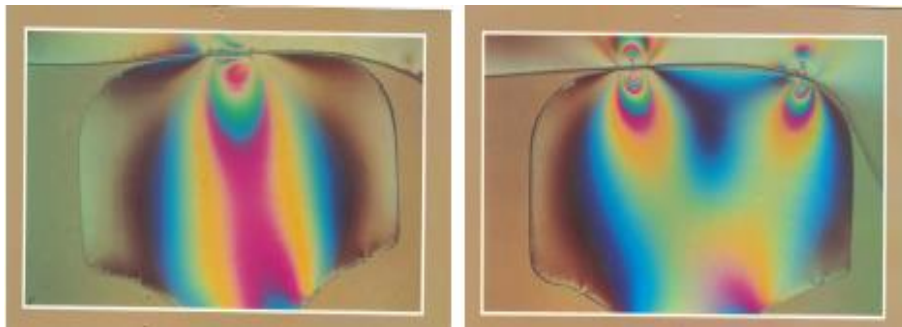


проводљивост материјала. По теорији контакта два тела (Hertz-ова теорија), контактна површина је равна и облика елипсе (слика 7.30), али у пракси зависи од степена похабаности точка и шине, а ослањање точка на шину своди се на једну или две тачке (табела 7.14).

Контакт у две тачке настаје обавезно у кривинама где усмеравајући осовински слог губи слободу радијалног самопозиционирања, изазивајући усмеравајућу силу венца на спољној шини и приморавајући оба точка да проклизају у правцу центра кривине, проузрокујући силе трења на обе шине. Распоред напона унутар главе шине за оба типа контакта добијен фото-еластичним мерењима дат је на слици 7.31 [6, 9].



Слика 7.30 Контактна површина, два тела по теорији (Hertz-ова теорија),[11].



Слика 7.31 Распоред напона унутар главе шине за обе могућности контакта добијен фото-еластичним мерењима [7]

Табела 7.14 Додир точка и шине у зависности од истрошености

Истрошеност точка	Истрошеност шине	Облик додира
Нов	нова	сигурно у две тачке
похабан	нова	у једној тачки
Нов	похабана	у једној тачки
похабан	похабана	већином у две тачке

## Г) УТИЦАЈ ПАРАМЕТАРА КОЛОСЕКА

Истраживања спроведена н на ЖРС 2010. године показала су да грешке у геометрији колосека директно утичу на повећану потрошњу точкова, а то су пре свега: сужење, надвишење и витопереност колосека. (табела 7.16).

Видљиво је да на мерној деоници постоје грешке у геометрији колосека које директно утичу на повећану потрошњу точкова, а су пре свега: сужење, надвишење и витопереност са потенцијалним утицајем на безбедност возила.

**Табела 7.15** Вредности параметара геометрије заодређене категорије пруге [9]

Категорија Пруге		С				
Параметар		I	II	III	IV	Измерено
1	Проширење колосека	3	3	5	8	0
2	Сужење колосека	3	3	3	3	34
3	Витопереност колосека, кратка база 3,50 м	4	6	7	9	87
4	Смер колосека	2	5	8	10	3
5	Надвишење колосека	2	4	5	5	58
6	Стабилност колосека	2	4	5	5	75

Надвишење се изводи у кривинама издизањем спољне шине а висина зависи од величине полупречника кривине и брзине возова. Надвишење се изводи за *тах.* техничке брзине возова, а у условима мешовитог саобраћаја саобраћају возови знатно мањим брзинама у дужем временском периоду то значајно утиче на динамичке силе између точка и шине, повећање буке и енормну потрошњу точкова и шина [7].

С обзиром да вагон пролази кривину са константним полупречником ( $R$ ) и са константном брзином ( $V$ ), нормално убрзање које је усмерено ка центру кривине (слика 7.32) износи:

$$a_n = \frac{V^2}{R} \quad (7.25)$$

Према D'Alembert-овом принципу нормалном убрзању одговара следећа центрифугална сила:

$$F_{in} = \frac{mV^2}{R} \quad (7.26)$$

Ова сила тежи да преврне возило на спољашњу страну (од центра кривине) па колосек мора да се изведе у кривини са надвишењем спољашње шине ( $x$ ). Угао попречног нагиба колосека је  $\theta_{kol}$  и ако је размак шина ( $l$ ), онда је:

$$\sin \theta_{kol} = \frac{h}{G} \quad (7.27)$$

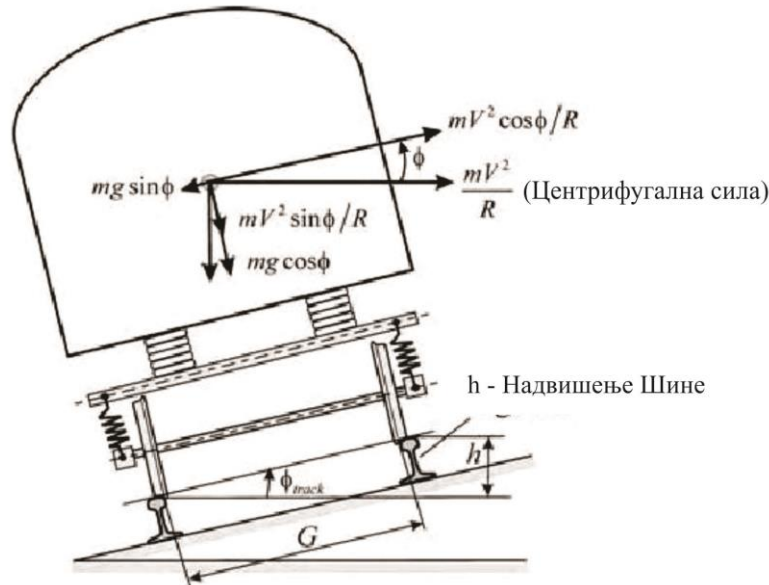
Тиме се ствара услов за могућу равнотежу између компоненте гравитационе силе тежине и компоненте центрифугалне (инерцијалне) силе. Брзина кретања возила при таквој

равнотежи је уравнотежујућа брзина. Равнотежа компоненте центрифугалне силе и компоненте сопствене тежине сила у кривини је:

$$\frac{mV^2}{R} \cos \theta = mg \sin \theta \quad (7.28)$$

У принципу, угао  $\theta$  је једнак збиру угла попречног нагиба колосека  $\theta_{kol}$  и угла котрљања ("roll angle") вагона који постоји због еластичних веза између вагона и постоља. У случају да је  $\theta \approx \theta_{kol}$ , при чему је угао попречног нагиба релативно мали, онда је:

$$\cos \theta \approx 1; \sin \theta_{kol} = \frac{h}{G} \quad (7.29)$$



Слика 7.32 Равнотежа сила у кривини

Надвишење шине на слици 7.32 означено је са ( $h$ ), а ( $G$ ) је размак између шина. Замењујући их у образац (7.29), и у једначину равнотеже (7.28), добија се уравнотежујућа брзина возила:

$$V = \sqrt{\frac{ghR}{G}} \quad (7.30)$$

Ако се возило креће са мањом брзином од брзине (7.30), онда возило има вишак надвишења, а ако се креће са брзином која је већа од брзине (7.30), онда постоји недостатак надвишења [11]. Недостатак надвишења спољашње шине изазива веће бочне силе на спољашњој шини које могу да изазову нежељено кретање точка по спољашњој шини. Могућа последица је пењање точка на спољашњу шину и испадање вагона из колосека. Клизање точка се смањује уколико се промене радијуси котрљања точка (због конусног облика точка у попречном пресеку). Вагон се у кривини помера ка спољашњој шини, чиме се повећава радијус котрљања спољашњег точка чиме се повећава и његова брзина у подужном правцу у односу на унутрашњи точкак, а на тај начин се смањује проклизавање и хабање точкава, односно добија се боље понашање у кривини.

Ово би био теоретски приступ и клизање односно хабање точкова би било минимално за те пројектоване брзине и одговарајуће надвишење. Стање пруга је далеко од пројектованог па су лагане вожње на тим деловима условиле смањење брзина, али су надвишења остала за пројектоване брзине, а познате су последице истог. Колика су одступања јасно се види из "дијаграма брзина на прузи Београд – Бар" приказаном у Прилогу 10.

## ДУТИЦАЈ ВРЕМЕНСКИХ УСЛОВА

Уколико је више влаге током године, мање је бочно трење и трошење точкова. На ово се не може утицати, али се мора имати у виду када се врше експерименти или износе подаци. Подаци UIC ORE из 1990. године [8] указују на то да је у климатским условима чланица UIC-а, тако и на ЖС, промена коефицијента трења точкова и шина има структуру приказану у табели 7.13.

**Табела 7.16** Утицај временских услова на коефицијент трења точак-шина

	Влажно време	Између влажног и сувог	Суво време
Коефицијент трења ( $\mu$ )	0,10	0,25	0,40
Вероватноћа [%]	10	65	25
Дана у години	36	185	144

Дакле, возови се годишње крећу око 36 дана по веома влажним шинама, око 185 дана са коефицијентом трења између влажног и сувог, а остатак по веома сувом времену

## Ђ)ОСТАЛИ УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ

Познато је да на потрошњу точкова утичу бројни фактори, а поред наведених најзначајнији су:

- одступање у изради и монтажи осовинског склопа, виљушака (двоосовинска теретна кола) лежајева, обртних постоља и вагона у целини, као и локомотива, ДМВ и слично,
- утицај услова експлоатације, квалитет пруге, распоред терета, врста терета, услови вуче,
- степен коришћења носивости кола у експлоатацији, састав воза, брзина кретања воза, и др.
- утицај конструктивних особина трчећег склопа возила и возила у целини, те
- квалитет одржавања битних склопова огибљења возила.

Последње указује на правац решавања проблема и деловања у циљу продужења радног века точкова свих возних средстава: санација одржавања наведених елемената возила и колосека. Имајући претходно у виду, те чињеницу да се узрок брзог трошења точкова сагледаће се анализом трошења точкова на железници код кола и локомотива.

### 7.5.4. ПРАЋЕЊЕ ПОТРОШЊЕ ТОЧКОВА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

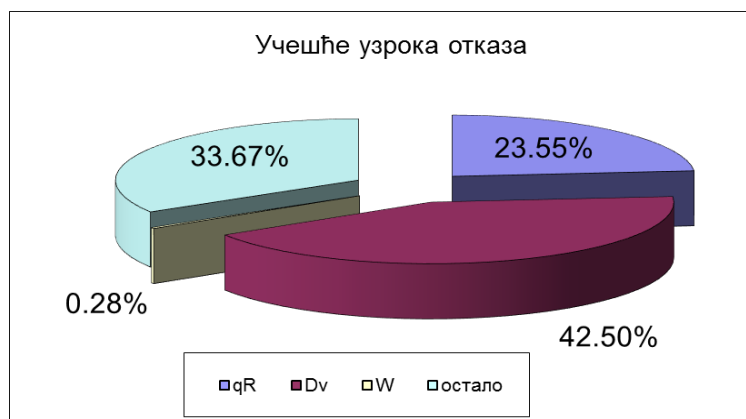
По стандарду UIC радни век моноблок точкова путничких кола износи на пругама са мало кривина око 1.100.000 km, а на пругама са бројним кривинама и посебно са малим радијусом око 600.000 km уз чињеницу да точак у току века трајања два пута иде на репрофилисање.

Праћење потрошње точкова путничких кола на прузи Београд – Пријеполје указује да Am кола у односу на Vt имају нешто дужи циклус замене (табела 7.17), али знатно краћи од стандарда UIC. ЖТП Загреб је 1982. год. објавио студију о истраживању трошења точкова. Код путничких кола сви точкови су били типа R2. И поред отежане анализе због недостатка статистичких података установљено је да се репрофилисање точкова за путничка кола врши након 100.000 - 150.000 km. То значи да моноблок точкови имају век од око 400.000 до 600.000 km, тј. 10 - 15 година до замене и да се врши једном у веку трајања кола.

**Табела 7.17** Просечан број пређених km између две обраде точка на Барској прузи

Серија путничких кола		Обрада точкова			Замена точкова (просек)	Екстремне вредности
		I	II	III		
"32" 20 05	Am	82.000	62.000	34.000	183.000	162.460
						206.460
"32" 10 10	Vt	115.000	51.000	37.000	202.000	172.760
						265.360

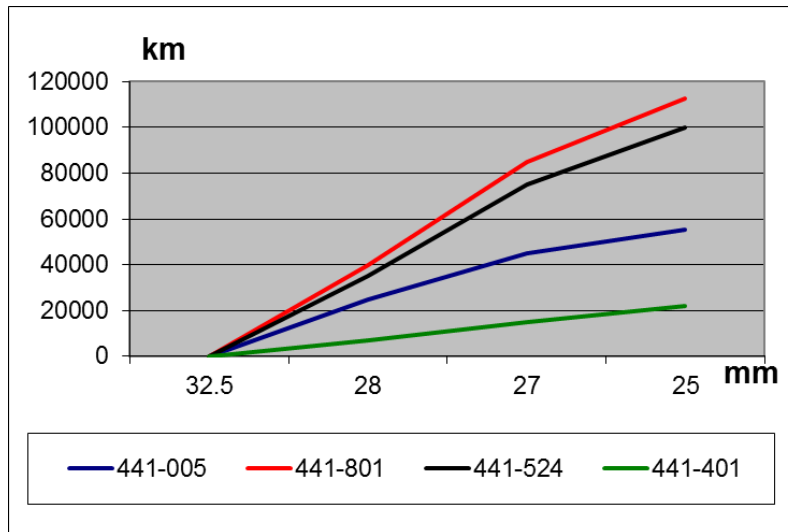
Анализа студија које обрађују проблематику трошења точкова показала је да се око 90% података односи на трошење точкова код локомотива и моторних возова, око 9% односи се на путничка кола, а свега 1 % на теретна кола. Да би се точак, осовине, постоља, кола и воз били под безбедносном контролом лимитирани су критеријуми надзора точкова. Норме за оцену безбедности газеће и водеће површине точка су: дебљина ( $D_v$ ), висина ( $V_v$ ) и мера хабања венца ( $Q_r$ ). Учешће отказа дато је на слици 7.33. Мерењем тих показатеља може се одредити најповољнији тренутак упућивања кола на репрофилисање.



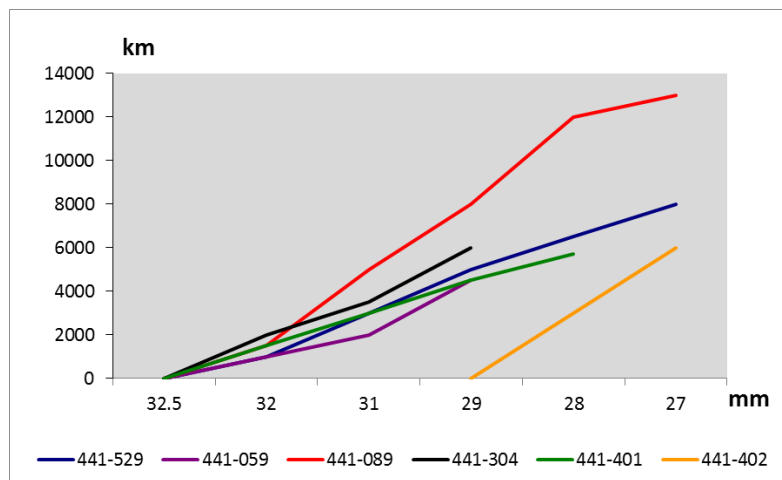
**Слика 7.33** Процентуално учешће узрока отказа (анализа у Депоу за одржавање Сомбор, за периоду од 2003. до 2010. год.)

Најчешће коришћени, најједноставнији и најпрактичнији експлоатациони показатељ брзине хабања точкова железничких возила је пређени пут између два узастопна репрофилисања точка, с тим што се под репрофилисањем подразумева и замена бандажа или моноблок точка.

Анализа експлоатације и потрошње бандажа (слике 7.34 и 7.35) показала је да постоји велико расипање резултата, нпр. локомотива 441-401 до репрофилисања прешла је око 21.000 km, а локомотива 441-801 115.000 km. У радовима [2] и [6] су шире образложени утицајни фактори и анализирани моноблок точкови и точкови са бандажима од више произвођача.



Слика 7.34 Потрошња бандажа локомотива серије 441 на ЖРС од 2004. до 2007. г.



Слика 7.35 Потрошња бандажа точкова на лок. серије 441 на ЖРС у августу 2011. год.

Из табеле 7.18 је могуће уочити енормно велику потрошњу точкова која износи од  $0.1 \text{ mm}/10^5 \text{ km}$ , па до  $0,3 \text{ mm}/10^5 \text{ km}$ , а имајући у виду да су при томе прелазиле веома мали пут представљени резултати су више него лоши.

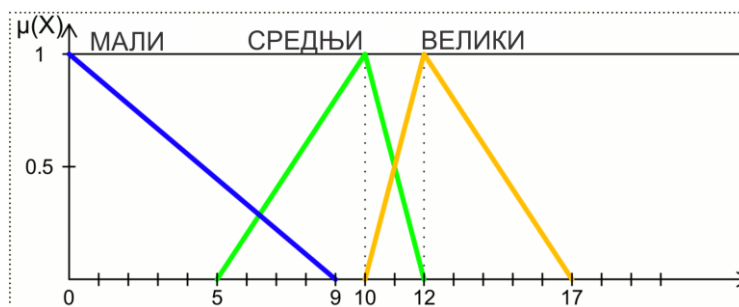
Табела 7.18 Пређени km и потрошња венца точкава лок. серије 441 у августу 2011. год.

$D_v$ (mm)	441-151	441-089	441-059	441-304	441-402	441-529
32,5	0	0	0	0		0
32	1000	1500	2000	1500		1000
31	2000	5000	3500	3000		3000
29	4500	8000	6000	4500	0	5000
28		12000		5700	3000	6500
27		13000			6000	8000
km/mm	1000	2000	1714	1267	3000	1455

### 7.5.5 FUZZY МОДЕЛ ЗА ПРЕДВИЂАЊЕ БРОЈА ДЕФЕКТНИХ ТОЧКОВА

Када се убрзано троше точкови вечно питање је да ли је битнији узрок стање колосека или возила. Велики број меродавних параметара за оцену броја деформација венца точка су егзактни (нпр. утицај временских услова, услови експлоатације на прузи, стање точка, материјал од кога је точак сачињен и сл.). Оцена потребног броја точкава за замену, најчешће, вршена је хеуристичким методом процене појединих стручњака надлежних служби које су биле засноване на најједноставнијој статистици, индивидуалном мишљењу, расуђивању и интуицији, а без примене било каквих математичких метода. Оцене су носиле велику дозу субјективности. При том, у обзир су узимани само појединачни параметри (најчешће укупни број точкава којима су обрађивани венци у току одређеног временског периода – најчешће један месец). Осим тога, у литератури није пронађено да је за оцену ниво залиха точкава по серијама локомотива разматрано више параметара истовремено.

Fuzzy излазна променљива А процењује број деформисаних точкава. Претпостављено је да број деформација венца може бити: "МАЛИ", "СРЕДЊИ" или "ВЕЛИКИ". Функције припадности fuzzy скупова  $A_M$ ,  $A_C$  и  $A_B$  приказане су на слици 7.36.



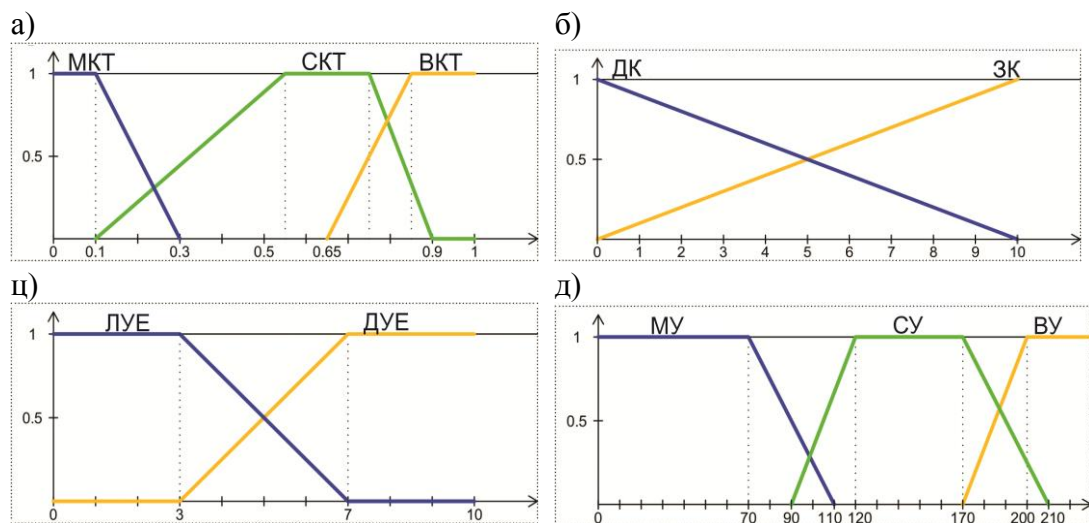
Слика 7.36 Функције припадности излазне fuzzy променљиве

Fuzzy модел процене броја деформисаних точкава (точкови који морају да се замене ради машинске обраде венца – репрофилсање или потпуне замене), дефинисан је са четири улазне променљиве: Б – квалитет материјала точка и шина (слика 7.37а), Ц – стање пруге, тј. услови експлоатације (слика 7.37б), Д – статус точка, односно пређени пут између два репрофилсања (слика 7.37ц) и Е – временски услови (слика 7.37д).



Fuzzy улазна променљива Б описује утицај временских услова, односно влажност ваздуха. Претпостављено је да влажност може да буде висока, тј. да има мали утицај на трење и деформацију венца точка, затим између влажног и сувог и на крају суво време са високим утицајем на коефицијент трења (повећава га и до четири пута), односно вредности fuzzy променљива су: "МАЛИ" (МКТ), "СРЕДЊИ" (СКТ) или "ВЕЛИКИ" (ВКТ). Функције припадности fuzzy скупова  $B_{МКТ}$ ,  $B_{СКТ}$  и  $B_{ВКТ}$  приказане су на слици 7.37а.

Fuzzy улазна променљива Ц процењује квалитет материјала од којег је направљен венац, али и квалитет и расипање квалитета материјала точка и шине, те однос квалитета материјала точка и шине. Материјал доброг квалитета има мали утицај, а лошијег (задовољавајући квалитет материјала) велики. Претпостављено је да тај утицај може да буде: "МАЛИ" (ДК) или "ВЕЛИКИ" (ЗК). Функције припадности fuzzy скупова  $C_{ДК}$  и  $C_{ЗК}$  приказане су на слици 7.37б.



Слика 7.37 Функције припадности улазних fuzzy променљивих

Fuzzy улазна променљива Д процењује услове експлоатације, од којих су најважнији следећи елементи: геометрија додира точак-шина, одступања у изради и монтажи, конструкционе особине возила које утичу на његову динамику кретања, геометрија колосека, одступање у изради и монтажи осовинског склопа локомотива и ДМВ, утицај услова експлоатације, квалитет пруге, распоред терета, врста терета, услови вуче, степен коришћења носивости кола у експлоатацији, састав воза, брзина кретања воза, утицај конструктивних особина трчећег склопа возила и возила у целини, те квалитет и метод одржавања битних склопова возила.

Претпостављено је да услови експлоатације могу да буду незадовољавајући – "ЛОШИ" (ЛУЕ), или добри услови експлоатације – "ДОБРИ" (ДУЕ). Услови експлоатације оцењују се оценом од 0 до 10. Функције припадности fuzzy скупова  $D_{ЛУЕ}$  и  $D_{ДУЕ}$  приказане су на слици 7.37ц.

