

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Automatická zkouška brzdy železničního nákladního vozu

Bc. Antonín Vávra

Diplomová práce

2021

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

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Antonín Vávra**  
Osobní číslo: **D19413**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Elektrotechnické a elektronické systémy v dopravě**  
Téma práce: **Automatická zkouška brzdy železničního nákladního vozu**  
Zadávací katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

### Zásady pro vypracování

1. Dosavadní řešení úplné zkoušky brzdy (dle předpisu ČD V15/I)
2. Rozdělení ÚZB a popis úkonů v každém odvětví
3. Automatizace úkonů
4. Komunikace a zdroj energie
5. Návrh algoritmu vyhodnocení ÚZB

Rozsah pracovní zprávy:

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

#### Seznam doporučené literatury:

1. HELLER, Petr. *Kolejová vozidla I*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2017. ISBN 978-80-261-0693-7.
2. KUBEC, Jiří. *Brzda nákladních vozů ČSD*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1991. ISBN 80-7030-120-1.
3. KUBEC, Jiří. *Brzdová výstroj nových železničních vozů ČSD*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1981. ISBN 80-7030-120-1.
4. Produktové materiály DAKO-CZ, a.s. pro komponenty nákladního vozu.
5. LACKO, Bornislav, Pavel BENEŠ a Ladislav MAIXNER. *Automatizace a automatizační technika 1: Systémové pojetí automatizace*. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 9788025136287.
6. BENEŠ, Pavel a kolektiv. *Automatizace a automatizační technika 2: Automatické řízení*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 9788025141069.
7. CHLEBNÝ, Jan. *Automatizace a automatizační technika 3: Prostředky automatizační techniky*. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2014, vii, 296 s. ISBN 9788025137475.
8. *předpis SR15* Popis brzd železničních vozidel
9. *předpis V15* Předpis pro provoz a obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Ladislav Mlynařík, Ph.D.**

Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: **18. prosince 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2021**

L.S.

---

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

---

**Ing. Dušan Čermák, Ph.D.**  
vedoucí katedry

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji: Práci s názvem Automatická zkouška brzdy železničního nákladního vozu 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 směrnici 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 17. 5. 2021

Vávra Antonín

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Ladislavu Mlynaříkovi, Ph.D., za jeho ochotu, aktivní komunikaci a cenné připomínky v průběhu zpracování tématu. Také děkuji kvalifikovaným pracovníkům firmy DAKO-CZ, a.s., za poskytnutí cenných informací, jakožto i možnosti spolupráce ohledně některých částí problematiky.

## **Anotace**

Tato diplomová práce se zabývá možnostmi automatizace zkoušky brzdy nákladních železničních vozů, která by nahradila problematiku časových ztrát a chybového faktoru člověka, které v souvislosti se zkouškami brzd vznikají. V práci jsou probrány jednotlivé druhy zkoušek brzdy, kde je zhodnoceno, jakou zkoušku brzdy je vhodné automatizovat. Následně jsou probrány jednotlivé úkony úplné zkoušky brzdy. V další části je probráno, které úkony lze automatizovat a které ne. Tato část obsahuje i návrh automatizace úkonů. V hlavní části diplomové práce je probrána problematika komunikace mezi vozy z hlediska identifikace soupravy a jsou zde rozděleny i jednotlivé možnosti řešení.

## **Klíčová slova**

Provozní předpis ČD V15/I, nákladní železniční vůz, automatická zkouška brzdy, automatizace, komunikace

## **Title**

Automatic brake test of a railway freight car

## **Annotation**

This diploma thesis deals with the possibility of an automatic brake test of railway freight cars, which would replace the time loss and human error factor, which happens while performing brake tests. In this thesis there are analysed the types of brake tests, and which brake test is suitable for automation. In the next part there are specified the actions performed in a full brake test. Then next section evaluates which actions can be automated and which not, this part also includes a proposal how to automate these actions. In the main part of this diploma thesis there is dealt with the communication between the freight cars with the aspect of identification of the train units and are divided into the individual possible solutions.

