



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Pedagogická fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra fyziky

Bakalářská práce

Zabezpečovací staniční zařízení používané na železnici

Autor: Jan Bárta

Vedoucí práce: Ing. Michal Šerý, Ph.D.

Studijní program, obor: Specializace v pedagogice B7507, Základy výrobní techniky
se zaměřením na vzdělávání

Forma studia: kombinovaná

Ročník studia: 3

České Budějovice, 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že, v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Jan Bárta

Poděkování

Děkuji Ing. Michalu Šerému, Ph.D. za pomoc při vedení bakalářské práce. Mé poděkování patří též doc. PaedDr. Petru Adámkovi, Ph.D., Ing. Zdeňkovi Trnkovi a v neposlední řadě mým kolegům za pomoc a věcné poznámky.

Obsah

1	Úvod	9
2	Metodika	10
2.1	Historie zabezpečovací techniky	10
2.2	Druhy zabezpečovacího zařízení	11
3	Druhy zabezpečovacích zařízení.....	13
3.1	Výhybka.....	13
3.1.1	Základní poruchy výhybek.....	14
3.1.2	Zabezpečená výhybka	14
3.1.3	Výměnové zámky	15
3.1.4	Přestavníky	15
3.1.5	Mechanické přestavníky	15
3.1.6	Mechanický závorník.....	17
3.1.7	Elektromotorický přestavník (EMP)	17
3.2	Návěstidlo	18
3.2.1	Mechanická návěstidla.....	19
3.2.2	Světelná návěstidla	20
3.3	Kolejové obvody a počítače náprav	20
4	Mechanická zabezpečovací zařízení a mechanické pomůcky	22
4.1	Tabule k zavěšování klíčů	22
4.2	Mechanické přístroje	23
4.2.1	Druhy mechanických přístrojů	23
5	Elektromechanická zabezpečovací zařízení	25
5.1.1	Pravítková skříň	27
5.1.2	Vložky	27
5.1.3	Stavědlový přístroj	27
5.1.4	Kolejový číselník	27
5.2	Elektrodynamické zabezpečovací zařízení	30
6	Reléové zabezpečovací zařízení	32
6.1	TEST	33
6.2	Číslicová volba	34
6.3	Elektronické stavědlo	35
6.3.1	Typy elektronických stavědel	36
6.3.2	CDP – Centrální dispečerské pracoviště.....	36
7	ERTMS / ETCS	38

7.1	Eurobalíza	38
7.2	Palubní část	39
7.3	Úrovně ETCS	39
7.3.1	Level 1	39
7.3.2	Level 2	40
7.3.3	Level 3	40
8	Poruchovost a poruchy zařízení	41
9	Závěr	43
10	Přehled použité literatury	45

Obrázek 1:	Výhybka České Budějovice V27ab (autor: Jan Bárta)	13
Obrázek 2:	Zámkové ústrojí (autor: Jan Bárta)	15
Obrázek 3:	Mechanický přestavník a záporník (autor: Jan Bárta)	16
Obrázek 4:	Elektromotorický přestavník (autor: Denis Hrbek)	17
Obrázek 5:	Mechanické návěstidlo – Žst. Dolní Lipka (autor: Jan Bárta)	19
Obrázek 6:	Světelné návěstidlo – Žst. Č. Budějovice (autor: Jan Bárta)	20
Obrázek 7:	Tabule k zavěšování klíčů –Žst. Brandýsek (autor: Jan Bárta)	22
Obrázek 8:	Bubnový přístroj s elektromechanickou nadstavbou – muzeum Hradec Králové (autor: Jan Bárta)	23
Obrázek 9:	Mechanický pákový přístroj – Žst. Vlastec (autor: Jan Bárta)	24
Obrázek 10:	Elektromechanická skříň – Žst. Těchonín (autor: Jan Bárta)	25
Obrázek 11:	Kolejový číselník – Žst. Lomnice n/L (autor: Jan Bárta)	27
Obrázek 12:	Vložky elektromechanického přístroje – Strakonice St.2 (autor: Jan Bárta)	29
Obrázek 13:	Elektrodynamický přístroj - muzeum Hradec Králové (autor: Jan Bárta)	30
Obrázek 14:	Kolejová deska s tlačítkovou volbou- Žst. Chotýčany (autor: Denis Hrbek)	33
Obrázek 15:	Kolejová deska pro číslicovou volbu – Žst. Zliv (autor: Jan Bárta)	34
Obrázek 16:	Technologický počítač – Žst. Hluboká nad Vltavou (autor: Jan Bárta)	35
Obrázek 17:	CDP Přerov (DCOM)	37
Obrázek 18:	Eurobalíza - Choceň (autor: Jan Bárta)	38

Tabulka 1 – Vývoj mimořádných událostí na železničních dráhách (kromě metra) (Dražní inspekce, nedatováno)	42
Tabulka 2: Sřtřetnutí na železničních přejezdech (Dražní inspekce, nedatováno)	42

Abstrakt

Cílem této práce je vytvořit základní přehled staničního zabezpečovacího zařízení využívaného v české železniční síti. Práce se věnuje základním typům, principům a ovládání zabezpečovacího zařízení. Jsou zde popsány venkovní části zabezpečovacího zařízení, jako zámky, přestavníky, závorníky a návěstidla, ty jsou ovládány a zabezpečeny mnoha typy zabezpečovacích zařízení a pomůcek. Tato práce představuje vývoj zabezpečovacího zařízení a poukazuje na posloupnosti evolučních kroků zařízení. Je zde věnován větší prostor elektromechanickému zařízení a postupům obsluhy. Elektromechanické zařízení využívá, do jisté míry, stejné principy a postupy stavění vlakových cest, obdobně jako u moderních elektronických stavědel.

Ve vývoji zabezpečovacího zařízení je několik aspektů, kterými se řídí. Hlavním úkolem je eliminovat chybový lidský faktor, dále zrychlit stavění a zvýšit kontrolu postavení vlakových cest. K tomu napomáhají dnešní moderní technologie.

V práci je zaveden pojem poruchovost a základní dělení příčin poruch. Poruchám se vzhledem k vnějším vlivům nelze plně vyhnout, ale lze je podrobněji evidovat a předcházet jim kvalitní obsluhou a údržbou. To je hlavním důvodem vytvoření této práce, která může pomoci nově příchozím zaměstnancům do údržby zabezpečovacího zařízení s jejich zaškolením a výchovou pro jejich další pracovní kariéru, aby i nadále byla železnice tou nejbezpečnější pozemní dopravou.

Klíčová slova:

Zabezpečovací zařízení, poruchovost, obsluha, údržba, bezpečnost, výhybka, návěstidlo

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to create a basic overview of station security equipment used in the Czech railway network. The bachelor thesis deals with the basic types, principles and control of security devices. It describes the external parts of the security device, such as locks, switches, bolts and lights, which are controlled and secured by many types of security devices and aids. This thesis presents the development of security devices and points out the sequence of evolutionary steps of the device. More space in this thesis is devoted to electromechanical equipment and operating procedures. Electromechanical equipment uses the same principles and procedures for building train paths, similarly to modern electronic interlocks.

There are several aspects to the development of a security device. The main task is to eliminate the human error factor, further speed up construction and increase control over the position of train paths. Today's modern technologies help to do this.

The thesis introduces the concept of failure rate and the basic division of the causes of failures. Due to external influences, failures cannot be fully avoided, but they can be recorded in more detail and prevented it by quality operation and maintenance. This is the main reason for creating this thesis, which can help new entrants to maintain security equipment with their training and education for their future careers, so that the railway remains the safest land transport.

Keywords:

security equipment, failure, operation, service, safety, switch, signal

1 Úvod

Stejně tak jako v silniční dopravě, tak i v železniční dopravě dochází k nehodám. Při nástupu železniční dopravy došlo hned v první den zahájení k nehodě. Historicky největší železniční nehoda s katastrofálními následky byla v roce 1842 v Belgii. Při této nehodě došlo k usmrcení kolem 40 osob. Na území České republiky byla první velká srážka vlaků v roce 1868 u Hořovic. Zde bylo usmrceno 21 osob a 60 zraněno. Díky nehodám, ke kterým postupně docházelo, se začaly hledat způsoby, jak těmto zabránit. Aby mohla železniční doprava fungovat kvalitně, efektivně a bezpečně, muselo se do ní zapojit zabezpečovací zařízení. Z tohoto důvodu je veškerá železniční doprava řízena přísnými předpisy, vyhláškami a vnitřními normami (SIGNAL PROJEKT, 2018).

Zabezpečovací zařízení musí tedy splňovat všeobecné podmínky:

- Zajistit správnou polohu výměn ležících v jízdni cestě
- Zajistit, aby v jízdni cestě nebylo žádné jiné vozidlo
- Zamezit vzájemnému střetnutí kolejových vozidel na trati a s uživateli pozemní komunikace v místě úrovnového křížení
- Kontrolovat a zabránit omylům lidského činitele.

Každé zabezpečovací zařízení však musí vyhovovat dalším předpisům a normám. Hlavním úkolem zabezpečovacího zařízení je zajištění bezpečnosti vlakové dopravy vyloučení omylů lidského činitele. Zabezpečovací zařízení umožňují:

- Zvyšování rychlosti vlaků
- Zvýšení bezpečnosti pracovníků při výkonu povolání
- Úsporu pracovních sil
- Snížení fyzické námahy
- Zvyšování propustné výkonnosti stanic a tratí
- Centralizaci stavění jízdni cest.

Chudáček a Poupě ve své knize (1970) uvádějí, že hmota pohybující se při dopravě ohrožuje svou pohybovou energií bezpečnost na dopravě zúčastněných nebo i nahodile přítomných osob i okolních věcí. Též nedokonalost technických zařízení používaných při dopravě může zavinit dopravní nehody, při nichž mohou být poškozena nebo zničena

nejen vlastní dopravní zařízení, ale i přepravované zboží, příp. zraněny nebo usmrceny přepravované osoby.

2 Metodika

Informace pro bakalářskou práci byly čerpány z odborné literatury a z vlastní praxe. Autor práce pracuje na Správě železniční a dopravní cesty, nyní Správě železnic.

Železniční zabezpečovací zařízení je zařízení, které v souvislosti s jízdami drážních vozidel přispívá k zajištění bezpečnosti železniční dopravy kontrolováním a náhradou podílu lidského činitele a umožňuje automatizaci dopravního procesu a zvyšování výkonnosti železničních stanic a tratí.

2.1 Historie zabezpečovací techniky (SCHRÖTTER, 2020)

Potřeba zabezpečení a prvních návěstí na železnici vznikla spíše než z titulu bezpečnosti z titulu odbavování vlaků. První takové návěsti byly převzaty z koněspřežky na trati České Budějovice – Linz. Byly to údery zvonce. Zvonění bylo rozděleno na tři druhy. První zvonění znamenalo přípravu k odjezdu, druhé přistavení lokomotivy a třetí odjezd.

