

УПРАВЛЕНИЕ НА ДВИЖЕНИЕТО ПРИ АВАРИЙНИ ПРЕКЪСВАНИЯ НА КОНТАКТНАТА МРЕЖА

Теодор Кирилов Кирчев
tkirchev@vtu.bg

*ВТУ “Тодор Каблешков”, София, ул Гео Милев 158,
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: управление, оперативно, контактна мрежа, аварийно прекъсване

Резюме: Прекъсванията на движението на влаковете оказват влияние върху цялостната работа на железопътния транспорт. Възникването на откази повишава не само разходите за поддържане на железопътната инфраструктура, но предизвиква и допълнителни щети, свързани с неизпълнение на графика за движение на влаковете. Целта на доклада е да се разработи методика за вземане на управленски решения при възникване на “прозорци” при аварийни прекъсвания на контактната мрежа.

Контактните мрежи са специални конструкции, които служат за електрическа връзка и пренасяне на електрическа енергия между тягови подстанции и електрическия подвижен състав. Те се изграждат встрани или над релсовия път по цялата му дължина.

Контактните мрежи работят при тежки експлоатационни условия. Върху тях непрекъснато действат различни постоянни и променливи сили. Това е преди всичко собственото тегло, опъването на проводниците и натискът на токоприемника. Поради това, че се намират на открито, върху тях оказват влияние и атмосферните фактори: вятър, температурни изменения, сняг и заледяване. Освен това контактната мрежа се натоварва и електрически от протичащите по нея токове, което води преди всичко до увеличаване на загряването на елементите ѝ и влошаване на механичната им якост. Контактната мрежа, релсовият път, захранващите и обратните фидери, усилващите и обходните проводници образуват тяговата мрежа на електрифицирания участък.

Прекъсване и възстановяване на движението на влаковете в междугариято, в което ще се извършват дейности по контактната система 25kV, 50Hz, се осъществява при стриктно спазване на предвидения ред и начин в “Правилата за движението на влаковете и маневревата работа в железопътния транспорт”. Редът за заявяване, съгласуване, разрешаване, контрол, ползване и връщане на „прозорци” в железопътната инфраструктура, както и взаимодействието между отделните структури и служби в ДП „НК ЖИ” са регламентирани в „Инструкция за „прозорци” по железопътната инфраструктура на ДП „НК ЖИ”. Прекъсванията на движението на влаковете биват два вида: планово и аварийно прекъсване. Плановите прекъсвания се залагат предварително в графика за движение на влаковете (ГДВ), съобразени са с разписанието на влаковете и въпреки, че някой път се налага коригиране на разписанието на пътнически влак, струпване на влакове не се получава и ГДВ не се нарушава. Аварийните прекъсвания на движението на влаковете водят до спиране на

движението, задържане на влакове по гарите, нарушаване на ГДВ. Необходимо е по-дълго време за разсейване на задържаните влакове и по-голям период за нормализиране на движението на влаковете, което от своя страна води до загуби за всички участници в транспортния процес. От направения анализ на ситуациите по вид се вижда, че повредите по контактната мрежа се нареждат на трето място от 16 събития, които се считат.

Таблица № 1

Справка за ситуациите по вид					
		01.01.2012	до	31.12.2013	
		за цялата жп. мрежа			
ВИД НА СЪБИТИЕТО		София	Пловдив	Г. Оряховица	Общо
1	Повреда по ПЖПС на ЖИ, причинила закъснение	10	9	12	31
2	Повреда на железен път	120	70	85	275
3	Повреда на осигурителна техника	36	13	36	85
4	Повреда по контактната мрежа	52	52	63	167
5	Неправилни или несъгласувани действия на ЕП от ЖИ	5	14	7	26
6	Изпуснат влак	0	0	0	0
7	Приет влак на зает коловоз	0	0	0	0
8	Изпратен влак без съгласие	0	0	1	1
9	Изпратен влак на заето междугарие	0	0	0	0
10	Неосигурен влак със спирачна маса	0	0	0	0
11	Не спуснати ръчни бариери за влак	1	2	1	4
12	Движение по неподготвен маршрут	8	19	7	34
13	Повреда на ПЖПС на ЖИ, влещца до дерайлиране	0	0	0	0
14	Самопридвижване на ПЖПС	0	1	0	1
15	Оставен ПЖПС извън дистанционен указател	0	0	0	0
16	Прекъсване на движението	66	65	59	210
ВСИЧКО:		298	265	271	834