## **Keywords**

Operating regulations ČD V15/I, railway freight car, automatic brake test, automation, communication

## SEZNAM ZKRATEK

<b>ÚZB</b>	Úplná zkouška brzdy
<b>JZB</b>	Jednoduchá zkouška brzdy
<b>ČD</b>	České dráhy
<b>ČSD</b>	Československé státní dráhy
<b>SŽDC</b>	Správa železniční dopravní cesty
<b>UIC</b>	Union internationale des chemins de fer Mezinárodní železniční unie
<b>HP</b>	Hlavní potrubí
<b>ZBHV</b>	Zkouška brzdy hnacího vozidla
<b>Lv</b>	Lokomotivní vlak
<b>AVV</b>	Automatické vedení vlaku
<b>ARR</b>	Automatická regulace rychlosti
<b>BV</b>	Brzdový válec
<b>RV</b>	Řídící vzduchojem
<b>SL</b>	Snímač ložení
<b>EMC</b>	Elektromagnetická kompatibilita
<b>TRD</b>	Train radio display Displej radiostanice
<b>EBuLa</b>	Elektronischer Buchfahrplan und Langsamfahrstellen Elektronický jízdní a rychlostní plán
<b>CCD</b>	Control command display Řídící a ovládací displej
<b>TDD</b>	Technical & diagnostic display Technický a diagnostický displej

<b>HMI</b>	Human-machine interface Rozhraní člověk-stroj
<b>PAN</b>	Personal Area Network Osobní počítačová síť
<b>ETCS</b>	European Train Control System Evropský vlakový zabezpečovací systém
<b>BTS</b>	Base Transceiver Station Vysílací základnová stanice
<b>BSC</b>	Base Station Controller Řídící základnová stanice
<b>Jbox</b>	Junction box Elektrická spojovací skříň
<b>TCN</b>	Train Communication Network Vlaková komunikační síť
<b>WTB</b>	Wire Train Bus Vlaková komunikační sběrnice
<b>MVB</b>	Multifunction Vehicle Bus Multifunkční vozidlová sběrnice
<b>NVL</b>	Národní Vlaková Linka
<b>DAC</b>	Digital Automatic Coupling Digitální automatické připojení
<b>TSI</b>	Technical Specifications for Interoperability Technické specifikace pro interoperabilitu
<b>EVN</b>	European Vehicle Register Evropské číslo vozidla
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification Identifikace na rádiové frekvenci



<b>RID</b>	Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
<b>EDI</b>	Electronic Data Interchange Elektronická výměna dat
<b>EPD</b>	Electronic Data Processing Elektronické zpracování dat
<b>UTP</b>	Unshielded Twisted Pair Nestíněný kroucený pár
<b>STP</b>	Shielded Twisted Pair Stíněný kroucený pár

# OBSAH

Seznam zkratek .....	7
Úvod.....	12
Provozní předpis ČD V15/I .....	14
1 Brzda železničních vozů .....	15
1.1. Pneumatická část.....	15
1.2. Mechanická část.....	17
2 Dosavadní řešení zkoušky brzdy nákladního vlaku (dle předpisu ČD V15/I) .....	19
2.1. Rozdíly jednotlivých zkoušek brzdy.....	20
2.2. Úplná zkouška brzdy.....	24
2.2.1. Kdy se musí ÚZB vykonat?.....	26
2.2.2. Dosavadní řešení ÚZB v zimních podmínkách .....	26
2.3. Rozdělení prováděných úkonů.....	27
3 Automatizace úkonů .....	28
3.1. Úkony, které nebudou automatizovány.....	28
3.2. Měření hmotnosti vlaku a brzdící procento .....	30
3.2.1. Automatizace měření hmotnosti vlaku .....	31
3.3. Snímače tlaku .....	36
3.3.1. Umístění snímačů tlaku a jejich počet .....	37
3.4. Snímače polohy pák .....	38
3.4.1. Umístění snímačů polohy pák a jejich počet .....	40
3.5. Elektronický indikátor kotoučové brzdy (DAKO-CZ, a.s.).....	40
3.6. Zobrazovací panel .....	41
3.6.1. Použití displeje na řídicím pultu lokomotivy.....	41
3.6.2. Nezávislý displej.....	43
3.7. Identifikátor vozů .....	43
3.8. Průběh automatické zkoušky brzdy .....	45