Další druh návěsti byl převzat z lodní dopravy, a to signalizace praporky. Ty se vytahovaly na stožár a strážníci trati na strážních domcích návěst opakovali až do sousední stanice. Někdy však praporky byly špatně vidět, a tak počátkem čtyřicátých let zavedla Jižní státní dráha košová návěstidla. Koš vytažený na stožár znamenal volno, vytažený do poloviny výšky znamenal pomalu a spuštěný znamenal stůl. V noci se do košů dávalo řeřavé uhlí, aby byly víc vidět. (SVOBODA, 1968)

První návěstní soustavu zavedl Stephenson. Zavedl barevné otáčivé tabule postavené podél dráhy. Tyto tabule fungovaly na principu jinak barevných stran – zaměstnanci podle potřeby otáčeli tabule příslušnou stranou proti vlaku. V noci byl problém viditelnosti vyřešen zavěšením svítilen nad tabule. Postupem času se tabule vyměnily za světelné návěsti. Každá barva světla má jiný význam.

2.2 Druhy zabezpečovacího zařízení

Zabezpečovací zařízení v železniční dopravě jsou nestarší a zároveň patří mezi nejvyvinutější. Je to dáno mnohaletými zkušenostmi, prací v oblasti technického vývoje, ale taky zavedením technologických a administrativních opatření.

Zabezpečovací zařízení mají za účel nejen zajištění bezpečné jízdy vlaků a posunujících dílů, ale také zvýšení hospodárnosti využití dostupných prostředků železnice a omezení bezprostředního vlivu lidského činitele na bezpečnost provozu.

Jsou dělená podle stupně bezpečnosti, technické stavby, chronologického vývoje, ale i podle ekonomické efektivity či spolehlivosti údržby.

Křížan ve své knize (1986) uvádí, že podle normy ČSN 34 26 00 je používané zabezpečovací zařízení u Českých drah rozdělené podle účelu do následujících skupin:

- 1) **Staniční zabezpečovací zařízení** – zabezpečuje jízdu vlaků a posunujících dílů ve stanicích. Úroveň zabezpečení jízdních cest je dána kategorií staničního zabezpečovacího zařízení. (KRIŽAN, 1986) V současné době se staniční zabezpečovací zařízení označuje jako „stavědlo“. To zabezpečuje jízdu vlaků a posunových dílů.

Dle TNŽ 34 2620 lze u staničního zabezpečovacího zařízení sledovat úroveň zabezpečení:

- a) 1. kategorie – je technicky nejjednodušší zařízení, které využívá vazby mezi prvky železniční zabezpečovací techniky v minimální míře. Používá se na tratích s rychlostí do 60 km/h s malým provozním zatížením. Za splnění bezpečnostních prvků jsou zodpovědní určení zaměstnanci. Příkladem může být ústřední zámek nebo návěstidla nezávislá na výměnách. (SIGNAL PROJEKT, 2018)
- b) 2. kategorie – zajišťuje závislosti návěstidel a ostatních technických prostředků pro informování strojvedoucího o dovolené jízdě vlaku. Vyžaduje spoluodpovědnost obsluhujících zaměstnanců. Používá se na tratích s traťovou rychlostí do 100 km/h. Příkladem je mechanické či elektromechanické staniční zabezpečovací zařízení. (SIGNAL PROJEKT, 2018)

- c) 3. kategorie – zajišťují závislosti návěstidel a ostatních technických prostředků, které informují strojvedoucího o dovolené jízdě vlaku nebo posunu. Splnění bezpečnostních prvků pro zabezpečenou jízdu vlaku i posunu zajišťuje zabezpečovací zařízení. Příkladem je Reléové staniční zabezpečovací zařízení, Elektronické stavědlo ESA 11 či K-2002. (SIGNAL PROJEKT, 2018)
- 2) **Trat'ové zabezpečovací zařízení** – zabezpečuje jízdu následných vlaků a vylučuje jízdu protisměrných vlaků po jedné koleji. Úroveň zabezpečení jízdy vlaků na širé trati je dána kategorií trat'ového zabezpečovacího zařízení. (KRIŽAN, 1986) Dle TNŽ 34 260 lze sledovat úrovně zabezpečení:
- a) 1. kategorie – za bezpečnou jízdu následných a protisměrných vlaků odpovídají plně určení zaměstnanci. Je to technicky nejjednodušší zařízení, které je založeno na telefonickém dorozumívání. Využívá se na tratích s maximální trat'ovou rychlostí do 60 km/h. Příkladem je telefonické dorozumívání. (SIGNAL PROJEKT, 2018)
- b) 2. kategorie – poloautomatické – splnění určených bezpečnostních požadavků pro zabezpečenou jízdu vlaku zajišťuje zabezpečovací zařízení a za splnění ostatních bezpečnostních prvků odpovídají určení zaměstnanci. Je určeno pro tratě s trat'ovou rychlostí do 100 km/h. Zajišťuje závislosti návěstidel a ostatních technických prostředků pro informování strojvedoucího o dovolené jízdě vlaku. Má umožnit zabezpečení následných jízd vlaků na trat'ových kolejích a zabezpečení protisměrných jízd vlaků na obousměrných pojížděných trat'ových kolejích. Příkladem je hradlový či reléový poloautomatický blok. (SIGNAL PROJEKT, 2018)
- c) 3. kategorie – automatické – splnění bezpečnostních požadavků pro zabezpečenou jízdu vlaku zajišťuje zabezpečovací zařízení. Mají umožňovat zabezpečení následných i protisměrných jízd vlaků na všech trat'ových kolejích. Toto trat'ové zabezpečovací zařízení je nejvhodnější na tratích s trat'ovou rychlostí nad 100 km/h. Příkladem je automatický blok či automatické hradlo. (SIGNAL PROJEKT, 2018)
- 3) **Přejezdové zabezpečovací zařízení** – zajišťuje bezpečnost silničního a železničního provozu v místě úrovněvého křížení pozemní komunikace se železniční tratí, tj. na železničním přejezdu. Úroveň bezpečnosti provozu na

přejezdu závisí na kategorii použitého přejezdového zabezpečovacího zařízení. Přejezdová zabezpečovací zařízení rozdělujeme na mechanická a světelná. (KRIŽAN, 1986)

- 4) *Vlakové zabezpečovací zařízení* – zabezpečuje na tratích vybavených traťovou částí přenášení návěstních znaků hlavních návěstidel na hnací vozidlo a samočinné brzdění vlaku, jestliže strojvedoucí nereaguje na návěst nařizující snížení rychlosti anebo zastavení. (KRIŽAN, 1986) Na tratích bez traťové části kontroluje pravidelně bdělost strojvedoucího. Přispívá k zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy. Zařízení s charakteristikou „fail-safe“, tedy projev jakékoliv předpokládané chyby zařízení je veden „bezpečnějším“ směrem – zastavení vozidla. Obsahuje traťovou část, palubní část a prostředky mezi komunikací mezi traťovou a palubní částí.

3 Druhy zabezpečovacích zařízení

3.1 Výhybka

Výhybka umožňuje přechod vozidel z jedné koleje na druhou bez přerušení jízdy. Samotnou výhybku ovládá přestavník nebo lidská síla. Výměny se mohou zabezpečovat několika typy zařízení, a to zámky, mechanickými přestavníky, závoříky



Obrázek 1: Výhybka České Budějovice V27ab (autor: Jan Bárta)

a elektromotorickými přestavníky. V Čechách se využívají přestavníky řady EP600. Všechna výše uvedená zařízení zajišťují závislost (elektrickou či mechanickou) pro další zařízení a přenášejí informace o správné poloze výhybky. Z hlediska zabezpečení vlakové cesty je výhybka nejkritičtější místem kolejiště, a to z důvodu přestavování jazyků. Samotná výhybka je velice složité zařízení, neboť je složená z těžkých kovových částí (jazyky, opornice, srdcovky, přídržnice), u kterých je při přesunu malá tolerance v řádu několika jednotek milimetrů.

3.1.1 Základní poruchy výhybek

- Ztráta kontroly polohy výhybky – což znamená, že jazyk výměny nedošel do své koncové polohy z důvodu poruchy motoru, nečistot, nebo cizích těles mezi jazyky a opornic
- Rozřez výhybky – tyto násilné přestavení výměny vozidlem jedoucím po hrotu z koleje na kterou nebyla výměna přestavena (SIGNAL PROJEKT, 2015) – železniční vozidlo násilně přestavělo výhybku svými nákolky – při takovém stavu signalizuje zabezpečovací zařízení obsluhu tzv. rozřez výhybky
- Vidlicová jízda – dojde k ní při nedokonale přestavené nebo podhozené výměně při jízdě proti hrotu (jazyky výměny jsou v mezipoloze), kdy následkem je vykolejení vozidla (SIGNAL PROJEKT, 2015) a s tím související další hmotné škody či škody způsobené na zdraví

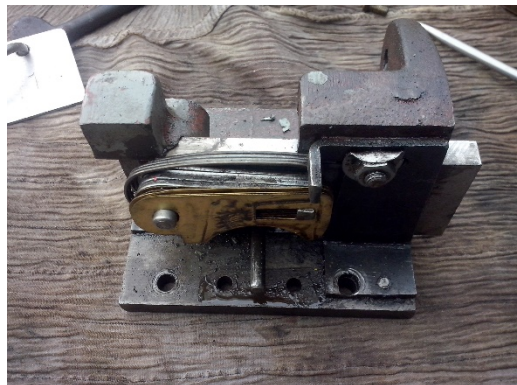
3.1.2 Zabezpečená výhybka

Jedná se o výhybku, která je závislá na návěstidle. Návěstidla jsou ovládána staničním ZZ různých druhů, typů. Na návěstidlech je možno nastavit několik poloh. Každá poloha má svůj specifický význam a každou z poloh dovolující jízdu vlaku lze nastavit pouze po splnění všech bezpečnostních podmínek a dodržení všech posloupností.

Zařízení, která slouží k ověření správné pozice přilehlého jazyka, jsou:

3.1.3 Výměnové zámky

- Základní zařízení v kolejišti skládající se z výměnového háku, upevňovací soupravy, zámkového ústrojí a litinového krytu. Kontrolu zajišťuje zabezpečovací klíč, který je dále využíván pro závislosti na dalším zařízení. Rozřez na výměnovém zámku je indikován



Obrázek 2: Zámkové ústrojí (autor: Jan Bárta)

- jeho totální destrukcí. Bohužel se na takový stav většinou přijde až po průjezdu vlaku a potřebě dalšího přestavení výhybky obsluhujícím zaměstnancem.
- Zámky jsou i v současné době hojně využívány, a to především na trati s nízkou dopravní vytížeností a pro zabezpečení výhybek ve stanicích, které jsou v rekonstrukci a při výlukách.
- Nejčastější závady na výměnových zámcích jsou opotřebení klíčů, stavítek či přítomnost nečistot v zámkovém ústrojí.

