

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Analýza vlivu automatizačních funkcí na velikosti provozních intervalů**

**Martin Sršeň**

**Bakalářská práce**

**2021**

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Sršeň**  
Osobní číslo: **D17269**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**  
Téma práce: **Analýza vlivu automatizačních funkcí na velikosti provozních intervalů**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

### Zásady pro vypracování

Úvod  
1. Základní pojmy  
2. Současný stav žst. Chrudim  
3. Analýza provozních intervalů v žst. Chrudim  
4. Vyhodnocení  
Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**  
Rozsah grafických prací: **3-4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

VONKA, Jaroslav, Tatiana MOLKOVÁ a Jaromír ŠIROKÝ. Technologie a řízení dopravy II. – GVD. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. ISBN 80-7194-286-3  
MOLKOVÁ, Tatiana. Kapacita železničních tratí. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. ISBN 978-80-7395-317-1  
GAŠPARÍK, Jozef a Jiří KOLÁŘ. Železniční doprava: technologie, řízení, grafikonky a dalších 100 zajímavostí. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058-3  
SŽDC (ČD) D23: SLUŽEBNÍ PŘEDPIS PRO STANOVENÍ PROVOZNÍCH INTERVALŮ A NÁSLEDNÝCH MEZIDOBÍ  
Směrnice SŽDC č. 104: PROVOZNÍ INTERVALY A NÁSLEDNÁ MEZIDOBÍ

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **21. září 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. ledna 2021**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. ledna 2021

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 6. ledna 2021

Martin Sršeň

## PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Nachtigalovi, Ph.D. za vstřícný přístup, věcné připomínky a čas, který mi v průběhu tvorby této práce věnoval. Dále bych rád poděkoval řediteli společnosti Starmon s.r.o. panu Ing. Jaroslavu Mládkovi za podporu, čas a poskytnuté odborné informace nezbytné pro tuto práci. Za podporu a poskytnuté informace musím taktéž poděkovat kolegům ze Správy železnic, státní organizace.

Největší poděkování však patří mé nejbližší, bez jejíž podpory, motivace a neutuchající víry bych jen těžko zvládl zkombinovat osobní a profesní život, studia a vytvoření bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá analýzou vlivu automatizačních funkcí na velikosti provozních intervalů ve čtyřech typech zabezpečovacích zařízení. Ta jsou postupně implementována, popsána a analyzována v železniční stanici Chrudim. Výsledky rozboru těchto zabezpečovacích zařízení jsou vyhodnoceny ve vyhodnocovací části práce.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

automatizační funkce, provozní interval, technologický proces, zabezpečovací zařízení

## **TITLE**

Analysis of the impact of automation functions on the size of operating intervals

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis deals with the analysis of the impact of automation functions on the size of operating intervals in four types of security equipment. These four types are progressively implemented, described and analyzed at the railway station Chrudim. In the evaluation's part of this thesis are security equipment analysis results.

## **KEYWORD**

automation functions, operating intervals, security equipment, technologic operation

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	8
SEZNAM TABULEK.....	9
SEZNAM ZKRATEK.....	10
ÚVOD .....	11
1 ZÁKLADNÍ POJMY .....	12
1.1 Technologické procesy v železniční stanici a automatizační funkce zabezpečovacích zařízení .....	12
1.2 Provozní intervaly .....	15
2 SOUČASNÝ STAV ŽELEZNIČNÍ STANICE CHRUDIM .....	25
2.1 Technická část .....	25
2.2 Technologická část.....	26
3 ANALÝZA PROVOZNÍCH INTERVALŮ V ŽST CHRUDIM .....	28
3.1 Výměny individuálně místně stavěné.....	29
3.2 Výměny individuálně ústředně stavěné.....	32
3.3 Výměny stavěné cestovým způsobem s ruční volbou.....	36
3.4 Výměny stavěné cestovým způsobem automatickou volbou.....	39
4 VYHODNOCENÍ .....	47
ZÁVĚR .....	52
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	53
SEZNAM PŘÍLOH.....	54

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Místo možného vzájemného ohrožení .....	16
Obrázek 2 PI postupných vjezdů.....	16
Obrázek 3 PI postupného vjezdu a odjezdu .....	17
Obrázek 4 PI postupného vjezdu a průjezdu.....	17
Obrázek 5 PI postupného odjezdu a vjezdu .....	17
Obrázek 6 PI postupných odjezdů.....	18
Obrázek 7 PI postupného odjezdu a průjezdu.....	18
Obrázek 8 PI postupného průjezdu a vjezdu.....	18
Obrázek 9 PI postupného průjezdu a odjezdu.....	19
Obrázek 10 PI postupných průjezdů .....	19
Obrázek 11 PI následné jízdy.....	20
Obrázek 12 PI protisměrné jízdy.....	21
Obrázek 13 PI křižování .....	21
Obrázek 14 Železniční stanice Chrudim .....	25
Obrázek 15 Řídící přístroj.....	32
Obrázek 16 Panel kontroly přestavení výhybek na stavědle.....	34
Obrázek 17 Reliéf kolejiště na panelu - reléovka .....	37
Obrázek 18 JOP žst. Chrudim.....	40



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozdělení staničních PI.....	20
Tabulka 2 Rozdělení jednotlivých dílčích dob PI .....	23
Tabulka 3 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – mechanické SZZ a TZZ TD.....	30
Tabulka 4 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – mechanické SZZ a TZZ TD .....	31
Tabulka 5 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – elektromechanické SZZ a TZZ TD.....	35
Tabulka 6 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – elektromechanické SZZ a TZZ TD .....	36
Tabulka 7 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – reléové SZZ a TZZ AH.....	38
Tabulka 8 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – reléové SZZ a TZZ AH.....	39
Tabulka 9 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH.....	41
Tabulka 10 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH.....	41
Tabulka 11 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH – s PUZ.....	42
Tabulka 12 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH – s PUZ.....	43
Tabulka 13 Rušení vlakové cesty (r) – vlak z Medlešic – elektronické SZZ a TZZ AH.....	43
Tabulka 14 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Medlešic – elektronické SZZ a TZZ AH.....	44
Tabulka 15 Rušení vlakové cesty (r) – vlak z Medlešic – elektronika a TD – před rekonstrukcí .....	45
Tabulka 16 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Medlešic – elektronika a TD – před rekonstrukcí ....	46
Tabulka 17 Porovnání výsledných hodnot statických složek PI.....	47
Tabulka 18 Porovnání výsledných hodnot – Chrudim – Medlešice před a po rekonstrukci.....	48

## **SEZNAM ZKRATEK**

AH – Automatické hradlo

DK – Dopravní kancelář

I<sub>K</sub> – Provozní interval křižování

JOP – Jednotné obslužné pracoviště

PI – Provozní interval

SK – Staniční kolej

SZZ – Staniční zabezpečovací zařízení

TD – Telefonické dorozumívání

TK – Traťová kolej

TZZ – Traťové zabezpečovací zařízení

ZZ – Zabezpečovací zařízení

ŽST – Železniční stanice

## ÚVOD

Již od počátků budování železnice jako takové bylo nezbytně nutné zajistit plynulý provoz s důrazem na bezpečnost. To mělo za následek postupné sestavení přísných pravidel, které musely být provozními zaměstnanci striktně dodržovány. Avšak chybovost lidského faktoru si žádala o takové zařízení, které v součinnosti se zúčastněnými zaměstnanci posílí bezpečnost na železnici. Ale také urychlí provoz. Vznikla tak zabezpečovací zařízení.

Zabezpečovací zařízení se tak stala nedílnou součástí pro řízení provozu. Od starších typů zabezpečovacích zařízení, na jejichž obsluhu se podílí větší počet zaměstnanců, byla vyvinuta novější a modernější zařízení, která umožňují obsluhu z jednoho místa, jedním zaměstnancem. Centralizace více obslužných míst do jednoho tak měla za následek kromě snižování počtu zúčastněných zaměstnanců také rychlejší a bezpečnější provoz. S vývojem moderních zabezpečovacích zařízení se začaly objevovat také první automatizační funkce těchto zařízení.

Cílem této práce je prokázání, jak významnou roli mají automatizační funkce zabezpečovacích zařízení na bezpečnější a plynulejší provoz drážní dopravy, ale také na usnadnění obsluhy zabezpečovacího zařízení nebo vyloučení chybovosti lidského faktoru při organizování a řízení dráhy. Nejvhodnějším ukazatelem této skutečnosti jsou provozní intervaly, v nichž jsou promítnuty technologické procesy včetně úkonů, které musí být vykonány pro jízdy vlaků železniční stanicí. Takovou stanicí je pro následující analýzu využita železniční stanice Chrudim, na které se postupně promítnou čtyři typy staničních zabezpečovacích zařízení, díky čemuž je možné porovnat počátky s novodobým vývojem automatizačních funkcí a jejich vlivu na velikost provozních intervalů. Součástí práce je mimo jiné zhodnocení pozitiv a negativ zavádění těchto funkcí.

# 1 ZÁKLADNÍ POJMY

První kapitola se zabývá seznámením, výkladem a popisem základních pojmů jako technologické procesy, automatizační funkce a provozní intervaly (dále jen PI), a to pro získání potřebného přehledu, který je nezbytný k provedené analýze v kapitole č. 3.

## 1.1 Technologické procesy v železniční stanici a automatizační funkce zabezpečovacích zařízení

### Zjištění konce vlaku

Zjištění konce vlaku nastává ve chvíli, kdy je jízdou vlaku uvolněno místo ohrožení a je zjištěna skutečnost, že je vlak celý. Tato informace je předána (zaměstnancem či automaticky zabezpečovacím zařízením) na určené pracoviště. Takovým pracovištěm je dopravní kancelář, stavědlo, popřípadě pracoviště, kde je po doručení této informace obsluhováno zabezpečovací zařízení (dále jen ZZ) pro zrušení vlakové cesty. [5]

Možnosti zjištění konce vlaku:

1. automatické zjištění konce vlaku – skutečnost, že vlak je celý, se vyhodnocuje pomocí kolejových obvodů nebo počítačů náprav; v takovém případě je doba zjištění konce vlaku nulová,
2. zjištění konce vlaku zaměstnancem – konec vlaku zjišťují provozní zaměstnanci (např. výpravčí či signalisté) nebo doprovod vlaku (např. strojvedoucí či vlakvedoucí). Doba potřebná na zjištění konce vlaku je tak navýšena o dobu chůze (jízdy na kole) z místa zjištění konce vlaku a o dobu nutnou k předání informace o konci vlaku. [5]

### Obsluha zabezpečovacího zařízení pro zrušení vlakové cesty

Obsluha ZZ pro zrušení vlakové cesty nastává ve chvíli, kdy je zaměstnancem přestaven ovládací prvek (tlačítko, páka, klika apod.) návěstidla, které kryje místo ohrožení, do polohy zakazující jízdu vlaku. Rušení vlakové cesty u ZZ s funkcí Automatické rušení vlakové cesty nastává začátkem automatického rozpadu vlakové cesty. [5]

Automatický rozpad vlakové cesty je samočinná funkce konkrétních typů ZZ. Je tak učiněno na základě vyhodnocení ZZ, že vlak jízdou obsadil a uvolnil určité úseky. Vyhodnocení takové skutečnosti je za pomoci kolejových obvodů či počítačů náprav.

## **Změna traťového souhlasu, odhláška, nabídka a přijetí**

**Změna traťového souhlasu** se provádí v případě, kdy je traťové zabezpečovací zařízení (dále jen TZZ) poloautomatický blok (reléový nebo hradlový), automatický blok nebo automatické hradlo (dále jen AH) a jedná-li se o provozní interval křížování.

V systému dálkového ovládání je možné využít technologický proces, kdy dochází funkcí ZZ k automatickému otáčení traťového souhlasu na základě volby jízdní cesty v jedné z řízených dopraven. Tato funkce je spuštěna na ovládacím počítači jednotného obslužného pracoviště (dále jen JOP) elektronického stavědla společnosti Starmon s.r.o., ze kterého je řízena celá trať. Ostatní stanice na takové trati, ve kterých je staniční zabezpečovací zařízení (dále jen SZZ) elektronické stavědlo, musí být přepnuty do režimu dálkového ovládání.

**Telefonická nabídka a přijetí** se vykonává v případě, kdy je místem ohrožení prostorový oddíl a jízdy vlaků se v takovém oddíle zajišťují telefonickým dorozumíváním, a jedná-li se o provozní interval:

1. křížování, nebo
2. následné jízdy.

V situaci, kdy se jedná o traťovou kolej (dále jen TK) ohraničenou pouze jednou dopravnou, telefonická nabídka či změna traťového souhlasu se neprovádí.

**Odhláška** se provádí po přestavení hlavního návěstidla (vjezdového či oddílového včetně samostatných předvěstí těchto návěstidel) do polohy zakazující jízdu vlaku, a tedy po zjištění skutečnosti, že vlak vjel celý. Místem ohrožení je prostorový oddíl.

Z hlediska PI se odhláška započítává do PI následné jízdy a křížování, avšak za předpokladu, že se prostorový oddíl nenachází v obvodu jedné dopravní. [5]

## **Telefonický nebo osobní příkaz k přípravě vlakové cesty**

Tento proces vykoná zaměstnanec (výpravčí) za předpokladu, že se přípravy vlakové cesty účastní i další zaměstnanci (signalista, výhybkář apod.). V takovém případě probíhá mezi zaměstnanci komunikace formou ústního (osobního) či telefonického hovoru (rádiová stanice).

Příkaz k přípravě vlakové cesty pro následující vlak nesmí být vydán, pokud není zrušena vlaková cesta po prvním vlaku. [5]

## **Přestavování výhybek**

Přestavování výhybek zajišťují buď zaměstnanci (výpravčí, výhybkář apod. ručním přestavením výhybek), zaměstnanci obsluhou ovládacích prvků pohonu pro přestavení výhybek (přestavníky, páky, tlačítka apod.) nebo automatická funkce ZZ, kdy obsluhující zaměstnanec navolí počátečním a koncovým, popř. variantním tlačítkem začátek a konec vlakové cesty a výhybky (nacházející se v takto navolené vlakové cestě) se automaticky funkcí ZZ přestaví.