Таблица № 2

Загуба на капацитет при ситуации

01.01.2013 - 31.12.2013г.								
Параметър	София		Пловдив		Горна Оряховица		Общо	
	брой	минути	брой	минути	брой	минути	брой	Минути
Закъснял ПВ	59	3247	254	10693	275	14201	588	28141
Закъснял ТВ	31	3457	41	3926	63	11713	135	19096
Отменен ПВ	4	0	18	0	59	0	81	0
Отменен ТВ	5	0	50	0	28	0	83	0
Общо:	99	6704	363	14619	425	25914	887	47237

Отказите в системата, причинени от **изолатори, струни, носещо въже, клеми и разединители** представляват малко над 65% от общото време на повредите и близо от 76% от времето за закъснение на влаковете. За ремонта им са били необходими 75% от общото време за възстановяване на системата. Като прибавим към тях, подмяната на секционните изолатори и захранващите връзки, процентите надминават 80.

Таблица № 3

№	Повредено съоръжение, възел, елемент	Повреда				Закъснели влакове	
		Брой повреди	%	Времетраене минути	Ползвано минути	Брой	Минути
1	Изолатори	100	45.25%	6992	5543	174	10126
2	Струни	22	9.96%	840	640	4	448
3	Носещо въже	17	7.69%	2257	1926	103	5666
4	Фиксатори	17	7.69%	1443	835	30	1435
5	Въздушни стрелки	16	7.24%	693	481	21	933
6	Клеми	15	6.79%	976	722	11	584
7	Разединители	12	5.43%	671	528	4	161
8	Секционни изолатори	6	2.72%	541	313	0	0
9	Захранващи връзки	4	1.81%	283	118	17	633
10	Контактен проводник	3	1.36%	652	549	30	1424
11	Искрови междини и катодни отводители	3	1.36%	377	154	6	233
12	Стълбове	2	0.90%	327	265	11	727

Процесите, протичащи при прекъсване на движението в даден участък и влияещи на загубите за превозвачите и инфраструктурата са:

- процес на задържане на влаковете ;
- процес на отклоняване на влакове през обходни маршрути ;
- процес на нормализация на движението .

Реализацията на процесите по задържането на влакове и нормализация на влаковото движение може да бъде управляема и неуправляема. Управлението е възможно главно по отношение на процеса на нормализация и се реализира чрез:

- управление на пропускателната способност;
- назначаване на приоритет при пропускане на едни категории влакове пред други в зависимост от целите на управлението ;
- управление чрез използване на резерва от пътнически вагони и влакови локомотиви през времетраенето на “прозореца”, при нарушена обвързка на влаковите състави и локомотиви.

Процеса на задържане на влаковете е възможно да се управлява чрез изменение на интензивността на различните категории влакове:

- отменяне на влакове;
- трансбордиране на пътници при отмяна на някои от пътническите влакове;
- отклоняване на влакове по обиколни маршрути в периода на “прозореца”.
- сдвояване на съставите.

Взаимодействието на двата процеса при дадено управление определя величината на загубите на капацитет, влакочасове, локомотивочасове, участъкова скорост, увеличено работно време на превозните бригади и др.

Трябва да се отбележи, че възможностите на управлението не са произволни, а произтичат главно от техническата съоръженост на участъка, резерва от пропускателна способност, ограничения в създаването на резервен пътнически вагонен и локомотивен парк, състоянието на влакообразуващите гари, продължителността на прекъсване.

Изборът на целесъобразна организация на влаковото движение при аварийно прекъсване на движението се определя от предварителната оценка за необходимата продължителност на “прозореца”.