Některé železniční stanice, které ještě neprošly v posledních letech rekonstrukcí, mají jako součást výbavy uschovány v ocelových krabicích tyto zámky se žlutým nátěrem, kdy každý zámek je natypován pro konkrétní výhybku ve stanici. Důvodem, proč tomu tak je, bylo zajištění bezpečnosti a plynulosti železniční dopravy ve válečném období, protože zámky nepotřebují ke svému provozu elektrickou energii.

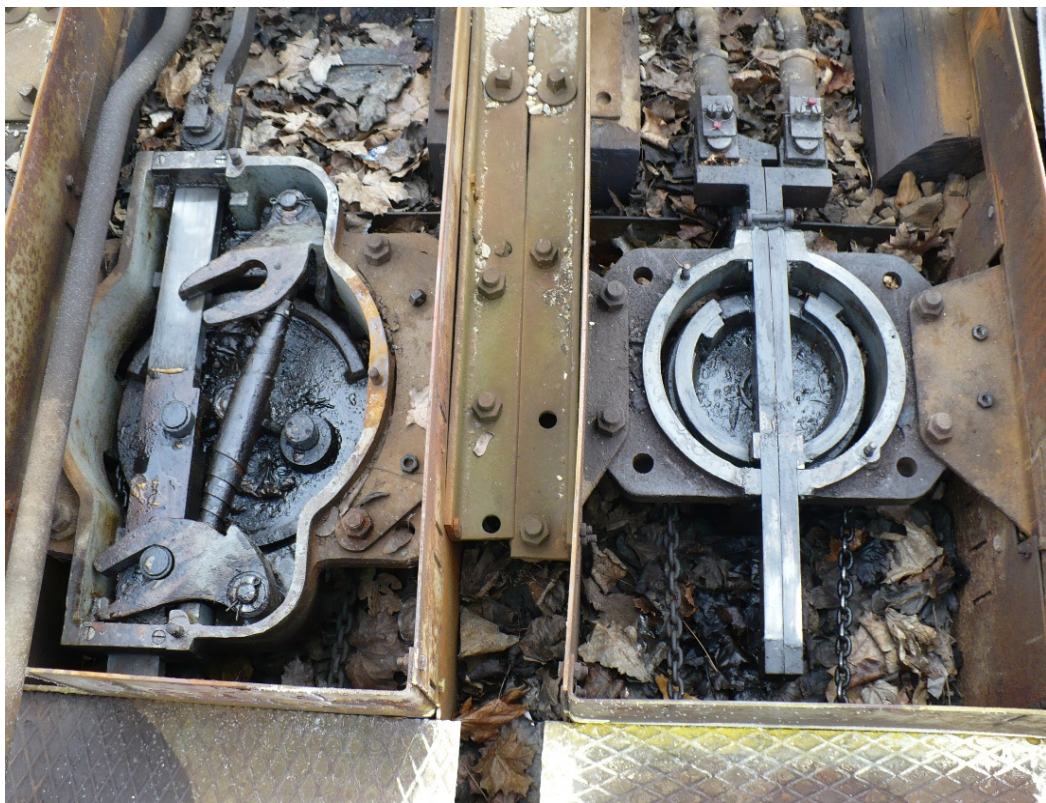
3.1.4 Přestavníky

- Základní funkcí přestavníků je to, že umožňují ovládat výhybku z ústředního stavědla a přenášejí kontrolu polohy výměny k obsluze, a to do jisté míry i mechanické přestavníky. Zároveň zapevňují výhybku při jízdě vlaku. Přestavníky mohou být rozříznutelné nebo nerozřezatelné.

3.1.5 Mechanické přestavníky

- Jsou ovládány ústředně z hradla dopravním zaměstnancem za pomoci stavěcí páky, řetězů, drátových táhel a kladek. (KRIŽAN, 1986)

- Skládá se ze skříně, litinového pouzdra, přestavné tyče se dvěma výřezy, závěrných čepů, řetězové kladky se dvěma stavěcími čepy, dvou vidlic a pružiny.
- „Řetězová kladka otáčení unáší stavěcí čep. Čep je ve výřezu přestavné tyče a při otáčení řetězové kladky posouvá přestavnou tyč o 120 mm, tj. že převádí otáčivý pohyb kladky na přímočarý pohyb přestavné tyče. Dříve než opustí první stavěcí čep výřez přestavné tyče, začne zabírat druhý stavěcí čep do druhého výřezu přestavné tyče, kterou posune o dalších 120 mm, tj. celkem o 240 mm.“ (KRIŽAN, 1986)
- Jednou z hlavní součástí mechanického přestavníku je listová pružina, která spojuje vidlice mezi sebou. Napomáhá přestavování výměny, dotlačuje přilehlý jazyk k opornici. Díky této pružině je přestavník při rozřezu výměny do určité rychlosti drážního vozidla rozříznutelný. Při rozřezu se působením síly na jazyk pružina stlačí a tím uvolní přestavnou tyč. Z toho důvodu se výhybka nemusí nutně poškodit. Rozřez je indikován dopravními zaměstnanci, porušením úsmyčného kolíčku, který je zaplombován ve stavěcí páce.



Obrázek 3: Mechanický přestavník a závorník (autor: Jan Bárta)

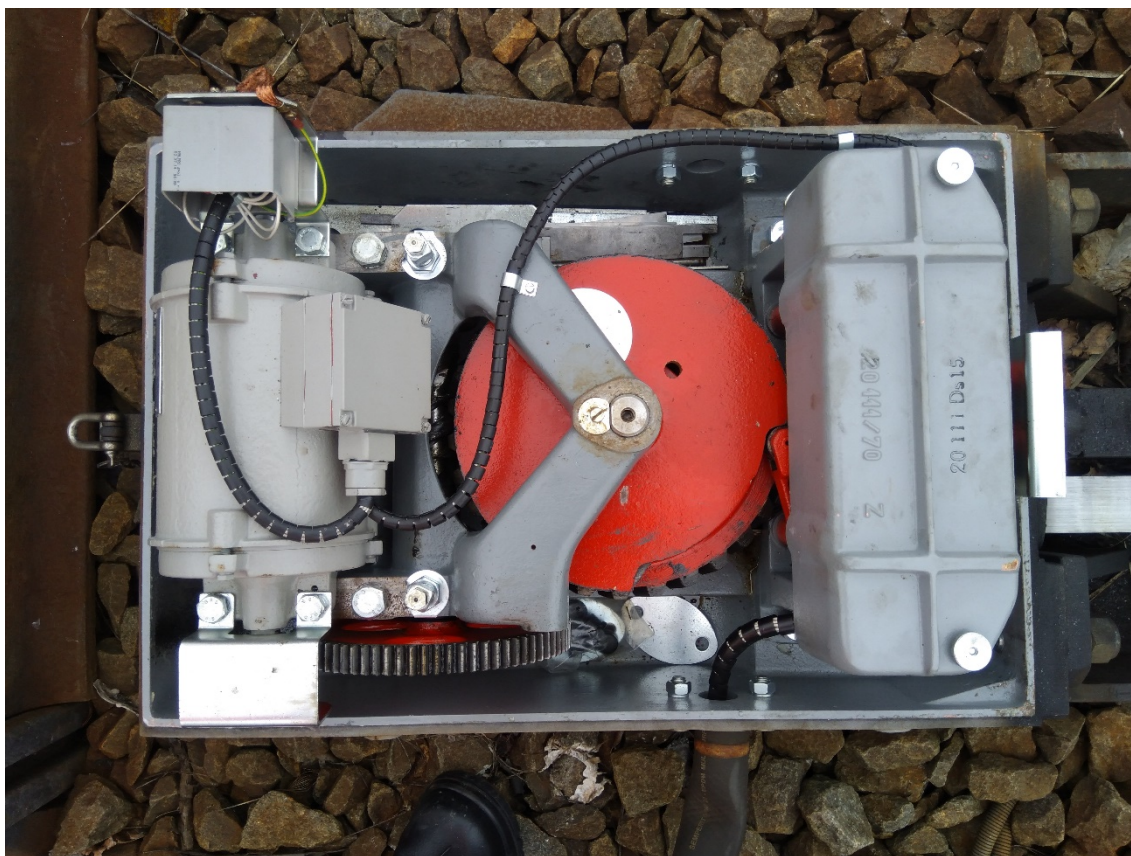
- Mechanickým přestavníkem je možno ovládat výhybku na vzdálenost až 250 m, pro větší vzdálenosti a vyšší rychlosti je třeba doplnit výhybku o mechanický závorník.
- Mechanické přestavníky jsou v současné době na ústupu.

3.1.6 Mechanický závorník

- Mechanický závorník je nerozříznutelný a pevně zajišťuje přilehlý jazyk k opornici. Ovládán je samostatnou závorníkovou pákou.

3.1.7 Elektromotorický přestavník (EMP)

- Jedná se o zařízení, které využívá pro přestavování výměn elektrický proud, v současné době 3-fázový a kontroluje za pomoci elektrických kontaktů přilehlý jazyk.
- Skládá se z litinové skříně, vrchního krytu, klikového vypínače, upevňovací sady, elektromotoru, třecí spojky (součástí spojky je rozřezná pružina nebo nerozřezný ocelový váleček), soustavy ozubených kol a hřídelí, kontaktové sady, přestavné tyče, kontrolních tyčí, kontrolních klepet,



Obrázek 4: Elektromotorický přestavník (autor: Denis Hrbek)

- Je ovládán buď výpravčím či hradlařem nebo dispečerem na velkou vzdálenost i na stovky kilometrů.
- Tato konstrukce přestavníků byla využívána „téměř“ v totožném provedení již za druhé světové války.

U prvních přestavníků byly použity jednofázové motory, ty jsou dnes již zcela nahrazeny motory třífázovými. Jednofázové motory způsobovaly nežádoucí proudovou zátěž na vodiče.