Do procesu přestavování výhybek se, kromě vlastní obsluhy, také zahrnují přestavování mechanických závorníků, uzamykání a odemykání klíčů nebo chůze (jízda na kole) u výhybek přestavovaných místně či ručně.

## **Obsluha ZZ pro přípravu vlakové cesty**

Technologický proces obsluha ZZ pro přípravu vlakové cesty začíná v okamžiku přestavení ovládacích prvků ZZ pro postavení požadované vlakové cesty. Přestavením hlavního návěstidla, které kryje místo ohrožení, do polohy povolující jízdu vlaku je tento technologický proces ukončen. Dále zahrnuje telefonické či osobní hlášení volnosti a správného postavení vlakové cesty. U některých typů SZZ je přestavování výhybek zahrnuto v tomto procesu, u některých je však zcela odděleno. [5]

Obsluha ZZ pro přípravu vlakové cesty je u modernějších SZZ vybavena automatizační funkcí Automatické dokončení přípravy vlakové cesty. Zaměstnanec, obsluhující daný typ SZZ, ovládacím prvkem (nejčastěji stiskem tlačítek) navolí začátek a konec vlakové cesty. SZZ samočinně postaví požadovanou vlakovou cestu – přestaví výhybky, příp. uvede v činnost přejezdová ZZ a na hlavním návěstidle (popř. také na cestových) přestaví návěst na návěst povolující jízdu vlaku.

Další automatizační funkcí je Automatické stavění vlakových cest (ASVC), což je taková funkce, kdy výpravčí povel „AB“ (u elektronického stavědla společnosti Starmon s.r.o.) na ovládacím počítači přepne stanici do režimu, ve kterém jsou vlakové cesty automaticky stavěny pro průjezd vlaku. Vlakové cesty jsou stavěny automaticky (funkcí elektronického stavědla) při vjetí vlaku do spouštěcího úseku. To je vyhodnoceno kolejeovými obvody nebo počítači náprav.

## **Doba zpoždění rozsvícení návěstidla**

Doba zpoždění rozsvícení návěstidla je doba odložení přestavení hlavního návěstidla (které kryje místo ohrožení) na návěst povolující jízdu vlaku, a to z důvodu umístění návěstidla v přibližovacím úseku přejezdu, který je obsazen. [5]

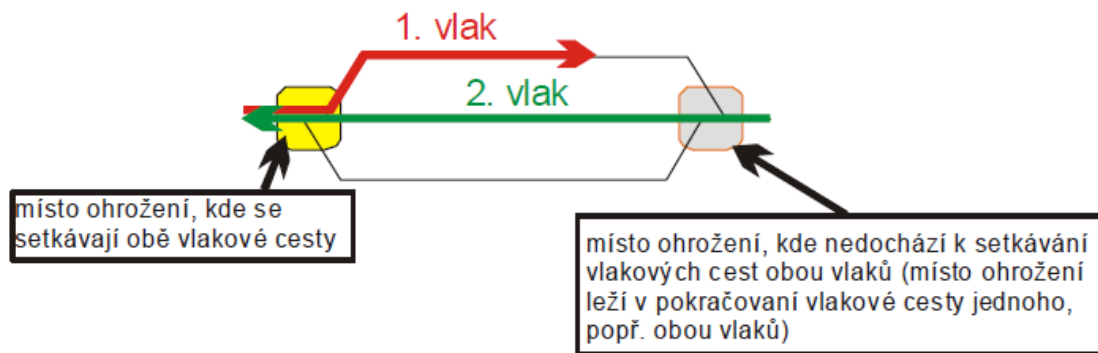
Zpoždění rozsvícení návěstidla je také automatizační funkcí konkrétních typů ZZ. Začíná tak v okamžiku, kdy obsluhující zaměstnanec na ovládacím přístroji ZZ navolí požadovanou vlakovou cestu. Přejezdové ZZ se tím uvede v činnost. Hlavní návěstidlo se automaticky přestaví na návěst povolující jízdu vlaku po uplynutí tzv. předzváněcí doby přejezdového zabezpečovacího zařízení.

Aby bylo zpoždění rozsvícení návěstidla eliminováno, elektronická stavědla společnosti Starmon s.r.o. nabízejí možnost funkce s názvem Podmíněné uzavření závor (PUZ), které se využije ve stanicích při křižování. Tato automatizační funkce elektronického stavědla je spuštěna ve chvíli, kdy výpravčí zavede povel do elektronického stavědla před vjetím vlaku do úseku přejezdu. Přejezd zůstane uzavřen. K jeho znovuotevření dojde automaticky po odjetí křižujícího vlaku ze stanice a uvolnění úseku tohoto přejezdu.

## **1.2 Provozní intervaly**

Provozní interval je nejkratší doba, za kterou je při splnění všech potřebných úkonů zajištěna bezpečnost a plynulost jízd vlaků v místech možného vzájemného ohrožení, a to v dopravnách nebo na širé trati. PI je tedy nejkratší doba mezi příjezdem, odjezdem nebo průjezdem prvního vlaku a příjezdem, odjezdem nebo průjezdem druhého vlaku. [3]

**Místo možného vzájemného ohrožení** (dále jen místo ohrožení) je takové místo, kde dochází k setkávání vlakových cest nebo jejich pokračování (tzv. kolizní bod). [3]



ZDROJ: [5]

Obrázek 1 Místo možného vzájemného ohrožení

Rozdělení PI do tří skupin, a to z pohledu míst možného vzájemného ohrožení:

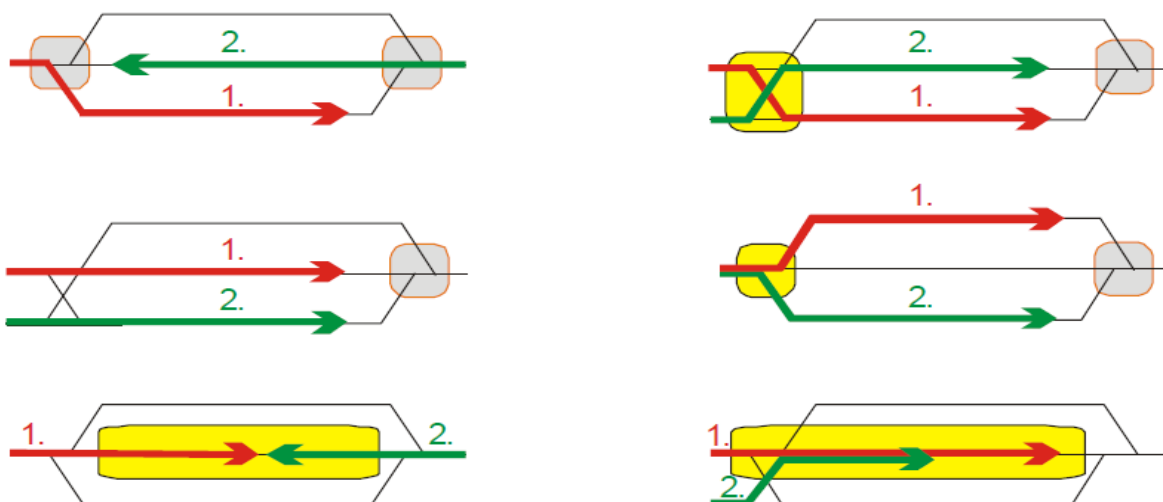
1. staniční provozní intervaly,
2. traťové provozní intervaly,
3. staniční i traťové provozní intervaly.

### Staniční provozní intervaly

Místem možného vzájemného ohrožení je staniční zhlaví. Jedná se především o ohrožení dvou jízdních cest, ať už ve stejném, nebo opačném směru. [2]

Staniční PI se rozdělují podle pořadí obsazování místa ohrožení prvním a druhým vlakem, a to na PI:

1. postupných vjezdů  $I_{vv}$  - nejkratší doba mezi okamžiky příjezdů prvního a druhého vlaku,

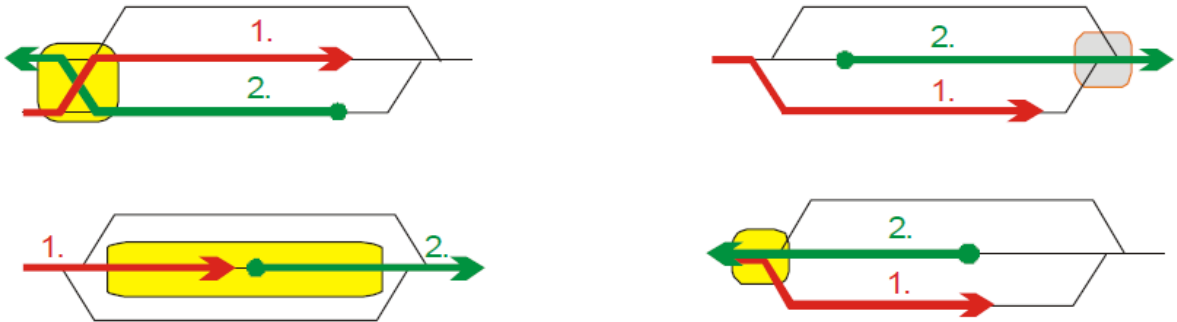


ZDROJ: [5]

Obrázek 2 PI postupných vjezdů



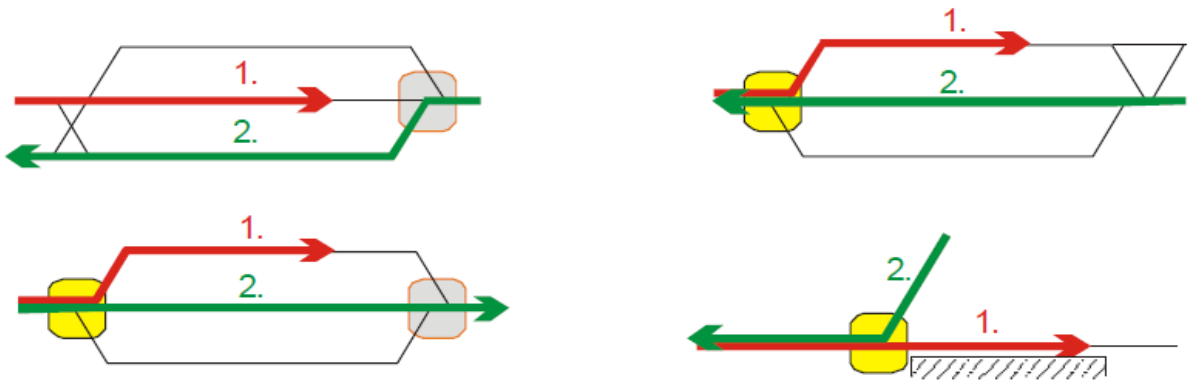
2. postupného vjezdu a odjezdu  $I_{VO}$  - nejkratší doba mezi okamžikem příjezdu prvního vlaku a okamžikem odjezdu druhého vlaku,



ZDROJ: [5]

Obrázek 3 PI postupného vjezdu a odjezdu

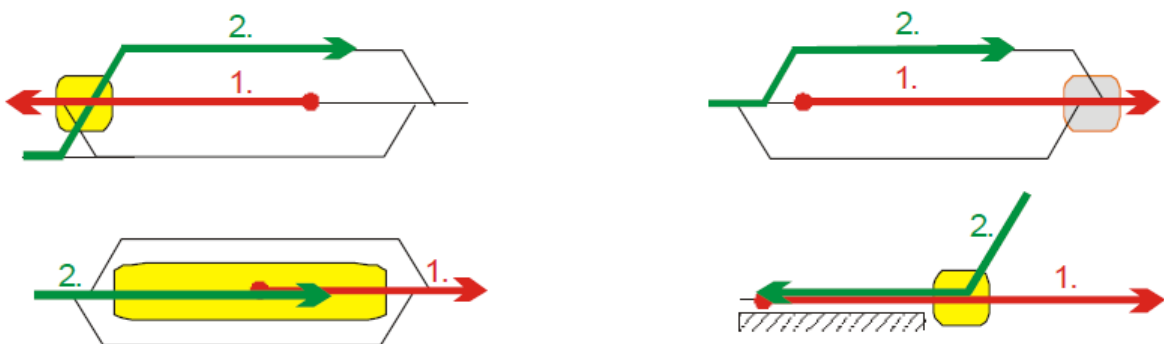
3. postupného vjezdu a průjezdu  $I_{VP}$  - nejkratší doba mezi okamžikem příjezdu prvního vlaku a okamžikem průjezdu druhého vlaku,



ZDROJ: [5]

Obrázek 4 PI postupného vjezdu a průjezdu

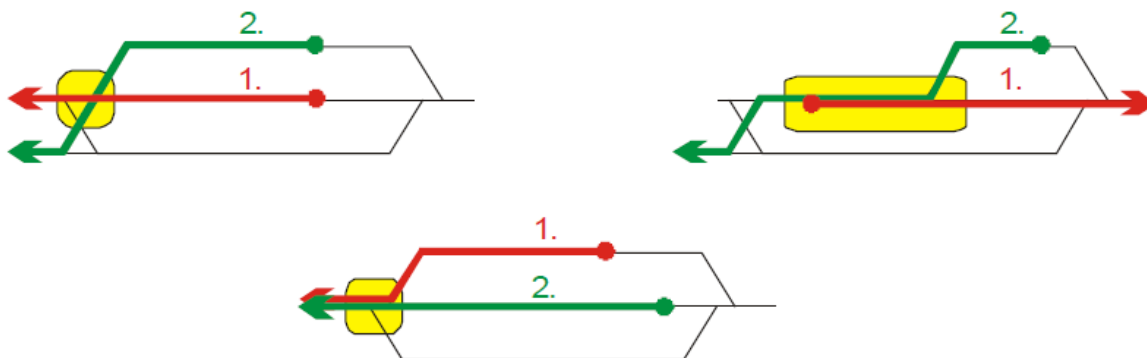
4. postupného odjezdu a vjezdu  $I_{OV}$  - nejkratší doba mezi okamžikem odjezdu prvního vlaku a okamžikem vjezdu druhého vlaku v dopravně,