Fuzzy улазна променљива Е процењује стање точка, тј. број реализованих пређених километара и то до прве репарације, између прве и друге репарације и коначно до замене.

Могућност деформације и утицај до прве репарације је "МАЛИ УТИЦАЈ" (МУ), између прве и друге "СРЕДЊИ УТИЦАЈ" (СУ) или после друге репарације "ВЕЛИКИ УТИЦАЈ" (ВУ). За посматрани тип кола (путничка) средњи број пређених километара до прве репарације је 90.000, између прве и друге 55.000 и после друге око 50.000. Функције припадности fuzzy скупова  $E_{MV}$ ,  $E_{CV}$  и  $E_{BV}$  приказане су на слици 7.37д.

Fuzzy логика је основа fuzzy система. Омогућава доношење одлука на основу непотпуних информација, а модели засновани на fuzzy логици се састоје од тзв. "IF-THEN" правила. "IF-THEN" правила међусобно се повезују са "ELSE" или "AND". Fuzzy логика дефинише се помоћу алгоритама за апроксимативно резоновање.

Нека је  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  вектор (улазна променљива) који описује карактеристику одређеног објекта (нпр. УСЛОВИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ) и вектор  $y = [y_1, y_2, \dots, y_m]$  излазна величина, која даје вредности посматраног система (нпр. БРОЈ ДЕФОРМИСаниХ ТОЧКОВА). Правила апроксимативног резоновања у fuzzy моделима имају следећи облик:

$$R^r : \text{IF } x_1 \text{ is } A_1^r \text{ AND } x_2 \text{ is } A_2^r \text{ AND} \\ \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n^r \text{ THEN } y_1 \text{ is } B_1^r, y_2 \text{ is } B_2^r, \dots, y_m \text{ is } B_m^r$$

где је:

$$x \in X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n, y \in Y = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_m$$

$$A^r = A_1^r \times A_2^r \times \dots \times A_n^r \subseteq X,$$

$$B^r = B_1^r \times B_2^r \times \dots \times B_m^r \subseteq Y$$

$A_i$  вредност вектора  $x_i$  и  $B_i$  вредност вектора  $y_i$  код правила  $r$ .

Посебан значај fuzzy логике је могућност њене примене за моделирање сложених система у којима се веома тешко може утврдити повезаност променљивих у моделу.

У fuzzy моделу за предикцију напрслих точкава правилима која су једнако вероватна додељен је тежински фактор 1, мање вероватним 0,5 а практично невероватним 0. Алгоритам апроксимативног резоновања за процену броја деформисаних точкава, који је развијен у овом раду, састоји се од правила која су изложена у табели 7.19.

Улазне променљиве у fuzzy системима представљају тзв. лингвистичке променљиве које узимају различите вредности, као нпр. "време је влажно", "добри услови експлоатације", "услови рада између прве и друге ревизије венца точка", итд. Излазни резултат даје се у континуалној форми. Свим могућим вредностима излазне променљиве одређује се одговарајући степен припадности. Након сагледавања степена припадности појединих вредности излазне променљиве врши се дефазификација. Дефазификација подразумева избор једне вредности излазне променљиве.

Метод Centroid (center of gravity - COG или center of area - COA) је основни метод дефазификације који израчунава центар гравитације функције припадности. Излазна вредност  $x^*$ , која представља резултат примене Centriod методе рачуна се по обрасцу:

$$x^* = \frac{\sum_{i=x_{\min}}^{x_{\max}} x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=x_{\min}}^{x_{\max}} \mu(x_i)}$$

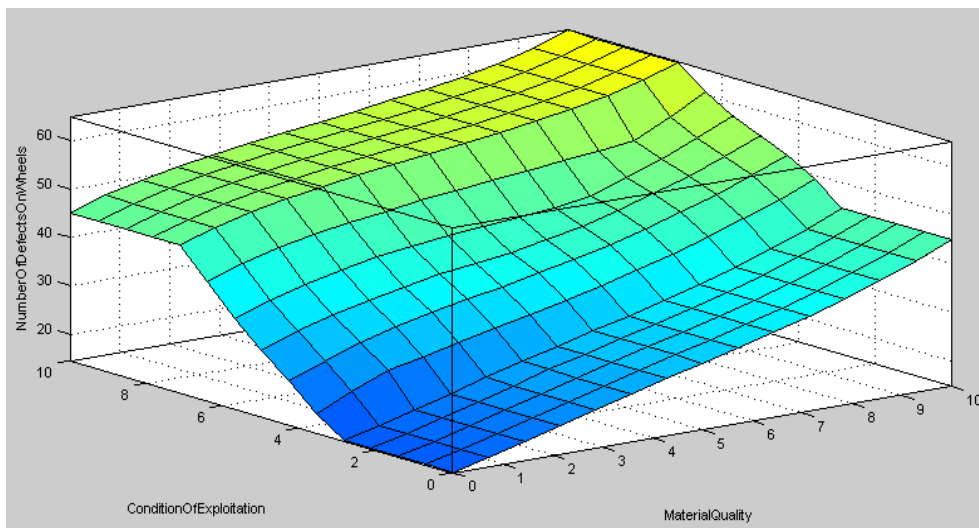
где је  $\mu(x_i)$  функција припадности.

Најчешће се користи Mamdani fuzzy систем закључивања (дефазификација Centroid) и методи минимизације за оператор "AND" и максимизације за оператор "OR". Треба рећи да у оваквим fuzzy моделима не постоји могућност строгог дефинисања граница интервала.

Табела 7.19 Fuzzy логичка правила модела

		Квалитет материјала						
		ДК						
		Услови експлоатације						
		ДУЕ			ЛУЕ			
Коефицијент трења		Стање точка			Стање точка			
		МУ	СУ	ВУ	МУ	СУ	ВУ	
		МКТ	МАЛИ	МАЛИ	СРЕД	МАЛИ	СРЕД	СРЕД
		СКТ	МАЛИ	МАЛИ	СРЕД	СРЕД	СРЕД	ВЕЛ
ВКТ	МАЛИ	СРЕД	СРЕД	СРЕД	ВЕЛ	ВЕЛ		
		Квалитет материјала						
		ЗК						
		Услови експлоатације						
		ДУЕ			ЛУЕ			
Коефицијент трења		Стање точка			Стање точка			
		МУ	СУ	ВУ	МУ	СУ	ВУ	
		МКТ	МАЛИ	СРЕД	СРЕД	СРЕД	СРЕД	ВЕЛ
		СКТ	СРЕД	СРЕД	СРЕД	СРЕД	ВЕЛ	ВЕЛ
ВКТ	СРЕД	СРЕД	ВЕЛИКИ	СРЕД	ВЕЛ	ВЕЛ		

На слици 7.38 представљене су вредности излазне променљиве за дефинисане временске услове у функцији промене вредности улазних променљивих

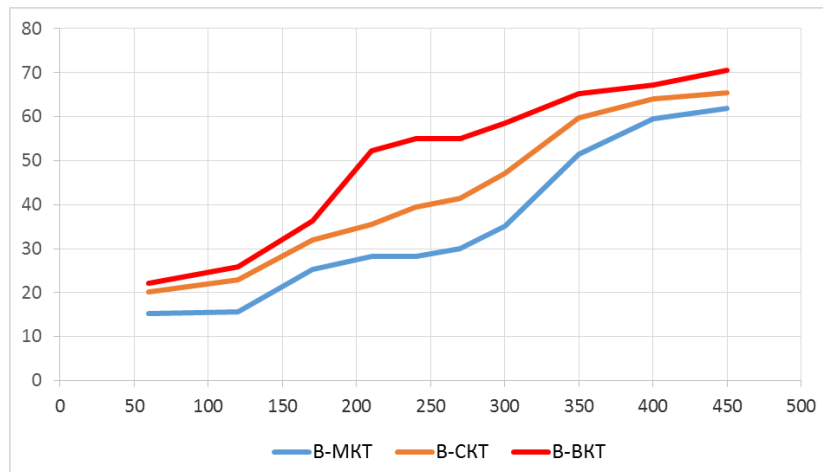


Слика 7.38 Fuzzy модел однос улаз – излаз

Анализа модела за одређивање нивоа месечних залиха точкова локомотива, односно броја деформисаних венаца точкова који морају да иду на обраду или замену за

различите временске услове у функцији од осталих параметара то: број пређених километара од до прве, друге обраде и замене, врсте материјала од кога је изграђен точак – квалитет материјала и услова експлоатације показује да за нове тачкове највећи утицај имају временски услови и квалитет материјала (слика 7.39). У даљем периоду експлоатације све више долазе до изражаја остали параметри, а пре свега услови експлоатације и квалитет материјала и статус точка.

Квалитет и обим евидентираних података као и анализе, значајно би требало поправити и приближити европским трендовима, као и минимуму захтева које треба испунити према стандарду ЕН 13848-1, 2 и 5, што би значајно утицало на квалитет излазних резултата fuzzy модела.



Легенда:

В-МКТ – влажно време, тј. мали коефицијент трења,

В-СКТ – време између влажног и сувог, тј. средња вредност коефицијента трења,

В-ВКТ – суво време, тј. висок коефицијент трења.

**Слика 7.39** Број деформација тачака за различите временске услове у функцији пређених километара

Железнице чине велике напоре у циљу смањења трошкова пословања. У том правцу истражују се и правци умањења битних трошкова које чине:

- непотребно брзо трошење тачкова,
- пребрзо оштећење геометрије и динамичких особина колосека, које изазивају нарушене динамичке особине возила и возова,
- трошкови санације еколошких проблема-буке и вибрација- које изазива нарушени динамички однос возило (воз) – колосек, којим се веома угрожава комфор превоза робе и путника.

## 8. ДИЗАЈНИРАЊЕ ОПЕРАТИВНОГ ЦЕНТРА

Анализирајући утицајне параметре на стање радне исправности железничких теретних кола (возних средстава уопште) и радни век може да се закључи да су они у директној зависности од квалитета компонената које су уграђене на возилу приликом производње. Јасно, при томе се подразумевају реални услови експлоатације, тј. програмирани скупови оптерећења.

Међутим, непрекидно повећање обима саобраћаја и тежња за већим брзинама кретања на железничким коридорима изискује, заједно са потребним безбедносним стандардима, чешће и тачније контроле многих фактора ризика на возилима.

Закључено је да су железнички точак, а посебно кочница (кочиони систем) и њена интеракција са точком представљају један од главних фактора ризика, а пре свега кроз параметре: профил точка, равна места, налепнице, пречник точка и одступање од кружности. Ту су и параметри осовине: температура (насађеног точка, дискова), радно стање лежајева или пак дејство осовинског слога преко контакта точак/шина на шину. Такође, не мање важни су истрошеност кочионих папуча, бука венца точка или оштећеног лежаја, као и параметри воза товарни профил и подигнутост пантографа.

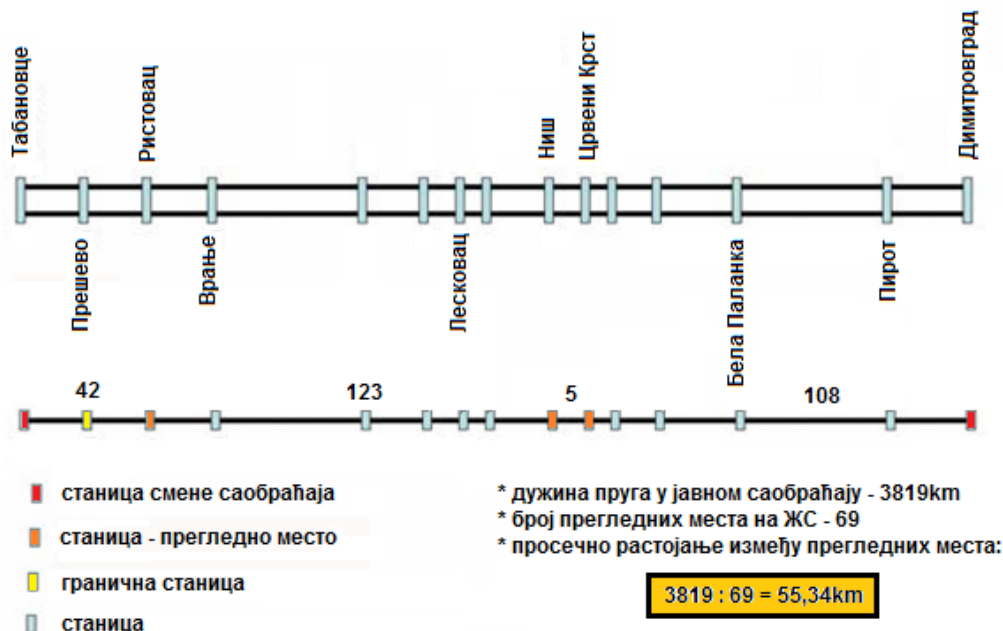
Један од циљева рада био је да се анализом најчешћих неисправности (отказа), тј. утицајних параметара на стање радне исправности железничких теретних кола, а пре свега оних који су у директном односу са безбедношћу и уредношћу саобраћаја, покаже да је потребно да се неки од њих детектују још у фази кретања воза. Ови захтеви нису само у функцији спречавања или отклањања отказа, већ и у функцији одржавања излазних карактеристика у прописаним границама.

У раду је констатовано да и инфраструктура може да има удела на константни радни век (рад без отказа). Такође, људски фактор је незаобилазан чинилац код мониторинга система, прикупљања података, квалитета истих, уношења, обраде и коначно доношења крајње одлуке, што уз мотивацију представља само полазне инпуте.

Стални надзор стања радне исправности железничких возила, на садашњем степену развоја возних средстава и инфраструктуре, представља веома захтеван и комплексан приступ. На мрежи ЖС је и даље присутан "традиционалан" мониторинг, чији је поједностављен шематски приказ за коридор BDŽ-ŽS-MŽ дат на слици 8.1.

Поједине карактеристике воза није могуће проверити садашњим методама (оптички или акустички), па проблеми настају када је потребно проценити оптерећење точка или притисак (напрезања) у точку. Случајеви битног преоптерећења кола углавном за последицу имају видљиве деформације конструкције кола.

Нажалост, такви услови оптерећења могу довести до испадања воза из шина или неког другог облика ванредног догађаја и пре него што постану видљиви. Брзина развоја и усложњавања техничких система високих перформанси, који своју функцију треба да остварују у условима општих техничких, безбедоносних, еколошких, економских и других захтева, условљава одговорнији и већи значај надзора и одржавања.



Слика 8.1 Мониторинг возова на коридору BDŽ-ŽS-MŽ у садашњим условима

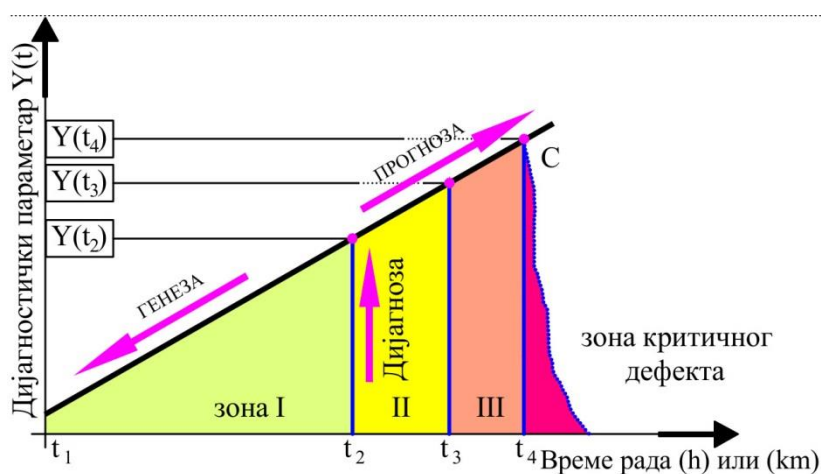
Овај проблем је немогуће решити у потпуности без увођења савремених метода техничке дијагностике, мерне опреме и одговарајућих апликативних софтвера.

## 8.1 ОПЕРАТИВНИ ЦЕНТАР

Проучавањем литературе и сагледавањем мониторинга возних средстава у свету, константовано је да постоји неколико технологија за дијагностиковање стања и перформанси железничких возила (мерење оптерећења, угиба, температуре и сл., на бази акустике, ласера, камере, ултразвука и других одговарајућих мера).

Информације о перформансама возила, као и о њиховом тренутном стању, нпр. профил точка, може се добити на основу директних мерења када се и констатује обим стварног хабања точка. Ако је реч о мерењу сила којом осовине дејствују на пругу (шине) или углу осовине, онда се информације које су константовале стварно стање упоређују са перформансама возила. Након тога доноси се одлука о статусу тог возног средства, а при том су створени и услови за анализу узрока који су довели до одступања од прописаних параметара. Заправо, циљ свих метода је да се детектује поремећај радне исправности, чиме дефинишемо тачку  $A(Y_2, t_2)$  када и отпочиње друга фаза – фаза управљања одржавањем

Управљање одржавањем своди се на доношење низа одлука које имају јединствен циљ, нпр. код одлуке да ли је је потребно искључити кола из саобраћаја претходи низ усмерених одлука [4]: *зашто* искључити, *када* искључити, да ли *одмах* или у *крајњој станици*, *пре* или *после* истовара, *шта* радити на колима, *како* их оспособити, *где* извршити оправку ( у самом возу-без откачивања, на колосеку оправке, радионици и сл.), *колико* ће кола бити ван саобраћаја, тј., колико ће трајати оправка. Ове недоумице су укључене у скоро све компоненте система заснованих на знању и искуству, а уз помоћ адекватне базе података, доноси се конкретна одлука, да ли постоје услови за фазу III или не.



Слика 8.2. Задатак мониторинга је дијагностичким параметрима дефинисати тачку А

Шта даље са таквим возним средством треба да буде предмет одлуке експерата са седиштем у оперативном центру – област прогноза (процена временског развоја неисправности и могућност наставка у саставу воза односно постојање услова за фазе II и III). Анализа зашто се појавила та неисправност – област генеза (ретроспективе отказа возног средства) је ствар струке и одлуке експерата, са седиштем у дирекцији.

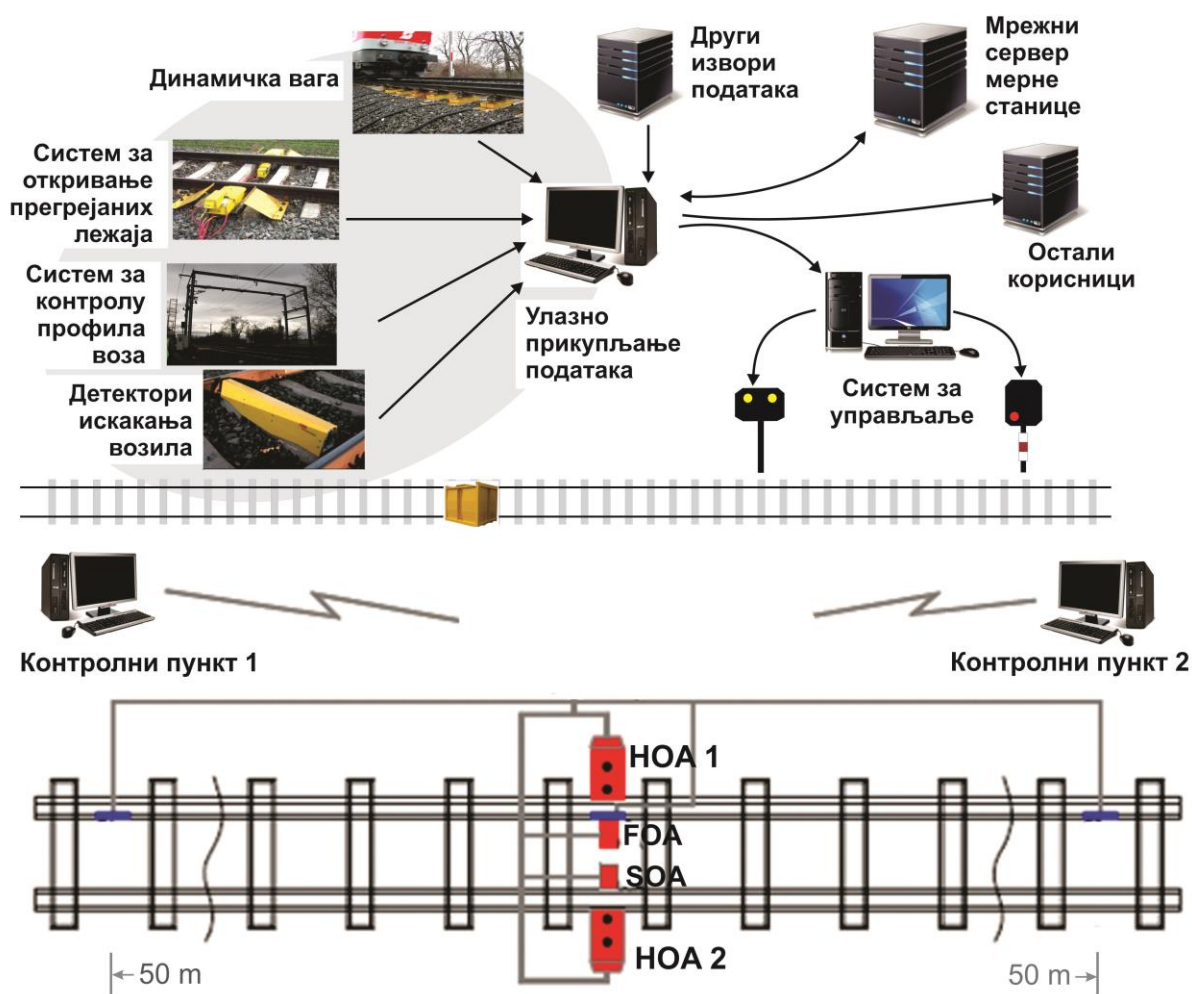
Искуство које је произашло реализацијом пилот пројекта, "Checkpoint" (Мерна станица Батајница) код индетификације одговарајућих параметара омогућило је дефинисање тачке А( $Y_2, t_2$ ). Она је одређена за температуру тела точка, диска и осовинских лежишта; преоптерећења, односно равна места на кругу котрљања точка [128]. Даљи поступак, и одлуку доноси прегледач кола на бази важећих прописа, обрађених у поглављу 2. Сваки од ових параметара за праћење воза са стране пруге може бити коришћен као самостално решење за железничку експлоатацију.

Које ћемо параметре пратити и у ком километарском положају закључујемо на основу анализе разлога искључења кола зависи од низа фактора. Најутицајнији су сигурно: карактеристике пруге (равничарске, брдске, са дугим падовима, тунелима и сл.), климатски услови, карактеристике робе и дестинације превоза и сл. За одређивање разумног размака између уређаја за откривање прегрејаних лежајева стоји на располагању неколико сценарија, при чему је одређивање на основу најнеповољнијег случаја неприхватљиво са економске тачке гледишта.



У раду је приказана и могућност израде модела за утврђивење макролокације мерних станица, применом вишекритеријумске анализе методом PROMETHEE у SANNA окружењу. Након одабира макролокације извршен је избор микролокације постављања мерне станице применом fuzzy логике коришћењем софтверског пакета Matlab.

Резултат овакве методе је да је Секција Ниш најпогоднија са аспеката броја искључених кола, обима саобраћаја и карактеристика пруга. Потом, мерне станице би требало поставити у секцијама Суботица, Пожаревац, Београд и даље редом који смо добили применом ове методе. Дефинисање микролокација за постављање мерне станице (у оквиру секције Ниш), fuzzy моделом, показују да мерну станицу треба лоцирати на прузи Ниш – Сталаћ, између Ниша и Нозрина стајалишта.