Přestavování se uskutečňuje elektromotorem přes zvláštní převodové ústrojí. Ovládání EMP se provádí za pomoci relé, která jsou dále řízena povely obsluhy. Protože spojení mezi ovládáním a EMP není mechanicky pevné, ale využívá elektrických vodičů, nelze odvozovat polohu výměny jen od polohy ovládacího prvku. Proto musí být každý EMP doplněn dohledacím (kontrolním) zařízením, které za pomoci kontaktu a elektrického proudu hlásí reálnou polohu výměny. (DVOŘÁK a kol., 1970)

Elektromotorický přestavník je z bezpečnostních důvodů pevně spojen s výměnou, a proto musí být motor uzpůsoben pro obousměrné otáčení za použití co možná nejmenšího počtu vodičů. Elektromotor je při přestavování připojen na plné napětí, a aby rozběh motoru na počátku a na konci přestavování probíhal plynule, je přestavník vybaven třecí spojkou, která umožňuje proklouznutí motoru a chrání ho tak před velkými rázy. (CHUDÁČEK & POUPĚ, Zabezpečovací technika v železniční dopravě I, 1970)

3.2 Návěstidlo

Je to zařízení, které informuje strojvedoucího o souhlasu s jízdou či rychlosti za pomoci návěstí. Tyto návěsti mohou být podle typu návěstidla mechanické či světelné. Návěst je (KRIŽAN, 1986) jednoznačný dopravní pojem vyjádřený návěstním znakem pro rychlé a spolehlivé dorozumění pracovníků železniční dopravy.

Druhy návěstidel

Podle umístění:

- přenosná – ty se používají při výlukách a rekonstrukcích tratí jako dočasné zabezpečení
- nepřenosná – ty jsou trvale umístěna v blízkosti trati

Podle konstrukce:

- mechanická – jednoramenné, dvouramenné, předvěsti a seřad'ovací.
- světelná – stožárové a trpasličí

Podle funkce:

- hlavní – vjezdové, odjezdové, cestové, oddílové, krycí, vložené
- předvěsti – seřad'ovací návěstidla

3.2.1 Mechanická návěstidla



Obrázek 5: Mechanické návěstidlo – Žst. Dolní Lipka (autor: Jan Bárta)

Mechanická návěstidla se využívají u starších typů zabezpečovacích staničních zařízení. Jsou ovládána výpravčím za pomoci pák a drátovodných táhel. Návěst je určována polohou ramena návěstidla ve vodorovné poloze návěstí mechanické návěstidlo „STŮJ“ a v poloze 45° signalizuje „VOLNO“. (DVOŘÁK a kol., 1970) Odjezdová návěstidla zpravidla nedokáží návěstit rychlost, kterou má strojvedoucí jet, z důvodu odjezdu vlaku proti hrotu výhybky, kde je povolena plná traťová rychlost, oproti tomu vjezdová návěstidla mají dvě návěstní ramena, která díky kombinacím poloh ramen dokáží návěstit základní rychlostní soustavu. U mechanických návěstidel byla největším nedostatkem jejich viditelnost a nejednoznačnost znaků zejména v noci a za snížené viditelnosti, kde byl problém vyřešen petrolejovými lampami, které se vytahovaly nahoru. Tento způsob byl neefektivní, protože nebylo možné zajistit kontrolu svítivosti a bylo to náročné pro obsluhu, proto se začala ramena osazovat viaflexovými nálepkami, které odrážely světlo.

Údržba mechanických návěstidel byla náročná z důvodu velkého počtu drobných součástek, které se opotřebovávaly a v případě opotřebení nebyla zajištěna správná a jednoznačná poloha návěstidla. Při velkých výkyvech teplot docházelo k tepelné roztažnosti drátovodných táhel ovládajících návěstidlo a omezení v jeho pohybu. Proto se mechanická návěstidla začala nahrazovat optickými (světelnými) návěstidly.

3.2.2 Světelná návěstidla

Světelné návěstidlo vyjadřuje návěstní znak barvou světla, stálostí světla a počtem světél. (KRIŽAN, 1986) V České republice se využívají primárně návěstidla typu AŽD 70 a starší konstrukce typu SSR. Tato se už od 80. let nenasazují. Světelná návěstidla využívají pro svůj svit buď klasickou vláknovou žárovku, nebo novějšími náhradami mohou být již LED světla či světlovodná vlákna.



Obrázek 6: Světelné návěstidlo –
Žst. Č. Budějovice
(autor: Jan Bárta)

Světelné návěstidlo typu AŽD 70 je složeno ze stavebnicových jednotek, ze kterých je možno sestavit požadované návěstidlo (počet světél). Skládá se z betonového podstavce, tzv. fundament, litinových kamen, tzv. stakan, návěstního stožáru, soupravy pro uchycení svítilen, svítilen a návěstních optik. V litinových kamnech jsou umístěny transformátory a svorkovnice pro ukončení kabelizace.

Světelné návěstidlo může za pomoci kombinace barev a počtu svítících či kmitajících žárovek návěstit znak na dalším návěstidle a rychlost, kterou má strojvedoucí pokračovat v jízdě. Výhodou světelných návěstidel je možnost jejich elektrické kontroly svícení světél.

Nejčastější důvod nesvícení světla je přepálení vlákna na žárovce, méně časté jsou přerušení ochranné pojistky (jistice) či porucha transformátoru nebo kabelu. V případě, že strojvedoucí není schopen rozpoznat návěstní znak, ať už z důvodu poruchy svícení či jakéhokoliv jiného mechanického poškození návěstidla, znamená to pro něj automaticky návěst „STŮJ“.

3.3 Kolejové obvody a počítače náprav

Kolejové obvody přímo ovlivňují činnost zabezpečovacího zařízení a mají mimořádný význam pro spolehlivost a bezpečnost železniční dopravy. Tento obvod je přímo ovlivňován jízdou kolejového vozidla, z čehož vyplývá, že dokáže svou funkcí detekovat polohu železničního vozidla a tím spínat další prvky, jako jsou přejezdová zařízení a indikovat samotná obsazení kolejového obvodu. (KONOPÁČ, Tomáš, 2018)

a) Kolejové obvody

Ke své funkci využívají obě kolejnice jakožto vodič. Oba pásy kolejnic se zkratují jízdou vlaku (dvojkolím). Základní typy kolejových obvodů používaných v železniční síti sériové, paralelní, jednopásové, dvoupásové.

b) Počítače náprav

Jedná se o zařízení pro detekci průjezdu daným místem s registrací počtu náprav. Průjezdem vlakového dvojkolí nad vstupním snímačem je ovlivněno indukční pole počítače náprav a vzniká tak elektrický impuls, který je zaznamenán v počítacím registru a při projetí železničního dvojkolí přes výstupní snímač z obvodu musí být odečten shodný počet náprav vlaku

Typy: ALCATEL, SIEMENS FRAUSCHER, STARMON

c) Balíza

Jedná se o zvláštní typ kolejového obvodu, které zajišťují bodový přenos informací mezi tratí a vozidlem. Anténa vozidla ozáří balízu, nad kterou se vozidlo nachází, magnetickým polem. To vybudí elektrické obvody balízy a ta vyšle do antény vozidla signál o informaci kde přesně se konkrétní balíza nachází. Tento systém využívá zařízení ETCS, kterému bude v této práci věnována samostatná kapitola. (UHLÍK, 2017)

Výše popsaná zařízení slouží k tvorbě závislostí a předávání informací strojvedoucím. Nyní se tato bakalářská práce bude věnovat využívání a další tvorbě výše zmíněných závislostí.

4 Mechanická zabezpečovací zařízení a mechanické pomůcky

4.1 Tabule k zavěšování klíčů

Tabule k zavěšování klíčů je základní zabezpečovacím zařízením, které je plně závislé na pozornosti a zkušenostech obsluhy. Je to mechanická pomůcka sloužící ke kontrole správné polohy výhybek, výkolejek ve vlakových cestách. Tabule nevytváří žádné mechanické ani elektrické závislosti. Kontrola správnosti postavení vlakových cest je zde kontrolována pouze vizuálním pohledem obsluhy.



Obrázek 7: Tabule k zavěšování klíčů –Žst. Brandýsek (autor: Jan Bárta)

Složení:

Schéma kolejíště je buď zobrazeno celé kolejíště, nebo část kolejíště, kterou ovládá obsluha.

Háčky slouží k zavěšování výsledných klíčů.

Zobrazení štítků klíčků, jedná se o popis tvaru štítku klíče (černý symbol, obrys štítku), který má být na příslušném háčku zavěšen.

Krycí a kolejová pravítka, podle kterých se provádí kontrola správné polohy výhybek a výkolejek. V základním stavu jsou kolejová pravítka sklopena a zakryta krycím pravítkem.

Tento systém zabezpečení se dnes využívá pouze při výlukách zabezpečovacího zařízení a stabilně pouze v malých stanicích bez dopravní vytíženosti. (SIGNAL PROJEKT, 2018)

4.2 Mechanické přístroje

Mechanický přístroj umožňuje postavení hlavního návěstidla až po dosažení mechanických závislostí stanovených pro příslušnou vlakovou cestu a znemožňuje vzájemné postavení vlakových cest ohrožujících bezpečnost. Tato zařízení mechanicky kontrolují správné postavení výhybek a tím v menší míře eliminují chybovost lidského faktoru.

4.2.1 Druhy mechanických přístrojů

4.2.1.1 Ústřední zámek

Jedná se o soustavu svislých a vodorovných pravítek. Každé svislé pravítko má zářez a výsledné vodorovné pravítko má čep, který zapadá do výřezu svislých pravítek. Pravítka jsou posunována zabezpečovacími klíči. Kontrola ústředního zámku je zajištěna výsledným klíčem, jehož uvolnění je možné pouze po vložení zabezpečovacích klíčů do správných zámků a otočením do uzamčených poloh. Pak je možné výsledný klíč vyjmout z ústředního zámku a použít k postavení hlavního návěstidla. Tímto způsobem je zajištěna správná poloha výhybek ve vlakové cestě. ((PAVLAS, 2015) a (SIGNAL PROJEKT, 2015)

4.2.1.2 Klíčový/bubnový přístroj

Tento typ zařízení se využívá ve stanicích s větším počtem ručně stavěných



Obrázek 8: Bubnový přístroj s elektromechanickou nadstavbou – muzeum Hradec Králové (autor: Jan Bárta)

výhybek, kdyby již přehlednost ústředního zámku nebyla dostačující. Toto zařízení má na své přední straně tři řady zámkových otvorů pro klíče. V první řadě jsou zámkové otvory pro výsledné klíče (návěstní), které jsou v základním stavu pevně zapevněny v bubnovém přístroji. Ve dvou dalších řadách jsou zámkové otvory pro závislostní klíče od výhybek a výkolejek. Dále má toto zařízení boční strany, ve kterých jsou umístěny závěrné otočné a zasouvatelné bubny s kontrolním okénkem. V tomto okénku je vyznačovaná poloha výhybek pro každou kolej. V praxi to znamená, že obsluha tohoto zařízení vytáhne boční buben a otočí s ním na

požadovanou polohu, na kterou chce stavět vlakovou cestu. Díky tomuto se v kontrolních okénkách zobrazí číslo koleje a v dalších se zobrazí tvary štítků závislostních klíčů, které musí být zasunuty a zapevněny v bubnovém přístroji. Jen v takovém případě lze buben zastrčit opět do základní polohy. Konstrukce tohoto zabezpečovacího zařízení již umožňovala elektrickou nadstavbu a tím zjednodušila a zvýšila stupeň zabezpečení vlakových cest. (LAJBL, 2011) (SIGNAL PROJEKT, 2015)