Това становище се дава от техническият ръководител на аварийната група, след пристигането им на мястото на аварията, огледа на пораженията и необходимото технологично време при аварийно отстраняване на нанесените повреди по контактната мрежа. В зависимост от участъка, в който е възникнала аварията и интензивността на влаковото движение, действията на аварийната група могат да бъдат в две посоки – осигуряване на габарит за движение на влаковете с дизелови локомотиви и привеждане на контактната мрежа в изправност в друг период от време или прекъсване на влаковото движение до пълно отстраняване на аварията и привеждане на контактната мрежа в изправност.

Разрешаването и ползването на аварийен “прозорец” с определена продължителност в часове или дни, оказва двустранно влияние. От една страна за съответното поделение на ДП “НК ЖИ” и от друга – за железопътният превозвач – БДЖ - ЕАД.

За ползвателя на прозореца е важно да се извършат определен вид дейности в дадено междугарие за възможно най-кратко време, съобразно предварителния разчет. За целта се осигуряват хора, техника, материали и др. Това води до допълнителни непланирани разходи. За това изпълнителят се стреми ремонтните работи да се извършат в най-кратки срокове и заявява прозорец с определена продължителност.

Продължителността и вида на ремонтните работи при аварийен “прозорец” се определят на база предварителната оценка на щетите, направена на място от техническият ръководител на аварийната група, който се съобразява със средната производителност (продължителност) за една операция, броя на работниците и възможните успоредни операции. На тази база, в оперативния сектор на съответното поделение за УДВГД, се прави анализ на експлоатационната обстановка. Определя се броят на задържаните влакове, по видове и категории. Преценяват се възможностите за задържане на влаковете в посредни гари, за нова обвръзка на съставите на пътническите влакове, възможностите за трансбордиране на пътиците. Блок схема на управленските решения прилагани при нормализиране на движението е показана на фиг.1

Обобщено времето за аварийно прекъсване на влаковото движение може да се запише в следния вид:

$$(1) \quad T_{\text{прек.}}^{ав.} = T_{\text{уст.}} + T_{\text{дисп.}} + T_{\text{движ.}} + T_{\text{пр.}} + T_{\text{възст.}}, \text{ мин.}$$

където:

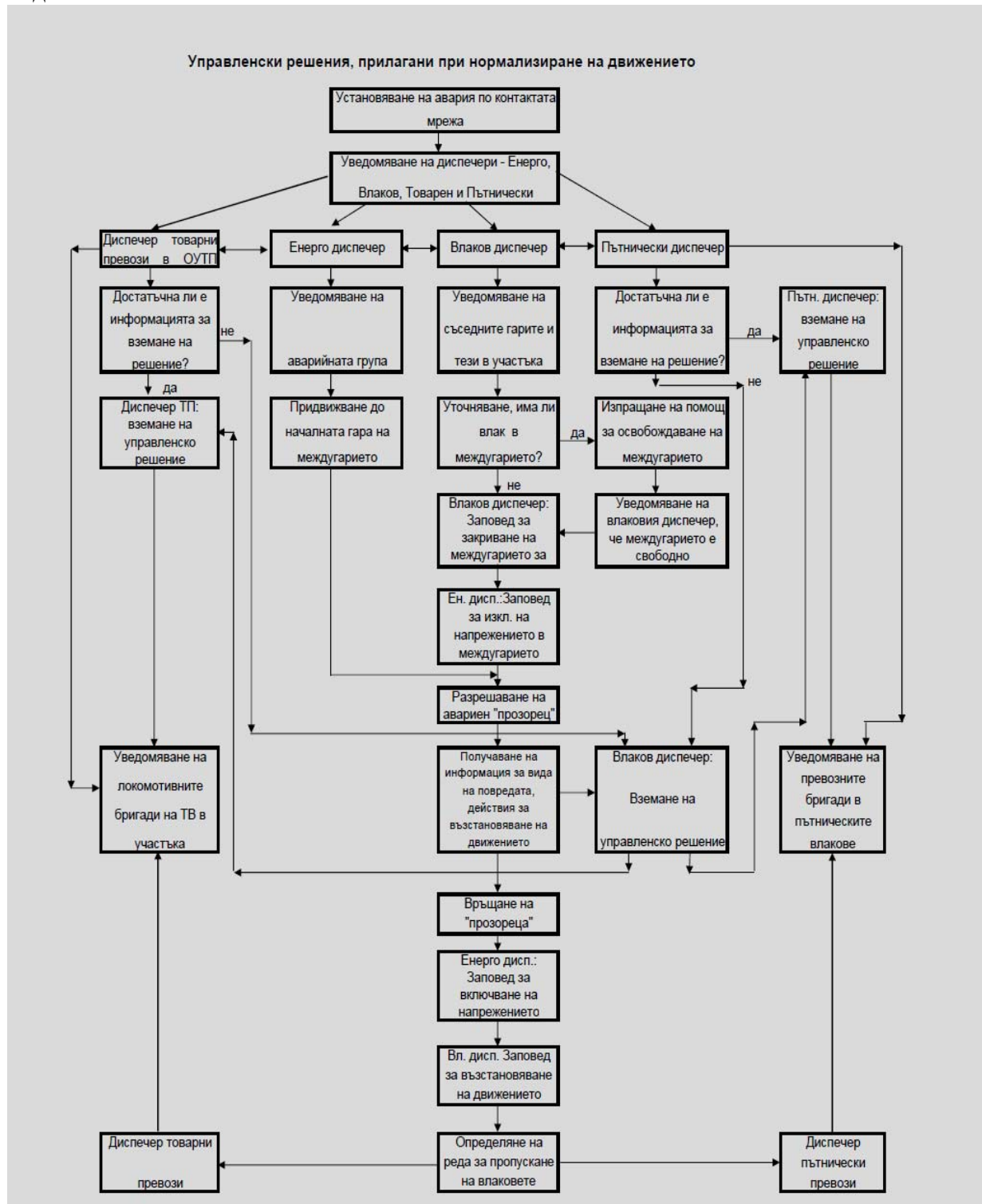
- $T_{\text{уст.}}$ – време за установяване на прекъсването, мин.
- $T_{\text{дисп.}}$ – време за взимане на диспечерско решение, мин.
- $T_{\text{движ.}}$ – време за придвижване на аварийната група до гарата, мин.
- $T_{\text{пр.}}$ – време за работа в ”прозорец” на междугарието, мин.
- $T_{\text{възст.}}$ – време за откриване на междугарието за движение на влаковете, мин.

За железопътния превозвач експлоатационните загубите са от отменени или коригирани бързи, пътнически и товарни влакове. Колкото е по-продължителен даден “прозорец”, толкова тези влакове са повече и загубите по-големи.

В общия вид експлоатационните загуби от едно прекъсване на влаковото движение могат да бъдат представени с формулата:

$$(2) \quad E_{об.} = E_{отм.}^{пътн.} + E_{кориг.}^{пътн.} + E_{отм.}^{тов.} + E_{кориг.}^{тов.} + E_{доп.}, \text{ ЛВ}$$

където:



Фиг.1

- $E_{отм}^{пътн.}$ - загуба от билети, които биха си купили пътниците от отменените влакове или върнати в касите на гарите, предварително закупени билети, лв.

- $E_{кориг.}^{пътн.}$ - загуба от билети, които биха си купили пътниците за и от междинните гари, от коригираните по обходни маршрути влакове, лв.

- $E_{отм}^{тов.}$, $E_{кориг.}^{тов.}$ - загуби съответно от отменени и коригирани тов. влакове, за неспазен срок на доставка, лв.

- $E_{дон}$ - разходи от допълнителни часове и километри в работа на локомотивите и превозни бригади.

В тези случаи, когато не е организирано трансбордиране, пътниците прибегват до услугите на автобусния транспорт, а не дочакват следващия влак.