ZDROJ: [5]

Obrázek 5 PI postupného odjezdu a vjezdu

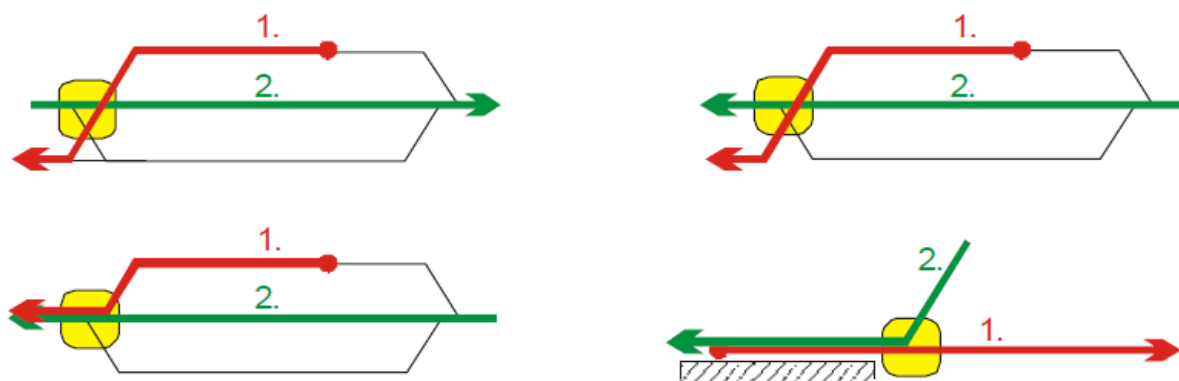
5. postupných odjezdů  $I_{00}$  - nejkratší doba mezi okamžiky odjezdů prvního a druhého vlaku,



ZDROJ: [5]

Obrázek 6 PI postupných odjezdů

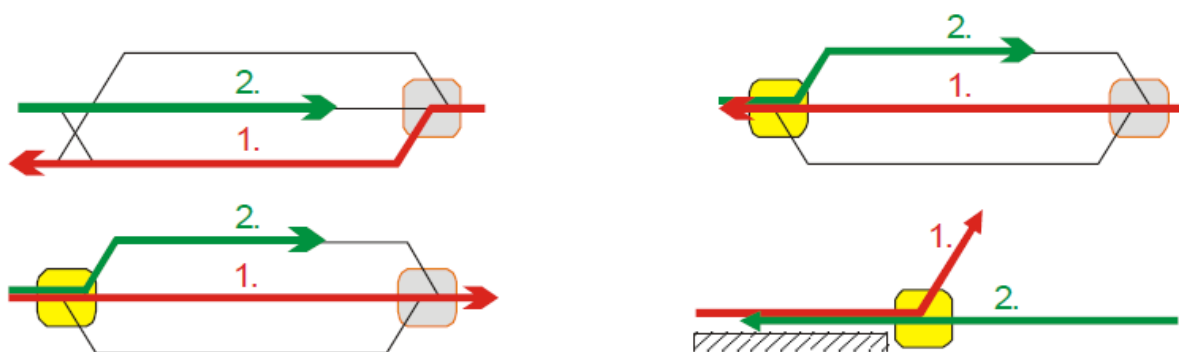
6. postupného odjezdu a průjezdu  $I_{0p}$  – nejkratší doba mezi okamžikem odjezdu prvního vlaku a okamžikem průjezdu druhého vlaku,



ZDROJ: [5]

Obrázek 7 PI postupného odjezdu a průjezdu

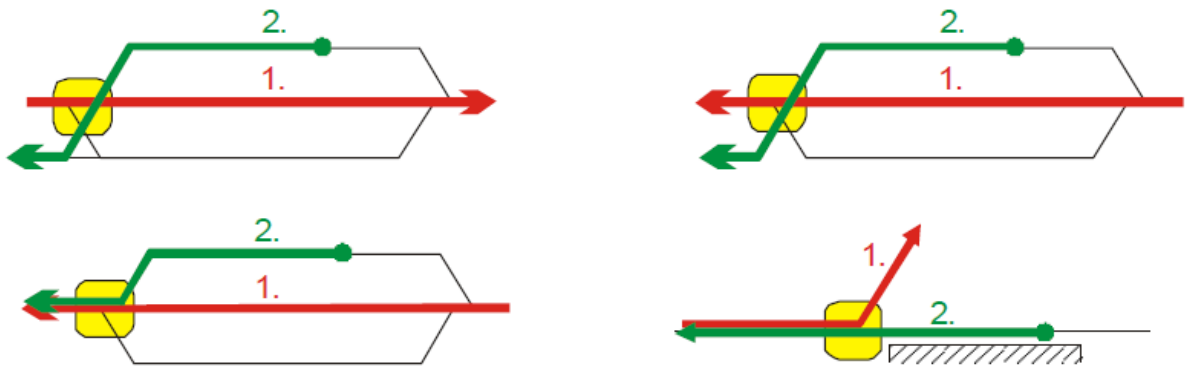
7. postupného průjezdu a vjezdu  $I_{pv}$  - nejkratší doba mezi okamžikem průjezdu prvního vlaku a okamžikem příjezdu druhého vlaku,



ZDROJ: [5]

Obrázek 8 PI postupného průjezdu a vjezdu

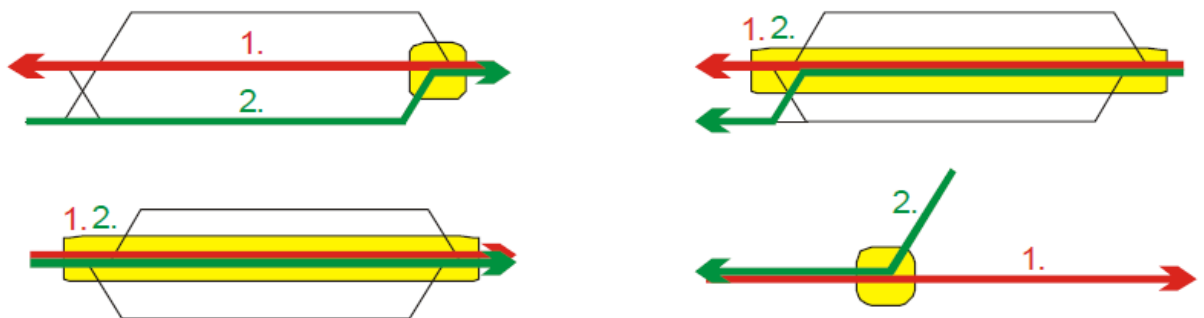
8. postupného průjezdu a odjezdu I<sub>po</sub> - nejkratší doba mezi okamžikem průjezdu prvního vlaku a okamžikem odjezdu druhého vlaku,



ZDROJ: [5]

Obrázek 9 PI postupného průjezdu a odjezdu

9. Postupných průjezdů I<sub>PP</sub> - nejkratší doba mezi okamžiky průjezdů prvního i druhého vlaku. [5]



ZDROJ: [5]

Obrázek 10 PI postupných průjezdů

Rozdělení PI podle pořadí, v němž první a druhý vlak obsazují místo ohrožení, znázorňuje Tabulka 1.

Tabulka 1 Rozdělení staničních PI

Provozní interval		Druhý vlak		
		vjíždí	odjíždí	projíždí
První vlak	vjíždí	interval postupných vjezdů	interval postupného vjezdu a odjezdu	interval postupného vjezdu a průjezdu
	odjíždí	interval postupného odjezdu a vjezdu	interval postupných odjezdů	interval postupného odjezdu a průjezdu
	projíždí	interval postupného průjezdu a vjezdu	interval postupného průjezdu a odjezdu	interval postupných průjezdů

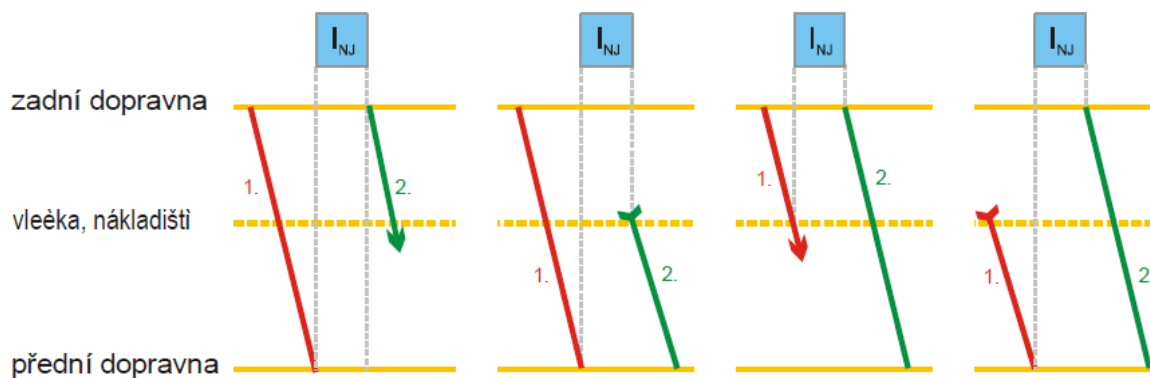
ZDROJ: Autor s využitím [5]

### Traťové provozní intervaly

Místem ohrožení u traťových PI je prostorový oddíl. První vlak z prostorového oddílu odjíždí a druhý vlak do téhož prostorového oddílu vjíždí. [3]

Traťové provozní intervaly se dělí na provozní intervaly:

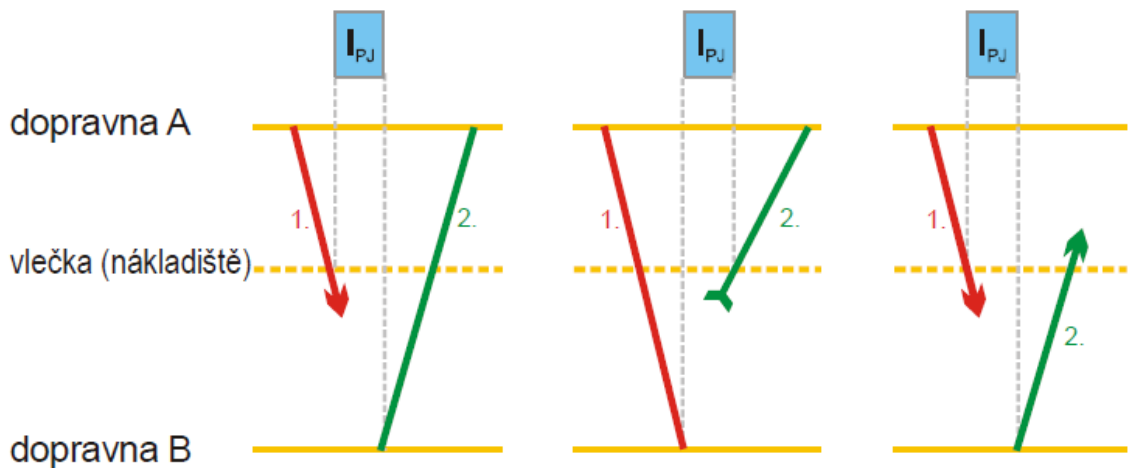
1. následné jízdy  $I_{NJ}$  - nejkratší doba mezi okamžikem příjezdu, průjezdu či odjezdu prvního vlaku a odjezdu nebo průjezdu druhého vlaku v daném místě prostorového oddílu, přičemž se jedná o vlaky stejného směru,



ZDROJ: 53

Obrázek 11 PI následné jízdy

2. protisměrné jízdy  $I_{PJ}$  - nejkratší doba mezi okamžikem příjezdu, průjezdu či odjezdu prvního vlaku a odjezdu nebo průjezdu druhého vlaku v daném místě prostorového oddílu, přičemž se ale jedná o vlaky opačného směru. [4]

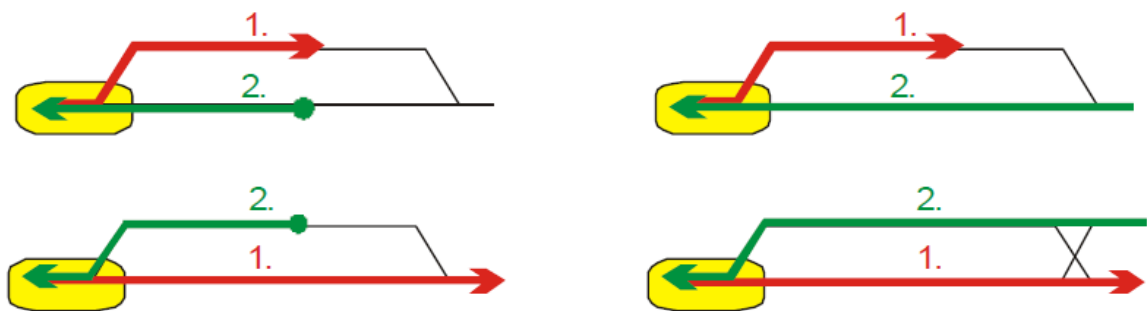


ZDROJ: [5]

Obrázek 12 PI protisměrné jízdy

### Staniční i traťové provozní intervaly

Provozní intervaly, u kterých je místem ohrožení jak staniční zhlaví, tak i prostorový oddíl, lze zařadit mezi provozní intervaly staniční i traťové. Jde o takový případ, kdy první i druhý vlak jedou po stejné traťové koleji a jedná se o vlaky opačných směrů. Druhý vlak odjíždí na stejnou TK, ze které přijel první vlak. Takový PI se nazývá provozní interval křižování  $I_k$ . PI křižování je tedy nejkratší doba, za kterou druhý vlak odjíždí na TK, ze které přijel první vlak. Z výše uvedeného vyplývá, že PI křižování je pro následující analýzu nejvhodnějším ukazatelem.