4.2.1.3 Pákové přístroje



Obrázek 9: Mechanický pákový přístroj – Žst. Vlastec (autor: Jan Bárta)

Pákové přístroje neboli mechanická stavědla umožňují ústřední stavění výhybek a výkolejek, což v praxi znamená, že obsluha zařízení může za pomoci drátovodných táhel, soustavy kladek a stavěcích pák přestavovat výhybky z jednoho místa (stavědla). Pákový přístroj využívá různé typy pák, které jsou výměňové, výkolejové, závorníkové a návěstní. Závislosti jsou zde tvořeny pákami a kontrolními pravítky. Návěstní a stavěcí páky ovládají venkovní zabezpečovací zařízení a při otočení páky dochází k posunu pravítek v kontrolní skříni. Tato kontrolní pravítka mají v sobě výřezy a jsou zhotoveny z ocele a pouze při správném postavení vlakové cesty je možno přeložit kolejový závěrník, který posune závěrné pravítko a zapevnění tak kontrolní pravítka. Pouze v takovém případě lze přestavit návěstní páku, která obsluží návěstidlo do polohy „VOLNO“. (SIGNAL PROJEKT, 2015) (SIGNAL PROJEKT, 2018)

Rozřez výhybky je na páce signalizován poškozením úsmyčného kolíčku a otočením řetězového kola.

Mechanické stavědlo je předchůdcem elektromechanického stavědla.

5 Elektromechanická zabezpečovací zařízení



Obrázek 10: Elektromechanická skříň – Žst. Těchonín (autor: Jan Bárta)

Jedná se o zařízení druhé kategorie. Hlavní návěstidla jsou závislá na všech polohách výhybek a výkolejek ve vlakových cestách. Toto zařízení vylučuje všechny současně zakázané vlakové cesty. (KRIŽAN, 1986) Využívá všechny principy mechanických zařízení, které byly dosud zmíněny. Elektromechanické zabezpečovací zařízení využívá základních principů původního mechanického zabezpečovacího zařízení a je doplněno o další elektrické závislosti. Původní myšlenka elektromechanického zabezpečovacího zařízení byla nadčasová a její principy jsou využívány i v nejmodernějších zařízeních. (Elektromechanické zabezpečovací zařízení, 2020)

Elektromechanické zabezpečovací zařízení se skládá z řídicího přístroje, který je umístěn u výpravčího v dopravní kanceláři a stavědlového přístroje, který je umístěn na stavědle. Toto zařízení obsluhuje hradlař/signalista. Princip obsluhy spočívá v posunu

jezdce na řídicím přístroji na kolejovém reliéfu na požadovanou kolej, na kterou chce výpravčí stavět vlakovou cestu. Přeložení kolejového závěrníku určí směr jízdy (vjezd nebo odjezd). Poté stlačí páku návěstního závěru a předřadného hradla a zatočí klikou induktoru, čímž pošle elektrický signál na stavědlový přístroj. Na řídicím přístroji i na stavědlovém přístroji se současně uvolní návěstní i hradlová vložka. Poté stiskne zvonkové tlačítko a zatočí induktorem, čímž na stavědlovém přístroji zazvoní zvonek a na kolejovém číselníku se zobrazí číslo požadované koleje, na kterou má být postavena vlaková cesta. Signalista potvrdí výpravčímu za pomoci zvonku a induktoru převzetí pokynu. Za pomoci stavěcích pák signalista přestaví výhybky do požadovaných poloh pro určenou vlakovou cestu a přeloží kolejový závěrník, kterým zablokuje stavěcí páky. Stiskne tlačítko závěru výměn a opět zatočí klikou induktoru, čímž postupně přebarví vložku závěru výměn na řídicím přístroji, a poté na stavědlovém přístroji. Vložka závěru výměn má jako jediná chod postupný. To znamená, že se vždy přebarví napřed na opačné straně a pak až na místní. Poté signalista postaví návěstidlo do polohy „VOLNO“ a dvojitým zazvoněním potvrdí výpravčímu postavení vlakové cesty. Po projetí vlaku dojde k ovlivnění hradlové zarážky a k jejímu vybavení. Dále musí obsluha uvést zařízení opět do základního stavu. Signalista vrátí ovládací prvek návěstidla do základní polohy. Zajistí polohu hradla a návěstní vložky společným tlačítkem jak na stavědlovém přístroji, tak na řídicím přístroji. Výpravčí stisknutím tlačítka závěru výměn a zatočením páky induktoru uzavře závěr výměn na svém přístroji a vložku závěru výměn uvolní na stavědlovém přístroji. Přeloží směrový závěrník a jezdce do základní polohy. Signalista přeloží kolejový závěrník do základní polohy, čímž se na kolejovém číselníku zvedne clonka s číslem. Celé zařízení je tímto uvedeno do základního stavu. (LAJBL, 2011)

Elektromechanické zařízení pracuje bez externího zdroje elektrické energie. Veškerou pro něj potřebnou elektrickou energii si obsluha vyrábí sama za pomoci induktorů.

Základní části řídicího přístroje (FILIPÍ, 2018)

5.1.1 Pravitková skříň

Na pravitkové skříně je umístěna deska s kolejový reliéfem a posuvným jezdcem. Společně s kolejovým závěrníkem tvoří mechanické vazby, které jsou přenášeny do elektrické skříně umístěné na pravitkové skříně.

5.1.2 Vložky

V elektrické skříně je umístěn induktor (zdroj proudu), dále pak vložky různých typů a druhů (např. závěr výměn, souhlasové vložky, návěstní vložky apod.). Nad elektrickou skříně je police se zvonkovými tlačítky, popř. tlačítkem elektronického induktoru a zvonky.

5.1.3 Stavědlový přístroj

Stavědlový přístroj se skládá z kozlíku, na němž jsou umístěny výměnové, výkolejkové, návěstní páky a páky dalších typů a druhů. Nad pákami je pravitková skříň, ve které jsou umístěna ocelová pravitka stejně jako u mechanického přístroje a opět na pravitkové skříně je posazena elektrická skříň.

5.1.4 Kolejový číselník

Kolejový číselník je umístěn na pravitkové skříně a za pomoci clonek s čísly říká



Obrázek 11: Kolejový číselník – Žst. Lomnice n/L (autor: Jan Bárta)

signalistovi, na jakou kolej bude stavěna vlaková cesta a jakým směrem. Kolejový číselník je vracen do základního stavu přeložením klíčky závěru výměn, a tím je mechanicky zdvižena clonka s číslem koleje. V elektrické skříně jsou vložky, kde je opět závěr výměn, souhlasová vložka, návěstní vložka

s náhradní západkou a pod stejným tlačítkem jako je návěstní vložka je umístěna i hradlová zarážka. Opět stejně jako v případě řídicího přístroje, je nad skříně police se zvonkovými tlačítky a zvonky.

Nejdůležitějším prvkem pro další vývoj zabezpečovacího zařízení bylo vymyšlení a sestrojení hradlového závěru. Hradlový závěr je zařízení, které mechanické závislosti vlastního stavědlového přístroje elektricky přenáší na spolupracující stavědlové přístroje. Má základní a opačnou polohu. Každé z poloh odpovídá příslušná barva clonky viditelná v kruhovém okénku na čelní straně hradlové skříně. Poloha hradlového závěru je ovlivňována střídavým a stejnosměrným elektrickým proudem (SIGNAL PROJEKT, 2015)

Rozřez výhybky je na tomto zařízení indikován opět poškozením, úsmyčného kolíčku pootočením řetězového kola a rovněž dojde k posunutí o 14 mm tzv. rozřezaného pravítka, které v okamžiku rozřezu zablokuje mechanicky celý přístroj.

Rozdělení hradlových závěrů podle použití(FILIPÍ, 2018)

Návěstní hradlo (N) na výhybkářském přístroji zapevňuje nebo uvolňuje ovládací prvek hlavního návěstidla. Na řídicím přístroji umožňuje udělit příkaz k obsluze staniční zabezpečovacího zařízení.

Hradlová zarážka (H) znemožňuje předčasné uzavření návěstního hradla (nedošlo-li k ovlivnění kolejového obvodu jízdou vlaku). Hradlová zarážka je zpravidla mechanicky spojena dvojitým hradlovým tlačítkem s návěstním hradlem.

Tlačítková zarážka (H) má stejnou funkci a stejný význam jako hradlová zarážka, uzavírá se však stlačením hradlového tlačítka.

Výměnové hradlo (Z) hradlový závěr kterým je na výhybkářském přístroji zabezňován zpravidla kolejový závěrník a tím je prováděno elektrické zabezňení ovládacích prvků zabezpečovacího zařízení v nařízené cestě.



Obrázek 12: Vložky elektromechanického přístroje – Strakonice St.2 (autor: Jan Bárta)

5.2 Elektrodynamické zabezpečovací zařízení



Obrázek 13: Elektrodynamický přístroj - muzeum Hradec Králové (autor: Jan Bárta)

Na přelomu 19. a 20. století výrazně stoupla hustota železničního provozu, a proto bylo třeba zrychlit stavění vlakových cest s dodržením stejné úrovně zabezpečení. Tuto podmínku nedokázalo elektromechanické zabezpečovací zařízení splňovat, proto se vyvinul nový typ zabezpečovacího zařízení, a to **elektrodynamické**. U tohoto typu zařízení jsou již využívány jako standardní zařízení pro přestavování výhybek elektromotorické přestavníky a závislosti jsou nadále mechanické i elektrické. Tento typ zařízení byl hojně využíván a nasazován, ale vzhledem k náročnosti údržby a vysoké poruchovosti zařízení byl postupně nahrazován modernějšími typy zabezpečovacího zařízení – v roce 2018 bylo elektrodynamické staniční zabezpečovací zařízení v provozu pouze v Brno dolní n. St1, Ústí nad Labem – Střekov a Most. (KONRAAD, 2019)

Princip obsluhy

Výpravčí určí vjezdovou (odjezdovou) kolej, přestaví posuvný knoflík na určenou kolej a určí směr jízdy. Přeloží směrový závěrník, tím uvolní signalistovi návěstní hradlo a dá zvonkové znamení pro obsluhu zabezpečovacího zařízení. Signalista převezme zvukový povel a v okénku kolejového číselníku se objeví číslo koleje. Provede kontrolu souhlasnosti ohlášené koleje s číslem v kolejovém číselníku a dá zvonkové znamení

obsluhou zabezpečovacího zařízení. Přestaví výhybky a výkolejky ve vlakové cestě, přeloží kolejový závěrník a provede mechanickou kontrolu správnosti mechanických výhybek. Poté uzavře závěr výměn a přestaví návěstidlo do polohy dovolující jízdy. Po projetí vlaku opět signalista i výpravčí uvedou zařízení do základního stavu. (KONRAAD, 2019) (SIGNAL PROJEKT, 2018)

Dosud uvedená zabezpečovací zařízení využívala individuální systém stavění vlakových cest, což znamená, že pro určenou vlakovou cestu musela obsluha přestavovat výhybky, výkolejky individuálně, tj. ručně, tedy fyzicky každou výhybku zvlášť. Jedním z největších milníků ve smýšlení zabezpečovací techniky je uvedení do provozu tzv. cestového systému, kde obsluha navolí pouze počátek a konec vlakové cesty a zařízení podle závěrové tabulky zajistí a zabezpečí veškeré úkony spojené se správným postavením vlakové cesty. Všechny novější typy zařízení využívají již cestový systém.