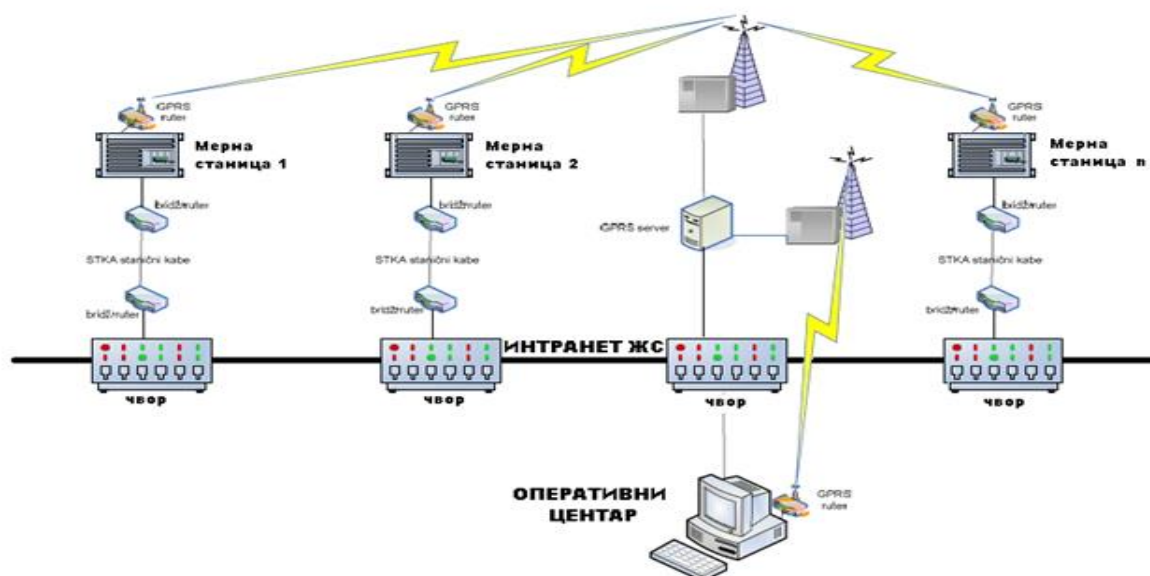
Слика 8.3. Приказ решења независне мерне станице (контролни пунктови)

Овакавим приступом дефинисан је систем и решење за једну тачку (контролни пункт) на железничкој мрежи. На мрежи би требало да постоји више таквих мерних станица постављених на тачкама великог ризика као што су: тунели, мостови, станице смене саобраћаја, на дугим падовима, места са карактеристичним климатским условима, у близини рударских копова и сл. Свака станица прати техничко стање возова који пролазе и предузима активности у случају откривања недостатака. Да би се дијагностификовани параметар дефинисао у потпуности, са стновишта узрока и последица, неопходно је мерне станице повезати у мрежу (слика 8.4).

Тако умрежен систем и управљање дијагностичким системима на једној железничкој мрежи подразумева постојање оперативног центра .

Оперативни центар имао би вишеструку намену, али у основи је:

- да прати евидентирање детектоване неисправности и
- да прати развој оштећења и у зависности од истог доноси брзе и правремене одлуке о чињењу или нечињењу за конкретни случај.



Слика 8.4 Оперативни центар са умреженим мерним станицама

На бази евидентираних података и обраде истих као и препознавања најчешћих неисправности и врсте кола на којима се јављају оштећења, карактеристичне робе (у делу преоптерећења) и врсте возова може се превентивно деловати већ код пријема таквих кола на мрежу ЖС. Тај део (зона I, из дијаграма слике 8.2) би био предмет посебне анализе стручних служби у дирекцијама инфраструктуре и оператора. Стварањем базе података, поглавље шест, разним упитима сужавају се разлози настанка одговарајуће неисправности по врстама неисправности, серијама кола, власницима, начину одржавања, начину употребе и сл. На тај начин потпомажемо у датом тренутку доношење правремене и правилне одлуке експерата у оперативном центру.

Идентификација техничког ризика и процена да ли може доћи до инцидента на возном средству, односно инфраструктури, је главни циљ система за детекцију. Са одговарајућим бројем мерних уређаја, умрежених и организованих као оперативни центар, додатно се обезбеђује:

- обogaћивање мерних података са возним подацима (порекло и одредиште воза, састав воза, број телефона машиновође, итд), тако да се оптимизовани интервентни процес може правремено покренути за одређени воз,
- значајно смањено заустављање за возове са неисправним кочницама захваљујући подршци машиновођи од стране особља оперативног центра,
- рано откривање проблема на возу, што омогућава заказивање заустављања воза на локацији која има најмањи утицај на заузетост колосека,

- праћење возова и возила кроз мрежу,
- способност подешавања аларма по возилу у зависности од спецификације или његовог специфичног оптерећења,
- независност система од модела произвођача, тако да се колосечни сензорски системи за праћење могу набавити по тржишним условима уз избегавање огромних трошкова за интегрисање нови сензорских система и
- постојање стратегије превентивног одржавања пошто се дате активности одржавања заснивају на стању возног средства и инфраструктуре.

Укључивање компјутерске технике у управљање – регулисање кретања возова (саобраћаја) доприноси ефикасности железничког транспорта, а истовремено га чини сигурним и безбедним. Информационе технологије доприносе повезивању компанија превозника и компанија клијената, што доприноси смањењу трошкова и времена превоза, као и евентуалних штета у превозу због боље међуинформисаности и координације у размени информација.

## **8.2 ПРОЦЕДУРА АКТИВНОСТИ ПО АКТИВИРАЊУ АЛАРМА**

Значи, уз помоћ разноврсних система за дијагностику и мониторинг долазимо до информација прикупљених током мерења, а њих можемо повезати у оквиру модела који се користи за предвиђање. Истовремено експертски тимови могу да функционишу као подршка за доношење одлука.

Неисправности су дефинисане УИС-Објавом 471-2 кроз разреде на следећи начин:

- споредне – разреда 3,
- главне – разреда 4 и
- критичне – разреда 5.

Такође, могу се дефинисати и нивои аларма по истим принципима.

За критичне неисправности "разреда 5", као нпр. што је загревање лежаја (више од 100°C), воз се одмах или тренутно зауставља. "Тренутно" значи да се даљи сигнали не постављају на зелено, јер би се аларм огласио на столу диспечера одговорног за ту деоницу на којој је потребно зауставити воз. Ако диспечер не реагује на аларм, а пошто се аларм истовремено региструје и у центру за даљинско управљање и у оперативном центру, као резервна опција механизма заштите искључује се напон у циљу заустављања воза. Док диспечер зауставља воз стручњак/експерт у оперативном центру почиње анализу детаља, тј. основних података са мерних јединица које су покренуле аларм. Чинећи то он може класификовати аларм. Лажни подаци као што су утицај одбљеска сунца или варница код детекције загрејаних лежајева могу се идентификовати за неколико секунди. У случају лажне узбуне експерт позива диспечера и обавештава га да воз не мора да буде заустављен.

Експерт који класификује аларм може да примети да сунце у том временском периоду не пода под правим углом у време аларма што указује да ове "рефлексије" морају да буду у ствари варнице, које не предствљају проблем ако су изазване кочењем, тј. смањењем брзине воза. Међутим, ако се брзина воза не мења док пролази сензора, онда су ове

варнице показатељ једне веома опасне ситуације: потпуно блокираних тачкова који клизе по шинама.

За мање озбиљне аларме, као што су блокиране кочнице ( $> 350\text{ }^{\circ}\text{C}$  за диск кочнице,  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  за кочнице са папучом), воз може да настави путовање до 10 km (зона II, из дијаграма слике 8.2). На овај начин, оптимална локација за интервенције може бити изабрана станица, на пример место где се путници могу пребацити на други воз, или се теретни воз може да зауставити без заузимање пролазних колосека или пруге. На тај начин. бирамо погодно место за евентуално отклањање неисправности.

Аларм би користио исте процесе сигнализације и класификације као процес "тренутног заустављања". Овим се избегавају непотребна заустављања возова код аларма за кочнице са папучом где је температура између  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , или код загрејаних лежаја где је сам сензор детектовао на нашем примеру сунчеву рефлексију или варницу. Експерт у оперативном центру, ако класификује аларм као прави проблем, захтева заустављање воза на следећој погодној локацији с обзиром на растојање, брзину и одговарајућу неисправност возила [101].

Ако код кола са температуром кочнице од  $200^{\circ}$  до  $250^{\circ}\text{C}$  постоји "тренд" развоја пораста температуре док не прођу следећи сензор, где се очекује активирање аларма "заустављање", онда је обавеза искључења таквих кола. То је одлука експерата у оперативном центру. Дакле, увидом у податке сензора при нижим температурама него што је ограничење алармом, неисправна кола могу да се открију раније тако да се може пратити развој догађаја и одабрати место за интервенцију.

Значи, ми овом процедуром можемо да изаберемо локацију искључења кола и оспособљавање и да изаберемо границу аларма. Избор граница аларма и подешавање класификационих алгоритама је увек компромис између безбедности (доња граница - сигурнији систем), расположивости и потражње одговарајућег возног средства.

Аутоматизована класификација грешке може не ретко да направи озбиљан проблем, па зато присуство експерта у оперативном центру, његова анализа алама и одлука је од посебне важности. Овакав додатни ниво безбедности омогућава већу разноврсност у класификацији података мерења без угрожавања безбедности.

Процеси описани у претходном поглављу чине да се заустављају само возови са стварним проблемима. Када је воз заустављен експерти у оперативном центру, за поједине неисправности, пружају подршку машиновођи да воз оспособи у најкраћем року (за једноставне операције као што је нпр.искључење кочнице на колима). Док се искључује кочнице на колима, телефонска подршка од стране експерта такође помаже машиновођи да провери да ли је тачак загрејан до температуре када је коришћење одређеног возила опасно (могућност пуцања тачка).

Такве процедуре могу се прописати и за друге неисправности, рецимо појаву равних места, нарочито за дијагностиковане случајеве унутар мреже. Притом је веома битна могућност дефинисања нивоа неисправности за националну мрежу и договор са националним оператерима.

Алрмирање, обрада и дизајнирање података, се развија у складу са EN50126 [42], EN50128 i EN50129 (Безбедносни Интегритет ниво SIL-0), као и део не везан за безбедност у вези са обрада случајева аларма.

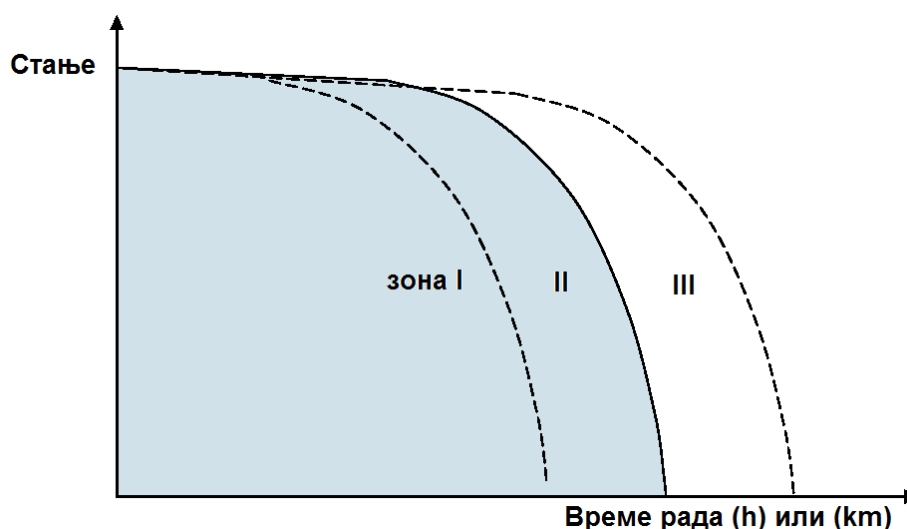
Подаци мерење се увек могу допуњавати и другим параметрима: бројевима возова, подацима о железничким возилима. Забележени подаци се чувају у бази података која је употпуњена свим даљим коментарима из тока рада аларма. Извешатаји и алати (описани у поглављу 6) за анализу омогућавају квалитетно управљање базом података. Ова база података је такође важан ресурс за истраживање побољшања целокупног процеса, као и побољшања система сензора путем класичног управљања одржавањем. Будућа размена измерених података са железничким предузећима и менаџерима инфраструктуре не само да ће дати додатну исплативост инвестиције, него ће омогућити уштеде у одржавању возног парка и инфраструктуре.

Други циљ је да се постигне аутоматизована размена података између инфраструктурних менаџера суседних управа и обезбеђење коректне примопредаје. Ово ће омогућавати и правовремену реакцију на граничним станицама, где постоји доста могућности за замену или корекцију уочених неправилности.

### 8.3 ПРАЋЕЊЕ СТАЊА У ФУНКЦИЈИ ОДРЖАВАЊА

У садашњим условима одржавања на ЖС који се базира на временском интервалу или пређеној километражи, који се дефинише на искуству или на спецификацијама испоручиоца. Таквим приступом, често долази до "безпотребног" искључивања кола и замене делова чије су експлоатационе карактеристике и даље у дозвољеним толеранциским границама, чиме се непотребно скраћује радни век и директно утиче на повећање трошкова.

Овакав метод одржавања се може додатно унапредити уколико је могуће да се поједина одступања, нпр. у погледу хабања прецизно предвиде (слика 8.5).



Слику 8.5 Просечно хабање и распон стања компоненте

Концепт одржавања који се заснива на временском интервалу резултира тиме да се интервали одржавања дефинишу према минималном нивоу просечног века трајања компоненте. Али чак и тако је могуће да се деси, да компоненте пропадну раније него што је предвиђено, услед на пример, кварова изазваних спољим факторима.

Такође, познавање корелације између кварова на возилу и одступања у погледу перформанси везано за одређени тип вагона који се користе за одговарајући превоз, може се додатно развити кроз додатна мерења уз помоћ различитих система за праћење и контролу стварног стања возила. То ће ите како бити корисно у процени података о мерењима прикупљених од стране система за мерење, како би се омогућило креирање модела за предвиђање.

Били смо сведоци покушаја инсталирања једне мерне станице у Остружници и увођења безконтактног система за непрекидно праћење температуре осовинских лежајева у ТЕ "Никола Тесла" у Обреновцу (2004 године).

Искуства напредних железница која су описана у раду, као и покушај на мрежи ЖС, наводе на закључак да увођење дијагностичких система предуслов за примену новог модела организације одржавања према стању које има позитиван и безбедоносни и економски ефекат.

Више пута спомињан интерфрејс точак/шина, као најзначајнији параметар у делу трошкова одржавања и железничког возила и инфраструктуре, али и други откази као што је инерфрејс пантографа и контактне мреже, могу да проузрокују велике штете не само на деловима система, већ и због прекида саобраћаја. Увођење система за праћење стања и статуса контактне мреже и пантографа, путем анализе слике воза који пролази пругом без заустављања, омогућава да са малим улагањем дођемо до елиминације и таквих могућих проблема.

Значи, уз помоћ система мониторинга и детекције ми истовремено долазимо у прилику да пратимо стање железничких возила и железничке инфраструктуре, што може бити моћан подстицај за унапређење ефикасности одржавања. Уз могућност да се прати цео систем, железница може додатно да развије концепт одржавања на основу стања. Праћењем стања може да се поспешу интерфрејс између власника инфраструктуре и оператера, а такође од немерљиве користи је и у интерфрејсу између власника инфраструктуре и пружилаца услуге одржавања.

Побољшањем спознаје и контролисањем стања система (инфраструктуре и возних средстава), различити актери са различитим угловима доживљавања система сада ће бити у могућности да дају већи допринос процесу одржавања. Овим се подржава економски и технички интерфрејс између актера и могућности мерења техничког статуса што доприноси правилнијем склапању финансијских аранжмана.

Измерено стање точкова може да утиче на износ накнаде коју оператери плаћају за коришћење траса. Проналажење разлике у динамичком понашању возила раније се, углавном, користило као средство за заштиту инфраструктуре од већих оштећења, а сада се оно одсликава и на цену приступа, али истовремено и на планирање одржавања.

Са тачке гледишта инфраструктуре, праћење стања представља средство за контролу примене стандарда возила, али и праћење стања инфраструктуре би, такође, могло да помогне да се избегну откази у супротном смеру. Стање инфраструктуре, оштећења или било какав други отказ (напрснуће шина, проширење колосека, недозвољена надвишења, сунчане кривине,...), може да доведе до квара на возилу које потом крећући се пругом може да оштети додатни део инфраструктуре.

Управљање одржавањем мора бити у директној зависности од дијагностификованог стања (возног средства, инфраструктуре) и функционише као инпут који је пресудан приликом доношења одлука. Управљање одржавањем треба да омогући оперативно планирање и планирање за дужи временски период, а у ужем смислу спроводи се ради свођења времена у отказу на минимум и стабиловања одвијања процеса рада возила, односно одржавања параметара ефективности возног парка у границама дозвољених одступања.

Сложеност система одржавања великих, а нарочито разноврсних возних паркова доводи до тога да задаци одлучивања могу бити врло тешки, па је потребно, с једне стране, максимално искористити све расположиве информације и, с друге стране, смањити неизвесност, односно непрецизности које садрже ове информације или које су узроковане њиховом непотпуношћу. Систем анализе података је разврстан у неколико класа и то:

- подаци о возним средствима која чине возни парк,
- план употребе возних средстава,
- подаци о извршеном раду возних средстава,
- план превентивног одржавања сваког возног средства,
- подаци са превентивног одржавања,
- подаци о отказима,
- подаци о дијагностицираном стању,
- подаци о корективном одржавању,
- подаци о поузданости возног средства, подаци о могућој логистичкој подршци итд.

Примена одржавања на основу стања, подразумева поседовање техничких система, али и добру организацију за управљање прикупљеним подацима како би се одговарајуће активности у погледу одржавања и примениле.

Бројне компаније примењују компјутеризовани систем за управљање одржавањем који, када се користи на одговарајући начин, и представља значајну алатку за управљање средствима. Али проблем приликом примене овог система је често улазни инпут који систем добија. Код података који се саопштавају ручно и који се не генеришу у систему аутоматски често се јавља проблем у погледу квалитета података. Када се зависи од података који потичу од, на пример, радника на одржавању, форма извештавања мора да буде у највећој могућој мери аутоматска и стандардизована како би се што лакше користила. Такође је веома важно да запослени који ће обављати само извештавање сагледају шта је битно и да добију повратну информацију. Да би систем био што ефикаснији сви запослени који у њему раде морају да буду мотивисани да га користе и да дају инпут. Сходно томе веома је важно да им се предоче користи које ће сви имати од система, како на генералном плану тако и директно у погледу индивидуалног рада.



Успех у примени система у великој мери зависи од људског фактора који представља значајан аспект који је потребно имати на уму приликом примене система.

Шематски приказ дат је на слици 8.6, где се информације прикупљене у оквиру праћења стања комбинују са информацијама о раду у циљу ефикаснијег планирања активности на одржавању.

Примена одржавања на основу стања, подразумева дефинисања одређених нивоа у оквиру одржавања. На пример, нивои попут висине венца точка представљају критичан фактор и њихов критичан ниво је дефинисан прописима. Данас међутим постоји велики број нивоа који нису дефинисани правилима и, да би се пронашао оптимални ниво за одржавање, потребно је да се искалкулишу напори у току примене одржавања на основу стања. Прелаз са организације одржавања на основу пређеног растојања на организацију одржавања на основу стања захтева флексибилније планирање одржавања. Да би се дефинисали нивои одржавања на основу вредности које генеришу параметри које прате различити системи за праћење стања, препоручује се приступ по принципу капацитета за одржавање. То значи да нови нивои за елементе који су познати као критични елементи траба да буду дефинисани на нивоу на ком неће премашити капацитет одржавања у радионици. За организацију није добро да има вагоне који само стоје и чекају на свој термин у радионици, поготово када су капацитети попуњени.



Слика 8.6 Управљање одржавањем са инпутом у процесу доношења одлука

Препоручује се да се прво дефинишу први нивои из перспективе капацитета за одржавање а да се потом у току имплементације одстране одређени нивои у складу са повећањем стандарда целокупног стања кола.

Оптималним управљањем, односно доношењем оптималних одлука о врсти, обиму и моменту спровођења поступака одржавања, може се сматрати само одлучивање које доносилац одлуке усвоји на крају вишекритеријумске оптимизације. Проблеме одлучивања у комплексним и динамичким системима одржавања (какви су по правилу системи одржавања великих возних паркова) треба решавати на бази квантитативних анализа које омогућавају савремени информациони системи. Они морају бити

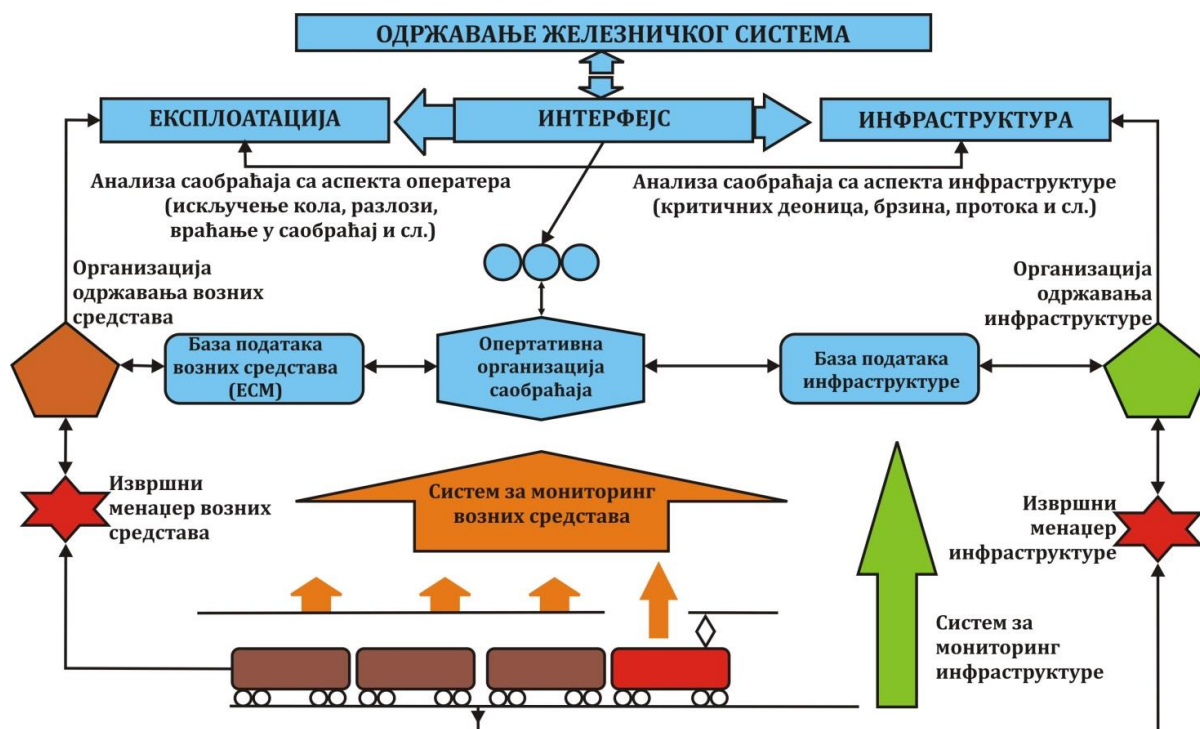
рачунарски подржани, јер треба да обезбеде велики број тачних, потпуних и правовремених информација о догађајима из експлоатације и одржавања возних средстава.