Когато даден влак е отклонен през заобиколен маршрут инфраструктурни такси за по-дългото разстояние не се заплащат. За отменените влакове тези такси също не се заплащат. Това се явява допълнителна загуба за инфраструктурата. В случаите на трансбордиране на пътниците от отменени влакове, разходите са също за сметка на инфраструктурата. Не се отчитат разходите от закъснение на влаковете, в следствие на преминаване на ремонтния участък с намалена скорост.

Следователно трябва да се търси решение за двете страни, което се получава при минимална продължителност на ремонтните работи и минимален брой отменени, задържани в попътните гари и коригирани през обходни маршрути влакове, изразено със съответните загуби за двете страни, които трябва да са възможно най-малки.

Методиката е приложена за две междугария на територията на РП Енергосекция София, разположени в два различни електрифицирани железопътни участъка – единият еднопътен, а другият двупътен. Избрани са междугарията Макоцево (Мк) – Долно Камарци (Дкм) в жп. участък Казичене – Карлово и Казичене – Елин Пелин, в жп. участък София – Костенец.

Разгледан е случай за управление на “прозорец” при аварийно прекъсване на контактната мрежа в следствие на скъсано носещо въже. При тази повреда за 2012г. в РП Енергосекция София са регистрирани 11 случая с продължителност 1750 минути. Закъснените влакове са 15, с общо закъснение от 2620 минути. Средното време, за което е отстранена повредата е 159 мин. Средно всеки задържан влак е закъснял 175 минути.

Междугариято Макоцево – Долно Камарци се поддържа от подрайон “Столник” в едноименната гара. Премаме, че при преминаване в участъка, машиниста на влак 30925 (изол. лок.) забелязва провисналата контактна мрежа, в следствие на скъсано носещо въже и спира. Сигналят е подаден към локомотивния диспечер в 7:20ч.

Локомотивният диспечер уведомява веднага енергодиспечера и влаковия диспечер за получения сигнал. Енергодиспечера уведомява веднага аварийната група в подрайона. Влаковия диспечер уведомява двете съседни гари за получения сигнал и дава разпореждане на локомотивния машинист да се върне локомотива в гара Макоцево по установените правила, а на двамата ръководители дава заповед за закриване на междугариято за движение, след прибиране на локомотива в гара Макоцево.

Уведомява диспечера по пътнически превози за настъпилата авария и ориентировъчно време за нейното отстраняване.

От направените изчисления, средното време за отстраняване на такава авария е 159 минути. Релсовата самоходна специализирана машина (РССМ, АДМ) ще се придвижи до гара Саранци за 25 минути, включително и времето за реакция и

осигуряване на движението и. Разчета е направен за придвижването и от гара Столник до гара Макоцево – 16,6 км., при скорост 60 км./ч или 39,6 мин. Приемаме 40 мин. технологично време.

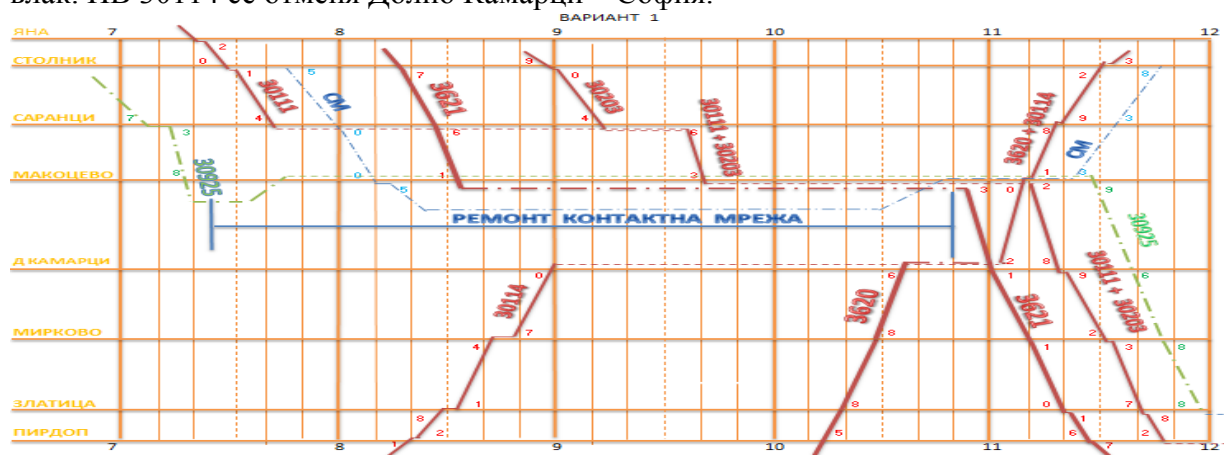
Ориентировъчно общото време за отстраняване на аварията $T_{прек.}^{ав.}$ е:

$$T_{прек.}^{ав.} = 159 + 40 = 199 \text{ мин. или } 3,32 \text{ ч. (3ч. 20мин.)}$$

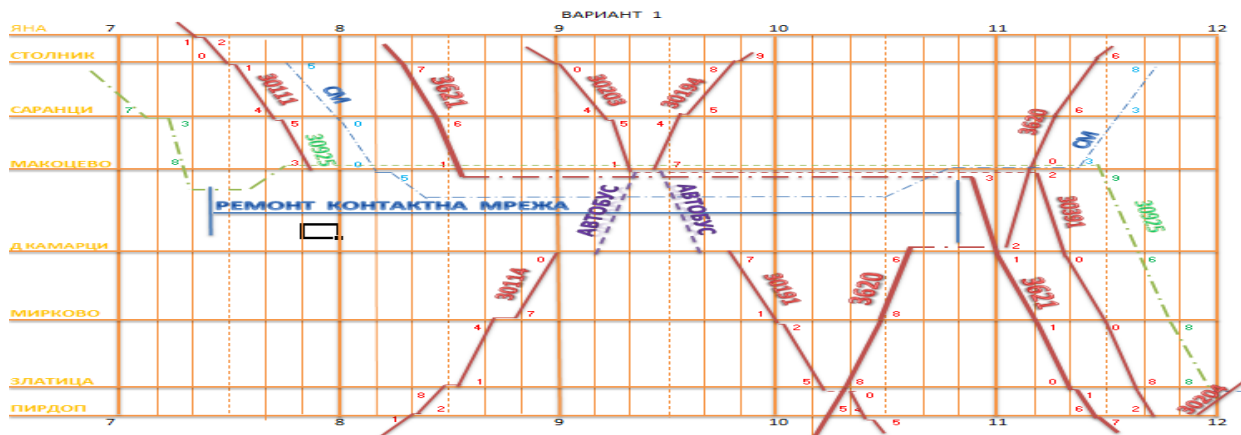
В часовия пояс от 7:20ч. до 10:40ч. ще има задържани 3 ПВ, 2 БВ и 2 товарни влака. В направление гара София – гара Карлово ще се задържат ПВ 30111, в гара Саранци, БВ 3621, в гара Макоцево, КПВ 30203, в гара Саранци. В направление гара Карлово – гара София ще се задържат ПВ 30111 и БВЗР 3620 “Чайка” в гара Долно Камарци, един товарен влак № 42 в гара Мирково и ДТВ № 30606 в гара Долно Камарци.

Разглеждаме три варианта за организация на движението след възстановяване на движението.