6 Reléové zabezpečovací zařízení

Jak již z názvu vyplývá, tak základním prvkem tohoto typu zabezpečovacího zařízení je relé. Relé, která jsou přímo spojena s bezpečností dopravy a provádějí kontrolu zařízení, jsou relé první bezpečnostní třídy. U těchto relé musí být konstruována kotva, aby spolehlivě odpadala při přerušení napájení vlastní vahou. Dále musí mít elektricky izolovaná spojení pohyblivých pružin kontaktů. Při přepínání kontaktů musí nejdříve sepnuté kontakty rozepnout a teprve potom rozepnuté kontakty sepnout (PAVLAS, 2015). Tato relé musí v určitých intervalech projít kontrolním měřením laboratoří. V praxi se využívá mnoho typů relé, ať už na stejnosměrný nebo na střídavý proud, tak relé se zesílenými kontakty se zpožděním přitahem nebo odpadem nebo polarizovanou kotvou.

Změnou oproti předchozím typům zabezpečovacího zařízení je umístění prvků do dvou místností. A to na pracovišti obsluhy se nachází pouze ovládací pult s veškerým indikacemi venkovního zařízení a napájecích soustav, prvky pro nouzovou obsluhu. Ty jsou buď zaplombovány, nebo je k ovládacímu prvku přiřazeno počítadlo. Na pracovišti obsluhy se nachází další ovládací prvky a v reléové místnosti je zařízení umístěno v univerzálních stojanech, kde jsou osazena relé, popř. reléové bloky, pojistky, kondenzátory, odpory a svorkovnice pro připojení vnitřní kabelizace. Dále je v reléové místnosti veškeré napájení, ať už střídavé či stejnosměrné, tj. baterie. (CHUDÁČEK & POUPE, Zabezpečovací technika v železniční dopravě II, 1972)

Reléové zabezpečovací zařízení dokáže svou funkcí návěstit rychlostní soustavu na vjezdových i odjezdových návěstidlech a za pomoci indikačních tabulek návěstí i speciální znaky.

U reléového zabezpečovacího zařízení probíhá stavění vlakových cest za pomoci tzv. skupin, které jsou volící, prováděcí a napájecí. Volící skupina zpracovává příkazy z ovládacího stolu nebo skříňky číslicové volby a předává je prováděcí skupině. Vzhledem k tomu, že volící skupina nepracuje s povely přímo kontrolující/ovládající výhybky a návěstidla, není nutné využívat relé 1. bezpečnostní třídy. Oproti tomu prováděcí skupina již s těmito povely pracuje a je nutno využívat relé 1. bezpečnostní třídy. Prováděcí skupina již přímo ovládá prvky v kolejišti a přijímá od nich informaci o jejich skutečném stavu. Napájecí skupina zajišťuje napájení obou výše zmíněných

skupin za pomoci měničů, transformátorů, usměrňovačů a baterií. Dále napájí venkovní prvky zabezpečovacího zařízení. (SCHÖTTER, 1990)

Některá reléová zabezpečovací zařízení umožňují zavedení tzv. jednotného obslužného pracoviště (JOP).

6.1 TEST



Obrázek 14: Kolejová deska s tlačítkovou volbou- Žst. Chotýčany (autor: Denis Hrbek)

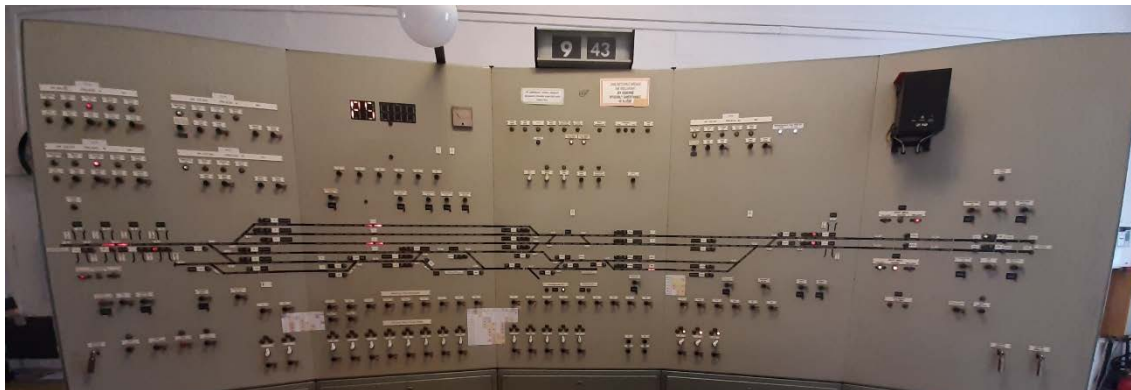
Jedním z prvních typů reléových staničních zabezpečovacích zařízení bylo tzv. typové elektronické staniční zařízení neboli **TEST**. Toto zařízení bylo s ohledem na prostorovou náročnost v reléových místnostech využíváno v menších stanicích a výrazně zjednodušovalo obsluhu zabezpečovacího zařízení a zrychlovalo stavění vlakových cest. Jedná se o zařízení třetí bezpečnostní třídy a hlavním pokrokem je samočinné stavění výhybek ve vlakové cestě po zvolení jejího počátku a konce. Zajišťuje postavení pojížděných a odvratných výměn a výkolejek do správných poloh.

Zařízení typu TEST je ovládáno tlačítkovými voliči na ovládací desce, kde obsluha stiskne nejprve tlačítko na počátku požadované vlakové cesty, a poté tlačítko na konci téže cesty. Správné postavení výhybek a výkolejek zajišťuje automaticky reléová vazba, rovněž kontroluje závěry výměn a případné uzavření přejezdů ve vlakové cestě. Teprve poté se automaticky rozsvítí návěst povolující jízdu.

Vzhledem k větší vytiženosti železniční dopravy bylo i nadále potřeba zrychlovat a zpřesňovat zabezpečení a stavění vlakových cest, proto se dále vyvíjelo reléové zabezpečovací zařízení typu TEST a jeho ovládání. Bylo třeba ovládat mnohem větší stanice s větším počtem kolejí, proto se začala nahrazovat tlačítková volba volbou

číslicovou a vzhledem k úspoře prostoru v reléových místnostech se dříve používaná volná reléová vazba přeměnila na vazbu blokovou.

6.2 Číslicová volba



Obrázek 15: Kolejová deska pro číslicovou volbu – Žst. Zliv (autor: Jan Bárta)

Číslicová volba využívá obdobné vazby jako předchozí typ zabezpečovacího zařízení, pouze s rozdílem, že stavění cesty probíhá formou číselných zkratek, kde každá hlavní vlaková cesta má přiřazenou tzv. kód zrychlené volby, což v praxi znamená, že vlaková cesta pro příjíždějící vlak z první traťové koleje na druhou staniční kolej a odjíždějící na druhou traťovou kolej bude mít číselný kód 122, který výpravčí zadá do manipulátoru číslicové volby (číselného voliče). To je zrychlená volba. Pro vlakové cesty a posunové cesty, které nejsou tak obvyklé je třeba využívat volbu postupnou, kde má každé návěstidlo přiřazeno svůj třímístný kód a vlakovou cestu je nutné stavět tzv. od návěstidla k návěstidlu. V obou případech stavění vlakové cesty se o zabezpečení a správnost vlakových cest stará reléové zabezpečovací zařízení.

Základní číselné povely (KRIŽAN, 1986)

0 – začátek vlakové cesty

1 – konec vlakové cesty, začátek a konec posunové cesty

2 – 7 začátky nebo konce posunových cest

8 – konec vlakové cesty (odjezdové)

9 – začátek vlakové cesty z tratě

6.3 Elektronické stavědlo (ŠTEFEK & KUNHART, 1998)



Obrázek 16: Technologický počítač – Žst. Hluboká nad Vltavou (autor: Jan Bárta)

Elektronická stavědla v síti Správy železnic dodává více firem, ale vzhledem k délce obsahu této práce se autor práce bude zabývat pouze elektronickými stavědly nejrozšířenějšími, a to jsou stavědla vyráběná společností AŽD Praha. Elektronická stavědla jsou zařízeními třetí kategorie. Mají zkratku ESA, což je elektronické stavědlo společnosti AŽD.

Elektronická stavědla využívají několik úrovní:

Řídicí úroveň organizuje činnosti celého systému, zajišťuje komunikaci a bezpečně vykonává veškeré logické funkce. Je tvořena sítí LAN a jsou do ní zapojeny technologické počítače (TPC). Zpravidla pracují TPC ve dvojicích, tzn., že stanice má 4 ks TPC, kde TPC1 a TPC3 jsou vybaveny operačním systémem MS-DOS a program

v nich je psán v jazyku C++ Borland. TPC2 a TPC4 pracují pod operačním systémem Windows NT a program je psán v jazyku C++ Microsoft. Vždy pracují společně počítače s rozdílným operačním systémem, tj. 1, 2 a 3, 4. Dvojice počítačů zpracovává vždy stejná data paralelně a pro bezpečnou funkci se musí oba systémy shodovat. V případě neshody se zařízení uvede do tzv. bezpečného stavu. Bezpečný stav je uvedení stanice do stavu, kdy se nemůže ohrozit bezpečnost železniční ani silniční dopravy.

Zadávací úroveň je tvořena tzv. jednotným obslužným pracovištěm (JOP) a zadávacím počítačem ZTP, kterým obsluha ovládá stanici. ZTP pracuje na operačním systému MS-OS a je psán jazykem C++ Borland. V každé stanici je nasazen jeden zadávací počítač (ZTP) navíc, z důvodu selhání jednoho z počítačů ZTP.

Dálková úroveň obsahuje převodník místní sítě LAN do dálkové sítě WAN. Tato úroveň slouží pro ovládání stanice v rámci dálkového přenosu.