Економски параметар је све доминантнији, али у равнотеженост са техничким параметрима система мора бити заједнички циљ. На основу свега изнетог, можемо закључити да би процес одржавања на основу праћења стања требало спроводити по принципу приказаном на слици 8.7.

Да би извршни менаџер управљања транспортом, могао да доноси правилне и правовремене одлуке, он мора у сваком тренутку имати тачне следеће информације (слика 8.6):

- потражњу траса за тај временски период, количину и врсту робе као и дестинацију превоза,
- слободне капацитете одржавања за тај посматрани временски период,
- базу података мониторинга и детекције система за претходни период, односно анализу неисправности и отказа за ту серију кола у којима корисник жели да вози одређену робу и за коју потражује трасу,
- прописе и законске обавезе везане за превоз (нпр. RID роба и сл.),
- обученост (знање) особља које ће радити на том превозу.

Након спознаје свега овога, доноси одлуку, уважавајући искуствене податке (ранијег мониторинга, организације превоза и сл.), одређује увећање или не приступа инфраструктури у односу на уобичајену организацију превоза.



Слика 8.7 Виђења будућег система за одржавање возних средстава и инфраструктуре

Развијене земље углавном функционишу по сличним системима, јер им он омогућава да измере статус средстава система на континуалан начин који је прихваћен од стране свих актера.

Напоменули смо да је економски фактор транспарентнији и доминантнији, а на примеру железница у САД се то најбоље и види:

- 40 милиона долара је годишња уштеда железничких предузећа због правовременог откривања и искључења теретних кола из саобраћаја по основу "мана" на точку,
- 4 милиона долара је годишња уштеда по основу смањења истрошења кочионих папуча,
- 7,5 милиона долара је годишња уштеда по основу смањења исклизнућа која су за основу имала узрок "стање точка" и
- Око 200 милиона долара је уштеда за двадесетогодишњу употребу система за праћење стања профила точка и обраде истих.

На примеру Железнице Србије то би изгледало:

- 60 хиљада евра је директна штета настала због исклизнућа кола и око 50 часова прекида саобраћаја за свако исклизнуће,
- 20 хиљада евра је месечна штета по основу обраде осовинских слогова или замена осовине и
- Око 300 хиљада евра је штета на годишњем нивоу настала по основу поправке товара (подаци за 2010./2011. годину).

Ови подаци указују на постојање великог потенцијала постојећих технологија за праћење стања (системи за детекцију и мониторинг), који би могли да функционишу као непроцењив инпут у управљању одржавања железничких возила у циљу подршке стратегији одржавања на основу стања, а у функцији смањења приказаних трошкова.

Учење од оних који имају сличне технологије и искуства, представља значајан и основни искорак у проширењу знања о практичној примени истих. Неопходно је да научимо на који начин да применимо одабрану технологију и на који начин да је користимо на дневној основи, као и да сагледамо дугорочну примену у процесу одржавања и да утврдимо који се изазови и проблеми могу јавити у току примене. Такође, веома је важно да се утврди на који начин је потребно пројектовати саму организацију у циљу управљања стратегијом одржавања и да ли постоји потреба за додатним и новим технологијама. Информационе технологије доприносе повезивању компанија превозника и компанија клијената, што доводи до смањења трошкова и времена превоза, као и евентуалних штета у превозу услед боље међуинформисаности и координације у размени информација.

## 9. Закључна разматрања

Експанзиони развој науке, технике и технологије доприноси развоју друштва али истовремено доноси и веће захтеве за безбедност, функционалност и поузданост сложених система уз минимизацију трошкова. Железница као сложени систем и услужни сектор у свакодневном животу, од настанка па до данас, стално се усавршавао тежећи за новим технологијама и већим брзинама. Управо значај поузданости и безбедности железничких возила у саобраћају, диктира стални надзор у току експлоатације, контролне прегледе и редовно одржавање.

Радна исправност железничких возних средстава јесте у директној зависности од квалитета компонената које су уграђене на возилу приликом производње али за подразумеване реалне услове експлоатације. Пројектовани скуп оптерећења возних средстава и инфраструктуре, у пракси често демантује претпоставке, а никако се не смеју занемарити и климатски услови. Статистички подаци имобилизације теретних кола, ванредни догађаји, разлози одбијања пријема у станицама смене саобраћаја од суседних управа, партиципирање разреда неисправности четири и пет у броју искључених кола, имају директни утицај на безбедност.

Овај податак указује да је традиционални надзор над возним средствима са постојећим обимом саобраћаја, недовољан и да је потребно поједине неисправности детектовати још у току кретања воза. Због тога је развој концепта система за динамички мониторинг железничких возила и детекцију стања по дефинисаним параметрима на систематски и свеобухватан начин изложен кроз поглавља мултидисциплинарног приступа презентоване дисертације. Генерални задатак дисертације био је да се успостави зависност између параметара који дефинишу техничко стање и ниво исправности возила и концепт одржавања истих према стању. Посебан акценат је стављен на складиштење и обраду вредности измерених параметара како би се на оптималан начин укључили у функционисање процеса одржавања. У том смислу, модели алокације мерних станица и предикција броја отказа према одговарајућим параметрима стања имају значајно место у анализама интегралног система одржавања железничких возила и инфраструктуре.

Предикција будућег стања возила, броја отказа тражи компромис између бројних фактора тако да је тешко формирати универзалан модел. Због тога су у дисертацији примењене различите технике вештачке интелигенције које пружају нове могућности за ефикасно управљање параметрима стања возила.

У дисертацији истраживање је фокусирано на три основна питања, а то су:

- Како се стање и перформансе железничких кола могу пратити путем технологија за динамички мониторинг, односно пружно праћење?

- Која врста информација може да се добије тако спроведеним мерењима?
- Које су могуће користи од примене технологија за пружно праћење стања за одржавање железничких кола на основу стања?

Сви понуђени системи у основи имају, мање више, сличне компоненте и карактеристике са истим циљем да уоче – детектују, а ако је то могуће, и измере одређене величине. Данас је то велики спектар производа за праћење стања на возним средствима и производа који су директно монтирани на кола, локомотиве или су инсталирани поред пруге (тзв. пружни системи за праћење).

Који ће систем мониторинга бити примењен, у ком капацитету и где ће бити лоциран зависи пре свега од:

- анализе исључења возних средстава (посебно теретних кола), са посебним освртом на разлоге и учесталост истих,
- карактеристике пруге (брдске, равничарске, специфични услови коришћења кочионог система – кочење на дугим падовима),
- климатских услова (екстремно високе температуре, наноси песка или пак екстремно ниске и наноси снега и сл.),
- карактеристика врсте робе која се превози (руде, грађевински материјал, RID материје, разне конструкције и сл.),
- карактеристика кола која саобраћају тим деоницама,
- метода одржавања (да ли су возна средства у систему ЕСМ или не?) и
- превозног пута транспорта најзаступљеније врсте превезене робе.

У дисертацији су приказана извршена експериментална мерења стања возних средстава дијагностичког система у Батајници који је 2013. године ушао у фазу пробног рада, а затим је развијена база података за складиштење података са мерне станице, структурирање и управљање подацима.

Инсталирањем одређеног броја мерних станица, створили би се услови за дизајнирање оперативног центра, који је обрађен у тачки 8 ове дисертације, са основним циљем да се евидентира неисправност на одређеној мерној станици, прати развој оштећења и у зависности од истог доносе брзе и правовремене одлуке, како би се на оптималан начин укључили у функционисање процеса одржавања.

Дефинисан је поступак моделирања коришћењем концепта вештачке интелигенције и нових хибридних интелигентних система заснованих на fuzzy логици и вишекритеријумском одлучивању. Комбинацијом два различита концепта вештачке интелигенције искоришћене су појединачне предности fuzzy логике и модела вишекритеријумског одлучивања у хибридни системима хомогене структуре.

Примена fuzzy логике се показала као адекватан алат за развој модела за предикцију броја деформисаних точкава теретних кола који се заснива на процени експерта из области одржавања у колској служби. На тај начин је експертним fuzzy системом знање специфичне области људског деловања постало поузданије и употребљивије уз примену рачунара. Fuzzy логика је омогућила да се боље опише динамика система преко лингвистичке представе знања о процесу набавке резервних склопова.

Први развијени модел у дисертацији, заснован на хибридном интелигентним системима, односи се на дефинисање локације мерних станица на одабраној железничкој мрежи. У првом кораку примењена је метода PROMETHEE за избор макролокације постављања мерних станица (деоница пруге). Како строго оптимално решење због конфликта критеријума и не постоји, вишекритеријумско одлучивање изабрано је као метода како би се без упрошћења полазног проблема одредило компромисно решење. У другом кораку дизајниран је fuzzy модел за утврђивање микролокације постављања мерних станица (километарски положај).

Други развијени fuzzy модел утврђује број искључених железничких возних средстава због деформације на точковима, који као улазне параметре користи измерене податке који су складиштени у дефинисаној бази података.

Да би се сагледао и моделирао проблем отказа теретних кола у експлоатацији, извршена је и анализа ванредних догађаја и искључених кола на мрежи Железница Србије. Извршена је идентификација утицајних параметара на стање радне исправности железничких возила. Основне неисправности железничких кола класиране су према ризику и степену угрожавања безбедности саобраћаја. На основу дефинисаних класа спроведена су експериментална мерења у мерној станици Батајница и извршено испитивање и анализа резултата.

Модели су дали веома добре резултате и показало се да је могуће успешно управљање процесом одржавања кола, односно да могу да буду успешно средство за планирање, организовање, руковођење и контролисање техничких параметара који битно утичу на стање радне исправности кола. Они доприносе ефикаснијем процесу одржавања железничких возила, а самим тим и већем задовољавању друштвено-економских потреба управљача железничке инфраструктуре и транспортних оператера.

Предложени модел управљања процесом одржавања и набавке резервних делова, се врло лако може прилагодити и за остале склопове железничких возила, али и саме инфраструктуре. Циљ би био да се објективно и рационално открију предности и мане постојећих концепција контроле стања возила и процеса одржавања и дефинишу мере неопходне за постизање оптималних система динамичког мониторинга уз минималне трошкове и рационализацију процеса за спровођење одговарајућих активности. Важну улогу у томе имају токови информација, који се реализују снимањима која се обављају на мерним станицама, а чија функција је да реализује и контролише стање возила, тј. нумеричке вредности параметара стања, а затим управљање у процесу одржавања према стању. Креирање појединих активности, њихово извођење, усаглашеност и синхронизација у оквиру процеса одржавања праћени су токовима информација.

Проналажење разлике у динамичком понашању возила, што се раније углавном користило само као средство за заштиту инфраструктуре од већих оштећења, сада би се одсликавало и на цену приступа, али истовремено и на планирање одржавања и возних средстава и саме инфраструктуре. Контролисано стање кола и пруге, као и програми за праћење стања, у комбинацији са моделима за предвиђање трошкова могу се користити како би се одредила стратегија за одржавање у циљу смањења укупних трошкова одржавања. Поред тога, егзактно је декларисан и промовисан систем одржавања железничких возила и инфраструктуре према стању, а на основу вредности релевантних параметара стања возила и инфраструктуре превасходно добијених

помоћу стационарних система за динамички мониторинг возила. Као подршка новој концепцији одржавања дизајнирана је база података за резултате динамичког мерења вредности параметара стања железничких возила на нивоу железничке мреже и организационих делова. Омогућено је утврђивање функција стања склопова железничких возила у функцији безбедности саобраћаја и стратегије одржавања. Показано је да база параметара за оцену стања возила и њихово динамичко праћење на великим узорцима има велику практичну примену у дизајнирању модела за предикцију неопходних интервенција на возилима са циљем постизања високог нивоа безбедности и поузданости железничких возила и саобраћаја уопште.

Даље, у дисертацији је изложен развој концепције за динамички мониторинг и дијагностику склопова железничких возила ради дефинисања ефикаснијег система за одржавање железничких возила. Уз аутоматску електронску евиденцију параметара стања возила и њихове динамике у систему даљинског надзора и дефинисаног система управљања подацима и базама података о возилима и оценама њиховог стања, предложени систем мерних станица за даљинско динамичко праћење стања возила је основа експертног система који у реалном времену изводи естимацију актуелног стања, предикцију стања у произвољном времену и предлаже активности у циљу спровођења новог, савременог концепта одржавања возила према стању, а не према времену или пређеном путу.

Егзактно је декларисан и промовисан систем одржавања возила и инфраструктуре према стању, базиран на вредностима релевантних параметара стања возила и инфраструктуре превасходно добијених помоћу стационарних система за динамички мониторинг возила. Као подршка новој концепцији одржавања дизајнирана је база података за резултате динамичког мерења вредности параметара стања железничких возила на нивоу железничке мреже и организационих делова. Омогућено је утврђивање функција стања склопова железничких возила у функцији безбедности саобраћаја и стратегије одржавања. Показано је да база параметара за оцену стања возила и њихово динамичко праћење на великим узорцима има велику практичну примену у дизајнирању модела за предикцију неопходних интервенција на возилима са циљем постизања високог нивоа безбедности и поузданости железничких возила и саобраћаја уопште. Уз нову концепцију управљања одржавањем железничких возила према стању извршено је дизајнирање оперативног центра са умреженим мерним станицама.

Презентована дисертација има теоријски и практичан значај. Теоријски се огледа кроз отварање могућности за даљи научно-истраживачки рад у овој области. Практични значај се манифестује кроз применљивост изложених резултата у циљу смањење трошкова одржавања железничких возила и инфраструктуре, повећања поузданости возила у саобраћају и стварања повољнијег пословног амбијента између оператера и управљача инфраструктуром.

Наведени резултати дисертације указују на важност увођења система за динамички мониторинг возила и даљу примену вештачке интелигенције у обради и коришћењу снимљених информација. Истовремено, то је основа за потенцијалну надоградњу и унапређење у наредном периоду, где се могу препознати правци даљих истраживања.

Према томе, правци даљих истраживања би могли бити: дефинисање и развој што шире базе података свих возних средстава која саобраћају на пругама, у циљу успешне



предикције стања и отказа склопова, не само у функцији стабилности одржавања већ и дефинисање нових нивоа одржавања, дефинисање нових дозвољених граница истрошења појединих делова кола, а посебно која саобраћају на одређеним релацијама, не умањујући функционалност и стандарде кола.

Будућа истраживања у овој области могу се односити на анализу могућности даље оптимизације процеса одржавања возила. Предложени модел се, уз одговарајуће корекције, може имплементирати на остале склопове кола и возила уопште. При томе се може спровести детаљна економска квантификација трошкова пословања предузећа. Постоји и могућност увођења већег броја улазних променљивих. Један од могућих праваца даљих истраживања је и развој модела на преосталим концептима вештачке интелигенције или применом друге хибридне методе, а пре свега *neuro-fuzzy* методе. Након тога би се различитим методама оптимизације могао одабрати концепт вештачке интелигенције који даје најбоље резултате и најефикасније управља снимљеним параметрима. Исто тако, даљи правци истраживања могу бити и значајније инкорпорирање стања инфраструктуре у нове и постојеће моделе, које може донети бенефиције у управљању одржавањем.

## Литература:

- [1] Александров В. *Корелација између шина и точкова, узроци оштећења и класификација дефеката шина и точкова*, Трећи семинар железничке грађевинске инфраструктуре, Златибор, 2000.
- [2] Александров В. *Утицај зазора и задора на поузданост и носивост цилиндрично-ваљчастих лежаја железничких кола*, Железнице, бр. 9, 1989.
- [3] *Анекс о техничкој спецификацији интероперабилности за подсистем "шинска возила – теретни вагони" на транс-европском континенталном систему железнице*, Директива EU 2006/861/ЕС.
- [4] Angelo M. *Vibration Monitoring of Machines*, Bruel & Kjaer, Technical Review, 1987.
- [5] Аристов В. В., Конжуков Ф. И. *Сканирующий прибор для бесконтактиого измерения температуры*, Измерительная техника, No 8., 1981., стр. 47-49
- [6] Атаманжова Д., *Метод за определјане на характеристиките на буксовите ирски с рамата на талига за патнички вагони*, Doktorska disertacija, Sofija, 2001.
- [7] Azovtsev A. Y., Barkov, Carter D. L. *Improving The Accuracy of Rolling Element Bearing Condition Assessment*, 20th annual meeting of the Vibration Institute, St. Petersburg, June, 1996.
- [8] Azovtsev Y., Barkov A., Yudin I. *Automatic Diagnostics and Condition Prediction of Rolling Element Bearings Using Enveloping Methods*, 18th annual meeting of the Vibration Institute, St. Petersburg, 1994.
- [9] Бељаковић Д. *Оптимизација организационе структуре градитељског пројекта применом експертног фази система*, Докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2012.
- [10] Bepperling, S-L., *Validation of a semi-quantitative approach for railway risk assessments*, PhD thesis, Institute of railway systems engineering and traffic safety, Technical University of Braunschweig, 2008.
- [11] Bepperling, S-L., *Deriving a generic system definition for railway risk assessments applied to BP-Risk*, p.5B1, 4th IET International Conference on Systems Safety 2009. Incorporating the SaRS Annual Conference (CP555), London, UK, 26-28 Oct. 2009, ISBN: 978 1 84919 195 1.
- [12] Bepperling S-L., Nash, A. *Using the Best Practice Risk (BP-Risk) method to estimate safety requirements for Wayside Train Monitoring Systems*, vol. RTR special, 2011., pp. 12-15, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3, ISSN 0079-9548.
- [13] Bepperling S-L. *Benutzerhandbuch BP-Risk Analyse*, Version 1.6, Stand: 29.04.2010.
- [14] Bepperling S-L., Schobel A. *Estimation of Safety Requirements for Wayside Derailment Detectors*, The 5th IET International System Safety Conference, Manchester, October 2010.
- [15] Bepperling S-L., Schobel A. *Estimation of safety requirements for wayside hot box detection systems*, Symposium on Formal Methods for Automation and Safety in Railway and Automotive Systems, Braunschweig, December 2010.
- [16] Blecich P. *Primjena Termovizijske Infracrvene Kamere u Termotehnici*, Tehnički fakultet Rijeka, 2008.
- [17] Bocchetti G., Mazzino N., Lancia A. *TCCS - Train Conformity Check System*, vol. RTR special, 2011., pp. 45-53, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3, ISSN 0079-9548.
- [18] Богданов Ф.А. и др. *Експлоатација и ремонт колесних пар вагонов*, Москва, Транспорт, 1985.

- [19] Borza D.N. *High-resolution time-average electronic holography for vibration measurement*, Optic and lasers in engineering, 2004.
- [20] Borza D.N. *Full-field vibration amplitude recovery from high-resolution time-averaged speckle interferograms and digital holograms by regional inverting of the Bessel function*, Optic and lasers in engineering, 2005.
- [21] Braband J. *Risikoanalysen in der Eisenbahn-Automatisierung*, Eurailpress Edition Signal + Draht, Hestra-Verlag, Hamburg, 2005.
- [22] *Bundesministerium für Verkehr Verkehr in Zahlen*, Berlin, Germany, 2001/2003.
- [23] Carter L. D. *Rolling Element Bearing Condition Testing Method and Apparatus* U. S. Patent Number 5,477,730, issued December 26, 1995.
- [24] Carter L. D. *Some Instrumentation Considerations In Anti-friction Bearing Condition Analysis*", 17th annual meeting of the Vibration Institute, St. Petersburg, June, 1993.
- [25] CENELEC: *Railway applications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)*; German version EN 50126: 1999.
- [26] CEN/CENELEC/TC256/TC9X: *Railway applications - classification system for rail vehicles - part 4: EN0015380, part 4: Function groups*", Draft, June 2007.
- [27] Cetisli B. *Development of an adaptive neuro-fuzzy classifier using linguistic hedges*, Part1, Expert Systems with Applications, 37(8), pp. 6093-6101, 2010.
- [28] Chambarda J. P., Chalvidana V., Carnielb X., Pascale J. C. *Pulsed TV-holography recording for vibration analysis applications*, Optic and lasers in engineering, 2002
- [29] Chunga J. W., Oha S. M., Choi I. C. *A hybrid genetic algorithm for train sequencing in the Korean railway*, 2009.
- [30] Clark M., McCam D. M., Forde M. C. *Infrared thermographic investigation of railway track ballast*, NDT&E International 35, pp. 83-94, 2002.
- [31] Чичак М., Весковић С. *Организација железничког саобраћаја II*, Основни уџбеник, Саобраћајни факултет, Београд, 2005. год.
- [32] Dietmar M., Stephanides J., Argos W. Z. *Intelligent local measurement stations for continuous monitoring of vehicle condition*, vol. RTR special, 2011., pp. 31-38, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3, ISSN 0079-9548.
- [33] Dosquet G. L., Pawellen F. *Automatic monitoring of the running quality of railway vehicles*, DB Regio AG, Hesse region Lasca.
- [34] Ђорђевић Ж., Радосављевић А., Мирковић С., Процена потреба за праћење воза поред пруге на пругама Железнице Србије, XIII Научно-стручна конференција о железници ЖЕЛКОН '08, НИШ 9-10. октобар 2008,
- [35] Ђорђевић Ж., Весковић С., Мирковић С., Аћимовић С., Радосављевић А. *Measuring Points System for Wayside Dynamic Control of Vehicles on Serbian Railway Network*, XLVI International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2011, Serbia, 2011, pp. 736-739
- [36] Ђорђевић Ж. *Развој дијагностичког система за одржавање железничких теретних кола*, Магистарски рад, Машински факултет, Ниш, 2012
- [37] Djordjević Ž., Karner J., Schöbel A., Mirković S. *Batajnica checkpoint for wayside train monitoring*, Proceedings of XIV Scientific-Expert Conference on Railways, pp. 189-192, 7-8. Октобар 2010, Ниш.
- [38] Ђорђевић Ж., Тепић Ј., Костелац М., Танацков И., Вукадиновић В., Развој система за динамичку контролу железничких возила: пример Железница Србије, Добој. 23.11.2013
- [39] Eisenbrand E. *Hot box detection in European railway networks*, vol. RTR special, 2011., pp. 16-25, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3, ISSN 0079-9548.
- [40] ERRI: B 177.1/RP 1: *Entgleisungsrisiko für 700m lange Güterzüge in Bremsstellung*

- P durch hohe Längsdruckkräfte; Entgleisungswahrscheinlichkeit bei Anwendung der Massenrestriktionen gemäß B 177, Utrecht, 01.03.1993.*
- [41] ERRI: B 177.1/RP 2: *Entgleisungsrisiko für 700m lange Güterzüge in Bremsstellung P durch hohe Längsdruckkräfte; Entgleisungswahrscheinlichkeit bei Anwendung von verschiedenen, von den Massenrestriktionen gemäß B 177 abweichenden Restriktionen, Utrecht, 01.11.1993.*
- [42] European Parliament: *Commission Regulation (EC) No 352/2009 of 24 April 2009 on the adoption of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 6(3) (a) of Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council.* EN L 108/4 Official Journal of the European Union, 29.4.2009.
- [43] *Fuzzy Logic Toolbox™ User's Guide*, The MathWorks, Natick, 2010.
- [44] Giovanis E. *Application of adaptive neuro-fuzzy inference system in interest rates effects on stock returns*, Indian Journal of Computer Science and Engineering, No. 1, pp. 124-135, 2010.
- [45] Глибетић С. *Теретна кола и правила товарења*, Желнид, Београд, 2007.
- [46] Грујић М., Бундало З. *Железнице Србије*, Монографија, ЖЕЛНИД, Београд, 2004.
- [47] Hamamatsu, *Infrared detector PbSe photoconductive detector (P791/P2038/P2680 series. P3207-05)*, Hamamatsu City, Japan, Jun 2001.
- [48] Hardy A. E. J., Cawser S. J., Jones R. R. K. *Advanced signal processing techniques for the acoustic detection of track and vehicle defects*, The World Congress on Railway Research WCCR, Edinburgh, Scotland, 2003.
- [49] Hinzen A. *The influence of the human error on the safety of railways*. Phd Dissertation, Institute of Transport Science and Chair of Railway Engineering and Transport Economics, Institute of Technology of North Rhine-Westphalia RWTH Aachen, 1993.
- [50] Hlavaček J. *The noise measurement according TSI CR noise on the reference track section*, 18th International Conference "Current problems in rail vehicles", Vol. 1, pp. 231-238, Žilina, Slovakia, 2007.
- [51] IEC: *Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical electronic and programmable electronic control systems*, IEC 62061, 2005.
- [52] IEC 60812: *Analysis techniques for system reliability-Procedure for failure mode and effects analysis*, 2006.
- [53] *Information of Progress Rail Hot Box and Hot Wheel Detector FUES II EPOS*, Progress Rail Bad Dürkheim Germany
- [54] Јанковић С., Ђорђевић Ж., Васиљевић М., Весковић С., Брановић И. *Информациони систем за подршку оптимизацији одржавања возних средстава ЖС*, XVI Scientific-Expert Conference on Railways, RAILCON, pp. 189-192, 6-7. Октобар 2014, Ниш.
- [55] Јанковић С., Ђорђевић Ж., Младеновић С., Весковић С., Брановић И. *База података за динамичко праћење стања возних средстава*, 4. међународни научно-стручни симпозијум Нови хоризонти саобраћаја и комуникација 2011, Добој. 24. и 25.11.2013.
- [56] Јеремић Б., Тодоровић П., Мачужић И., Коковић В. *Техничка дијагностика*, Машински факултет Крагујевац, Србија, 2006.
- [57] Krupka R., Vetter H., Walz T., Etemeyer A. *3D-PulsESPI technique for dynamic deformation measurement*, SPIE, 176-181, 2001.
- [58] *Labview*, User Manual. National Instruments Corporations, 20/1-20-10, January 1996.
- [59] *Labview*, Alalusi VI Reference Manual. National Instruments Corporations, 9/2-9, 1996.