ZDROJ: [5]

Obrázek 13 PI křižování

## Rozbor a výpočet provozních intervalů

Délka PI závisí na:

1. druhu staničního a traťového ZZ,
2. způsobu přestavování výhybek,
3. způsobu zjišťování konce vlaku,
4. kolejovém uspořádání dopravní (situování návěstidel, rozhodující výhybky, nástupišť, dopravní kanceláře, stavědel, stanovišť, předpokládaného místa zastavení atp.),
5. parametrech vlaků, hlavně však na délce vlaků a průběhu jejich rychlosti,
6. způsobu dorozumívání mezi zaměstnanci,
7. počtu a rozsahu působnosti zaměstnanců zúčastněných na přípravě a rušení vlakové cesty a na technologii jejich práce. [5]

Hodnota PI se skládá z pěti dílčích dob:

$$I = j_1 + r + p + j_2 + d \quad [\text{min}] \quad [5]$$

kde:  $j_1$ .....jízda prvního vlaku k uvolnění (dynamická složka prvního vlaku),  
 $r$  ..... rušení vlakové cesty po prvním vlaku,  
 $p$ ..... příprava vlakové cesty pro druhý vlak,  
 $j_2$ .....jízda druhého vlaku od obsazení (dynamická složka druhého vlaku),  
 $d$ ..... dohlednost nebo výprava druhého vlaku.

Jednotlivé dílčí doby na sebe bezprostředně navazují, tzn. po skončení jedné složky neprodleně začíná následující složka. [5]

Některé dílčí doby se skládají z více částí, což znázorňuje Tabulka 2.

Tabulka 2 Rozdělení jednotlivých dílčích dob PI

Dílčí doba	Složky
Jízda prvního vlaku k uvolnění ( $j_1$ )	
Rušení vlakové cesty po prvním vlaku ( $r$ )	Zjištění konce vlaku
	Obsluha ZZ pro zrušení vlakové cesty
	Odhláška
Příprava vlakové cesty pro druhý vlak ( $p$ )	Změna traťového souhlasu; telefonická nabídka a přijetí
	Telefonický či osobní příkaz k přípravě vlakové cesty
	Přestavování výhybek
	Obsluha ZZ pro přípravu vlakové cesty
	Doba zpoždění rozsvícení návěstidla
Jízda druhého vlaku od obsazení ( $j_2$ )	
Dohlednost nebo výprava vlaku ( $d$ )	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Složky  $j_1$  a  $j_2$  jsou složky dynamické. Hodnota těchto složek je určena zejména vzdáleností pro vjezd, odjezd a průjezd vlaku a rychlostí vlaku. [1]

Složky  $r$  a  $p$  jsou složky staničních (statických) operací (procesů) (dále bude užíván termín statické složky). Jedná se o čas potřebný na vykonání všech technologických procesů spojených s bezpečným vjezdem, odjezdem nebo průjezdem vlaku. Tyto složky se získají součtem jednotlivých, předpisy stanovených úkonů, které musí provozní zaměstnanci vykonat, aby byla zajištěna bezpečnost a plynulost drážní dopravy. [1]

Složka  $d$  značí dohlednost a výpravu vlaku a týká se druhého vlaku. Dohlednost je taková doba, na kterou je strojvedoucí schopen bezpečně registrovat změnu návěstního znaku na návěstidle. Doba výpravy je čas potřebný na ukončení výstupu a nástupu cestujících, uzavření dveří, předání příslušných návěstí souvisejících s výpravou vlaku a odbrzdění vlaku. [5]

Složky  $j_1$ ,  $j_2$ ,  $d$  jsou složky dynamické, složky  $r$ ,  $p$  jsou složky statické. Složky  $j_1$ ,  $r$  se vztahují k prvnímu vlaku (souhrnně  $t_I$ ), složky  $p$ ,  $j_2$ ,  $d$  se vztahují k druhému vlaku (souhrnně  $t_{II}$ ). [5]

Pokud v jednotlivých technologických procesích probíhají současně dva či více úkonů, které se časově překrývají, do doby statických složek se taková doba počítá jen jednou.

Úkony, které nejsou součástí provozního intervalu (lze je vykonat předem, anebo naopak později) se nezapočítávají. [5]

Všechny časové hodnoty se uvádějí v minutách a dílčí doby úkonů se při manuálním výpočtu zaokrouhlují na setiny minuty.

Výsledné hodnoty PI se zaokrouhlují na půlminuty, a to takto:

1. hodnoty přesahující celou minutu nebo půlminutu o nejvýše 0,05 se zaokrouhlují dolů,
2. ostatní hodnoty se zaokrouhlují nahoru. [5]

Příklady zaokrouhlování:

1. kladných hodnot:  $1,05 \rightarrow 1$ ;  $1,06 \rightarrow 1,5$ ,
2. záporných hodnot:  $-0,45 \rightarrow -0,5$ ;  $-0,44 \rightarrow 0$ .



## 2 SOUČASNÝ STAV ŽELEZNIČNÍ STANICE CHRUDIM

Pro následující analýzu je využita železniční stanice Chrudim. Je proto nezbytné popsat současný stav této stanice včetně přilehlých traťových úseků. Z důvodu přehlednosti je tato kapitola rozdělena do dvou částí, a to do technické a technologické části. V technické části je popsána situace a dispozice této železniční stanice a rychlost pojížděných kolejí ve stanici i v přilehlých úsecích. V technologické části jsou popsána současná staniční, traťová a přejezdová ZZ.



ZDROJ: Autor

Obrázek 14 Železniční stanice Chrudim

### 2.1 Technická část

#### Situace

Železniční stanice (dále jen žst.) Chrudim, která se nachází v Pardubickém kraji, leží na neelektrifikovaných tratích č. 016 (Chrudim – Borohrádek) a č. 238 (Pardubice – Havlíčkův Brod). Posledně jmenovaná trať prošla v letech 2015–2016 částečnou rekonstrukcí pod názvem „Revitalizace trati Pardubice – Ždírec nad Doubravou“, během které došlo mj. k rekonstrukci a modernizaci žst. Chrudim včetně přilehlého traťového úseku

Chrudim – Slatiňany. V první polovině roku 2020 prošel modernizací také traťový úsek Chrudim – Medlešice.

Tyto traťové úseky budou dále popsány, analyzovány a následně užity při výpočtech PI.

### **Dispozice**

Stanice disponuje zrekonstruovaným kolejištěm o počtu sedmi kolejí, z toho čtyři dopravní a tři manipulační. U výpravní budovy (u koleje č. 4) se nachází mimoúrovňové nástupiště č. 1. a mezi kolejemi č. 1 a 2 (2a) úrovňové, poloostrovní nástupiště č. 2, na které je přístup cestujících po centrálním přechodu od výpravní budovy.

### **Rychlost**

Rychlost ve stanici po první staniční koleji je navazující z traťové koleje (Pardubice – Havlíčkův Brod) – 80 km/h. Obdobně rychlost po druhé (2a) staniční koleji je navazující z traťové koleje (Chrudim – Borohrádek), avšak 50 km/h. Rychlost na staničních kolejích č. 4 a 5 je 40 km/h, na 3. staniční koleji pak 50 km/h.

## **2.2 Technologická část**

### **Staniční zabezpečovací zařízení**

Současné SZZ spadá do 3. kategorie. Jedná se o zařízení společnosti Starmon s.r.o., konkrétně o elektronické stavědlo K-2002. To je obsluhováno z JOP, které je situováno ve výpravní budově. Zde jsou umístěny celkem 2 počítače. Jeden jako ovládací počítač s barevným LCD displejem, myší, klávesnicí a snímacím zařízením na personální identifikační kartu. Druhý je evidenční počítač, který pomocí aplikace GRADO zajišťuje automatické vedení dopravní dokumentace (GTN).

Ve stavědlové ústředně jsou pak umístěny další počítače. Jedna dvojice technologických bezpečných počítačů, které zajišťují logické dopravně-bezpečnostní algoritmy. Dále komunikační počítač, který zajišťuje ukládání diagnostických informací a zprostředkovává komunikaci mezi ovládacími a technologickými počítači.

Volnost kolejových úseků je vyhodnocována pomocí počítačů náprav, umístěných v kolejišti, a zobrazována na monitoru ovládacího počítače. Stavění vlakových a posunových cest se provádí cestovým způsobem, kdy se na ovládacím počítači zadá počátek a konec jízdní cesty, čímž dochází k automatickému přestavení výhybek ležících v zadané jízdní cestě a postavení zvolené jízdní cesty. Závěr postavené jízdní cesty pak znemožňuje přestavování všech

pojízdných a odvratných výhybek a stavění všech jízdnic cest, které by mohly ohrozit požadovanou jízdnic cestu.

### **Traťové zabezpečovací zařízení**

Trať ve směru Medlešice i Slatiňany (Pardubice – Havlíčkův Brod) je vybavena TZZ 3. kategorie, konkrétně automatickým hradlem AH 88A/SW společnosti Starmon s.r.o.

Traťový úsek Chrudim – Medlešice je řízen z JOP v žst. Medlešice a trať směr Slatiňany je řízena z JOP umístěném v žst. Žďárec u Skutče.

Trať Chrudim – Borohrádek (směr Chrudim město) je bez TZZ a drážní doprava je provozována dle předpisu SŽDC D3. Jízdy vlaků jsou tedy zabezpečeny telefonickým dorozumíváním, konkrétně závazným slovním zněním.

### **Přejezdové zabezpečovací zařízení**

Součástí stanice jsou z hlediska ovládní přejezdového zabezpečovacího zařízení tři křížení s pozemní komunikací (dále jen přejezd). Konkrétně přejezdy (směr Slatiňany) P5342 v km 79,457 se silnicí I. třídy a P5343 v km 80,145 se silnicí III. třídy, které jsou vybaveny signalizačním světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením spolu se sklopnými břevny závor, a přejezd (směr Medlešice) P5344 v km 81,604 s místní komunikací. Ten je vybaven signalizačním světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením.

Předzváněcí doby pro přejezdy jsou dle Staničního řádu následující: P5342 (79,457 km) 49 s, P5343 (80,145) 57 s a P5344 (81,604 km) 40 s.

Ze širé tratě jsou tyto přejezdy uvedeny v činnost při vjetí vlaku do přibližovacího úseku. Vyhodnocení volnosti úseků je pomocí počítačů náprav a přejezdového ZZ. Při odjezdu vlaku ze stanice je přejezdové ZZ uvedeno v činnost automaticky při stavění vlakové cesty, kdy však dochází ke zpoždění rozsvícení návěstidla o dobu viz předzváněcí doby.

### 3 ANALÝZA PROVOZNÍCH INTERVALŮ V ŽST CHRUDIM

Z důvodu efektivnějšího popisu a rozboru činností automatizačních funkcí jednotlivých ZZ a následné analýzy jsou vytvořeny čtyři skupiny podle způsobu stavění vlakových cest. Ty jsou postupně implementovány, popsány a analyzovány v žst. Chrudim. Ve všech těchto skupinách jsou popsány technologické procesy, které musí být za pomoci provozních zaměstnanců či ZZ vykonány, a automatizační funkce, kterými jsou tato ZZ vybaveny.

Rozdělení skupin podle způsobu stavění vlakových cest:

1. Výměny individuálně místně stavěné,
2. Výměny individuálně ústředně stavěné,
3. Výměny stavěné cestovým způsobem s ruční volbou,
4. Výměny stavěné cestovým způsobem automatickou volbou.

Cílem následující analýzy je zhodnocení a prokázání faktu, v jaké míře ovlivní automatizační funkce velikost provozních intervalů. Na dynamické složky PI však tyto funkce nemají vliv. Z tohoto důvodu jsou analyzovány a počítány pouze statické složky  $r$  a  $p$ . Tím pádem je zanedbáno, zda se jedná o jízdy vlaků osobních, či nákladních, a označení vlaků je v analýze obecnou formou, např. „první vlak ze směru Medlešice“.

Jelikož se jedná o jednokolejnou trať (Pardubice – Havlíčkův Brod) a v žst Chrudim je pravidelně uskutečňováno křižování vlaků ze směru Medlešice a Slatiňany, místem ohrožení je staniční zhlaví, ale také prostorový oddíl. Nejvhodnějším ukazatelem z hlediska technologických procesů a vlivu SZZ je tak PI křižování – Ik, a proto je v analýze užit pouze tento PI.

V každé ze čtyř skupin je použit traťový úsek Chrudim – Medlešice, ve kterém se nachází přejezd P5344 v km 81,604 s předzváněcí dobou 40 s, a Chrudim – Slatiňany s přejezdy P5342 v km 79,457 a P5343 v km 80,145 s předzváněcími dobami 49 s a 57 s. V žst. Chrudim vlaky křižují na staničních kolejích č. 1 a 2. Na jedné staniční koleji (dále jen SK) první vlak již stojí a čeká na vykřižování ve směru, z kterého přijíždí druhý vlak. Rozbor technologických procesů tak v analýze začíná až s příjezdem druhého vlaku. Končí v okamžiku přestavení

hlavního návěstidla do polohy povolující jízdu vlaku pro první vlak. Tyto skutečnosti jsou v jednotlivých skupinách neměnné.

### **3.1 Výměny individuálně místně stavěné**

V této kategorii je jako SZZ promítnuto mechanické zabezpečovací zařízení bez závislého výhybkářského stanoviště a na trati Pardubice – Havlíčkův Brod je telefonické dorozumívání (dále jen TD). Žst. Medlešice je, stejně jako žst. Slatiňany, obsazena výpravčím, na trati je TD, což znamená, že řízení jízd vlaků je v traťovém úseku Chrudim – Medlešice a Chrudim – Slatiňany organizováno telefonickými hovory (závazným slovním zněním dle příslušných předpisů pro řízení dráhy a drážní dopravy) mezi výpravčím žst. Chrudim a výpravčím sousední stanice. Tento proces je nazýván nabídka, odhláška a přijetí (popis těchto procesů je v kapitole 1.1).

Stanice je trvale obsazena výpravčím a výhybkářem, který kromě přestavování výhybek ovládá také přejezd P5343 (směr Slatiňany, ve stanici). Oba zaměstnanci sídlí v dopravní kanceláři uvnitř výpravní budovy.