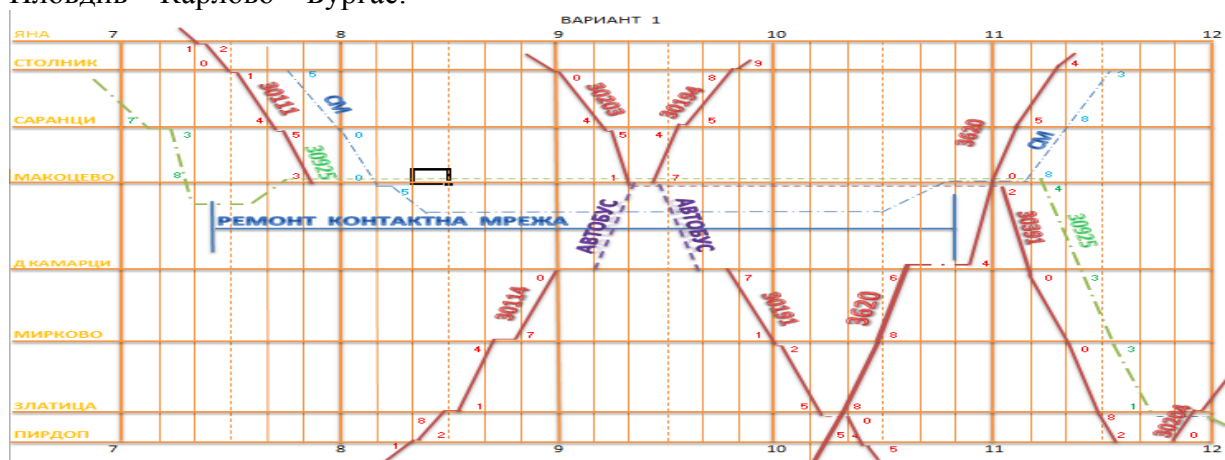
1^{ви} Вариант: По решение на Диспечер пътнически превози ПВ 30111 Сф - Кв и КПВ 30203 Сф – Пи се съединяват в гара Саранци. Така се движат до гара Пирдоп, където се разделят и ПВ 30111 продължава до гара Карлово. КПВ 30203 се отменя Саранци – Макоцево. По същият начин се съединяват в гара Долно Камарци ПВ 30114 Кв-Сф с БВЗР 3620 Бс-Сф и в участъка Макоцево – София се движи като пътнически влак. ПВ 30114 се отменя Долно Камарци – София.



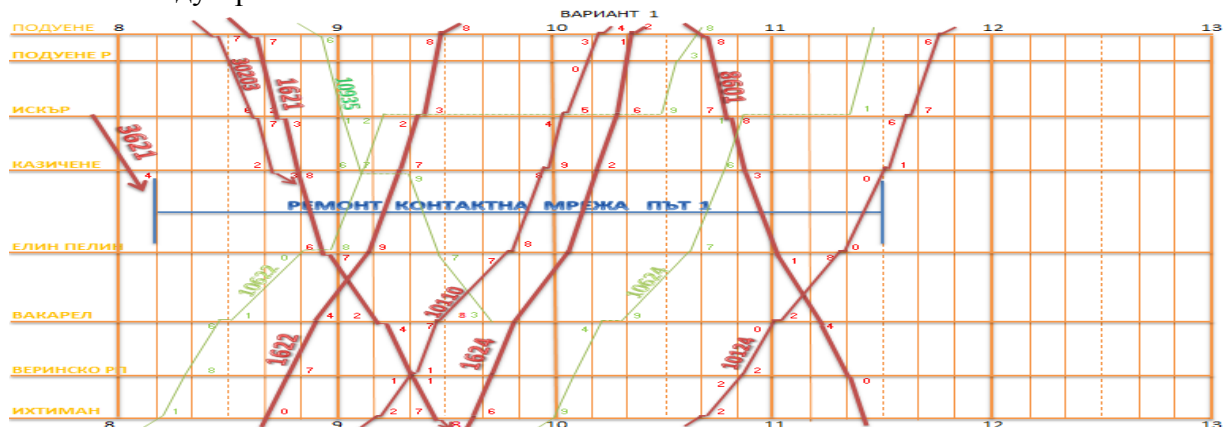
2^{ри} Вариант: По решение на Диспечер пътнически превози ще се трансбордират пътниците от ПВ 30111 и КПВ 30203 до гара Долно Камарци и обратно, пътниците от ПВ 30114 до гара Макоцево. От гара Долно Камарци ПВ 30111 ще се образува от състава на ПВ 30114 и от гара Макоцево ПВ 30114 ще се образува от състава на ПВ 30111. Съставът на КПВ 30203 ще се придвижи след “прозореца” изолиран до гара Пирдоп за КПВ 30204. Така БВ 3621 и БВЗР 3620 няма да се съединяват с другите състави и ще се движат, съгласно разписанието си. За времето на трансбордиране на пътниците в двете гари, където са задържани ПВ 30111 и 30114, трябва да се превъртят локомотивите на “опашка” на съставите.