- [60] Lagnebäck R. *Evaluation of wayside condition monitoring technologies for condition-based maintenance of railway vehicles*, Lulea University of Technology, Sweden, 2007.
- [61] Liu W. Y., Han J. G., Lu X. N. *A high speed railway control system based on the fuzzy control method*, Expert Systems with Applications, Volume 40, Issue 15, pp. 6115-6124, 2013.
- [62] Maicz D., Stephanides J., Argos W. Z. *Intelligent local measurement stations for continuous monitoring of vehicle condition*, vol. RTR special, 2011., pp. 31-38, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3, ISSN 0079-9548.
- [63] Markus H., Beika U. *The new reliable and sustainable LEILA Bogie for freight wagons*, Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering, Berlin, Germany, 9/2004.
- [64] Markus H. *In search of a quieter, lighter freight bogie*, Railway Gazette International, pp. 563-568, 9/2002.
- [65] Markus H. *European freight vehicle running gear: today's position and future demands*, Instn Mech Engrs, Vol 215, Part F. pp. 1-11.
- [66] McCarthy J., *Artificial intelligence, logic, and formalizing common sense*, Philosophical Logic and Artificial Intelligence, pp. 161–190, Kluwer Publishing Co., Holland, 1989.
- [67] Милић С., Ђорђевић С. *Систем за праћење прегрејаности осовинских лежајева теретних кола*, XI Желкон (RAILKON), Ниш, 2004.
- [68] Milius B. *A new classification for risk assessment methods*, FORMS/FORMAT 2007, Braunschweig, Hrsg. Schnieder, E. und Tarnai, G.: Formal methods for Automation and Safety in Railway and Automotive Systems, pp. 258 – 267, 2007.
- [69] Милованчевић М., Милтеновић А. *Анализа вибрационих спектра код железничких возила*, XI Желкон (RAILKON), Ниш, 2004.
- [70] Милованчевић М. *Техничка дијагностика*, Машински факултет, Ниш, 2011.
- [71] Миловановић М., Лишанин Р. *Кочнице и кочење шинских возила, Први део: Теоријске основе*, Машински факултет, Београд, 2000.
- [72] Милутиновић Д, Бабић М. *Могућност реализације домаћег развоја система за детекцију неисправности осовинских склопова железничких возила у току вожње*, Железнице бр. 5-6, Београд, 1997.
- [73] Minsky M., *The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind*, New York, 2006.
- [74] Мотовилова К.В. *Технологија производа и ремонта вагонов*, Москва, 2003.
- [75] Negnevitsky M. *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*, 2nd Edition, Edinburgh Gate, England, 2005.
- [76] *Neural Network Toolbox™ 7 User's Guide*, The MathWorks, Natick, 2010.
- [77] Odry D., Hecht M. *Improving the economical benefits of railways by technical means*, XI Желкон (RAILKON), Ниш, 2004.
- [78] *Општи уговор за коришћење теретних кола (ОУК)*, AVV/СUU/, UIC, Београд, 2011.
- [79] ORE B55 *Sicherheit gegen Entgleisen in Gleisverbindungen*, Rp. 8, Schlussbericht , Utrecht, 1983.
- [80] Памучар Д. *Примена fuzzy логике и вештачких неуронских мрежа у процесу доношења одлуке органа саобраћајне подршке*, Војнотехнички гласник, вол. 58, бр. 3, стр. 125-145, 2010.
- [81] Пешић, А. *Иновације у анализи интерних фактора организације - fuzzy приступ*, Докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2011.
- [82] Pfohl H .Ch. *Logistiksysteme*, VI neuarbeitete und aktualisierte Auflage, Berlin, 2000.

- [83] Poisson F., Dieleman L. *Noice of railway steel bridges a complete study*, The World Congress on Railway Research WCCR 2003, Edinburgh, Scotland.
- [84] Прилог II, Правилника RIV (Пропис за товарење 95), Свеска 1, 2 и 3,
- [85] Randall. V. R. *Frequency Analysis* third edition, pp. 83-87, published by Bruel and Kjaer, 1987.
- [86] Радосављевић А., Ђорђевић Ж. Мирковић С. *Системи за праћење стања возних средстава поред пруге*, Истраживања и пројектовања за привреду, бр. 20, стр. 59-69, Београд 2008.,
- [87] Radosavljević A., Đorđević Ž., Mirković S. *Concept for Wayside Train Monitoring at Serbian Railways - pilot project Batajnica*, vol. RTR special, 2011, pp. 6-11, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3, ISSN 0079-9548.
- [88] Радосављевић А., Schöbel A., Ђорђевић Ж., Мирковић С., *Системи за превенцију и откривање неисправности на железничким колима*, Инкол - Часопис за железнички и интермодални транспорт, година IV, бр.15, стр. 64-70, Нови Сад, 2009,
- [89] Rasmussen J., *Skills, rules, and knowledge: Signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models*, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-13(3): 257-266, 1983.
- [90] Rausseau E. *Infrared sensing in Hot Box Detectors*, Railway Department, Compagnie de Signaux et d'Entrprises Electriques (C.S.E.E.) 17. Place Etienne Pernet, 75738 Paris Cedex 15, France.
- [91] Schöbel A., Stadlbauer R., Pisek M., Maly T. *Wayside Weighing and Flat Spot Detection at Austrian Railways*, Viena, 2006.
- [92] [87] Schöbel A., Karner J. *Components for wayside train observation in Austria*, XII научно-стручана конференција о железници – Желкон, Ниш, 2006.
- [93] Schulte-Werning B., Beier M., Berlitz T., Grütz H. P., Hauser A., Klockow T., Köhler T. *Researsch subjects of DB to improve environmental friendliness of railway traffic*, The World Congress on Railway Research WCCR 2003, Edinburgh, Scotland.
- [94] Seliger G., Kross U., Buchholz. A. *Efficient Maintenance Approach by On-board Monitoring of Innovative Freight Wagon Bogie*, IEEE/ASME AIM 2003, Kobe, Japan, pp. 407-411, 2003.
- [95] Seliger G., Reichl H., Addy P., Buchholz A., Franke C., Middendorf A. *Einsatz produktbegleitender Informationssysteme und ihre Auswirkungen auf die Produktionstechnik*, TU Berlin, Oktober, 2002.
- [96] Seliger G., Basdere B., Schumann S., Wapler M. *Technological Conditions for Selling Use instead of Selling Products*, 7th International CIRP Seminar on Life Cycle Engineering, Токуо.
- [97] Симић Г. *Истраживање реалне геометрије додира точак-шина и њеног утицаја на кретање шинских возила и на хабање система точак-шина*, Докторска дисертација, Машински факултет Београд, 1997.
- [98] Stojčić G. *Using Fuzzy Logic for Evaluating the Level of Countries' (Regions') Economic Development*, Panoeconomicus, Vol. 59, Issue 3, pp. 293-310, 2012.
- [99] Стаменковић Д., Ђорђевић Ж. *Modern maintenance of freight cars of the*, RAILKON `12, Ниш, Октобар, 2012.
- [100] Стаменковић Д. *Одржавање железничких возила*, Машински факултет у Нишу, Ниш, 2011.
- [101] Stadlbauer R., Rimpler M. *CheckPoints in operations control in Saudi Arabia*, vol. RTR special, 2011., pp. 65-69, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3, ISSN 0079-9548.
- [102] Стојић Г. *Развој модела за вредновање начина управљања железничком*

- инфраструктуром, Докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.
- [103] Švaić S., Boras I. *Infracrvena termografija*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.
- [104] Tanackov I., Tepić J., Kostelac M., Stojić G., Masal Z. *A virtual mass model in train aerodynamics*, WIT Transactions on the Built Environment, Volume 127, pp 733-744, 2012.
- [105] Tanackov I., Stojić G., Tepić J., Kostelac M., Sinani F., Sremac S. *Golden Ratio (Sectiona Aurea) in Markovian Ants AI Hybrid*, Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag, Berlin, Vol. 6943, pp. 356-367, 2011.
- [106] Tepić J., Kostelac M., Herold Z. *Methodology for Determining of Train Curving Resistances With Respect to Vehicle Mass and Speed*, Strojarstvo, Vol. 51, No. 6, UDK 629.4.077, ISSN 0562-1887, pp 641-647, 2009.
- [107] Тепић Ј. *Шинска возила*, Едиција техничке науке – уџбеници, Бр. 175, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 299 стр, UDK 629.4 (075.8), ISBN 978-86-7892-086-8, 2007.
- [108] Тепић Ј. *Вуча возова*, Едиција техничке науке – уџбеници, Бр. 180, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 177 стр, UDK 629.42 (075.8), ISBN 978-86-7892-091-2, 2008.
- [109] Tepić J., Todić V., Tanackov I., Lukić D., Stojić G., Sremac S., *Modular system design for plastic euro pallets*, Metalurgija, ISSN: 0543-5846, Vol. 51, No. 4, pp. 241-244, 2012.
- [110] Теодоровић Д., Kikuchi S. *Fuzzy скупови и примене у саобраћају*, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, Београд, 1994.
- [111] Теодоровић Д., Шелмић М. *Рачунарска интелигенција у саобраћају*, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, Београд, 2012.
- [112] Tsaia T. H., Lee C. K., Wei C.H. *Neural network based temporal feature models for short-term railway passenger demand*, Expert Systems with Applications, vol. 36, Issue 2, Part 2, pp. 3728 – 3736, March, 2009.
- [113] Usenik J. *Control of the logistics system using stochastic or fuzzy inputs*, International Conference on Industrial Logistics, Zadar, Croatia, pp. 326-333, 2012..
- [114] UIC 518 *Fahrtechnische Prüfung und Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen - Fahrsicherheit*, Fahrwegbeanspruchung und Fahrverhalten, Januar 2003.
- [115] *Упутство за прегледача кола (У-253)*, ЖС – 253, Београд 1999.
- [116] *Упутство о вођењу евиденције техничко колске службе и техничких података о колима на ЈЖ ( У-254)*, ЗЈЖ – 254, Београд, 2002.
- [117] *Упутство о поступцима за случај ванредног догађаја (У-79)*, ЗЈЖ, Београд, 1992.
- [118] Webster J. G. *Measurement instrumentation and sensors*, CRC Press, IEEE Press, 32/87-32/117, USA 1999.
- [119] Vermeij I., Venekamp D., Boom P. *Using Gotcha to obtain real-time data gathered from wayside monitoring systems to optimise the LCC*, vol. RTR special, 2011., pp. 26-30, Hamburg, Germany, ISBN 978-3-7771-0426-3.
- [120] Vesković S., Tepić J., Ivić M., Stojić G., Milinković S. *Model for Predicting the Frequency of Broken Rails*, Metalurgy, Croatian Metallurgical Society, No.51/3, 2012, ISSN: 0543-5846.
- [121] Vesković S., Đorđević Ž., Ivić M., Stojić G., Tepić J, Tanackov I. *Necessity and effects of dynamic system for railway wheel defect detection*, Metalurgija, Croatian Metallurgical Society, No.51/3, 2012, ISSN: 0543-5846
- [122] *Wheel monitoring System*, Company CALTRONIC A/S, Danmark, Kobenhavn, 1989.



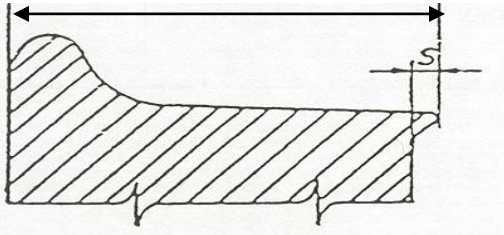
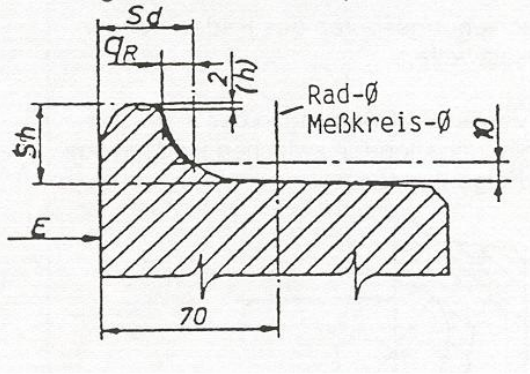
- [123] *Wissensspeicher Infrarottechnik*, Fachbuchverlag, Leipzig, 1990.
- [124] Xu J., Yan F., Li S. *Vehicle Routing Optimization With Soft Time Windows in a Fuzzy Random Environment*, *Transportation Research, Part E* 47(6), pp. 1075-1091, 2011.
- [125] Zimmermann H. J. *Practical Applications of Fuzzy Technologies*, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [126] Yamada T., Russ B. F., Castro J., Taniguchi E. *Designing Multimodal Freight Transport Networks: A Heuristic Approach and Applications*, *Transportation Science* 43(2), 2009.
- [127] Yang L., Zhang J. *Prediction Study on Anti-Slide Control of Railway Vehicle Based on RBF Neural Networks*, *Physics Procedia*, Volume 25, p. 911–916. (2012)

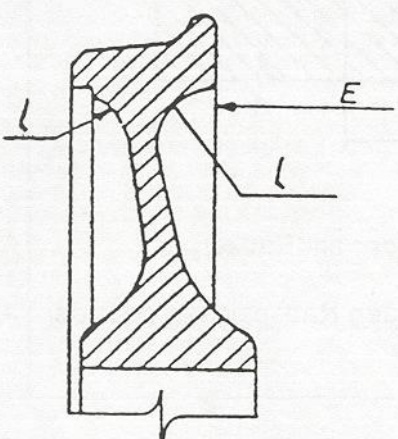
Табеларни приказ недостатака на трчећем строју (делимични или потпуни губитак радне способности) и поступак с колима

Код	Колски део	Недостаји/критеријуми/упуства	Поступци	Разред
1	<b>Трчећи строј</b>			
1.1	<b>Обруч точка</b>			
1.1.1	<b>Точак са навученим обручем</b>	<u>Дебљина обруча мања од</u> -кола за брзине од 120km/h (вагони који носе ознаку SS).....35mm -друга кола *) .....30mm	искључити	4
1.1.2		<u>Обруч точка</u> -сломљен -с попречним или уздужним пукотинама	искључити	5
1.1.3				
1.1.4		<u>контролне ознаке</u> -не постоје -нису јасно видљиве	искључити	4
1.1.5				
1.1.6		оштећење сигурносног прстена -напукнут -сломљен -недостаје	искључити	5
1.2	<b>Моноблок точак</b>			
1.2.1		Кружни канал за означавање границе истрошења није више потпуно видљив **)	искључити	4
1.2.2		Топлотно преоптерећење настало кочењем <ul style="list-style-type: none"> <li>• Новија оштећења боје на ободу и телу точка за више од 50mm</li> <li>• Трагови рђе на венцу точка (венац није обојен)</li> <li>• Трагови материјала кочне папуче</li> <li>• Оштећење котрљајне површине с наслагом метала (види такође код 1.3 или 1.3.4</li> </ul>	Мерити према коду 1.7.1, осим осовинских склопова који су означени као јако отпорни на топлотна оптерећења и који имају кочницу с уметком од сивог лива	

\* укључујући кола за брзине од 120km/h у празном стању

\*\* ако изнимно постоје два канала, меродаван је спољни канал.

Код	Колски део	Недостаци/критеријуми и упутства	Поступци	Разред
1.3		<b>Обруч или обод моноблок-точка</b>		
1.3.1		ширина $B > 140\text{mm} < 133\text{mm}$ •постоји испупчење”S” B 	искључење	4
1.3.2		Котрљајна површина местимично утиснута, контакт с додирном површином неравномеран или избочења на венцу точка неједнако велика	искључити	4
1.3.3		<b>Равна места на котрљајној површини</b>		
1.3.3.1		- точак- $\varnothing \geq 630\text{mm}$ и равна места с дужином од $> 60\text{mm}$	искључити	4
1.3.3.2		- точак- $\varnothing < 630\text{mm}$ и равна места с дужином од $> 30\text{mm}$	искључити	4
1.3.4		Наслаге метала		
1.3.4.1		-дужине $> 60\text{mm}$ или $\geq 1\text{mm}$ дебљине	искључити	5
1.3.5		рупичавост, одслојавање или љускање на котрљајној површини дуже од $60\text{mm}$	искључити	4
1.4		<b>Венац точка</b>		
1.4.1		<b>Висина венца Sh</b> већа од $36\text{mm}$ • удубљење на котрљајној површини	искључити	4
1.4.2		<b>Дебљина венца Sd</b> за точак- $\varnothing \geq 840\text{mm}$ - $Sd < 22\text{mm}$ , за точак- $\varnothing < 840\text{mm}$ , $\geq 630$ (330) $\text{mm}$ - $Sd < 27,5\text{mm}$ • венац точка је избраздан	искључити	5
1.4.3		<b>Трошење активне котрљајне површине венца</b> - $qR \leq 6,5\text{mm}$ , види додатак 4 • венац точка има оштру ивицу	искључити	5
1.4.4		Гребен на врху венца $h > 2\text{mm}$ од највеће висине венца, такође види Додатак 4 	искључити	5

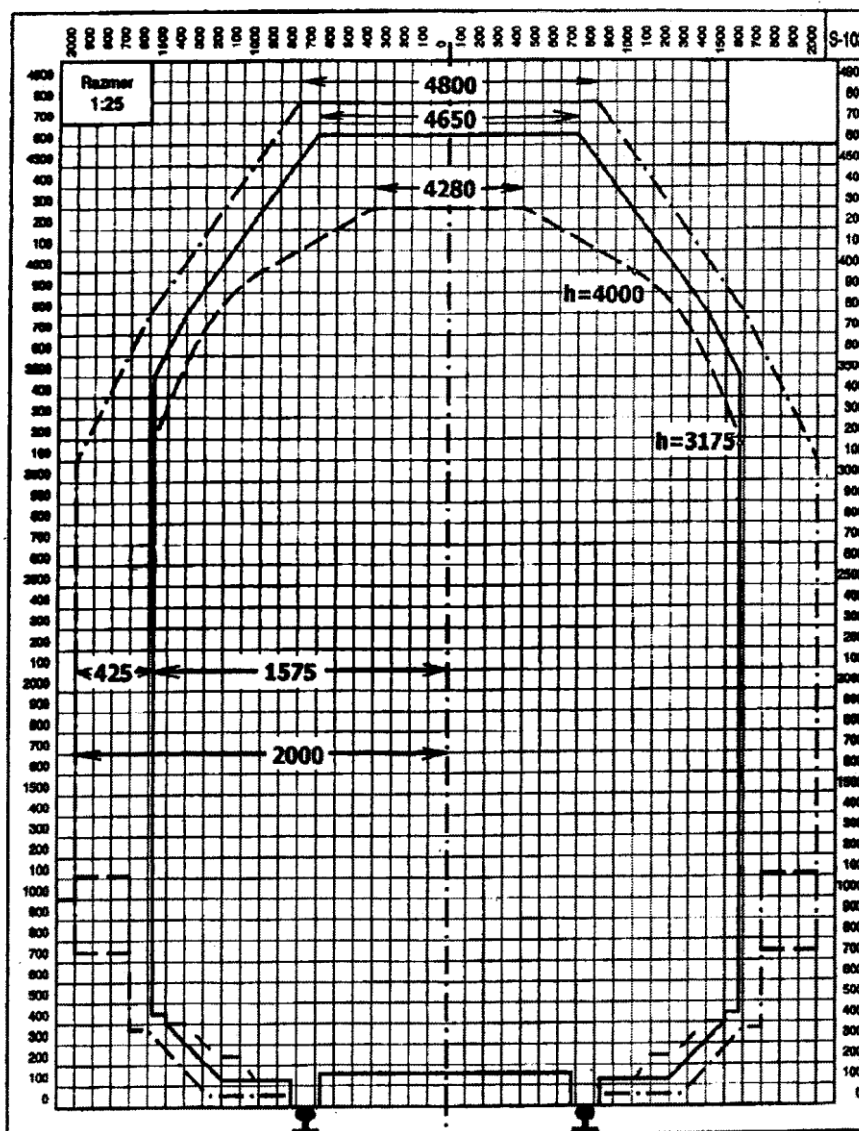
Код	Колеки део	Недостаци/критеријуми / упутства	поступци	Разред
1.5	<b>Тело точка</b>			
1.5.1		Пукотина или неисправност уклоњена заваривањем на телу точка	искључити	5
1.5.2		Лом или пукотина на жбицама или на телу точка	искључити	5
1.6.	<b>Осовина</b>			
1.6.1		Оштећења на осовини - пукотине - искривљена (види код 1.7.1) - оштећења поправљана заваривањем - оштре ивице - истрошено место трењем дубине веће од 1mm	искључити	5
1.6.2		Истрошеено местотрењем до дубине < 1mm без оштрих ивица	К+R1 (искључ.коч.)	4
1.6.3		Део који струже по осовини (таре осовину)	Подићи део и свезати+К, по могућности R1 ако није могуће искључити	4
1.7	<b>Осовински склоп</b>			
1.7.1		ако размак <b>E</b> (размак између унутарњих чеоних површина точкава) није у следећим граничним мерама: - $\varnothing > 840\text{mm}$ $1357 \leq E \leq 1363\text{mm}$ - $\varnothing < 840\text{mm}$ $1359 \leq E \leq 1363\text{mm}$ У свим случајевима разлика размака $E_{max} - E_{min} > 2\text{mm}$ - трагови исклизнућа - трагови закретања и померанја точка на осовини осовинског склопа - код (моноблок) точка загревање зоне "l" између тела точка и обода точка 	искључити	5

Табеларни приказ\* недостатака на лежају осовинског склопа

Код	Колски део	Недостаци/критеријуми упутства	Поступци	Разред
1.8		<b>Лежај осовинског склопа</b>		
1.8.1		<p><b>Кућиште лежишта незаптива</b></p> <p>-губици мазива -недостатак који омогућује продирање воде или прашине (недостатак заштитне капе или гнезда за центрирање при стругању је допуштен)</p> <div style="text-align: center;"> </div>	искључити	4
1.8.2		<p><b>Вођице лежишта</b> више не осигуравају осовински склоп од испадања</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• водјице сломљене</li> <li>• положај осовинског лежаја неправилан</li> </ul>	искључити	5
1.8.3		<p><b>Лежиште загрејано</b></p> <p>-температура је висока толико да се кућиште не може додирнути надланицом</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Трагови рђе</li> </ul>	искључити	5

\* Табеларни приказ недостатака неког колског дела, назив и Код тог дела, поступак и разред неисправности дефинисани су УИС-овим Општим уговором за коришћење кола (ОУК), Прилог 9, чији смо и ми као ŽS потписници. [7]

Међународни профили пруге



- · — · — · СЛОБОДАН ПРОФИЛ
- ТОВАРНИ ПРОФИЛ ПОЈЕДИНИХ ЖЕЛЕЗНИЦА
- — — — ТОВАРНИ ПРОФИЛ UIC

Међународни слободни профил пруге и међународни товарни профил (профил UIC) и товарни профил појединих железница\*

Досадашњи технички стандарди и јединствени технички прописи који су већ признати на међународном нивоу, као и Споразум RIV, и даље важе, а у наредном периоду биће унети у одговарајуће прилоге Јединствених правила о признавању техничких стандарда и усвајању јединствених техничких прописа који се примењују на железничка возна средства намењена за коришћење у међународном саобраћају (APTU).