Obsluhu SZZ, konkrétně ústředního zámku, které je umístěno v dopravní kanceláři, provádí výpravčí. Uvnitř ústředního zámku jsou pravítka s výřezy a pravítka s trny, ty jsou posouvány a uzamčeny pomocí klíčů. Na vnější části tohoto zařízení jsou vyznačeny jízdni cesty včetně výhybek. Každá výhybka má svůj klíč, stejně tak každé návěstidlo. Pro postavení návěstidla je zapotřebí tzv. výsledný klíč, který je získán po uzamčení klíčů výhybek v ústředním zámku. Klíče od výhybek jsou výpravčím vyjmuty a předány výhybkáři. Ten nimi uzamkne přestavené výhybky do požadované polohy.

Přejezd P5343 je zabezpečen závorami. Ty jsou ovládány mechanicky pomocí klikového a lanového ústrojí umístěném v závorářském stanovišti vedle přejezdu.

Pohyb výhybkáře k výhybkám a do závorářského stanoviště je zajišťován jízdou na kole. Tento způsob dopravování je povolen Staničním řádem.

Přejezdy P5344 v traťovém úseku směr Medlešice a P5342 v traťovém úseku směr Slatiňany jsou taktéž zabezpečeny mechanickým zařízením klikového ústrojí a lanovodu. Oba přejezdy jsou, stejně jako přejezd ve stanici, vybaveny závorami. Závorářská stanoviště těchto přejezdů jsou trvale obsazena zaměstnanci – závoráři. Pokyny k uzavření přejezdů dává výpravčí závorářům telefonickým hlášením.

### Křižování v žst. Chrudim ze směru Slatiňany

Vlak, který odjede směr Slatiňany, stojí na druhé SK (dále jen 2SK). S ním křižující vlak ze Slatiňan přijíždí na první SK (dále jen 1SK). Vlaková cesta ze směru Slatiňany je v základní poloze postavena na 1SK, což znamená, že není třeba stavět vlakovou cestu pro přijíždějící vlak ze Slatiňan. Je ale zapotřebí před tímto přijíždějícím vlakem uzavřít přejezd P5343. Obsluhu tohoto přejezdu provádí výhybkář, a tak, v dostatečném předstihu, usedá na kolo a odjíždí uzavřít přejezd, který po příjezdu vlaku ze Slatiňan zůstane uzavřen i pro vlak odjíždějící z 2SK směr Slatiňany. Jelikož je obsluha přejezdu provedena ještě před příjezdem vlaku ze Slatiňan, a vlaková cesta je postavena na 1SK, nebude doba pro přesun zaměstnance k přejezdu, včetně návratu do dopravní kanceláře (dále jen DK), započítána do provozních intervalů.

Vlak ze Slatiňan přijel na 1SK, výpravčí pohledem kontroluje skutečnost, že vlak vjel celý a vrací se zpět do DK, kde už je připraven výhybkář k následujícím úkonům. Výpravčí přestaví vjezdové návěstidlo na návěst stůj, vyjme výsledný klíč ze zámku návěstidla a zasune jej do ústředního zámku.

Tabulka 3 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – mechanické SZZ a TZZ TD

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
$r_K$	zjištění konce vlaku	návrat zaměstnance obsluhy dráhy do dopravní kanceláře	0,10	DK
$r_{ZZ}$	postavení návěstidla na návěst stůj, vyjmutí výsledného klíče ze zámku návěstidla	klíčka + vyjmutí klíče	0,10	DK
	zasunutí výsledného klíče do ústředního zámku nebo klíčového přístroje	vložení klíče	0,05	DK
$r_O$	udělení odhlášky	součást telefonické nabídky	0,00	DK
<b>Celkem složka r</b>			<b>0,25</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Následují úkony pro postavení vlakové cesty z 2SK na první TK (dále jen 1TK) směr Slatiňany. Výpravčí sdělí výhybkáři informace o odjezdu vlaku z 2SK do Slatiňan, konkrétně které výhybky bude nutné přestavit. Poté výpravčí vyjme z ústředního zámku klíč výhybky č. 2, která je potřeba přestavit pro danou vlakovou cestu z 2SK na 1TK, a předá jej výhybkáři.

Ten usedá na kolo a odjíždí ke zmíněné výhybce vzdálené 500 m od DK. Současně výpravčí provede telefonickým hovorem s výpravčím žst. Slatiňany odhlášku za vlakem, který přijel na 1SK. Zároveň nabídne vlak z 2SK do Slatiňan, a protože odhlášku, nabídku i přijetí výpravčí zřizují ve chvíli, kdy výhybkář odjíždí obsluhovat výhybku č. 2, tento proces není do PI započítán. Mezitím výhybkář přijíždí k výhybce č. 2, odemkne, přestaví ji do požadované polohy, uzamkne a usedá na kolo. Po návratu do DK předá výpravčímu klíč od výhybky č. 2. Výpravčí jej vloží do ústředního zámku a uzamkne. Následně výpravčí vyjme z ústředního zámku výsledný klíč a uzamkne jej do kolejové desky, přestaví odjezdové návěstidlo pro 2SK do polohy povolující jízdu vlaku. Vlaková cesta z 2SK na 1TK do Slatiňan je postavena a odjezdové návěstidlo návěstí návěst povolující jízdu vlaku. Vlak z 2SK odjíždí do Slatiňan.

Tabulka 4 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – mechanické SZZ a TZZ TD

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
Pp	osobní hlášení	osobní hovor	0,10	DK
Pzz	kontrola klíčů uzamčených v ústředním zámku a vyjmutí výsledného klíče	kontrola klíčů + vyjmutí výsledného klíče	0,10	DK.
	jízda na kole k výhybce	jízda na kole	3,00	výhybkář
	přestavení výhybek	ruční přestavení výhybky + obsluha zámku	0,30	výhybkář
	návrat od výhybky do DK	jízda na kole	3,00	výhybkář
	vložení výsledného klíče do zámku návěstidla, postavení návěstidla	vložení klíče + klička	0,10	DK
<b>Celkem složka p</b>			<b>6,60</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

### Výsledek výpočtu statických složek

Rušení vlakové cesty po prvním vlaku je po zaokrouhlení 0,25 min, příprava vlakové cesty pro druhý vlak je 6,60 min. **Výsledná doba**, za kterou jsou vykonány technologické procesy bez jakýchkoli automatizačních funkcí, je **6,85 min.**

Křižování v žst. Chrudim ze směru Medlešice nemá význam počítat. Oproti křižování ze směru Slatiňany se liší pouze doba jízdy výhybkáře k výhybce č. 12 vlivem rozdílné vzdálenosti, než jaká je k výhybce č. 2.

### 3.2 Výměny individuálně ústředně stavěné

Zástupcem této skupiny je SZZ elektromechanické se závislými výhybkářskými stavědly a na trati Pardubice – Havlíčkův Brod je opět TD. Tím pádem jsou sousední stanice Medlešice i Slatiňany obsazeny výpravčím a organizování jízd vlaků je zabezpečeno (obdobně viz předchozí kategorie) nabídkou, odhláškou a přijetím.

Ve výpravní budově je situovaná dopravní kancelář, kde se nachází jeden výpravčí. Zde je umístěn řídicí přístroj obsluhovaný výpravčím. Ten je osazen deskou s vyznačeným kolejištěm (reliéfem) a obsluhujícími prvky typu klika, posuvný knoflík, směrový závěrník, návěstní hradlo, hradlový zvonek atp. Vazby mezi těmito prvky jsou mechanicky zabezpečeny pravítky s výřezy.



ZDROJ: Autor

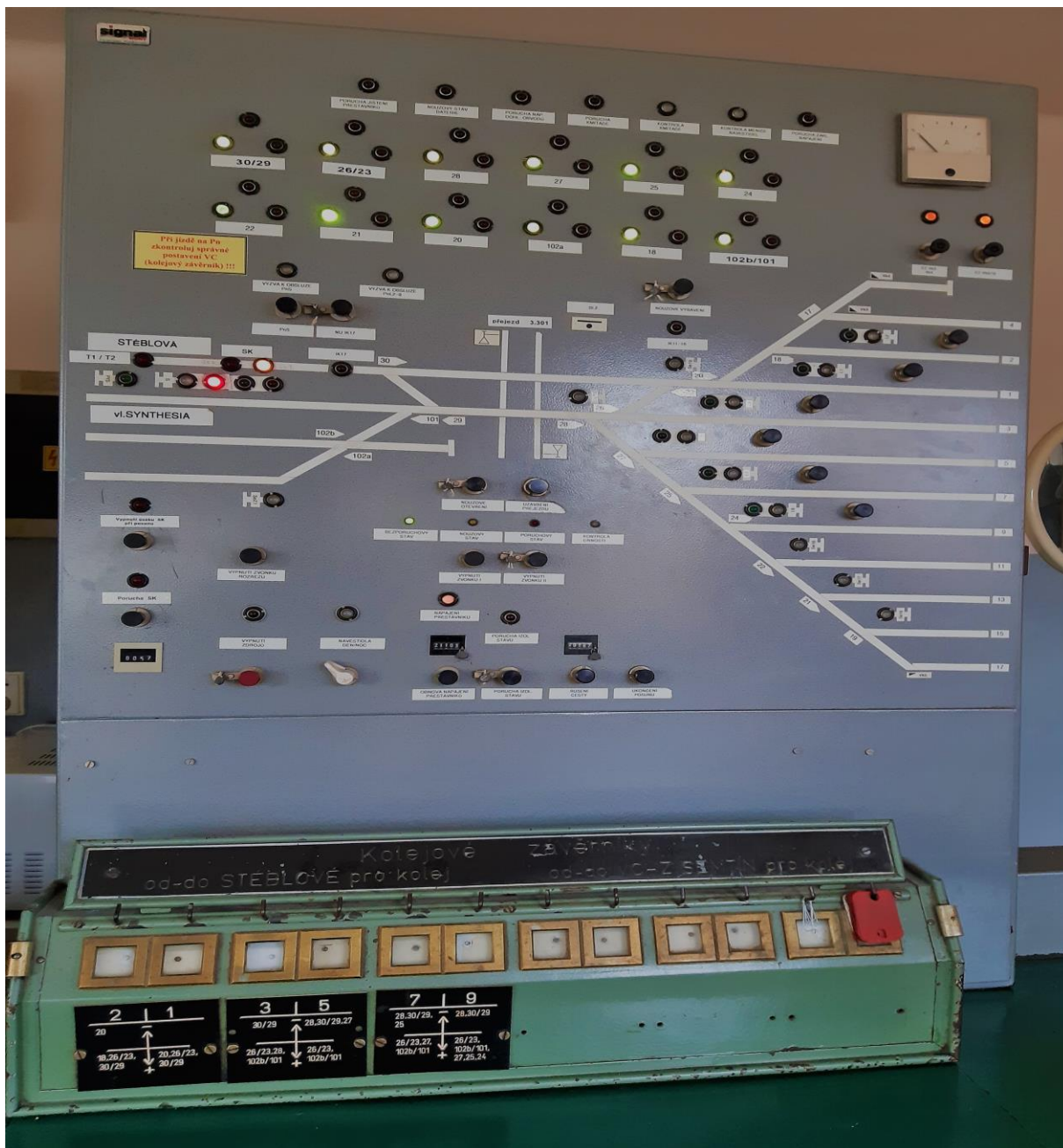
Obrázek 15 Řídící přístroj



Ve stanici je na slatiňanském zhlaví stavědlo č. 1 a na medlešickém zhlaví stavědlo č. 2. Obě stavědla jsou obsazena signalisty, kteří se podílí na řízení provozu, zejména na stavění vlakových a posunových cest, stavění návěstidel, ale také co se ovládání přejezdů týče. Ze stavědla č. 1 jsou ovládány přejezdy P5342 a P5343, ze stavědla č. 2 pak P5344. Spouštění přejezdového signalizačního zařízení je pomocí tlačítek, konec signalizace nastane automaticky, jakmile vlak uvolní izolovanou kolej. Ostatní přejezdy v traťovém úseku Chrudim – Slatiňany jsou z obou směrů ovládány automaticky přejezdovým ZZ vlivem vjetí vlaku do ovládacího úseku (kolejového obvodu).

Na stavědlech se nachází přístroje, které jsou vybaveny hradlovým zvonkem, kolejovým číselníkem, klíčkami pro přestavování výhybek s elektromotorickým pohonem, tlačítka pro spouštění přejezdů, kolejovým závěrníkem, závěrem výměn, návěstní klíčkou pro stavění hlavních návěstidel a panelem s LED diodami pro vizuální kontrolu poloh výhybek. Správnost poloh klíčků pro přestavování výhybek je zajištěna mechanicky – pravítky. Mezi polohou výhybek, kolejovým číselníkem a závěrem výměn je elektrická vazba.

Spojení mezi výpravčím a signalisty je uskutečňováno telefonním spojením. Vazby a kontrola výpravčího nad prováděnými úkony signalisty je pomocí hradlového zvonku a kolejového číselníku.



ZDROJ: Autor

Obrázek 16 Panel kontrolы přestavení výhybek na stavědle

### Křižování v žst. Chrudim ze směru Slatiňany

Čekající vlak na 2SK křižuje s příjezdějším vlakem ze Slatiňan, kterému je vlaková cesta postavena na 1SK a přejezdy P5342 a P5343 jsou včas uzavřeny signalistou ze stavědla č. 1. Vlak ze Slatiňan přijíždí na 1SK. Průjezdem vlaku kolejovým obvodem přejezdu je signalizace obou přejezdů automaticky ukončena vlivem uvolnění izolované koleje. Uzavření návěstní vložky a hradlové zarážky je možné až po uvolnění izolované koleje celým vlakem. Tím je zjištěno, že vlak vjel celý. Signalista uzavře návěstní vložku a kličkou přestaví

vjezdové návěstidlo na návěst zakazující jízdu. Výpravčí na řídicím přístroji uvolní závěr výměn, přeloží směrový závěrník a posuvný knoflík na reliéfu do základní polohy. Mezitím signalista vrátí kolejový závěrník do základní polohy – na kolejovém číselníku zmizí číslo koleje.