3^т Вариант: По решение на Диспечер пътнически превози ще се трансбордират пътниците между гарите Макоцево и Долно Камарци. БВ 3621 ще се отклони през Пловдив – Карлово – Бургас.



За междугарието Казичене – Елин Пелин



Получените резултати за управление на “прозорец” при различните варианти са показани в таблица № 4

Таблица № 4

		РАЗХОДИ		
		за НК"ЖИ"	за превозвача	Общо в лева
междугарие Мк-Дкм	Вариант 1	589,77	691,90	1281,67
	Вариант 2	737,56	454,34	1191,90
	Вариант 3	737,56	385,44	1123,00
междугарие Еп - Кзч	8:10 – 11:30ч.	455,41	0,00	455,41

Методиката е приложена за две междугария, в два различни железопътни участъка: единият Сф – Кв - еднопътен, другия Сф – Их - двупътен. Избраната повреда по контактната мрежа е една от често срещаните в практиката, характеризираща се с голяма продължителност на прекъсване на влаковото движение.

Големината на аварийния “прозорец” и времето за придвижване са приети с еднаква големина и за двете междугария, за да има съпоставимост на резултатите.

За междугарията гара Макоцево – Долно Камарци са разработени три варианта за управление на влаковото движение по време на “прозорец”, От тях с най-малки разходи е третият. Недостатък при него е, че преминаването на БВ 3621 по обиколен маршрут през Пловдив за Карлово, ще доведе до смущения във влаковото движение и в тези участъци, като задържане на други КПВ и ПВ в посредните гари за разминаване.

От практическа гледна точка е приемлив вторият вариант. Предимството при него е, че при трансбордирането на пътниците от влакове 30111 и 30203, с автобусите ще се превозят и пътниците от БВ 3621, които пътуват до гара Карлово. По този начин пътниците от бързия влак до тази гара няма да е необходимо да обикалят по обходния маршрут.

За междугарията Елин Пелин - Вакарел е разгледан само един вариант, понеже то е удвоено и движението е обезличено за двата текущи пътя. Това улеснява пропускането на влаковете по другия, свободен път и не причинява големи задържания на влаковете в двете гари на междугарията. За разглеждания случай няма коригирани и задържани бързи и пътнически влакове. Налага се малка корекция в разписанието на два товарни влака, но те са факултативни и в този ден е възможно да не се движат. Разходите за “прозореца” са единствено за подрайона, който извършва ремонта и включват цената за ползване на специализирана машина и за материали.

Основният извод, който може да се направи от разгледаните варианти е, че аварийните прекъсвания на движението от повреди по контактната мрежа, влияят по-силно на влаковото движение в еднопътните участъци и причиняват големи загуби на време и средства.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Бакалов З. “Технология за извършване на основните ремонти на контактната мрежа на “БДЖ” - УНИРЕК, София 1990г.

[2] Райков Р.Г. „Организация и управление на движението в железопътния транспорт”1985г.

[3] “Инструкция за експлоатация и текущо подържане и ремонт на контактната система 25 kV, 50 Hz ” - ДП “НК ЖИ”, София 2010г.

[4] ГДВ 2012/2013г.

TRAFFIC CONTROL IN CASE OF ACCIDENTAL INTERRUPTION OF CATENARY

Teodor Kirilov Kirchev

tkirchev@vtu.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev Street, Sofia,
BULGARIA*

Key words: control, operational, catenary, emergency interruption

Abstract: The interruption of train traffic affects the whole operation of the railway transport. The occurrence of failures increases not only the expenses of maintaining railway infrastructure but causes further damage associated with failure to schedule the trains. The aim of the report is to develop a methodology for decision making in case of emergency „windows” in catenary interruptions