\*) Товарни профил UIC за кола која могу саобраћати на свим пругама, које служе међународном саобраћају, без посебног проверавања мера њиховог попречног пресека (видети табелу 1.1. Збирке товарних профила, Свеска 1 Основне поставке Прилога II Споразума RIV). Товарни профил који користе наше железнице користе и железнице: HSH, G<sub>v</sub>SEV, PKP, BDŽ, CFR, ČD, ŽSR, MŽ, AAE, CH, HŽ, SŽ, DB, ÖBB, CFL, NS, DSB, ŽBH, CFS, IRR, MAV (осим према станици Budapest-deli-pu), ŽCG и TCDD за одређене пруге (видети табелу I<sub>4</sub>, Збирке товарних профила).

### Шине до 36m дужине

Појединачна кола и групе кола

Кола у затвореним возовима и комб. робном саобраћају  
Кола са дугоходним амортизером

#### Роба

Шине дужине до 36m

#### Кола

Плато-кола са колским ступцима и подом од дрвета (Rs, S ...) товарне површине у великој мери исте висине. На сваким колима два челична носача, која су фиксирана на сандуку кола или на колским ступцима. Завојна квачила су тако притегнута да су одбојници благо притиснути.

#### Начин товарења

① Шине утоварене до 4 слоја (међутим, препоручује се само у 3 слоја) једне поред других, на подметачима који су уграђени у носаче и умецима од дрвета. Шине су равномерно расподелење у попречном смеру. Само горњи слој није у потпуности испуњен. Колски ступци оборени испред првог и након последњег носача.

Искоришћење капацитета средњег обртног постоља само до 85 % максималног оптерећења за појединачна обртна постоља према меродавној граници товарења за пругу по којој ће се возити.

Слободни простор у односу на

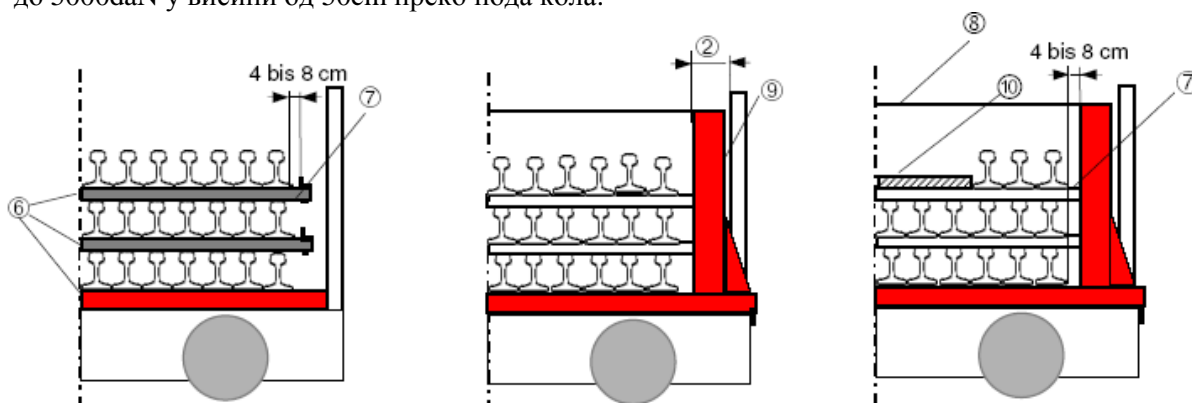
- ② - колске ступце отприлике 15 до 40cm (зависно од конструкције носача)
- ③ - оборене чеоне странице и у односу на под кола (вертикално растојање) min 5cm
- ④ - чеоне странице крајњих кола min 50cm

Крајеви шина надвисују

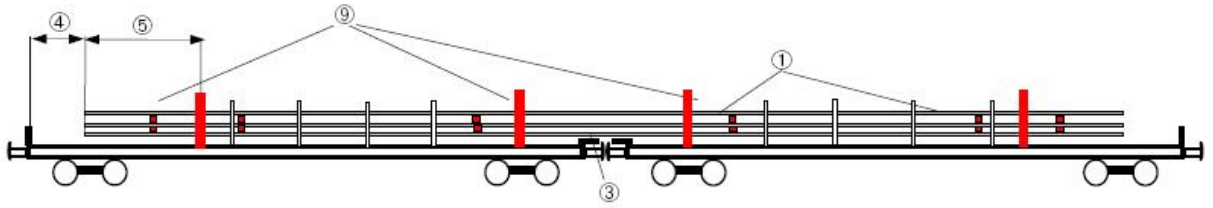
- ⑤ - носаче и подметаче за 1,5 до 3m.

Код препуста који је мањи од 2m, опадају спољни умеци.

- ⑥ Подметачи и умеци од здравог дрвета (према EN 338 класа чврстоће C24)
  - из једног комада преко целе утоварне ширине
  - попречни пресек мин 18 x 15cm за подметаче, отприлике 12 x 8cm за уметке
  - број подметача 2 по колима
  - подметачи су интегрисани у носачима који су фиксирани на колским ступцима или на сандуку возила и челичним угаонцима причвршћени на поду кола.
  - број уметака: 6 одн. 4 по слоју и 2 колима(позиционирање видети скицу)
  - умеци са зашрафљеним наставцима (крајевима) (само одозго, одоздо само 10mm од пролазног вијка за причвршћивање) од дрвета или челичних угаоника, удаљени од суседног носача са. 0,8 до 1,2m.
  - klizne površine podmetača nisu podmazane.
- ⑦ - Ширина површине ослонца уметака, као и ширина између држача носача је отприлике 8 до 16cm већа од ширине пуног слоја шина.
- ⑧ vrhovi nosača povezani pomoću lanca (LC = 1000daN, са елементом преднапрезања) или помоћу пластичне траке (LC = 1500daN, осигурано од лабављења) (неопходно преднапрезање са. 300daN). Везивање није неопходно, ако је доказано дозвољено оптерећење рама (шасије) до 5000daN у висини од 50cm преко пода кола.







носач позициониран на колима



појединачни носач – поглед одозго

### Осигурање

Шине су осигуране бочно помоћу:

- ⑨ - 4 носача од челика, који су фиксирани на колским ступцима или на сандуку кола и причвршћени са 4 челична угаоника (по 8 ексера /зупчастих/ 6 x 60mm) на поду кола (дозвољене су остале одговарајуће методе, нпр. носачи са 12 трнова на носећој површини).
  - 2 од тога увек на крају товара.
  - 2 остала у средини товара (место квачења) преко сворњака обртних постоља.
  - носачи могу да буду састављени од челика U-профила од 160 или 180.
- ⑩ Највиши слој, који није попуњен, фиксиран помоћу двоструких жичаних веза (min Ø 5mm) у централној позицији, или су међупростори преко подужне осе кола осигурани путем дрвета, челичних угаоника или клада од услојеног дрвета, који су причвршћени на подметачима одн. умецима, увек у области носача.

### Допунски подаци

Расподела товара видети лист 0.1

### Понашање товара приликом натрчавања према Табели 4

Пошиљке са забраном одбацивања и ранжирања на спушталици, забрањена и вожња преко спушталице

### Обавештење о примеру утовара

**Железничко предузеће које је издавач:** DB Schenker Rail Deutschland AG

DB Schenker Rail Deutschland AG  
Grundsätze Verladerrichtlinien La  
Mainz, 25.11.2011

Лист: 1  
80 - 001 - 11

Додатак 6

**Технички преглед-листа неисправности на колима и товару**

Датум	Бр. кола (12 цифара)	Опис неиспра вности	Код према додатку 1 или 5	Разред неиспр.	Кола олистана при предаји ЖП-у са листом		Кола товарена		Прекорачење товарног профила као последица неисправности		Само код товарених кола: губитак товара могућ		Мала поправка/помоћ према додатку 1			
					да	не	да	не	да	не	да	не	потребно		спроведено	
					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					Σ разреда 3											
					Σ разреда 4											
					Σ разреда 5											

- станица преузимања ЖП-а за утврђивање неисправности: .....  
 - број воза ..... - Број прегледаних кола .....  
 - Број оштећених кола према Додатку 5: .....

Технички преглед извршен од ЖП-а: .....  
 Предајна ЖП: .....

Прилог 5

**Технички преглед теретних кола код примопредаје између ЖП-а**  
**- Распоредивање и одређивање вредности неисправности које се установљују на колима и на товару**

Достава испитивања квалитета између ЖПа.....

.....Технички преглед извршен од ЖП-а: .....

.....Предајна ЖП: .....

Месец/ Година	Прелазна станица	Број прегледаних кола	Број неисправности разреда 3 до 5 и $\Sigma$ тежине неисправности							Вредност суме неисправности у % $\frac{\text{Сп}10 \times 100}{\text{Сп}3}$	Напомене
			Разред 3		Разред 4		Разред 5		$\Sigma$ тежине неисправности $\text{Сп}5 + 7 + 9$		
			$\Sigma$	Сп 4 x 0,125	$\Sigma$	Сп 6 x 0,4	$\Sigma$	Сп 8 x 1,0			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**VOZOVI NA KOJIMA JE ALARMIRANA TEHNIČKA ILI EKSPLOATACIONA NEISPRAVNOST**

	DATUM	VREME ALARMA	BROJ VOZA	BRZINA VOZA (Km/h)	UKUPNO ALARMA	AKTIVIRANI ALARMI										LOKOMOTIVA	NAPOMENA
						HOA L	HOA R	FOA	SOA	gL	gR	g	FL	FR			
	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	23	21	
1	17.10.13	7:48	53201	41	3								x	x	*	javljen Makišu	
2		11:03	40837	74	2							x			*	preko. os.pr. : 5 os.( 23,96) i 6 ( 23,71)	
3		18:05	53203	60	1								x		*	javljen Makišu	
4		18:17	52401	44	8								x	x	*	javljen Makišu	
5		22:17	46980	64	1							x			*	preko. os.pr. 6 os.(22,64)	
6		22:54	44623	57	1							x			L	preko. os.pr. Lok. 2 os.( 22,90)	
7	18.10.	7:20	40775	51	3							x		*	preko.os.pr.: 2Lok (22,99) i 83(23,41), 84( 24,62)		
8		18:45	45625	60	1							x		*	preko. os.pr. na 29 os.(22,54)		
9		19:53	46869	69	1							x		*	preko. os.pr. na 6 os.(22,86)		
10	20.10.	14:23	52263	74	1								x	*	javljen spoljnjoj		
11	21.10.	21:00	47261	60	3						x	x		L	na Lok.461-206		
12	21.10.	21:14	52291	63	5								x	*	5 alarma za FL (*) javljeno BGD peron		
13	22.10.13	1:27	52403	62	12								x	*	javljen Makišu		
14		1:46	53201	54	2								x	*	javljen Makišu		
15		2:06	52643	29	2								x	x	*	javljen spoljnjoj	
16		2:29	40633	51	6							x			*	preko. os. pr. 63,64,69,70,75,76	
17		7:22	47603	40	2								x	x	*	javljen Topcideru	
18		8:36	44263	68	1								x		*	javljen Makišu	
19	14:47	44271	41	1								x		*	preko. os.prit. 70, javljeno sektoru		
20	23.10.	3:11	52263	70	1								x	*	ravna površina na 73.osovini FL (*)		
21		5:54	40837	72	1									x	*	ravna površina na 11.osovini FR (*)	
22		7:06	52401	57	1								x	*	FL sve je u redu pri propuštanju		
23	24.10.	13:59	44271	67	1							x		*	na 51 osovini prekoračenje osovinskog pritiska		
24		18:29	46980	62	1								x	*	ravne površine na 33 osovini		
25	25.10.	13:32	48441	67	1								x	*	ravne površine na 68. osovini u FL(*)		
26		20:35	3405	77	1								x	*	ravne površine na 12. osovini u FL (*)		
27	26.10.13	0:01	40633	63	1									x	*	ravne površine na 58.osovini u FR (*)	
28		0:32	53203	69	3							x		*	preko.oso. pr.70os.(23.05),71os(22.61),72os(22.70)		
29		21:24	53203	42	4								x	x	*	ravne pov. na 104 oso. FR(*) na 121 FL(*) i 129 FL(**) i 143 FL(**) ; javljeno BGD.ranž."A"park.	

30	27.10.13	4:12	45803	36	1								x	*	rav. p. na 158 os. FL(**); kola olistana, TK-34a		
31		5:53	52401	74	1								x	*	na 30 osovini prekoračenje oso.pr. 23.25t		
32		6:25	45801	69	1								x	*	ravna pov. na 20 osovini u FL(*)		
33		8:43	3403	93	1								x	*	na propuštanju nisu uočene nepravilnosti		
34	28.10.13	9:33	53201	51	4								x	x	*	46 kola (FL** i FR**); već bila olistana(tk-34)	
35		10:13	53513	64	1								x	*	45 oso. (FL**) kod pregleda nisu uočena oštećenja		
36		16:20	53203	70	1								x	*	59 oso. (FL*) pri pregledu nema nepravilnosti		
37	29.10.13	0:10	45803	74	2								x	x	*	89 oso. FL (*),99 i g (22,60)	
38		13:57	45651	71	1								x		┘	preko. oso. pr. 5 oso. 22.52 (lok. 461 )	
39		20:44	45625	77	1								x		*	preko. oso. pritiska na 52. osovini	
40	30.10.	0:56	45703	52	1								x	*	ravna mesta na 48.osovini u FL(*)		
41	31.10.	1:19	53203	66	9								x	x	*	ravna mesta na 73,77,88,105,106,115,139,152,160	
42		21:28	46863	63	3								x		*	preko.oso. pr. : 11(23.89) 13(22.80) 18(22.76)	
43		22:00	45803	71	1								x		*	prekor. oso.pr. 72. osovina g (22.81)	
44	01.11.	18:55	46877	66	4										*	zagrejanost tela točka na oso.: 37,38, 49 i 50, kočnica isključena.	
45		22:10	47603	70	1								x		*	preko. os. pr. na 29 osovini g (23.30)	
46		23:27	53203	71	1									x	*	93. osovina (FL*), pri propuštanju sve je uredi	
47	02.11.13	1:14	46875	70	7								x		*	preko. os. pr. na osovinama: 20(23.50),48(28.83),49(22.68),52(22.54),58(22.56),67(22.64),68(22.64).	
48		2:01	53201	52	1									x	*	rav. mesta na oso. 80(FL*)	
49		2:40	46177	68	3									x	*	oso. pr. kod oso. : 21(22.67),22(22.72),23(22.89)	
50		14:23	46879	74	2									x	x	┘	prek. os. pr.: 2 ( 23.15) i lok 461 i 90 FL (*)
51		16:08	45411	69	2									x	x	*	na 20-osov. FL (*) i FR (*),voz propušten bez primedbi, nastavio vožnju
52		17:28	415	95	1										x	*	na 15-osovini FR(*),voz propušten bez primedbi; javljeno TKS-peron.
53	03.11.13	1:39	40805	68	1									x	*	50-osovina FR(*) propusten bez primedbi,javljeno u BGD spoljna	
54		4:11	52401	64	2									x	*	67-osov. FL(**) i 91FL(*), javljeno u Makišu	
55		5:42	7051	54	1									x	*	12- oso. FL (*), po pregledu - bez primedbi	
56		6:17	47641	61	3									x	x	*	52oso. FL (*), FL (*) FR (**), javljeno Topčideru
57		9:52	62403	44	5									x	x	*	1oso. FL (**),77,78,79 i 83 FR(*), 81 FL(**), javljeno Makišu
58		13:52	45625	71	5									x		*	prekor.os.pr.: 46,48,50,67 i 80
59		14:16	52411	67	1										x	*	ravna mesta na oso. 8(FL*)
60		16:11	52263	74	1										x	┘	prekor.os.pr.: 2 oso. lok 461-206,(22.57)
61		18:21	44263	68	1										x	*	prekor.os.pr.oso. br.94 (22.75)

62	04.11.	6:10	53201	68	4													x	x	*	prekor.os.pr.:19 (22.69), 20(23.19), 21(22.91), 22(23.50), GRD na 58 osovini FL(*)			
63	05.11.	19:04	52411	71	2														x	*	kod osovina 29 i 31 (FL*)			
64	06.11.13	5:33	53201	63	4														x	x	*	na 16 i 17 oso. FL(*), na 77 FR(*) i 144 FL(**), javljeno Makišu		
65		11:15	45411	72	4														x	x	*	42 FL(*), 49(**), 69 FR(*), 76 FL (*), pregled bez primedbi, javlja BG spoljna		
66		11:44	45801	73	2															x	*	112 i 127 oso. FL(**), voz propušten bez primedbi, javljeno Makišu		
67		14:36	40763	57	2																	*	zagrejanost tela točka os. 27 i 28; kočnica isključena-bez oštećenja	
68	07.11.13	0:38	46177	65	8															x	*	preko. os. prit. : 7 (22.52), 8(23.10), 10(23.98); 14(23.40), 15(22.87), 16(22.71), 18(23.11), 22(22.56); javljeno BGD-ranžirnoj		
69		11:31	46873	69	1															x	┘	Lok 461-017, preko.os.pr. na 5.oso. g:(22.79)		
70		19:14	46895	76	1																x	*	ravna povr. na 67 oso. FL(*), izvršen pregled propuštanjem voza i mana ne ugrožava bezbednost	
71		23:15	52403	52	4																x	x	*	ravna povr. na 11 oso. FR(*) i 107,110 i 112 FL(**), uočeno manje lupanje na kolima serije "U"(individ. br. 652-2,sopstvenost 72), navedena mana ne ugrožava bezbednost saobraćaja; kola tovarena"NP" šine.
72	08.11.	17:33	2207	93	1															x	*	5 osovina (FL*), pri prolazu sve u redu		
73		18:18	47775	72	2																x	x	*	7 oso. (FL*) i 106 oso. (FR**) nema oštećenja
74	09.11.13	1:35	46177	79	3															x	*	preko. os.pr.: 5(23.05), 6 (23.05) i 29 oso. (22.57)		
75		1:49	53413	45	1																x	*	10 oso.(FL*). pri prolazu sve je u redu	
76		8:00	46873	67	6																x	*	prekor. os. pr. 40 (22.73), 42 (23.34),60 (22.72) 61 (22.86), 62 (22.72) i 64 (22.54)	
77		13:36	53203	54	2																x	*	prekor.os. pr.: 70.(23.20) i 72 (22.65)	
78		16:38	45625	71	2																x	*	prekor. os. pr. 9 (22.52) i 10 (22.75)	
79		20:55	40839	70	6																x	*	prekor.oso.pr. 53(23.92), 54(23.10),75(24.05),76(23.00)99 (24.14) i 100(22.96)	
80	10.11.13	0:27	52411	69	2															x	x	*	20 (FL*) i 42oso. (FR*), kod pregleda sve je u redu	
81		2:56	53201	68	5																x	x	*	9 (FL*), 13 (FR*), 19 (FL*), 34 (FL*), 50 (FL*), kod propuštanja sve je u redu
82		4:26	47641	64	1																	x	*	18oso. (FR*), kod propuštanja sve je u redu
83		5:45	2201	95	1																x	*	6oso. (FL*), kod propuštanja sve je u redu	
84		12:57	40769	68	2																x	x	┘	prekor.os.pr.2 oso. Lok.461-206 i na 70 FL(*)
85		15:13	40835	69	1																	x	*	27 oso. FL(**), izvršen tehnički pregled-propuštanjem i voza,bez primedbi, nastavio vožnju
86		18:59	52263	70	2																	x	*	52 oso. FLI(*) i 131 oso. FL(**), kod pregleda voza, sve je u redu, javljeno u BG spoljna
87		21:15	46873	54	1																	x	*	26-osovina FL(**) voz propušten bez primedbi

88	11.11.13	0:05	45625	72	3									x			*	prekor.os. pr. 49 (23.02), 55 (22.64) i 56 (22.60)	
89		2:06	46177	66	2									x			*	prekor. os. pr. 6(23.61) i 48(22.69)	
90		2:18	40665	72	1										x			*	78FLI(*) pri propuštanju sve je u redu
91		8:56	42801	54	8										x			*	prekor.os.pr.: 17(25.60), 18(24.71), 29(24.80), 30(23.95), 33(23.17), 34(22.59), 61(23.05) i 62(23.40)
92		15:55	53201	63	1												x	*	140 oso.FR(*)voz propušten bez primedbi,kola olistana tk-34 za rad.Makiš
93		18:13	45625	60	20										x			*	preko.os.prit. : 49, 50, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 72, 74, 76, 78 i 80 osovini
94		19:47	46980	70	3											x		*	20 FL(*), 28 FL(**),38 FL(*)
95		22:38	46863	69	1										x			┘	prekor. oso. pr.na 2oso.Lok 461-157
96	12.11.2013	1:25	52643	71	1										x		*	34 oso.FL (*) pri pregledu nepravilnosti	
97		5:31	45801	75	2										x	x	*	43 oso. FL(*) i 56 FR(*)	
98		6:52	53413	74	1											x		*	54 oso.FL(*), nema uočenih nepravilnosti
99		14:12	40765	70	2										x			*	prekor.oso. pr. na: 67(22,95) i 68.(22,55)
100		22:47	40839	68	1											x		*	46 oso. FL(*),nema u nepravilnosti
101		23:20	45801	69	1										x			*	prekor.oso.pr.na 92osovini (23.06)
102	13.11.2013	2:42	52411	68	1											x	*	62 oso. FR(*), nema uočenih nepravilnosti	
103		3:13	53201	73	1											x		*	40 oso.FL(**), nema nepravilnosti
104		15:03	46895	74	1											x		*	25 oso. (*), javljeno Topčideru
105		16:16	40763	66	2										x	x		*	prekor.os. pr.: 2(22.94) i 95FL (*), nema uočenih nepravilnosti
106		18:08	40775	70	3										x			*	prekor.oso.pr.5(23.40), 15(24.13) i16(23.34)
107	14.11.2013	1:26	46873	72	1										x		*	54 oso.FL(*), pregledan, sve u redu	
108		4:26	46805	69	1										x			*	preko. oso. prit. (22.25)
109		14:45	40773	61	3										x	x		*	preko.oso.pr.: 2 oso. Lok (24.02) i 9 (23.03) i 30 FL(*)
110		15:13	44263	68	1												x	*	na 19 oso.FR(*) , nema uočenih nepravilnosti
111		17:29	52941	52	2											x	x	*	na 32 oso.FL (*) i 52 FR(*) voz propušten , nema uočenih nepravilnosti
112	15.11.	17:27	53203	73	1											x	*	40-os FR(*) pri propuštanju voza nema uočenih nepravilnosti	
113	17.11.13	12:00	63201	73	1										x		*	121- os.(fl **) voz propušten bez primedbi, javljeno Makišu	
114		18:11	46863	66	2										x		*	preko.oso. pr. 27 (22.61) i 29 ( 22.60)	
115		23:20	45621	22	3										x		*	preko.oso.pr.: 65(23.06), 67(22.63) i 69(23.32)	
116	18.11.2013.	0:47	46187	52	5										x		*	preko.oso.pr.: 8(22.55), 10(22.56), 12(22.60), 55(23.88) i 56(24.30)	
117		2:25	52403	75	2											x	x	*	7FL (*) i 68 FR(**), kola olistana
118		14:47	40773	63	1										x			┘	preko.oso. pr. 2 osovina Lok (22.65)
119		19:17	46863	51	2											x	x	*	69( *), 70( *), nema uočenih nepravilnosti, javljeno Topčideru
120		20:12	52411	69	1												x	*	42 ( *) pri propuštanju nema uočenih nepravilnosti, javljeno Makišu