Tabulka 5 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – elektromechanické SZZ a TZZ TD

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
r <sub>K</sub>	zjištění konce vlaku		0,00	ZZ aut
r <sub>ZZ</sub>	postavení návěstidla na návěst stůj a uzavření návěstního hradla	klíčka + hradlo	0,15	VS
	uvolnění závěru výměn a přestavení směrového závěrníku a posuvného knoflíku do základní polohy (současně probíhá přestavení kolejového závěrníku do základní polohy na VS)	hradlo + klíčka	0,15	DK
r <sub>O</sub>	udělení odhlášky	součást telefonické nabídky	0,00	DK
<b>Celkem složka r</b>			<b>0,30</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Vlak ze Slatiňan stojí na 1SK a s ním křižující vlak, pro který započne stavění vlakové cesty z 2SK na 1TK, je připraven odjet do Slatiňan. Začíná příprava vlakové cesty pro druhý vlak. Výpravčí se nejprve spojí se signalistou stavědla č. 1 a sdělí mu postup pro stavění vlakové cesty pro vlak z 2SK do Slatiňan. Poté se výpravčí telefonicky spojí s výpravčím žst. Slatiňany a informuje jej o skutečnosti, že vlak vjel do žst. Chrudim celý – uděluje odhlášku. Při tomto hovoru zároveň nabízí vlak z 2SK do Slatiňan. Mezitím signalista obslouží tlačítka pro uvedení přejezdového signalizačního zařízení přejezdů P5342 a P5343 do pohotovosti. Jelikož signalista provádí tento proces v době, kdy výpravčí telefonuje s výpravčím žst. Slatiňany, nejsou obsluha tlačítek, předzváněcí doba přejezdů, ale ani zápis do záznamníku volnosti započteny do PI. Odhláška, nabídka a přijetí proběhla, přejezdy jsou zavřeny, nastává stavění vlakové cesty. Výpravčí přesune posuvný knoflík na reliéfu řídicího přístroje a tím vybere požadovanou kolej č. 2, poté otočí směrovým závěrníkem na směr Slatiňany, proběhne uvolnění návěstního hradla signalisty a obsluha hradlového zvonku – u signalisty vyskočí číslo koleje na kolejovém číselníku. Signalista zkontroluje, že číslo na kolejovém číselníku souhlasí s číslem koleje zapsaném v záznamníku volnosti.

Hradlovým zvonkem potvrdí souhlas zápisu kolejového číselníku. Kličkou přestaví výhybku č. 2, která je přestavována elektromotorickým pohonem, a na panelu s LED diodami provede vizuální kontrolu postavení výhybky do požadované polohy. Následně přeloží kolejový závěrník, uzavře závěr výměn a přeloží návěstní klíčku, čímž na odjezdovém návěstidle pro 2SK rozsvítí návěst povolující jízdu vlaku. Vlak z 2SK odjíždí do Slatiňan.

Tabulka 6 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – elektromechanické SZZ a TZZ TD

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
p <sub>s</sub>	telefonická nabídka	dlouhý hovor	0,25	DK
Pp	telefonicky nebo rádiovou stanicí; příkaz se vydává jednomu zaměstnanci	krátký hovor	0,20	DK a VS
Pzz	přestavení posuvného knoflíku, přeložení směrového závěrníku	klička	0,05	DK.
	uvolnění návěstního hradla, obsluha hradlového zvonku	hradlo + tlačítko	0,15	DK
	přestavení výhybek	klička	0,05	VS
	obsluha hradlového zvonku, přeložení kolejového závěrníku, uzavření závěru výměn, postavení hlavního návěstidla	tlačítko + klička + hradlo + klička	0,25	VS
<b>Celkem složka p</b>			<b>0,95</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

### Výsledek výpočtu statických složek

Rušení vlakové cesty po prvním vlaku je 0,30 min, příprava vlakové cesty pro druhý vlak je 0,95 min. **Výsledná doba**, za kterou jsou vykonány technologické procesy již s automatizační funkcí pro zjištění konce vlaku a otevření přejezdu, **je 1,25 min.**

Křižování v žst. Chrudim ze směru Medlešice nemá význam počítat, jelikož jsou technologické procesy totožné. Velikost statických složek je identická jako výsledná hodnota ze směru Slatiňany.

### 3.3 Výměny stavěné cestovým způsobem s ruční volbou

Výstižným SZZ pro tuto kategorii je reléové ZZ cestového systému s ruční volbou stavění vlakové cesty. Trať Pardubice – Havlíčkův Brod je vybavena TZZ AH. Žst. Medlešice i Slatiňany jsou obsazeny výpravčím.

Panel reléového ZZ, jenž obsluhuje výpravčí, je umístěn v dopravní kanceláři ve výpravní budově. Ve směně je pouze jeden zaměstnanec – výpravčí. Panel je vybaven reliéfem kolejíště, průsvítkami znázorňující kolejové obvody a tlačítka, kterými se zadává začátek a konec vlakových či posunových cest. Na panelu jsou ale také tlačítka na spuštění přejezdových ZZ, nebo třeba řadiče na ovládání výhybek. Primární způsob stavění výhybek a uzavírání přejezdů je však navolením tlačítka počátek a konec vlakové cesty, kdy se přestavení výhybek a uzavření přejezdů vykoná automatickou funkcí SZZ. Výhybky jsou stavěny cestovým způsobem, což znamená, že ZZ automaticky přestaví všechny výhybky, které je potřeba přestavit pro postavení navolené vlakové cesty. Výhybky jsou přestavovány pomocí elektromotorického pohonu. Koleje jsou vybaveny kolejovými obvody. Ty jsou jízdou vlaku obsazovány a uvolňovány a tento stav přenášejí na panel na již zmíněné průsvítky. Uvolňováním kolejových obvodů vlakem jsou vlakové cesty automaticky rušeny (automatický rozpad vlakových cest). Závěr postavené vlakové cesty se zruší obsazením a uvolněním kolejových obvodů.



ZDROJ: Autor

Obrázek 17 Reliéf kolejíště na panelu - reléovka

Přejezdová signalizační světelná ZZ se závorami přejezdů P5342 a P5343 jsou při stavění vlakových cest spouštěna automaticky, nebo automaticky vjezdem vlaku od Slatiňan do přibližovacích úseků, kdy je v dostatečné vzdálenosti vyhodnoceno, že se vlak blíží k přejezdu a započne předzváněcí doba. Rušena jsou uvolněním kolejového obvodu celým vlakem. Stejně tak přejezd P5344 ve směru Medlešice, jenž je vybaven pouze světelným signalizačním ZZ. Spouštění a rušení signalizace je však obdobná.

### **Křižování v žst. Chrudim ze směru Slatiňany**

Vlak, který bude odjíždět do Slatiňan, stojí na 2SK. Přijel vlak ze Slatiňan na 1SK. Postupným uvolňování kolejových obvodů ZZ automaticky ruší vlakovou cestu, přestavuje výhybky do základní polohy a přestavuje vjezdové návěstidlo na návěst zakazující jízdu vlaku. Zároveň je automaticky ZZ udělena odhláška výpravčímu do Slatiňan. Jelikož je postupné obsazování a uvolňování kolejových obvodů promítnuto na panel reléovky pomocí průsvitek, výpravčí má možnost sledovat pohyb vlaku, a také skutečnost, že vlak vjel celý. Zjištění konce vlaku je automaticky ZZ, do PI se nezapočítává. Uvolněním kolejového obvodu přejezdů byly přejezdy P5342 a P5343 automaticky otevřeny vlivem vyhodnocení stavu přejezdovým ZZ.

Tabulka 7 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – reléové SZZ a TZZ AH

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
$r_K$	zjištění konce vlaku		0,00	ZZ aut.
$r_{ZZ}$	automatické zrušení závěru jízdní cesty	aut. rozpad VC	0,05	ZZ aut.
$r_O$	udělení odhlášky	automatická odhláška	0,05	ZZ aut.
<b>Celkem složka r</b>			<b>0,10</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Vlak z 2SK je připraven odjet do Medlešic. Výpravčí žst. Chrudim otočí traťový souhlas na panelu stiskem dvou tlačítek. Poté na panelu stiskne počáteční tlačítko u 2SK a následně stiskne koncové tlačítko u 1TK směr Slatiňany. Vlaková cesta je navolena a probíhá automatické dokončení přípravy vlakové cesty. Doba obsluhy počátečního a koncového tlačítka je prodloužena o dobu přestavování výhybek. V tomto případě je přestavena pouze výhybka č. 2. Pokud by byl v cestě větší počet přestavovaných výhybek, doba stavění vlakové cesty by se s každou výhybkou prodloužila. Navolením požadované vlakové cesty se

automaticky uzavírají přejezdy P5342 a P5343. Jejich předzváněcí doba je 57 s. O tuto dobu je zpožděno rozsvícení odjezdového návěstidla pro 2SK. Po uplynutí předzváněcí doby se hlavní návěstidlo samočinně přestaví na návěst povolující jízdu vlaku a vlak z 2SK odjíždí do Slatiňan.

Tabulka 8 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – reléové SZZ a TZZ AH

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
p <sub>s</sub>	změna traťového souhlasu AH	2x tlačítko	0,10	DK
p <sub>ZZ</sub>	obsluha počátečního a koncového (popř. též variantního) tlačítka úkony vykonávané automaticky ZZ (včetně přestavení výhybek)	tlačítko + aut. dokončení přípravy VC	0,10 + 0,05	DK + ZZ aut.
	doba zpoždění rozsvícení návěstidla	předzváněcí doba (2 přejezdy)	0,95	ZZ aut.
<b>Celkem složka p</b>			<b>1,15</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

### Výsledek výpočtu statických složek

Rušení vlakové cesty po prvním vlaku je 0,10 min, příprava vlakové cesty pro druhý vlak je 1,15 minuta. **Výsledná doba**, za kterou jsou vykonány technologické procesy stiskem tlačítek a automatizačními funkcemi ZZ, je **1,25 min**.

Křižování v žst. Chrudim ze směru Medlešice nemá význam počítat, jelikož jsou technologické procesy totožné jako u křižování ze směru Slatiňany. Velikost statických složek u křižování ze směru Medlešice je pouze snížena o dobu zpoždění rozsvícení návěstidla.

### 3.4 Výměny stavěné cestovým způsobem automatickou volbou

V této kategorii je promítnut současný stav žst. Chrudim, tedy elektronické stavědlo společnosti Starmon s.r.o. K-2002. Podrobnější popis tohoto elektronického stavědla je obsažen v kapitole 2 Současný stav žst. Chrudim, konkrétně v části 2.2 Technologická část.

V první části analýzy je TZZ ze směru Medlešice i Slatiňany AH. Trať je řízená z JOP. Ve druhé části je TZZ ze směru Medlešice Telefonické dorozumívání (TD), jak tomu ve skutečnosti bylo ještě v první polovině roku 2020, tedy před rekonstrukcí traťového úseku Chrudim – Medlešice.



ZDROJ: Autor

Obrázek 18 JOP žst. Chrudim

### **Křižování v žst. Chrudim ze směru Slatiňany**

Vlak, stojící na 2SK, čeká na s ním křižující vlak, který přijíždí ze Směru Slatiňany. Ten se blíží k přejezdům P5342 a P5343 a projíždí kolem počítačů náprav přejezdového ZZ. Vyhodnocením skutečnosti, že vlak projel celý (nachází se v anulačním úseku přejezdu) se přejezdy otevírají. Vlak od Medlešic tak vjíždí do žst. Chrudim a obsazuje 1SK. Postupným průjezdem kolem počítačů náprav ZZ vyhodnotí volnosti úseků, čímž je zjištěna skutečnost, že vlak vjel celý a stojí na 1SK. Vjezdové návěstidlo se tak přestaví do polohy zakazující jízdu vlaku. Zároveň se uvolněním úseků automaticky ruší závěr vlakové cesty a dochází k automatickému rozpadu vlakové cesty. Jelikož ZZ pomocí počítačů náprav vyhodnocuje volnost úseků, a tento stav se mj. přenáší na monitor ovládacího počítače v JOP, zjištění konce vlaku je tak automatickou činností ZZ a do PI se nezapočítává. Následně je automaticky ZZ udělena odhláška za vlakem z Medlešic.

U složky rušení vlakové cesty po prvním vlaku není nutná jakákoli činnost výpravčího. Veškeré úkony jsou vykonány automaticky ZZ.



Tabulka 9 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
r <sub>K</sub>	zjištění konce vlaku		0,00	ZZ aut.
r <sub>ZZ</sub>	automatické zrušení závěru jízdní cesty	aut. rozpad VC	0,05	ZZ aut.
r <sub>O</sub>	udělení odhlášky	automatická odhláška	0,05	ZZ aut.
<b>Celkem složka r</b>			<b>0,10</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Vlak z 2SK je tak připraven odjet do Medlešic. Nyní začíná obsluha ZZ výpravčím. Pro změnu traťového souhlasu výpravčí dvakrát stiskne tlačítko myši u ovládacího počítače. Poté kurzorem na monitoru vybere počáteční a koncový bod vlakové cesty a navolí tak požadovanou vlakovou cestu. ZZ tak přestaví výhybku č. 2 cestovým způsobem. Zároveň se od navolení vlakové cesty uvedou v činnost přejezdová ZZ přejezdů P5342 a P5343 a začíná předzváněcí doba. Po jejím uplynutí se na hlavním návěstidle automaticky změní návěst zakazující jízdu na návěst povolující jízdu vlaku. Vlak z 2SK odjíždí do Medlešic.

Od chvíle, kdy výpravčí navolí požadovanou vlakovou cestu na ovládacím počítači, elektronické stavědlo automaticky postaví vlakovou cestu a uzavře přejezdy P5342 a P5343.