Výkonová úroveň má obdobnou funkci jako prováděcí skupina zmíněná v předchozí kapitole. Také využívá relé 1. bezpečnostní třídy a provádí řadu kontrol, regulací a ověření své bezpečné činnosti. U nejmodernějších zařízení se již omezuje použití relé 1. bezpečnostní třídy a jsou nahrazována kontrolou logických obvodů.

6.3.1 Typy elektronických stavědel

- ESA®11 (AŽD, Systém pro kolejovou dopravu)

U tohoto zařízení jsou všechny logické funkce stavědla vykonávány počítačovou částí. Reléové a elektronické spínače se používají pouze jako spínače výkonového signálu k návěstidlům, přestavníkům, kolejovým obvodům. Umožňují ovládat více než 250 výhybek a má plnou kompatibilitu se systémem ETCS Level 1, Level 2.

- ESA®33 (AŽD, Systémy pro kolejovou dopravu)

Je nástupcem typu ESA®11 a jedná se o plně elektronické stavědlo bezkontaktních rozhraní k venkovním prvkům. Všechny řídicí kontrolní a logické funkce jsou vykonávány počítači. Umožňuje ovládat až 300 výhybek a je kompatibilní se zařízením ETCS.

- ESA 44 (AŽD, Praha)

Opět je nástupcem ESA®11 a ESA®33. Jedná se o plně elektronické stavědlo s bezkontaktním rozhraním k venkovním prvkům zabezpečovacího zařízení. Všechny řídicí, kontrolní a logické funkce jsou vykonávány počítači jako u systému ESA®33. Rozdílem je použití elektronických bezkontaktních rozhraní typů EIP a již ve velké míře se nasazují světelné zdroje LED. Je opět kompatibilní se systémem ETCS a umožňuje připojení systému automatického stavění vlakových cest.

6.3.2 CDP – Centrální dispečerské pracoviště

(BINKO, 2015) Centrální dispečerská pracoviště máme v současné době v Praze, Přerově a uvažuje se o zřízení ve většině krajských měst. Z CDP je dálkově řízená vlaková doprava na území České republiky. V současné době pouze na koridorové trati Praha – Ostrava v testovacím provozu. Myšlenkou CDP je zcentralizování obsluhy na jedno místo. CDP využívá ke své funkci primárně možnosti elektronických stavědel typu ESA, které umožňují dálkové řízení velkého množství stanic.



Obrázek 17: CDP Pířerov (DCOM)

7 ERTMS / ETCS (Národní implementační plán, 2017) (KONOPÁČ, 2018)

Navzdory tomu, že vývoj tohoto typu zabezpečovače probíhá již od začátku 90. let 20. století probíhá zavedení tohoto systému v současné době v podobě pilotních projektů po celé Evropě. Zabezpečovač ERTMS / ETCS má za úkol sjednotit veškeré zabezpečovací systémy v rámci Evropské unie a tím zjednodušit přechod železničních vozidel přes státní hranice. Bohužel úplně zavedení tohoto systému v blízké době nebude možné z důvodu různých napájecích soustav trakčního vedení.

ERTMS se skládá ze dvou základních systémů, a to ETCS a GSM-R, kde systém GSM-R funguje jako bezdrátová přenosová soustava informací a systém ETCS zajišťuje technickou interoperabilitu, která je předpokladem získávání informací přímo z vlakových soustav a kolejiště o stavu zařízení, pohybu, GPS poloh vlakových souprav. (Správa železnic, nedatováno)

Systém ETCS je utvořen z několika dalších částí, a to Eurobalízy (pevné nebo přepínatelné), z traťových částí (tj. elektronické zařízení) a z palubních částí.

7.1 Eurobalíza (KONOPÁČ, Tomáš, 2018)

Eurobalíza je indikační prvek umístěný pevně v kolejišti, který za pomoci



Obrázek 18: Eurobalíza - Choceň (autor: Jan Bárta)

elektroniky vysílá lokomotivě informaci o své přesné traťové poloze, to je v případě Eurobalízy nepřepínatelné, pevné a v případně přepínatelné Eurobalízy dokáže vysílat další informace o stavu, např. o poloze následujícího návěstidla. Přepínatelné Eurobalízy se používají pouze v systému ETCS Level 1.

7.2 Palubní část (ŠERÝ, 2015)

Palubní částí je myšleno veškeré vybavení systému ETCS na železničním vozidle. Je to „čtečka“ informací z Eurobalíz, palubní elektronika a samotné zobrazování strojvedoucímu.

Systém ETCS ovlivňuje a ovládá kolejová vozidla a vypočítává brzdnu křivku. V případě, že strojvedoucí nereaguje podle předpokladů brzdne křivky, systém ho upozorní a v případě že ani poté strojvedoucí nezareaguje, systém automaticky zastaví soupravu.

- Řízení nouzového brždění
- Řízení provozního brždění
- Potlačení záchranné brzdy
- Vypnutí trakce
- Řídí systém dveří a systém aktivního naklápění (Pendolino)
- Řídí směr jízdy
- Celistvost vlaku (Level 3)

7.3 Úrovně ETCS

(Národní implementační plán, 2017) (KONOPÁČ, Tomáš, 2018)

7.3.1 Level 1

Trat'ová funkce:

Určení oprávnění k jízdě v souladu s údaji od zabezpečovacích zařízení

Přenos oprávnění k jízdě a popisu tratě na vlak přepínatelnými balízami

Palubní funkce:

Příjem oprávnění k jízdě a popisu tratě vztažený k příslušné balízové skupině

Výpočet rychlostního dynamického profilu

Porovnání aktuální rychlosti vlaku s povolenou rychlostí

Palubní signalizace pro strojvedoucího

7.3.2 Level 2

Trat'ová funkce:

- Registrace každého vlaku vybaveného ECTS v radioblokové centrále – RBC
- Sledování polohy každého ECTS vlaku na základě hlášení o jeho poloze vztažené k balízové skupině
- RBC určuje oprávnění k jízdě v souladu s údaji od zabezpečovacího zařízení, individuálně pro každý vlak
- Přenos oprávnění k jízdě na každý vlak individuálně a kontinuálně cestou GSM-R

Palubní funkce:

- Vysílá svou polohu vztaženou k balízové skupině do RBC
- Výpočet dynamického výkonnostního profilu
- Porovnání aktuální rychlosti vlaku s povolenou rychlostí
- Palubní signál pro strojvedoucího
- Tento systém se již začíná nasazovat v současné době na železniční síť České republiky a zatím není předpoklad nasazování systému ECTS Level 3.

7.3.3 Level 3

Trat'ová funkce:

- Registrace každého vlaku vybaveného vlaku ECTS v RBC
- Sledování polohy každého ECTS vlaku na základě hlášení o jeho poloze vztažené k balízové skupině
- Ručení závěrů jízdni cesty v závislosti na informacích od vlaků
- Určení oprávnění k jízdě v souladu s údaji od zabezpečovacího zařízení individuálně pro každý vlak
- Přenos oprávnění k jízdě na každý vlak individuálně a kontinuálně cestou GSM-R

Palubní funkce:

- Vlak vysílá svou polohu vztaženou k balízové skupině do RBC
- Vlak dohlíží na svou celistvost a vysílá informace o ní do RBC
- Výpočet dynamického rychlostního profilu
- Porovnání aktuální rychlosti vlaku s povolenou rychlostí
- Palubní signál pro strojvedoucího

8 Poruchovost a poruchy zařízení (RÝZNAR, 2015)

Pojem poruchovost je úzce spjat s pojmem spolehlivost a četnost poruchovosti určuje spolehlivost zařízení a je to v dnešní době velice sledovaný ukazatel. Každé zařízení vykazuje určité množství poruch, které lze rozdělit do několika základních sledovaných skupin.

Těmi jsou:

- Atmosférický vliv
- Chyby komunikace
- Chyby hardwarů
- Chyby obsluhy
- Chyby údržby
- Mechanické chyby
- Montážní chyby
- Opotřebení
- Úmyslné poškození
- Výrobní chyby
- Ostatní

V případě poruch zařízení dochází ve většině případů k indikaci obsluze a zavedení následných dopravních opatření, jako jsou zpomalení vlaku, dávání zvukových signálů vlakem, uzamčení výhybek nebo zavedení nouzových závěrů.

Autorovi této práce se nepodařilo zjistit poruchu zařízení, která způsobila velké škody na majetku nebo ztráty na životech vlivem technického stavu zařízení. Není tomu v případě poruch způsobených lidským faktorem, kde jsou obvyklým jevem i tragické nehody na železnici s velkou majetkovou škodou. Jedním z mediálně nejprobíranějších případů, kdy se střetly v železniční stanici v Moravanech (Pardubický kraj) nákladní vlak s lokomotivou stojící na staniční koleji, kde zahynul strojvedoucí nákladního vlaku. Tento vjel na povolující návěst na obsazenou kolej (což zařízení neumožňuje) a narazil do odstavené lokomotivy, která neovlivňovala kolejový obvod na staniční koleji svými nápravami. Při vyšetřování se však zjistilo, že tato tragická nehoda **nebyla** způsobena vlivem zabezpečovacího zařízení, ale poruchou ventilu pro pískování. Odstavená lokomotiva, když vjížděla na staniční kolej, pro zvýšení efektivity brždění použila

systemu pískování. Z důvodu poruchy ventilu pro dávkování písku pod kola lokomotivy se při zastavení bohužel stalo, že lokomotiva stála na vrstvě písku a elektricky se nedotýkala kolejnic. V případě této nehody zabezpečovací zařízení jako takové vykazovalo ve všech ohledech správnou funkci. (Zpráva o výsledcích šetření příčin a okolností, 2008)

Podle údajů Drážní inspekce je níže uvedená statistika železničních nehod.

Tabulka 1: Vývoj mimořádných událostí na železnici (Drážní inspekce, nedatováno)

	2019			2018		
	počet MU	usmrceno	zraněno	počet MU	usmrceno	zraněno
leden	22	2	3	20	4	11
únor	11	0	3	15	3	6
březen	11	2	6	9	2	4
duben	18	4	8	11	2	8
květen	18	4	3	10	2	2
červen	13	1	6	17	2	5
červenec	24	10	28	15	5	13
srpen	16	3	14	22	1	9
září	10	3	10	11	2	3
říjen	17	6	9	10	1	3
listopad	15	4	2	15	4	5
prosinec	6	1	4	15	5	8
Počet MU	181	40	96	170	33	77

Tabulka 2: Sřtětutí na železničních přejezdech (Drážní inspekce, nedatováno)

	2019			2018		
	počet MU	usmrceno	zraněno	počet MU	usmrceno	zraněno
leden	112	9	10	86	18	14
únor	107	17	13	76	11	13
březen	116	16	43	82	17	9
duben	108	29	15	89	19	18
květen	97	20	19	106	16	26
červen	93	16	15	105	18	17
červenec	107	24	35	103	24	37
srpen	110	19	24	118	18	18
září	102	19	20	112	10	22
říjen	104	28	20	105	21	16
listopad	106	24	9	96	17	7
prosinec	69	16	17	93	23	12
Počet MU	1231	237	240	1171	212	209

Z uvedených tabulek vyplývá, že nedochází k tak velkému počtu na železničních přejezdech, jako mimo ně.