121	19.11.2013	4:45	52263	44	1													X	*	20(*), nema uočenih nepravilnosti.javljeno u BGD-spoljna.			
122		10:08	40839	67	3													X	X	*	84(*), nema nepravilnosti, preko. oso.pr.: 43(22.94) i 44(23.07)		
123		13:44	53203	17	1															X	*	175(*), kola olistana sa tk-34 za rad.Makiš	
124		20:03	40775	71	5														X	X	X	*	preko.os.pr.: 6(22.76), 51(23.22), 14,15 i 16 FL (*) i 16 FR (*),
125	20.11.	3:35	53413	59	1														X	*	12 oso.(*), propušten nema nepravilnosti		
126		20:15	40773	48	3														X		*	preko. oso. pr.: 23(23.48), 24(23.02) i 26(23.11)	
127	21.11.2013	5:29	46177	54	6														X	*	preko. os. pr.: 19(22.66), 21(22.74), 22(23.16) 23(22.79), 24(22.54) i 40(22.89)		
128		7:24	46873	73	1														X		*	preko. oso.pr. 5(22.57)	
130		18:04	53203	77	1														X		*	preko. oso. pr. : 8 (22.64)	
131	22.11.2013.	2:15	44263	77	1														X	*	84(*), kod propuštanja sve je u redu		
132		6:23	45625	60	2														X		*	preko.oso.pr. : 47 (23.10) i 49(23.13)	
133		14:21	46863	64																	*	u tabeli liste vozova merna stanica je registrovala 33 a GRD 66 osovina	
134		15:46	52411	55																	*	u tabeli liste vozova merna stanica je registrovala 60 a GRD 80 osovina	
135		15:53	46873	52																	*	u tabeli liste vozova merna stanica je registrovala 50 a GRD 82 osovine	
136		20:46	46861	73	1															X	*	preko. oso. pr. : 5osovina (22.57)	
137	23.11.2013.	5:29	45625	64	9														X	*	preko. oso.pr. : 7(23.85), 9(23.91), 11( 23.52), 13(23.42), 60(23.94), 62(22.78), 63(23.39), 65(24.10) i 67(22.83)		
138		10:23	45803	71	1														X		*	preko. oso. pr.: 69(22.61)	
139		13:54	53201	61	3															X	X	*	12 FL i FR(*) i 108 FL(**), pri propuštanju nema uočenih nepravilnosti
140		15:25	46177	69	1															X		*	preko.oso.pr.na osovini br.9(23.15)
141	24.11.	13:33	40835	72	1															X	*	23oso. FL (*),pri propuštanju sve je u redu	
142		18:13	52643	56	1															X	*	106 oso FL (*), pri pregledu sve je u redu	
143		19:30	52401	67	1															X	*	80 FL(*) pri pregledu nema nepravilnosti	
144	25.11.2013.	4:59	45805	73	4														X	*	preko. oso. Pr. : 107(22.76), 108(22.75), 109(23.55) i 112(24.12)		
145		5:48	2201	96	1																X	*	6 FR(*), nema uocениh nepravilnosti
146		6:44	46863	64	4															X	X	*	preko.oso.pr. : FL 60,64,79 i 78 (*)
147		9:49	48451	54	9																X	*	FL (***) na 73, 77, 88, 105, 106, 115, 139, 152 i 160
148		15:35	40633	68	1																X	*	43 FL(*), nema uočenih nepravilnosti
149		21:38	45619	75	1																X	*	35FR(*), sve je u redu kod propuštanja
150	26.11.2013.	11:03	46941	47	1															X	*	57 FR(*), ne očitava sve ravne površine (od 52 do 56 oso. nema zapisa),	
151		15:51	62403	61	1															X		┌	prekoračenje dozvoljenog osovinskog pritiska na 2 osovini Lok, (23.34)
152		16:42	45803	70	1																X	*	12 FL(*) pri propuštanju nema uočenih nepravilnosti, javljeno Makišu
153		19.:37	40765	60	1																X	*	21 FL(*)propušten isti nema primedbi
154		22:34	53413	69	3															X	X	*	preko.oso.pr. 23 (22.54), 25(23.50), 26(23.97)

155	27.11.2013	5:58	44263	64	4												x		x	L	preko.oso.pr. : FR(*), 23(23.15), 24(24.19), 64(22.87)	
156		11:20	53203	71	1												x			L	preko.oso. pr.na Lok.461-203 (22.64)	
157		12:06	46873	68	6													x			*	preko.oso.pr. : 61(25.70), 72(22.66), 73(22.89), 74(23.10), 75(22.55) i 77(22.66)
158		12:12	7053	89	1														x		*	12 FL(*), nije razlog za isključenje
159		15:33	45625	72	1														x		L	4 FL(*), ravno mesto na Lok.444-016
160		16:18	52403	65	1														x		*	42 FL(*), pri propuštanju voza nema uočenih nepravilnosti
161	28.11.2013	7:33	52401	53	1													x		*	104 FL(*), kod propuštanja sve je u redu	
162		8:13	46875	68	1													x			*	preko. oso.pr. : 32(23.49), 66(23.58) i 68(23.04)
163		14:46	2403	85	2													x			*	preko. oso. pr. 2os(g22.67) 4os(22.85)
164		15:04	46178	66	4													x		x	*	26 FR(*), pri propuštanju nema primedbi. preko. oso. pr. : 48(23.78), 56(23.07) i 58(23.04)
165		22:58	52403	60	1													x			L	preko.oso.pr.: oso. 4 Lok 441-751, (23.04)
166		23:54	53201	61	2													x	x	x	L	preko. oso. pr.: Lok.444-016, (22,87), 1 i 4
167		29.11.2013.	3:00	46863	64	3												x			L	preko. oso. pr. : na Lok.461-201, 2(22,71) i na oso. 26.(23.33) i 66(22.51)
168	6:42		44263	60	1													x			*	preko.oso.pr. : 84(23.00)
169	12:18		45801	74	2														x	x	*	11 FR(*) i 28 FL(**), nastavio vožnju
170	16:45		45625	68	2													x	x		*	preko.oso.pr. : 58( 22.89), i 78FL (*) propuštanjem nema primedbi
171	22:11		45621	67	1													x			*	preko. oso. pr. : 22 (23.55)
172	22:37		6097	94	1													x			*	preko. oso. pr. : 24 (22.76)
173	30.11.2013.	2:36	46863	63	2												x			*	preko. oso. pr. : 36 (23.00) i 37(23.53)	
174		0:52	45653	53	3													x		x	*	preko. oso. pr. : 32(22.72), 62(23.11) i 64 FR (*), kod propustanja bez primedbi
175		6:16	6091	94	1													x			*	preko. oso. pr. : 22 (22.89)
176		7:31	46873	68	1													x			L	preko.oso. pr. : Lok 461-034 na 6 oso. (22.60)
177		8:22	44263	71	3													x			L	preko. oso. pr. : Lok 461-208, 3(23.00),4 (23.14) i 6 (23.09)
178		10:15	46177	38	1													x			*	preko. oso. pr.: 29 (22.51)
179		20:06	47641	57	3													x	x		L	preko.oso.pr. Lok.461-022, 3oso.(23.08) i 6(22.65), 6 FL (*)
180		20:10	46895	56	2														x	x	*	16 oso.FL i FR(*),pri pregledu bez primedbi
181		20:38	45625	63	2													x	x		*	preko. oso. pr. : 25FL(*) i 76(22.94)
182		22:05	52401	70	1														x		*	na 34oso. FL(*),propusten bez primedbi
183	01.12.2013.	2:03	46873	70	5												x	x		*	preko. oso. pr. : 20(21.58), 47(22.96), 53(23.26), 54(23.22) i 11 FL(*)	
184		4:31	44263	68	3													x			*	preko.oso.pr.: 63(24.21), 65(23.51), 66(24.42), izveštena operatika TKP
185		8:19	46863	71	2													x	x		*	preko. oso. pr. : 15(22.70) i FL(*)
186		13:52	52263	65	1														x		*	oso.37 FL(*), pri pregledu bez primedbi
187		14:54	42801	67	2														x		*	na oso. br.30(fl*)bez primedbi i na os.55(FOA 245 C),javljeno BGD-spoljna

188	02.12.2013.	3:00	45651	70	5														x	x	x	┘	preko.oso.pr. : 3 oso.(23.62), na Lok 461-022, FL i FR na 6 oso.	
189		5:21	40763	70	2														x			*	preko. oso. pr. : 61(23.19) i 62(23.03)	
190		5:56	44263	78	1																	x	*	9 oso. FR(*), pri propuštanju voza nema uočenih nepravilnosti
191		7:18	46863	72	1																	x	*	oso. 38 FR(**),voz je pregledan, nema oštećenja na trčecoj površini točka
192		8:33	3403	94	1															x			*	preko. oso. pr.: 2 (23.09)
193		15:06	46177	64	12																		┘	preko. oso. pr. : 19(22.92), 20(22.60), 29(22.99), 30(23.45), 31(23.39), 32(23.61), 49(22.87), 50(23.29), 52(23.23), 53(22.64), 54(22.91), 56(23.91) i Lok: 444-005
194		18:41	45619	70	1																	x	*	85oso.FR (**), kod propuštanja sve u redu
195		21:01	44263	65	3															x	x	x	┘	preko. oso. pr.: 5 Lok 461-205(23.02),7 FR(*), 41 FL(*), pri propuštanju bez primedbi
196	23:54	46873	75	7															x	x	x	*	preko.oso.pr. : 27(23.24), 28(22.99),29(23.18), 30(23.33),53(22.59) i 56 FR(*) i 74FL(*)	
197	03.12.2013.	1:34	45803	65	12																	*	preko.oso.pr. : 25(23.88), 26(24.67),45(23.29), 46(23.86), 47(23.32), 48(23.27), 49(22.58), 50(22.70), 51(22.86), 52(23.97) i 28FL(*)	
198		3:43	40805	61	3														x	x	x	*	preko.oso.pr.:72(23.15) i 50 FL(*) i FR(**)	
199		5:55	46937	60	2														x			*	preko.oso.pr.: 2(23.03) i 6 (23,67)	
200		6:08	6091	100	1														x			┘	preko.oso.pr.(g): 2 (22.78) Lok.441-753	
201		14:50	2403	92	1															x			┘	preko.oso.pr.(g): Lok.441-709, 4 (22.51)
202		19:33	40775	58	3															x		x	*	91FR (*) i g: 97(23.87) i 98(24.98)
203		21:32	3407	96	1															x			*	g : 4 oso. (22.99)
204		22:54	40765	73	3															x	x		*	4 oso. FL (*) i g : 15oso. (23.44) i 16 (22.66)
205	23:56	46863	56	4															x			*	g : 5oso.(23.40), 37(25.14),49(23.98) i 50(23.46)	
206	04.12.2013.	5:48	2201	93	1																x	*	60s (fr*) kod propustanja sve je u redu	
207		6:06	6091	93	1															x			┘	g : LOK 2oso, (22.55)
208		6:21	46985	70	8															x			*	g : 6oso.(22.97), 10(23.00), 12(23.40) 12(23.07), 29(23.22),34(23.12), 36(22.51)
209		7:00	52941	72	2															x			┘	LOK 461- 3 oso.(22.77), 4(22.87)
210		15:16	2403	96	1															x			┘	g : LOK 441- ; 1 oso.(22.59)
211		16:28	40773	45	1																	x	*	ravna površina na 13 osovini FR(*)
212		17:32	2207	96	1																	x	*	ravna površina na 6 osovini FR(*),javljeno TKS-u BGD peron.
213		17:54	415	92	1																	x	*	ravna površina na 7 osovini FR(*),javljeno TKS-u BGD peron
214	21:06	46980	55	1																x		*	5oso.FL(*),pri propustanju bez primedbi	
215	05.12.	5:41	7051	88	1															x		*	12oso. FL(*),pri pregledu bez primedbi	
216		12:33	46873	66	1															x		*	ravne površine na 62 oso.FL(*) pri propustanju voza bez primedbi	

217	06.12.	2:57	45625	46	1													X	*	ravna površina na 26 oso. FL(*)izvršen pregled bez primedbi.		
218		18:06	44203	74	1													X	*	ravna mesta na 87 oso.FL (*)		
219		22:14	45625	71	1														X	*	ravna površina na 8.os(fl*) pri propustanju voza bez primedbi	
220	07.12.	0:48	46177	63	1													X	*	ravne pov.na 53oso.FL(**), pregledom kola bez vidljivih ravnih mesta		
221		13:31	48441	73	1														X	*	ravne pov. na 13 oso. FL(*), pregledom kola bez primedbi	
222	08.12.2013.	6:42	46863	75	1													X	*	8 oso.FL(*), nema uočenih nepravilnosti		
223		7:20	52291	53	1													X	*	44 oso.FL (*), voz propušten, nema uočenih nepravilnosti		
224		8:57	46873	75	1													X	*	55 oso.FL (*) voz propušten, nema uočenih nepravilnosti		
226		19:03	41503	58	1	X														*	48 oso.zagrejanost lezista (HOAL 75C) javljeno BG.spoljna	
227		23:02	46177	71	1														X	*	10 oso. FL (*), propustanjem i pregledom istog bez primedbi	
228	09.12.	5:49	7051	85	1													X	*	12 oso.FR(*), voz propušten nema uočenih nepravilnosti		
229		21:02	53413	44	1														X	*	22 oso.FR(*), voz propušten nema uočenih nepravilnosti	
230	10.12.2013.	4:14	44861	73	3													X	*	14 i 15 oso.FL(*), i 54 FL(*), voz propušten, nema uočenih nepravilnosti		
231		16:23	44881	72	12													X	X	*	14,15,19,24,27,33,34,37,38,48 FL (*), 31FR(**) 49FL(**), kod kola 31505954020-5 na 49 oso. razlika u masi (gl 7.04) i (gr9.23)	
232		18:04	44263	55	1														X	*	70 oso.FL (*), pregledan, nema oštećenja	
234		22:00	3407	100	1														X	*	9 oso. FL(*), pri pregledu bez primedbi	
235		23:05	48441	72	7														X	X	*	13,14,15,19,23,29 FL(*) i 40 FR(*),pregledan bez vidljivih nepravilnosti
236		23:10	46980	70	1														X		┘	preko.oso.pr.: LOK 461-024, br.3( 22.56)
237	11.12.2013.	0:51	62643	69	2													X	X	*	11 oso.FL(*) i 12 FR(*), bez nepravilnosti na kolima	
238		2:03	52643	66	1														X		┘	preko.oso.pr.LOK 461-122 oso.2 ( 23.31)
239		6:04	341	93	1														X		┘	preko.oso.pr. Lok444-020 oso.4 (22.85)
240		9:47	48451	69	6	X													X	X	*	ravne površine na 14os.(fl*+fi*),17(fl*),40(fi*),51(fl*),56(fi*) javljeno makis,isti propusten bez primedbi
241		18:30	743	91	1														X		┘	preko.oso. pr.: Lok. 441-706
242		20:32	273	89	1														X		┘	preko.oso.pr.: Lok 441-316, oso.4 (22,68)
243		6:07	341	99	1														X		┘	preko.oso.pr. : Lok 444-020, oso. 2 (22,53)
244	12.12.2013	6:31	46177	71	6													X	X	*	preko.oso.pr. : 5(22,60), 6(22,95), 34(23,38), 51(23,11) i 2 alarma za GRD na oso. br.33 i 62FL(*)	
245		10:37	46869	71	1															X	*	70 oso. FR(*) voz propušten,nema uočenih nepravilnosti
246		11:02	46863	75	1															X	*	12 oso.FR(*) voz propušten nema uočenih nepravilnosti
247		22:20	46980	38	1															X	*	19 oso.FR (*), javljeno Bgd spoljnjoj
248		23:45	44881	48	1															X	*	55 oso.FL (*)voz propusten bez primedbi

249	13.12.2013.	4:51	46879	69	1															X				┘	preko.oso. pr.: Lok 444-020, 2oso.(22.89)	
250		09:27	46863	72	5																X	X		*	1 oso. FR(*), 18FL(*),FR(**),19FR(*) i 20FL(*), voz pregledan nema oštećenja	
251		14:06	46873	73	2																	X	X		*	38 oso. FL i FR (*)(*),voz propusten bez uocениh nepravilnosti na kolima
252		14:41	46875	71	1																	X			*	32 oso.FL(*), javljeno Topčideru
253		15:13	44881	65	1																		X		*	21 oso.FR(*) voz propusten,bez uocениh nepravilnosti na kolima
254		18:29	743	98	1																	X			┘	prekoracenje dozvoljenog preopterećenja na desnom tocku na os.br.2(gr 12.53) na lok.441-706
255	14.12.2013.	2:22	53203	73	1																	X		*	22 oso.FL(*) voz propušten, nema uocениh nepravilnosti	
256		6:18	46177	71	5																X	X	X	*	preko.oso.pr.: 8(22,63), 10 FL(*), FR(*) i g(24,42) i 15 (22,95), voz propušten, nastavio voznju, javljeno Makišu	
257		6:56	46877	65	2																X				*	preko. oso. pr.: 34( 23,61) i 36 (23,66),javljeno u Topcider
258		7:49	40839	61	4																X				*	preko. oso. pr.: 64(22,52), 65(23.12), 66(23,79) i 78(23,69), javljeno Topcideru
259		16:40	53201	65	1																X				*	preko. oso. pr.: 76(22,90)
260	15.12.	19:13	45625	70	3																X			*	g : 20(22,74), 40(22,80) i 68(22,89)	
261		20:34	273	92	1																		X		*	27 oso.FR(*), voz propušten, bez primedbi, javljeno st.Beograd
262		22:51	2211	98	1																		X		*	6 oso.FR(*), pregledan,bez primedbi
263	16.12.2013.	1:00	40839	71	5																X			*	g: 11(23,43), 12(23,11), 65(22,79), 66(23,08) i 79(22,64)	
264		3:23	53413	71	1																	X		┘	2 oso.FL(*),voz propušten,bez primedbi	
265		3:33	45896	75	2																		X		*	11 oso.FR(*) i 12FR(**), voz propušten,bez primedbi
266		7:34	3401	89	1																		X		*	5 oso. FR(*)voz propušten,bez primedbi
267		7:58	45625	70	2																	X			*	preko.oso.pr.: na 5 os.(FL↓) i (FR↓) g=22.62
268		11:36	52401	66	2																		X		*	39 oso.FR(*) i 42 FR(*) voz propušten,bez primedbi
270		18:33	743	93	1																		X		*	9 oso.FR (*) voz propušten,bez primedbi, javljeno BGD-glavna st.
271		21:49	3411	87	1																		X		*	5oso.FR(*),voz propušten bez primedbi, javljeno Bgd-peron
272		23:46	44811	72	1																		X		*	36oso.FR(*), voz propušten, bez primedbi
274	17.12.2013.	7:13	3401	91	1																	X		*	5 oso. FR(*),voz propusten bez primedbi	
275		7:38	45751	65	1																	X		*	53 oso. FL(*),voz propušten, bez uocениh nepravilnosti	
276		12:41	45619	71	1																		X		*	na 13 oso. FL(**), voz propušten i zaustavljen,bez vidljivih oštećenja na trećoj površini točka,usmeno javljeno bgd.ranzirnoj "A" parku
277		14:03	40775	70	4																	X			*	g : 13(22.85), 14(23.04), 41(23.68) i 42(23.48)
278		15:06	53201	57	1																		X		┘	na 4 oso. FL(fl*), LOK 444-016, voz propusten,bez primedbi
279		20:27	273	93	1																		X		*	27 oso.FR (*), voz propušten,bez primedbi, javljeno pregledačima kola BGD-glavna st.