Tabulka 10 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
p <sub>S</sub>	změna traťového souhlasu AH	2x tlačítko	0,10	DK
P <sub>ZZ</sub>	obsluha počátečního a koncového (popř. variantního) tlačítka	tlačítko + aut. dokončení přípravy VC	0,10 + 0,10	DK + ZZ aut.
	úkony vykonávané automaticky ZZ (včetně přestavení výhybek p <sub>V</sub> )			
	doba zpoždění rozsvícení návěstidla	předzváněcí doba (2 přejezdy)	0,95	ZZ aut.
<b>Celkem složka p</b>			<b>1,15</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

## Výsledek výpočtu statických složek

Rušení vlakové cesty po prvním vlaku je 0,10 min, příprava vlakové cesty pro druhý vlak je 1,15 minuta. **Výsledná doba**, za kterou jsou vykonány technologické procesy ovládním PC a následnými automatizačními funkcemi ZZ, **je 1,25 min.**

## Křižování v žst. Chrudim ze směru Slatiňany – s automatizační funkcí

### Podmíněné uzavření závor (PUZ)

Technologické procesy a úkony jsou obdobné jako v předchozí části (Křižování v žst. Chrudim ze směru Slatiňany, ale bez funkce PUZ). Zde je však zahrnuta automatizační funkce elektronického stavědla K-2002 pod názvem Podmíněné uzavření závor. Jedná se o funkci ZZ, kdy výpravčí před vjezdem vlaku do úseku přejezdu ze Slatiňan na ovládacím počítači navolí tuto funkci. Vjezdem vlaku do úseku přejezdu se přejezdové ZZ přejezdů P5342 a P5343 uvede v činnost a přejezdy se uzavřou. Po uvolnění anulačního úseku však přejezdy zůstanou uzavřeny. Vlak ze Slatiňan přijede do žst. Chrudim na 1SK, proběhnou technologické procesy pro rušení vlakové cesty shodně jako v předchozí části. Pro odjezd vlaku z 2SK do Slatiňan je uskutečněn technologický proces změna traťového souhlasu a po navolení vlakové cesty výpravčím dojde k automatickému dokončení vlakové cesty. Jelikož jsou přejezdy uzavřeny, hlavní návěstidlo pro 2SK se přestaví v návěst povolující jízdu vlaku, tentokrát však bez zpoždění rozsvícení návěstidla. Vlak odjíždí do Slatiňan. Teprve po opuštění úseku přejezdu P5342 a P5343 tímto vlakem dojde k postupnému otevření obou přejezdů.

Statická složka pro přípravu vlakové cesty pro druhý vlak (p) se tak výrazně sníží díky eliminaci doby zpoždění rozsvícení návěstidla.

Tabulka 11 Rušení vlakové cesty (r) – vlak ze Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH – s PUZ

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
$r_K$	zjištění konce vlaku		0,00	ZZ aut.
$r_{ZZ}$	automatické zrušení závěru jízdní cesty	aut. rozpad VC	0,05	ZZ aut.
$r_O$	udělení odhlášky	automatická odhláška	0,05	ZZ aut.
<b>Celkem složka r</b>			<b>0,10</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Tabulka 12 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Slatiňan – elektronické SZZ a TZZ AH – s PUZ

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
p <sub>s</sub>	změna traťového souhlasu AH	2x tlačítko	0,10	DK
P <sub>zz</sub>	obsluha počátečního a koncového (popř. variantního) tlačítka	tlačítko + aut. dokončení přípravy VC	0,10 + 0,10	DK + ZZ aut.
	úkony vykonávané automaticky ZZ (včetně přestavení výhybek p <sub>v</sub> )			
<b>Celkem složka p</b>			<b>0,30</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

### Výsledek výpočtu statických složek

Rušení vlakové cesty po prvním vlaku je 0,10 min, příprava vlakové cesty pro druhý vlak je 0,30 minut, a to díky absenci doby zpoždění rozsvícení návěstidla. **Výsledná doba**, za kterou jsou vykonány technologické procesy ovládním PC a automatizačními funkcemi ZZ, je **0,4 min**.

### Křižování v žst. Chrudim ze směru Medlešice – po rekonstrukci

Křižování ze směru Medlešice je totožné jako křižování ze směru Slatiňany. Technologické procesy, úkony, kdo je provádí a doby trvání těchto procesů jsou stejné jako u křižování ze směru Slatiňany. Proto není nutné rozbor znovu provádět. Jedinou odlišnou hodnotou statických složek je doba zpoždění rozsvícení návěstidla vlivem rozdílné předzváněcí doby přejezdu P5344.

V roce 2020 byla dokončena modernizace zbylé části tratě Pardubice – Havlíčkův Brod, konkrétně pro tuto práci důležitý traťový úsek Chrudim – Medlešice, včetně samotné žst. Medlešice, ze které je tento traťový úsek řízen. TZZ je AH.

Tabulka 13 Rušení vlakové cesty (r) – vlak z Medlešic – elektronické SZZ a TZZ AH

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
r <sub>k</sub>	zjištění konce vlaku		0,00	ZZ aut.
r <sub>zz</sub>	automatické zrušení závěru jízdní cesty	aut. rozpad VC	0,05	ZZ aut.
r <sub>o</sub>	udělení odhlášky	automatická odhláška	0,05	ZZ aut.
<b>Celkem složka r</b>			<b>0,10</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Tabulka 14 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Medlešic – elektronické SZZ a TZZ AH

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
p <sub>S</sub>	změna traťového souhlasu AH	2x tlačítko	0,10	DK
Pzz	obsluha počátečního a koncového (popř. variantního) tlačítka	tlačítko + aut. dokončení přípravy VC	0,10 + 0,10	DK + ZZ aut.
	úkony vykonávané automaticky ZZ (včetně přestavení výhybek p <sub>V</sub> )			
	doba zpoždění rozsvícení návěstidla	předzváněcí doba (1 přejezd)	0,70	ZZ aut.
<b>Celkem složka p</b>			<b>0,90</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

### Výsledek výpočtu statických složek

**Výsledná doba** statických složek po kompletní rekonstrukci žst. Chrudim a traťového úseku Chrudim - Medlešice je **1 minuta**.

### Křižování v žst. Chrudim ze směru Medlešice s TZZ TD – před rekonstrukcí

Při rekonstrukci tratě Pardubice – Havlíčkův Brod v roce 2015–2016 se výhledově počítalo s tzv. „Medlešickou spojkou“. Jedná se o spojení žst. Pardubice a žst. Chrudim, kdy by jízda vlaků z Pardubic do Chrudimi nebyla vedena přes žst. Pardubice – Rosice n. L., čímž by odpadla jízda úvratí v této stanici. Z důvodu zamýšlené „Medlešické spojky“ proto nebyla rekonstrukce žst. Medlešice a traťového úseku Chrudim – Medlešice realizována. TZZ tohoto traťového úseku bylo TD, což znamená, že organizování jízd vlaků v tomto úseku bylo řízeno výpravčími žst. Chrudim a žst. Medlešice na základě odhlášky, nabídky a přijetí.

Situace je následující. SZZ žst. Chrudim je elektronické stavědlo K-2002. Popis technologie stavědla je stejný jako výše v situaci u křižování ze směru Slatiňany. Žst. Chrudim je obsazena jedním výpravčím. Zjištění konce vlaku je vykonáno výpravčím, pohledem, nikoli automatickou funkcí elektronického stavědla. Výpravčí pak telefonickým hovorem vykonává odhlášku a nabídku s výpravčím žst. Medlešice, protože je v traťovém úseku Chrudim – Medlešice TD. Díky počítači náprav, který je umístěn před samostatnou předvěstí vjezdového návěstidla S, je SZZ plně funkční, díky čemuž jsou automatické funkce SZZ i na medlešickém zhlaví. Přejezdové ZZ přejezdu P5344 je spouštěno automaticky ZZ při stavění

vlakové cesty. Pokud vlak přijíždí z Medlešic, je tento přejezd uzavřen automaticky přejezdovým ZZ – vyhodnocením stavu kolejového úseku obsahující počítače náprav.

Nyní již k samotnému křížování. Vlak, který bude odjíždět do Medlešic, stojí na 1SK. Vlak z Medlešic přijíždí na 2SK. Míjením počítače náprav se automatickou činností ZZ zruší závěr vlakové cesty. Výpravčí zkontroluje konec vlaku a vrací se zpět do DK.

Tabulka 15 Rušení vlakové cesty (r) – vlak z Medlešic – elektronika a TD – před rekonstrukcí

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
$r_K$	zjištění konce vlaku	návrat do DK	0,10	DK
$r_{ZZ}$	automatické zrušení závěru jízdní cesty	aut. rozpad VC	0,05	ZZ aut.
$r_O$	udělení odhlášky (zahrnuto v nabídce)	telefonický hovor	0,00	DK
<b>Celkem složka r</b>			<b>0,15</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Výpravčí žst. Chrudim telefonickým hovorem výpravčímu žst. Medlešice odhlásí vlak z Medlešic a nabídne vlak, který stojí na 1SK. Následně uchopí myš a kurzorem vybere počátek a konec vlakové cesty na ovládacím počítači. Tím se automaticky dokončí postavení vlakové cesty a přestaví se výhybka č. 12, což se však do PI nezapočítá. Stejně tak se nezapočítává ani následná potvrzovací sekvence, která je nutná u stanic s určitým typem SZZ s odjezdem vlaku na trať s TD. Nezapočtení těchto procesů je z důvodu předzváněcí doby přejezdu P5344. Když výpravčí stiskl tlačítko myši pro navolení vlakové cesty s možností odjezdu vlaku z 1SK do Medlešic, spustila se předzváněcí doba přejezdu. O tuto dobu je zpožděno postavení odjezdového návěstidla pro 1SK na návěst povolující jízdu vlaku. Během předzváněcí doby se mezitím dokončilo postavení vlakové cesty včetně přestavení výhybky č. 12 a výpravčí potvrdil odjezdovou vlakovou cestu.

Předzváněcí doba uplynula, hlavní návěstidlo tak automaticky návěstí návěst povolující jízdu vlaku a vlak z 1SK odjíždí do Medlešic.

Tabulka 16 Příprava vlakové cesty (p) – vlak do Medlešic – elektronika a TD – před rekonstrukcí

Technologický proces		Úkon	Doba trvání (min)	Provádí
p <sub>s</sub>	telefonická nabídka	dlouhý hovor	0,25	DK
P <sub>zz</sub>	obsluha počátečního a koncového (popř. variantního) tlačítka	tlačítko + aut. dokončení přípravy VC	0,10 + 0,10	DK + ZZ aut.
	úkony vykonávané automaticky ZZ (včetně přestavení výhybek p <sub>v</sub> )			
	potvrzení odjezdu pro odjezdové vlakové cesty na trať s telefonickým dorozumíváním	potvrzovací sekvence	0,05	DK
	doba zpoždění rozsvícení návěstidla	předzváněcí doba (1 přejezd)	0,70	ZZ aut.
<b>Celkem složka p</b>			<b>1,05</b>	

ZDROJ: Autor s využitím [5]

### Výsledek výpočtu statických složek

Rušení vlakové cesty po prvním vlaku je 0,15 min, příprava vlakové cesty pro druhý vlak je 1,05 min. **Výsledná doba**, za kterou jsou vykonány technologické procesy kombinací činností výpravčího a automatizačních funkcí ZZ, **je 1,2 min.**

## 4 VYHODNOCENÍ

Výsledné hodnoty statických složek všech skupin jsou sumarizovány v Tabulka 17.

Tabulka 17 Porovnání výsledných hodnot statických složek PI

Způsob stavění vlakových cest	r	p	Celkem
Výměny individuálně místně stavěné	0,25	6,60	6,85 min
Výměny individuálně ústředně stavěné	0,30	0,95	1,25 min
Výměny stavěné cestovým způsobem s ruční volbou	0,10	1,15	1,25 min
Výměny stavěné cestovým způsobem automatickou volbou	0,10	1,15	1,25 min
Výměny stavěné cestovým způsobem automatickou volbou s funkcí PUZ	0,10	0,30	0,40 min

ZDROJ: Autor

### Rekapitulace

První analyzovanou skupinou jsou výměny individuálně místně stavěné. Zástupcem této skupiny je mechanické SZZ s TZZ TD. Automatizační funkce ZZ v této skupině nejsou, veškeré technologické procesy pro rušení a přípravu vlakové cesty provádí výpravčí, výhybkář a závoráři.

Druhá skupina jsou výměny individuálně ústředně stavěné, kde je elektromechanické SZZ (dále jen elektromechanika) a TZZ je TD. Elektromechanika automatizační funkce ZZ již obsahuje. Konkrétně zjištění konce vlaku, kdy po přejetí a uvolnění izolované koleje dochází k uvolnění hradlové zarážky. Dále pak ovládání přejezdových ZZ (otevření přejezdu), taktéž vyhodnocováno uvolněním izolované koleje. Obsluhu ZZ provádí výpravčí v DK a dva signalisté, jenž se nachází na obou koncích žst., na stavědlech.

Třetí skupinou jsou výměny stavěné cestovým způsobem s ruční volbou s reléovým SZZ a TZZ AH. Rušení a příprava vlakových cest je kombinací obsluhy tlačítek ZZ a automatizačních funkcí ZZ. Volnost kolejových úseků je zjišťována kolejovými obvody. Ovládání přejezdových ZZ je automaticky pomocí SZZ (při stavění vlakových cest), nebo automaticky vyhodnocením jízdy vlaku ze širé tratě (postupným projetím přibližovacího, anulačního a vzdalovacího úseku přejezdu). Obsluhu ZZ provádí výpravčí.

Poslední, čtvrtou skupinou jsou výměny stavěné cestovým způsobem automatickou volbou. Zástupcem je SZZ elektronické stavědlo K-2002 společnosti Starmon s.r.o. s TZZ AH. Obsluha ZZ je pomocí myši a ovládacího počítače v JOP. Volnost kolejových úseků je zjišťována pomocí počítačů náprav. Přejezdy jsou ze stanice ovládány automatickou funkcí SZZ při stavění vlakové cesty. Ze širé trati jsou přejezdy spouštěny přejezdovým ZZ vlivem vyhodnocení jízdy vlaku přes počítače náprav (opět projetím přibližovacího, anulačního a vzdalovacího úseku přejezdu). Elektronické stavědlo je obsluhováno výpravčím z JOP z DK. Tato skupina je rozšířena o analýzu vlivu automatizační funkce PUZ, kdy jsou technologické procesy stejné, ale díky uzavřeným přejezdům po celou dobu křižování odpadá doba zpoždění rozsvícení návěstidla. Dále je tato skupina rozšířena o křižování ze směru Medlešice před a po dokončení rekonstrukce traťového úseku Chrudim – Medlešice. Před zmíněnou rekonstrukcí byl tento traťový úsek řízen TD, po rekonstrukci je traťový úsek vybaven AH. Porovnání těchto stavů znázorňuje Tabulka 18.