9 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit studijní materiál pro nové zaměstnance pracující se zabezpečujícím zařízením a zároveň přehledně a stručně shrnout základní principy a funkce zabezpečovacího zařízení doposud využívaného v české železniční síti. Během vytváření této práce se autorovi podařilo částečně splnit vytčený cíl, a to poskytnout tuto práci jako vzdělávací materiál již dvěma nově příchozím zaměstnancům na pozici *údržbář zabezpečovací techniky*. Recenze získané od těchto pracovníků byly kladné a jsou schopni přijmout tuto práci jako součást vzdělávacích materiálů. Tato práce se dotýká pouze aktuálních zabezpečovacích zařízení a systémů doposud využívaných. Dalším cílem bylo vysvětlit základní myšlenky a principy zabezpečení, což znamená, že železniční provoz musí být za každých okolností a v maximální možné míře vždy spolehlivě zabezpečen.

Každé zařízení uvedené v této práci je stavebním kamenem pro další vývoj následujícího typu zařízení. V praxi to znamená, že např. princip mechanického zabezpečení pomocí bubnového přístroje je dále využit u přístrojů mechanických a dále mechanické zabezpečovací přístroje jsou předchůdcem využívání elektrických systémů a tím pádem elektromechanického zabezpečovacího zařízení. Vzhledem k vývoji technologií a potřebě zrychlovat a více zabezpečovat a hlídat stavy výhybek a polohy železničních vozidel, začala se zapojovat elektronika a procesorová technika. Současný trend již pro komunikaci nevyužívá v takové míře metalické vodiče, ty jsou nahrazovány vodiči optickými, popř. speciální sítí GSM-R.

Základní myšlenky získané praxí:

- 1) Myšlenka: „Vyšší zabezpečení má za následek vyšší poruchovost a nižší zabezpečení způsobuje nižší poruchovost“

Autor této práce se s touto myšlenkou neztotožňuje a nesouhlasí s ní. Z jeho pohledu poruchy vznikají ve stejném množství, jen podle výše uvedené myšlenky nejsou indikovány, ale na množství poruch to vliv nemá.

- 2) Myšlenka: „Moderní myšlenkou je vyloučit v maximální možné míře lidský faktor z ovládání zabezpečovacího zařízení a do jisté míry i vedení vlaků“

Dle autora této práce je tento princip do jisté míry logický i správný. Navzdory tomu však není dobré absolutně vyloučit lidského činitele z provozované cesty,

jako jsou výpravčí, strojvedoucí, a další obsluhující zaměstnanci. Je to z toho důvodu, že lidský faktor je nepostradatelný. V případě jakýchkoliv i drobných mimořádností (odchylek od běžného stavu), jako jsou třeba kontrola uzavření dveří projíždějících vlaků, požáry souprav, kontrola technických stavů vlakových souprav, budovy, informovanost cestujících, základní kontrola zabezpečovacího zařízení v případě poruch atd. „Když nikde nikdo není, kdo komu pomůže?“

- 3) Myšlenka: „U systému ERMS/ETCS Level 3 se uvažuje o zrušení traťových návěstidel.“

Otázkou je, jestli je opravdu bezpečné přenechat vedení vlaku, tzn. ovládání rychlosti opravdu pouze na technice. V tomto případě strojvedoucí pouze dohlíží na správnost fungování systému a prakticky nemá možnost ho za pomoci návěstidel kontrolovat. Samozřejmě tento Level 3 nadále podléhá vývoji a chová se jakožto veškeré zabezpečovací zařízení tak, že v případě jakékoliv nesrovnalosti nebo nesouladu se automaticky uvede do bezpečnějšího stavu. To znamená, že soupravu zabrzdí.

V tabulkách 1 a 2 (viz výše) je vidět jasný nárůst počtů mimořádných událostí. Oproti dřívější době samozřejmě roste i počet poruch zabezpečovacího zařízení. Toto je do jisté míry dáno větší propracovaností systému kontrolujících zabezpečovacích zařízení. V případě mimořádných událostí to znamená, že v dnešní době se veškeré mimořádné události zaznamenávají elektronickou formou. V předešlých letech mimořádné události zaznamenávala obsluha za pomoci zápisu do knihy. V případě poruch zabezpečovacího zařízení je princip velice obdobný, jen s výjimkou, že moderní zabezpečovací zařízení jsou mnohem složitější a komplexnější. Vzhledem k většímu množství použitých součástí a součástí je samozřejmostí i větší riziko poruch, které jsou však okamžitě indikovány obsluhujícím zaměstnanci.

Navzdory tomu, že autor poukazuje na určité nedostatky, zejména v oblasti řízení provozu, jedním dechem podotýká, že zabezpečovací zařízení je v maximální možné míře spolehlivé a sám mu důvěřuje. Železniční dopravu považuje za nejbezpečnější pozemní dopravu vůbec.

10 Přehled použité literatury

- AŽD, P. (nedatováno). *Systém pro kolejovou dopravu*. Načteno z Elektronické stavědlo typ ESA 11:
https://www.azd.cz/backend_bootstrap.php?netwings_query_key=/storage/get/199-
- AŽD, P. (nedatováno). *Systémy pro kolejovou dopravu*. Načteno z Elektronické stavědlo typ ESA 33: <https://www.azd.cz/admin-data/storage/get/198->
- AŽD, Praha. (nedatováno). *ESA 44*. Načteno z Staniční zabezpečovací zařízení:
<https://www.azd.cz/admin-data/storage/get/854->
- BINKO, M. (2015). *Modernizace dispečerských systémů řízení SŽDC*. Načteno z Systém dálkového řízení v ČR: <https://www.sizi.cz/file.php?nid=14068&oid=4665972>
- DCOM. (nedatováno). *Integrovaný dispečerský systém RadioVoice RV3*. Načteno z WWW:
https://www.dcom.cz/wp-content/gallery/radiovoice/CDP_P%C5%99erov0.jpg
- Dražní inspekce. (nedatováno). *STATISTIKY MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ*. Načteno z
<http://www.dicr.cz/statistiky-mimoradnych-udalosti>
- DVOŘÁK a kol., J. (1970). *Zabezpečovací zařízení na železnici*. Praha: NADAS.
- Elektromechanické zabezpečovací zařízení*. (2020). Načteno z Wikipedia:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromechanick%C3%A9_zabezpe%C4%8Dovac%C3%AD_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD
- FILIPI, P. (2018). *Rekvalifikační kurz PRACOVNÍK ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY (Sv. 4.6 Staniční zabezpečovací zařízení mechanická a elektromechanická)*. Signal projekt.
- CHUDÁČEK, V., & POUPĚ, O. (1970). *Zabezpečovací technika v železniční dopravě I*. Praha: NADAS.
- CHUDÁČEK, V., & POUPĚ, O. (1972). *Zabezpečovací technika v železniční dopravě II*. Praha: NADAS.
- KONOPÁČ, T. (2018). *Rekvalifikační kurz PRACOVNÍK ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY. 4.9 Vlakové zabezpečovací zařízení*. Signal projekt.
- KONOPÁČ, Tomáš. (2018). *Rekvalifikační kurz PRACOVNÍK ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY. 4.5 Návěstění a návěstidla*. Signal projekt.
- KONRAAD, J. (2019). *Jednořadové elektrodynamické stavědlo*. Načteno z
<http://softikon.wz.cz/ed/ed2dil.htm>
- KRIŽAN, D. (1986). *Zabezpečovací technika I*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů.
- LAJBL, T. (2011). *Vývoj návěstidel ČSD - část V*. Načteno z Vlaky Vlázky Modely:
<http://vlaky.bestsite.cz/zeleznice/vyvoj-navestidel-csd-cast-iv-vyhybky-a-vyhybkova-navestidla-2-9.htm>
- Národní implementační plán*. (2017). Načteno z ETRMS:
<https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Drazni-doprava/Evropska-unie-na-zeleznici/Evropska-unie-na-zeleznici/NIP-ERTMS-2017.pdf.aspx?lang=cs-CZ>

- PAVLAS, J. (2015). *Zabezpečovací technika v dopravě*. Načteno z <http://www.publi.cz/books/147/Cover.html>
- RÝZNAR, S. (2015). *Diplomová práce, Prověření části SZZ z hlediska servisních nákladů*. Praha: ČVUT. Načteno z <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/63856/F6-DP-2015-Ryznar-Stanislav-STP.pdf?sequence=-1>
- SCHÖTTER, J. (1990). *Otázky a odpovědi ze zabezpečovací techniky za železnicí*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů.
- SCHRÖTTER, J. (2020). Od staničního zvonu k rychlostní signalizaci. *Reportér*, 72-78.
- SIGNAL PROJEKT. (2015). Teoretické základy zabezpečovací techniky v železniční dopravě. *4.F. Staniční zabezpečovací zařízení*. Signal projekt.
- SIGNAL PROJEKT. (2018). *Rekvalifikační kurz PRACOVNÍK ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY* (Sv. 4.4 Systémy pro spolupůsobení vlaku se zabezpečovacím zařízením).
- SIGNAL PROJEKT. (2018). *Rekvalifikační kurz PRACOVNÍK ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY. 4.1 Bezpečnost v dopravě*.
- Správa železnic. (nedatováno). *Co je ETCS*. Načteno z <https://www.szdc.cz/stavby-zakazky/modernizace/etcs/co-je-etcs>
- SVOBODA, M. (1968). *Začalo to koněspřezkou*. Praha: NADAS.
- ŠERÝ, M. (2015). Teoretické základy zabezpečovací techniky v železniční dopravě. *4.D. Systémy pro spolupůsobení vlaku se zabezpečovacím zařízením*. Signal projekt.
- ŠTEFEK, P., & KUNHART, M. (1998). *Elektronické stavědlo ESA 11*. Načteno z Zabezpečovací technika: https://spz.logout.cz/infrastruktura/esa_11.html
- UHLÍK, P. (2017). *Železničná zabezpečovací technika III*. Praha: AŽD Praha s.r.o.
- Zpráva o výsledcích šetření příčin a okolností. (2008). *Srážka lokomotivního vlaku Lv 72461 s osobním vlakem Os 5011*. Brno: Drážní inspekce . Načteno z http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/MU/MU_Moravany.pdf