280	18.12.2013.	1:59	40839	76	1													x			*	g : na 89 oso. (22.79)					
281		5:35	2201	94	2														x	x	*	9 oso.FL (***) i 11 FR(*), voz propušten, bez primedbi, javljeno pregledačima kola BGD - glavna st.					
282			53411	72	1															x		*	23 oso.FL(*), javljeno pregledačima kola				
283		17:34	415	95	1																x	*	19 oso.FR(*), javljeno PK				
284		23:44	46177	68	2																	x	*	23 i 24 oso.FR(*) voz propušten, bez uočenih nepravilnosti na vozu			
285	19.12.2013	7:13	3401	93	1																x	*	5 oso. FR(*), voz propušten bez primedbi, javljeno pregledačima kola BGD-peron				
286		15:00	44881	73	1																	x	*	76 oso. FR(*), prilikom propuštanja na spornim kolima uočio sam da je isključena v.k. i da su kola olistana TK-66 listicom, javljeno Makišu radi detaljnijeg pregleda			
287	20.12.2013	1:30	273	92	1																x	*	27 oso.FR(*), voz propušten i bez primedbi				
289		6:22	48441	62	1																	x	*	15 oso.FR (*), voz propušten bez primedbi			
290		12:24	40773	71	6																x	x	*	7 oso.FR (**), 8 FL(**) i FR (*), 43 FR(*), 44FL (*) i FR (*), isključena kola			
291		19:55	46985	73	2																	x	*	13 oso.FR(*) i 51 FR(*), voz propušten, bez vidljivih oštećenja javljeno "A" parku			
292		20:39	45751	73	2																	x	x	*	19 oso.FR(*) i 40 FL(*), voz propušten bez primedbi, javljeno "A" parku		
293	21.12.2013.	9:12	42801	71	3																x	x	*	g : 62 oso.( 22.97) i 69(22.77) i 72 FR(*), voz propušten, javljeno BGD-spoljna PK informacija da je na kolima br:31 78 457 5037-9 bila isključena vaz.kočnica i da ne postoje tragovi oštećenja na površini točka			
294		16:57	45625	71	1																	x	*	14 oso.( 22.64), bez primedbi			
295		17:30	415	94	1																		x	┘	FL na 1 oso. Lok 444-018		
296		20:31	273	94	1																		x	┘	na 2 oso. g (22.93) na Lok 444-009		
297	22.12.2013.	3:31	53411	70	2																	x	*	preko. oso. pr.: 11 oso. g (22.74), voz propušten bez primedbi			
298		7:30	2203	87	1																		x	*	na 11 oso.FR(*) bez primedbi		
299		11:38	53413	70	2																		x	x	┘	na 1 oso.FL (*), Lok 444-016 i 54 FR(*), voz propušten, bez primedbi	
301		17:22	415	89	1																			x	*	19 oso.FR(**), voz propušten, javljeno PK BGD- peron, isključena kola br:61722070001-8	
302	23.12.2013.	0:31	46177	71	3																		x	x	*	g : 12 oso.(23.57) i FR(*) i 47(22.67), bez vidljivih oštećenja. javljeno BG-ranžirna	
303		5:38	40633	69	3																			x	x	*	19 oso. FL(*) i "g" 73 oso.( 23.81) i 74(24.29), voz propušten bez primedbi, javljeno Bgd
304		12:02	2401	92	1																					*	na 6 oso. temp. diska (221 C) menjač vrste kocniče vraćen iz položaja R u RIC javljeno Bgd peron, ista olistana za pregrijanost diska, poslata u radionicu
305		18:31	743	96	1																			x	┘	na 2 os preko. oso. pr. na lok 441-706	
306		22:35	2211	305																						*	došlo je do greške pri učitavanju oso. i brzine: 16oso.pa 2oso. i brzine 305 km/h

307	24.12.2013.	1:33	53203	72	1										x			*	70 oso. preko.oso.pr. (22,85),voz propusten bez primedbi	
308		5:13	44881	64	2												x	*	22 oso.FR(*) i 24 FR (*),voz propusten I bez primedbi	
309		17:20	40665	66	2											x	x	┘	na 2 oso.FL (*) i FR(*) na Lok 441-018 ,voz propusten,bez primedbi	
310		19:38	52403	55	1												x		*	42 oso.FL (*), voz propusten bez primedbi,javljeno "A" parku
311	25.12.2013.	7:42	53201	71	3										x			*	g: 20oso.(22.63),23(22.53),24(23.01),voz propusten bez primedbi	
312		9:23	48441	65	1											x		┘	na 4 oso. FL(*) na Lok 444-016,voz propusten,bez primedbi	
313		13:01	48451	67	1										x				┘	g : na 5 oso. levog tocka(13.29) na Lok 461-205,voz propusten,bez pimedbi
314		14:53	40773	62	1											x			┘	g: na 6 oso. (22.64) na Lok 461-018,voz propusten,bez primedbi
315		20:19	273	102	2											x		x	┘	g : na 2 oso.(22.97) na Lok.444-009 , i na vozu 27 oso.FR(*),voz propusten, bez primedbi, javljeno BGD gl.stanica
316	26.12.	18:31	743	95	1										x			┘	g: na 2 oso.(12,73) Lok 441-706	
317	27.12.2013	7:49	42801	73	1										x			*	g: na 5oso. (24.64)	
318		16:31	52211	69	3												x	x	*	g : na 56 oso. FR(*) i 57 FR i FL(*), pri propustanju bez vidljivih oštećenja, javljeno Makis "A"parku
319		18:32	743	95	1											x			┘	g: 2 oso (12.73) Lok. 441-706
320		20:18	273	103															*	došlo je do greške pri učitavanju osovina i brzine prvo 32 oso. pa 17 oso. i 95km/h pa 103 km/h
321		21:07	46863	78	1											x		*	35 oso.FL (*),voz propusten bez primedbi i javljeno Topcideru	
322	28.12.2013	0:19	46985	70	1											x		┘	na 4 oso. FL (*) Lok 444-016	
323		2:39	46873	70	1												x		*	29 oso.FL (*),voz propusten bez primedbi
324		15:57	45625	71	3												x	x	*	7 oso.FL(**) i 57 FL i FR (*)
325		18:09	44263	70	1												x		*	21 oso.FL (*), voz propusten bez primedbi
326	29.12.2013.	14:26	42801	72	2											x	x	*	27oso.FL(**) i FR (*), voz propusten I pregledan bez primedbi,nema vidljivih ostecenja, javljeno BGD-spoljna	
327		17.20h	44263	70	2													x	*	34oso.FR(**) i 41 FR(*),voz zaustavljen i pregledan,bez vidljivih oštećenja na trčeojoj površini točka,voz nastavio dalju vožnju,javljeno BGD-ranžirnoj
328	29.12.	20:30	273	94	1											x		*	6 oso. FL(*),voz propusten,usmeno javljeno nadzorniku pregledača kola BGD-peron	
329	30.12.	22:11	46177	55	4										x	x	x	*	26 oso.FR(*),36 FL(*),65 (24.73) i 76 FL(*), voz propusten bez primedbi	
330	31.12.	1:19	44263	72	3											x	x	*	48 oso.FR(*) i 62 FL i FR(*), voz propusten bez primedbi,usmeno javljeno, A parku	



331	31.12.2013.	2:02	45803	73	2													X	*	110 oso. FR(*) i 112 FR(**), voz propušten i zaustavljen, pregledom kola 51 62 595 6642-0 nisu ustanovljena oštećenja na trčecoj površini točka, na istim je bila isključena vazдушna kočnica I bila su olistana (TK-66)	
332	31.12.	3:04	53201	36	1													X	*	48 oso. FR(*), voz propušten bez primedbi, javljeno A parku BGD-ranžirna	
333		20:22	273	92	1													X	*	31 oso. FR(*), voz propušten, bez primedbi	
2014																					
1	01.01.2014.	3:29	45625	64	9								X	X	X	X			*	8 oso. FL, 30 FR, 67 FL, (*) preko. oso. pr. g : 52(22.88), 57(22.57), 58(23.44), 61(23.02) 62(23.30), 63(22.75), javljeno Makišu	
2		10:20	40773	73	2									X	X	X				⊥	Na Lok 461-165 na 1 oso. FL (*) i FR (*)
3	02.01.2014.	09:55	48441	70	1									X					*	79 oso. FL (*) voz zaustavljen, pregledom kola br: 31 50 596 1008-1 nisu ustanovljena vidljiva oštećenja na trčecoj površini točka, na istim je bila isključena kočnica I bila su olistana	
4		10:51	46873	65	1													X	*	42 oso. FR(*), javljeno Topčideru	
5		20:23	273	93	1						X								X	⊥	preko. oso. pr.: Lok 444-009, 2 oso. (23.02)
6	03.01.	21:5	46177	68	2									X	X	X			*	6 oso. FR(*), 80 FL(*), javljeno u A parku radi detaljnijeg pregleda kola	
7	01.04.14	7:14	3401	83	1														X	*	5 oso. FR (*) el. garniture, javljeno Bgd peron
8		11:51	46895	72	1									X					X	*	64 oso. FL (*), javljeno Makišu
9		18:34	743	95	1					X									X	⊥	2 oso. Lok 441-706 g: (12.75)
10		20:35	273	91	1														X	*	31 oso. FR(*), javljeno Bgd peron
11	05.01.	9:53	40839	56	3							X	X						⊥	6 oso. FL (*), Lok 461-022, i 90 oso. preko. oso. pr. (22.86)	
12	06.01.	20:20	273	94	1							X							X	*	preko. oso. pr. na Lok 444-009, (22.60)
13	07.01.2014.	4:57	40765	72	4							X	X	X	X				⊥	3 oso. FR (*) i 4 FL (**) na Lok 444-018; preko. oso. pr. : 25 (22.61) i 32 FR (*)	
14		8:57	40775	74	2									X					X	*	73 i 75 oso. FL (*)
15		15:51	46877	70	1									X					X	*	41 oso. FL (*)
16		20:2	273	95	1								X						X	⊥	preko. oso. pr. Lok 444-009 2 oso. (23.24)
17		21:4	3411	83	1										X	X				*	na 5 os. (fr*) kod el. garniture, javljeno bgd-peron, bez primedbi u saobraćaj
18	08.01.2014.	5:26	45612	64	4			X										X	*	temperatura tela točka na osovinama ; 169, 182, 229 i 263 C, SAB zategnut, u st. N. Pazova kočnica isključena	
19		02:3	48441	67	1							X						X	⊥	preko. oso. pr. 6 (22.51) na Lok 461-201	
20		17:36	46177	74	1							X							X	*	preko. oso. pr. na 12 oso. (22.53)
21		20:31	273	91	1										X	X			X	*	27 oso. [fr*] javljeno kolegi-BGD peron
22		21:56	52403	64	1										X	X			X	*	64 oso. [fr*] javljeno nadzorniku-Makišu
23		23:59	45651	66	1								X						X	*	27 oso. [fl*], bez primedbi

24	09.01.2014.	2:30	45625	73	4															x		x	*	25,60,62 i 71 oso.[fl*], javljeno nadzorniku PK-Makiš	
25		6:43	40773	77	2															x		x	*	preko.oso.pr. : 41 oso.(22.84) i na 42 (23.24)	
26		11:36	63201	71	3																x	x	x	*	na Lok 461-156 na 5 oso. (fl*) i (fr**) i na 6 (fr*)
27		21:46	3411	88	1																		x	*	na el. garnituri 412-032 na 5oso.(fr*), javljeno Bgd- peron
28	10.01.	5:45	40839	69	1															x		x	*	na 2 oso.preko.oso.pr. (22.67), na Lok. 461-203	
29		07:12	3401	85	1																	x	*	na 5os.(fr*), el.garniture.pri propuštanju bez primedbi,javljen BGD-peron	
30		16:57	45619	69	2																x	x	*	na 60 oso.(fl*)pri propuštanju bez primedbi,javljen, A parku; kola br.31 80 786 8273-9 u postolju br.5/8 ravno mesto 25-30mm	
31		20:01	46177	71	8																x		x	*	6 oso. g:(22.78), 13(22.86),15(fr*),g(22.77), 20 (22.63),21 (24.40),24 (22.61) i 33(23.13), javljeno PK kola Bgd-ranžirna.Povratna informacija:kola br.31 81 274 2128-3 u 31 ravno mesto 28mm
32		20:23	273	95	1																	x	x	*	27 oso. (fr*) voz propušten,bez primedbi, javljeno PK BGD -peron
33	11.01.2014.	3:31	52643	53	1																x		*	na 1 os. (fl*) na Lok 444-016; voz propušten,bez primedbi	
34		5:54	46941	72	2																x	x	*	1 oso. (fl*) na Lok 444-020; na 44 oso.(fr*) voz propušten,bez primedbi, javljeno st.Resnik	
35	12.01.	10:50	59073		1																	x	*	14 kola serije Tad za Bgd-ranžirnu,izvoz za Albaniju	
36	14.01.2014	08:5	40775	64	2															x		x	*	na 20 oso.(fr*) i 64 g(22.60), javljeno st.Topčider	
37		20:31	273	94	1																		x	*	na 31 oso. (fr*) voz propušten, javljeno BGD-peron
38	15.01.	0:39	46863	71	3																x	x	*	na 28 oso. (fl**) i (fr**); na 75 oso.(fr*) voz zaustavljen,isključena jedna (1) kola	
39		21:06	46873	67	1																	x	x	*	na 1 oso.(fl*) na Lok 444-011
40	16.01.2014.	00:5	46177	64	3																x	x	*	na 9oso.(fl*),38(fl*) i 56(fr*), javljeno A parku,povratna informacija da na kolima br:33 87 791 7382-6,23 80 294 1669-6,21 85 150 1324-9 nema ravnih površina	
41		01:0	46875	70	1																	x	x	*	na 6oso.(fl*), Lok 461-022
42		04:0	45625	71	1																x		x	*	46oso. Preko.oso.pr.: g(23.65)
43		7:12	3401	89	1																		x	*	na 5 oso.(fr*)EMG 412-032
44		20:56	44263	58	4																	x	x	*	77oso.[fl*] i [fr**] i 78[fl**][fr*],voz zaustavljen i na kolima 31 43 463 7030-2 kočnica je bila isključena, javljeno BGD-ranžirna , povratna informacija: na jednoj osovini 30mm ravna površina kola u saobraćaj

45	16.01.2014.	21:37	45803	68	3													x	x	x	*	na 62os.[fl*][fr**]I 63os.[fl*][fr*]voz zaustavljen I pregledan kola br.3178 277 0029-3 vaz koc vec iskljucena javljeno nadzorniku BGD ranžirna Stamenkovicu pov informacijana jednoj osovini 35mm ravna površina kola u saobraćaj.	
46	17.01.2014.	3:30	42801	58	1														x	x	*	73 oso.[fr*]voz propušten bez primedbi javljeno BGD-peron	
47		8:27	45651	72	3														x	x	x	*	16 oso.(fl**) i (fr*); na 19 (fr*) voz zaustavljen i pregledan jedna kola upućena u rad.Makiš
49		10:31	46863	72	1														x		x	*	48 oso.(fl*) voz propušten bez primedbi
50		10:45	44881	68	1																x	*	14 oso.(fr*) voz propušten bez primedbi
51		11:00	46931	74	1														x	x		*	5 oso. (fl*) voz propušten bez primedbi
52		18:27	45625	48	2														x	x		*	10 oso. preko.oso.pr.: g (22.58)
53		21:38	45651	72	2														x	x	x	*	20 oso.(fr*)i (fl*), javljeno PK, st.Topcider
54		22:00	46177	60	3														x		x	*	13 oso. (fr**) i g na: 10(22.78) i 31 (22.52), zaustavljen, na kolima 21 81 247 2 250-3 ravno mesto na očitanoj točki 35mm, isti došao sa isključenom kocničom i odgovarajućom K-listica, OBB
Σ 387	Za period od 17.10.2013 od 7:00 do 17.01.2014 do 24:00																						

**DNEVNA EVIDENCIJA KOLA KOJA SU OLISTANA ILI ISKLJUČENA IZ SAOBRAĆAJA**

red br.	Datum	Broj voza	BROJ KOLA				Sopst.	VRSTA ALARMA								Razlog isključenja	Olistan za radionicu	Preduzete mere	
								HOAL	HOAR	FOA	SOA	gL	gR	g	FL				FR
1	2	3	6	7	8	9		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2	01.11.13	46877	24	80	293	3059-9	D-DB			x							zagrejanost tela točka na oso. 37 i 38	saobraćaj	vaz. kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
3	01.11.13	46877	24	80	293	3040-9	D-DB			x							zagrejanost tela točka na oso.49 i 50	saobraćaj	vaz. kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
4	06.11.13	40763	33	68	495	4211-1	AAE			x							zagrejanost tela točka na oso. 27 i 28	saobraćaj	vaz. kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
5	01.12.13	42801	21	78	442	3023-5	HŽ			x							zagrejanost tela točka na oso.br.55	saobraćaj	vaz.kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
6	08.12.13.	41503	31	53	066	7248-8	CFR										zagrejanost ležišta na oso.48(75C)	saobraćaj	javljen BGD-spoljna
7	20.12.13.	40773	33	88	456	3923-0	B-IFB								x	x	ravne površine u br.7 (70mm) i u br.8(110mm)	BGD-ranž.	vaz.kočnica isključena,kola olistana (TK66 i TK34a)
8	28.12.13.	45625	21	80	246	2628-3	D-DB								x		ravne površine 100mm	BGD-ranž.	vazd.kočnica isključena,kola olistana (TK-66 i TK34a)
<b>2014. god.</b>																			
1	15.01.	46863	21	81	2471	374-2	A-ÖBB								x	x	ravne površine u 1L i 1D 100mm	BGD-ranž.	vazd.kočnica isključena,kola olistana (TK-66 i TK34)

2	17.01.	45651	31	55	6666	268-2	H-RCH								x		ravne površine: br.6-80 mm i nepravilno naleganje kočionih umetaka u br.7	BGD-ranž.	vazd.kočnica isključena,kola olistana (TK-66 i TK34)	
3	21.01.	53203	31	72	5957	881-1	ŽS									x	zagrejanost tela točka na 65os.(FOA 275 °C); 66 (FOA 261 °C); 67 (FOA 268 °C) i 68 (FOA 305 °C)	BGD-ranž.	vazd.kočnica isključena,kola olistana (TK-66 i TK34)	
4	23.03.	46177	31	81	274	21 91-2	ÖBB								2x	X	ravne površine: na 27 i 28 oso. ( 4L, 4R-45mm)	saobraćaj	vazdušna kočnica isključena,kola olistana sa TK-66. ( AVV 1.3.3)	
5	23.03.	46177	21	81	247	20 79-6	ÖBB										x	nagorelost i radijalne pukotine na kočionim umetcima; termičko preopterećenje točkova u svim brojevima	saobraćaj	vazvušna kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
6	17.04.	46219	31	55	287	01 14-9	MAV										X	blokirani osovinski sklopovi,nagorelost kočionih umetaka; FOA na 59,60,61,62 oso. (125°C,127°C, 149°C, 148°C)	saobraćaj	vazdušna kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
7	17.04.	46219	31	81	274	10 44-3	ÖBB								X	X	ravne površine: 28 oso.GRD( 3L,3R-40 mm)	saobraćaj	vazdušna kočnica isključena,kola olistana (TK-66)	
8	4.29.	48451	83	56	932	24 71-8	ŽSSK										x	blokirani osov. sklopovi, nagorelost koč. umetaka, FOA na 37,38,39 i 40 os. (204, 200, 199 i 220°C)	saobraćaj	vazdušna kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
9	29.05.	45625	31	43	463	70 30-2	H-GySEV								X	X	ravne površine na 50 oso.od 30mm (FL*;FR*)	saobraćaj	vazdušna kočnica isključena, kola olistana (TK-66, AVV 1.3.3)	

10	04.06.	52263	31	53	537	5230-8	RO-STI								X	X	ravne površine na 30 oso. od 30-50mm (fr**,fr**) i 31oso.(fr*)	saobraćaj	vazдушna kočnica isključena i olistana (TK-66 i TK-34a)
11	09.06.	3407	50	72	20 76	010-6	BGS				4X						neispravna vazдушna kočnica	saobraćaj	vazдушna kočnica isključena i olistana TK-66.
12	13.14.	53203	31	78	354	10 34-9	HŽ	X									zagrejanost kućišta ležišta 34.oso.(3-4) (HOA-L/72°C), nagoreli koč.umetci	rad "BGD-Makiš"	olistana za rad "BGD-Makiš"
13	19.06.	40765	33	56	499	3000-5	ŽSSK				2X						zagrejanost tela točka: 79 i 80 osovina (FOA 238 °C)	u saobraćaj	vazдушna kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
14	25.06.	41503	31	53	537	5043-5	CFR									X	GRD: 22 oso.,ravne površine (40mm) u br.8. Napomena:Kola su tovarena	saobraćaj	vazдушna kočnica isključena,kola olistana (TK-66)
15	26.06.	46895	21	83	245	8310-1	FS				x						zagrejanost tela točka: 51oso.(FOA 220 C) i 52 oso.(FOA 227 C)	saobraćaj	vazдушna kočnica isključena, kola olistana (TK-66)
16	26.06.	46895	21	83	245	9874-5	FS				x						zagrejanost tela točka: 59oso.(FOA 151 C) i 60 oso.(FOA 146 C)	saobraćaj	vazдушna kočnica isključena, kola olistana (TK-66)
<b>Zaključno sa 30.06.2014. godine - ukupno 16 isključenih kola</b>																			

Alarm G.R.D

#

1/11/2013 6:13:00  
PM

Seite:1

ID: 102 Datum: 11/11/2013 6:13:00  
PM

Stanica: GRD Batajnica Kolosek: Kolosek 1

Broj voza: 45625 Službenik: Spasić Nenad

Masa 1564.21 Ukupno osovina: 86

Achse von vorne	Masa Osovina Levo	Masa Osovina Desno	Ukupna Masa Osovina	FL Levo	FL Desno	
1	9.38	10.08	19.46			441-702
2	10.1	10.12	20.22			
3	10.49	9.04	19.53			
4	9.27	11.23	20.51			
5	5.45	5.22	10.68			Hb
6	4.75	6.25	11			Ri
7	4.49	4.33	8.83			
8	4.32	5.08	9.41			
9	3.9	5.12	9.02			
10	4.15	5	9.15			Hb
11	4.05	4.79	8.84			
12	4.12	4.89	9.01			Hb
13	4.38	4.58	8.96			
14	4.05	5.37	9.42			Hb
15	4.23	4.54	8.77			
16	4.2	5.25	9.44			Hb
17	4.34	4.71	9.06			
18	4.02	5.24	9.26			Hb
19	4.19	4.73	8.92			
20	4.37	5.04	9.41			Hb
21	11.06	9.74	20.8			
22	10.98	10.42	21.4			Hb



Achse von vorne	Masa Osovina Levo	Masa Osovina Desno	Ukupn Masa Osovina	FL Levo	FL Desno	
23	9.52	9.62	19.13			Hab
24	9.74	9.73	19.47			
25	9.54	9.23	18.77			
26	9.36	9.76	19.13			
27	9.53	9.98	19.51			Hab
28	9.14	10.76	19.91			
29	10.11	9.47	19.58			
30	9.74	10.57	20.31			Hab
31	9.37	9.51	18.88			
32	8.81	10.41	19.22			
33	8.66	9.08	17.73			
34	8.76	9.12	17.88			Hab
35	7.13	6.34	13.47			
36	7.17	7.06	14.24			
37	9.11	9.88	18.98			
38	9.47	9.98	19.45			Hab
39	5.4	5.29	10.69			
40	5.36	5.23	10.59			
41	10.37	11.11	21.47			Hab
42	8.12	7.97	16.09			
43	9.42	9.23	18.64			
44	9.28	9.67	18.95			Hab
45	10.14	11.25	21.39			
46	10.4	11.57	21.96			
47	10.07	12.39	22.46			Hb
48	10.95	11.04	21.99			
49	10.95	11.61	22.55	↓	↓	Hb
50	10.9	12.34	23.24	↓	↓	
51	11.15	11.14	22.29			Hb
52	11.3	11.3	22.59	↓	↓	
53	10.98	11.07	22.05			Hab
54	11.11	11.53	22.64	↓	↓	
55	10.96	11.47	22.43			
56	11.67	11.03	22.7	↓	↓	

Achse von vorne	Masa Osovina Levo	Masa Osovina Desno	Ukupna Masa Osovina	FL Levo	FL Desno	
57	11.34	11.61	22.95	↓	↓	Hab
58	11.15	12.27	23.42	↓	↓	
59	10.61	12.08	22.69	↓	↓	
60	11.89	10.77	22.66	↓	↓	
61	11.2	10.77	21.96			Hab
62	10.41	12.07	22.48			
63	10.95	11.92	22.87	↓	↓	
64	11.94	11.09	23.03	↓	↓	Hab
65	10.66	11.92	22.58	↓	↓	
66	10.4	12.42	22.81	↓	↓	
67	10.79	11.76	22.54	↓	↓	
68	10.62	11.77	22.39			Hb
69	7.09	9.78	16.87			
70	10.22	13.68	23.9	↓	↓	Hab
71	7.55	9.44	16.99			
72	10.07	13.62	23.68	↓	↓	
73	7.14	9.42	16.57			Hab
74	10.71	12.85	23.56	↓	↓	
75	7.28	9.17	16.45			
76	9.52	14.27	23.79	↓	↓	
77	7.28	9.64	16.91			Hab
78	10.23	13.46	23.69	↓	↓	
79	7.02	9.57	16.59			
80	9.55	14.37	23.92	↓	↓	Hab
81	10.23	9.95	20.18			
82	10.23	10.08	20.31			
83	8.82	9.31	18.13			Hab
84	9.52	8.92	18.44			
85	9.91	10.8	20.71			
86	9.59	10.08	19.66			

МАКСИМАЛНЕ ГРАЂЕВИНСКЕ БРЗИНЕ ЗА 2012/2013. ГОД.