Tabulka 18 Porovnání výsledných hodnot – Chrudim – Medlešice před a po rekonstrukci

Křižování směr Medlešice – K-2002	r	p	Celkem
Před rekonstrukcí – TD	0,15	1,05	1,20 min ■■■■■
Po rekonstrukci – AH	0,10	0,90	1 min ■■■■■

ZDROJ: Autor

### Vyhodnocení analýzy

Z výsledných hodnot, které jsou znázorněny v Tabulka 17 a v Tabulka 18 vyplývá, že **vybavenost ZZ automatizačními funkcemi má na statické složky pro rušení vlakové cesty po prvním vlaku a pro přípravu vlakové cesty pro druhý vlak z hlediska snížení doby PI výrazný vliv.**

Mechanické ZZ žádné automatizační funkce ZZ nemají, veškeré technologické procesy jsou prováděny zúčastněnými zaměstnanci. Kromě ústředního zámku, ve kterém jsou uzamčeny klíče výhybek a výsledné klíče, není žádné zabezpečení možné chybovosti zaměstnanců. To především z důvodu absence takového zařízení, které by zajistilo dohled nad prováděnými úkony.



Elektromechanické ZZ má dvě automatizační funkce, konkrétně zjištění konce vlaku a ovládání přejezdového ZZ. Vazby mezi výpravčím a signalisty jsou elektricky ovlivňovány, což znamená jistou kontrolu nad správným stavěním vlakových cest. Stále je ale nezbytné provádění telefonických hovorů mezi zaměstnanci, kdy je zapotřebí sdělit veškeré podrobnosti o postavení vlakové cesty nebo řídit mezistaniční jízdy vlaků. Výsledná hodnota statických složek je relativně nízká. To i z toho důvodu, že se technologický proces uzavření přejezdu vykoná v době, kdy výpravčí uděluje odhlášku a nabízí vlak z 2SK výpravčímu do vedlejší stanice. Není tak zde započítána doba zpoždění rozsvícení návěstidla. Elektromechanické ZZ již v dnešní době není efektivní. Na obsluze se podílí větší počet zaměstnanců a možná chybovost není zcela eliminována.

Reléové ZZ má výslednou hodnotu statických složek stejnou jako elektromechanické ZZ. Výsledná hodnota je ovlivněna dobou zpoždění rozsvícení návěstidla o 57 sekund. Z hlediska rozboru technologických procesů je však toto ZZ mnohem zajímavější. Na obsluze ZZ se podílí jeden zaměstnanec – výpravčí. Ten úkony provádí na tzv. panelu. Obsluhu neprovádí z jednoho místa, nýbrž z konkrétních míst z přední části panelu, kde se nachází tlačítka, která je v daný moment nutno vybavit. Reléovka je vybavena automatizačními funkcemi, díky kterým jsou technologické procesy prováděny (s ovládním tlačítka) automaticky pomocí reléových posloupností. Chybovost obsluhy je zde takřka nulová. Pokud vlak neprojel postavenou vlakovou cestu, nedojde obsazením a uvolněním kolejových obvodů ke zrušení závěru vlakové cesty a tím k automatickému rozpadu vlakové cesty. Reléové ZZ je z hlediska údržby náročné a při rekonstrukcích žst. se tato zařízení již neinstalují. Velkou nevýhodou těchto zařízení je prostorové uspořádání rozvaděčů s relé i samotného panelu, který je umístěn v DK. Po dosazení externích zařízení je u reléovky možnost určitých nastaveb funkcí ZZ, avšak dosazení externích zařízení a připojení k reléovému ZZ je finančně nákladné a úpravy rozvaděčů s relé jsou obtížné a časově náročné.

Elektronické stavědlo je, jak již vyplývá z výsledných hodnot statických složek a z rozboru technologických procesů a úkonů, nejefektivnějším ZZ z těchto čtyř analyzovaných skupin. Obsluhu provádí jeden zaměstnanec – výpravčí, který obsluhuje ovládací počítač, tudíž nedochází k nutnosti přemísťování zaměstnance k ovládacím prvkům ZZ. U složky rušení vlakové cesty po prvním vlaku výpravčí nemusí provádět žádné úkony, ty provede elektronické stavědlo samo, automaticky. Přípravu vlakové cesty pro druhý vlak výpravčí

započne otočením traťového souhlasu dvojklikem na ovládacím počítači a poté navolí počátek a konec vlakové cesty. Jak otočení traťového souhlasu, tak postavení vlakové cesty provede elektronické stavědlo po zadání požadavku výpravčím automaticky. Pochybení zaměstnance je u elektronického stavědla zcela vyloučeno. Závěr postavené vlakové cesty znemožňuje přestavování všech pojížděných výhybek a stavění všech jízdnic cest, které by mohly tuto cestu ohrozit. Závěr vlakové cesty se zruší automaticky postupným obsazováním a uvolňováním úseků jízdou vlaku.

V analýze elektronického ZZ je rozbor čtyř možných situací. V Tabulka 17 je znázorněn stav, jak se hodnoty statických složek změní v případě, kdy bude elektronické stavědlo vybaveno funkcí Podmíněné uzavření závor. Výsledná hodnota statických složek je díky této funkci ZZ ponížena o dobu zpoždění rozsvícení návěstidla. Vlaky jsou schopny vykřížovat o 0,85 min (51 sekund) rychleji než u křižování bez této funkce. Z hlediska urychlení provozu se tak jedná o přínosnou automatizační funkci. Co se týče rozboru posledních dvou situací (křižování ze směru Medlešice před a po rekonstrukci), Tabulka 18 znázorňuje rozdíl ve výsledných dobách statických složek. Vlivem rekonstrukce traťového úseku Chrudim – Medlešice a spuštění TZZ AH se technologické procesy, a tím i dílčí doby těchto procesů, výrazně mění. Výpravčímu odpadá nutnost provádět odhlášku a nabídku, dále odpadá zjištění konce vlaku pohledem a potvrzovací sekvence pro odjezd vlaku na trať s TD. Výhodou vybavení tohoto úseku AH je především v možnosti řízení z JOP.

Elektronickým SZZ a TZZ společností Starmon s.r.o. lze vybavovat jakékoli železniční stanice a tratě. Především ty, kde se na jedné trati nachází větší počet vlaků. Na takových tratích, jsou-li jednokolejné, dochází k pravidelnému křižování. Dobu potřebnou pro vykřížování, z hlediska funkce elektronického stavědla, mj. analyzuje tato práce. Výrazné snížení PI při křižování vlaků ve stanici s elektronickým stavědlem je tak prokázáno.

Traťové úseky a železniční stanice lze řídit dálkově z jednoho místa, z dálkového ovládacího pracoviště – JOP, čímž dochází k centralizaci a ke zmenšení počtu zaměstnanců, a tím i ke značné úspoře nákladů nejen na mzdy těchto zaměstnanců.

Výhodou dálkového ovládní všech stanic a traťových úseků z jednoho místa je také možnost využití automatického otáčení traťového souhlasu (viz kapitola 1 – Základní pojmy, Změna traťového souhlasu).

Dále tato elektronická ZZ nabízí možnosti nástaveb a jednoduchých úprav, snadnou přístupnost automatizace, napojení na systém ETCS, napojení na ovládací systémy jiných

výrobců, napojení na systémy jako jsou informační systémy a systémy manažerského řízení dopravy (např. ISORŘ) nebo možnost návaznosti na komplexní diagnostiku veškerých technologických celků, což je přínosné pro údržbu a řešení chybových hlášení a závad na těchto zařízeních.

## ZÁVĚR

Závěrem je zapotřebí zmínit pozitiva a negativa automatizačních funkcí. Jak je zmíněno v analýze a vyhodnocení této práce, pozitiva automatizačních funkcí jsou především v zajištění bezpečnosti či kontroly prováděných úkonů zaměstnanci při obsluze zabezpečovacích zařízení. Ale také ve snazší údržbě či diagnostikování závad na těchto zařízeních. Dalším zásadním pozitivem zavádění automatizačních funkcí je výrazné snížení doby provozních intervalů a provádění jednotlivých technologických procesů automatickou funkcí zabezpečovacího zařízení. Bez automatizačních funkcí by technologické procesy musely být vykonány i větším počtem zúčastněných zaměstnanců. Tím je nastíněn fakt, že vlivem automatizace dochází ke snížení počtu zaměstnanců. Právě to může být považováno za jednu z negativních stránek zavedení těchto funkcí, kdy zaměstnanci jako strážníci oddílu, závoráři, signalisté, ale i samotní výpravčí musí být převedeni na jinou pracovní pozici, na jiné místo, v horším případě mohou být propuštěni z pracovního poměru. Dalším negativem jsou vysoké pořizovací náklady na realizaci rekonstrukce stanic, ale i výrobu samotných zabezpečovacích zařízení a jejich celků, jenž tyto automatizační funkce nabízejí.

Výstupem práce je prokázání vlivu automatizačních funkcí na velikosti provozních intervalů pomocí podrobného rozboru technologických procesů a úkonů ve čtyřech skupinách, které jsou rozděleny podle způsobu stavění vlakových cest.

Z hlediska velikostí statických složek a tím i provozních intervalů je nejefektivnější skupinou Výměny stavěné cestovým způsobem automatickou volbou, zastoupenou elektronickým stavědlem K-2002 společnosti Starmon s.r.o. s kombinací traťového zabezpečovacího zařízení AH. Právě u elektronického stavědla lze nejnadhěji prokázat fakt, že automatizační funkce mají přímý vliv na velikost provozních intervalů. A nejen to. Dalším výrazným přínosem elektronického stavědla je usnadnění obsluhy a eliminování možné chybovosti obsluhy, snadná údržba a identifikace závad díky komplexní diagnostice nebo možnost softwarových či stavebních nástaveb elektronického stavědla v případě, že budou vylepšeny či vyvinuty jakékoli nové funkce tohoto zařízení.

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] VONKA, Jaroslav, Tatiana MOLKOVÁ a Jaromír ŠIROKÝ. Technologie a řízení dopravy II. - GVD. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. ISBN 80-7194-286-3
- [2] MOLKOVÁ, Tatiana. *Kapacita železničních tratí*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. ISBN 978-80-7395-317-1
- [3] GAŠPARÍK, Jozef a Jiří KOLÁŘ. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058-3
- [4] SŽDC (ČD) D23: SLUŽEBNÍ PŘEDPIS PRO STANOVENÍ PROVOZNÍCH INTERVALŮ A NÁSLEDNÝCH MEZIDOBÍ
- [5] Směrnice SŽDC č. 104: PROVOZNÍ INTERVALY A NÁSLEDNÁ MEZIDOBÍ
- [6] Doplnující ustanovení k předpisům SŽDC (ČD) Z1 – Předpis pro obsluhu staničních a traťových zabezpečovacích zařízení SŽDC (ČD) Z2 – Předpis pro obsluhu přejezdových zabezpečovacích zařízení ŽST Chrudim

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	Dílčí technologické doby .....	55
Příloha B	Reliéf kolejiště JOP žst. Chrudim .....	56

## Příloha A Dílčí technologické doby

Označení	Popis činnosti	Doba [min]
<b>Pohyb zaměstnance</b>		
chůze	chůze na vzdálenost 1 m	0,01
kolo	jízda na vzdálenost 1 m	0,006
návrat	vstup do DK nebo na stavědlo (vč. případného odemčení)	0,10
odchod	odchod z DK nebo ze stavědla (vč. případného uzamčení)	0,10
výstup/nástup	výstup/nástup člena doprovodu vlaku kromě strojvedoucího z/do vozidla	0,10
výstup/nástup strojvedoucí	výstup/nástup strojvedoucího vlaku	0,25
<b>Komunikace</b>		
dlouhý hovor	hovor (telefonický nebo přes rádiovou stanicí: nabídka-přijetí, rozkaz k postavení VC)	0,25
krátký hovor	telefonický hovor: samostatná odhláška, hlášení o provedení přípravy VC, rozkaz k postavení VC, hlášení "vlak vjel celý"	0,20
osobní hlášení	rozkaz nebo hlášení dané osobně (rozkaz k postavení VC, hlášení o provedení přípravy VC, hlášení "vlak vjel celý")	0,10
ruční návěst	hlášení dané ruční návěstí (vlak vjel celý, výměny jsou přestaveny)	0,05
<b>Obsluha ovládacích prvků zabezpečovacího zařízení - klíče</b>		
vyjmutí/uzamknutí klíče	vyjmutí anebo uzamknutí jednoho klíče ve stavědlovém, zástrčkovém, ústředním zámku, příp. v klíčovém přístroji	0,05
převzetí/zavěšení klíče	převzetí, odevzdání anebo zavěšení (na tabuli) jednoho klíče	0,05
kontrola klíčů	kontrola klíčů uzamčených v ústředním zámku, klíčovém přístroji, anebo zavěšených na tabuli	0,10
<b>Obsluha ovládacích prvků zabezpečovacího zařízení - ostatní</b>		
tlačítko/klička/páka/knoflík	obsluha jednoho tlačítka, kličky, páky, řadiče, závěrníku apod. přeložení posuvného knoflíku včetně přeložení směrového závěrníku přestavení jedné návěstní, výměnové nebo závorníkové páky otočení pravítka na tabuli pro zavěšování klíčů otočení a zasunutí anebo vysunutí bubnu klíčového přístroje	0,05
hradlo	obsluha jednoho hradlového závěru	0,10
budík	obsluha hradlového zvonku	0,05
buben	zasunutí/vysunutí bubnu	0,05

ZDROJ: Autor s využitím [5]

Příloha B Reliéf kolejiště JOP žst. Chrudim