4	Komunikace a zdroj energie .....	46
4.1.	Bezdrátová komunikace .....	46
4.1.1.	Bluetooth/ZigBee.....	46
4.1.2.	Mobilní síť .....	47
4.1.3.	Identifikace soupravy.....	48
4.2.	Drátové řešení systému .....	50
4.2.1.	Připojovací konektory a vedení na lokomotivách a os. vlacích v dnešní době ..	51
4.2.2.	Návrh propojovacího vedení na nákladní vlaky .....	53
4.2.3.	Návrh připojovacích konektorů .....	55
4.2.4.	Zdroj energie a architektura systému.....	57
4.2.5.	Automatic coupling.....	60
4.2.6.	Ucelené soupravy.....	61
5	Návrh úprav pro nový předpis .....	63
	Závěr .....	66
	Seznam použitých zdrojů.....	69
	Seznam obrázků.....	74
	Seznam tabulek .....	76
	Seznam příloh .....	77
	Příloha A – znění ÚPLNÉ ZKOUŠKY BRZDY dle předpisu ČD V 15/I [2].....	78

## ÚVOD

Téma diplomové práce nepříliš koresponduje se zaměřením mého studijního oboru, nicméně jsem si toto téma vybral z několika důvodů. Z vlastního zájmu o automatizaci systémů a narůstající potřeby digitalizace nákladních vozů a dále toto téma v některých částech souvisí s mou bakalářskou prací – Telemetrie nákladního železničního vozu. I proto budou některé části navazovat, či budou odkázány na bakalářskou práci. V této práci bude potřeba nejprve nastudovat problematiku z technického hlediska z pohledu mechaniky vozů a předpisů, včetně souvisejících vyhlášek a až následně bude řešena elektronická část.

Bezpečnost jakéhokoliv druhu dopravy je prioritním cílem už od dob jejichž vzniku a jinak to není ani u nákladní železniční dopravy, kde její vznik spadá do počátku 19. století. Na první pohled se může zdát, že zabývání se bezpečnostními prvky nemusí být až tak důležité, jako u jiných druhů doprav. Nákladní železniční vozy jsou součástí dopravních systému, které se vzájemně ovlivňují. Faktem je, že směr železničního vozu po trati je dán a bezprostředně není možné měnit jeho směr, například v krizových situacích. Z pohledu bezpečnostních prvků na voze pak patří mezi nejdůležitější aktivní systémy brzda. V počátcích železnice brzdila pouze lokomotiva, to ale později nestačilo a v dnešní době brzdí celá souprava současně.

Brzdové systémy železničních vozů musí pracovat s vysokou spolehlivostí, a proto je nutné často testovat jejich funkčnost. I z tohoto důvodu 1. ledna 1996 vstupuje v platnost předpis ČD V15/I. Před samotným vznikem předpisu ČD V15/I samozřejmě existovaly i jiné, obdobné provozní předpisy, např. *ČSD V15/I*. Na základě dopravců, vývoje brzdových zařízení a provozu na dráhách se tyto provozní předpisy obměňují. Tento předpis je platný pro provoz a obsluhu brzdových zařízení kolejových vozidel, a obsahuje ustanovení a pokyny k několika různým druhům zkoušek brzdy. Součástí tohoto předpisu jsou i pokyny provádění úplné zkoušky brzdy (ÚZB) a několika dalších druhů zkoušek brzdy. Jak bude později probráno, v tomto předpise se objevují různé odlišnosti vzhledem k typu zkoušky brzdy, jednotlivé úkony se navíc mohou lišit i v závislosti na teplotě. Rovněž případů, kdy se musí zkoušky brzdy provést je několik.

Prováděné úkony zkoušky brzdy dle předpisu ČD V15/I se musí dodržovat. V dnešní době mají podobný předpis vyžadující stejné úkony všichni dopravci (podrobněji v kapitole níže). Je potřeba vozmistra, který soupravu zkontroluje vizuálně a mechanicky (poklepem kladívkem). Takováto činnost způsobuje časové zpoždění, a navíc zde vstupuje jako faktor

člověk, který již z principu zanášá chybovost. Pravdou je, že rozsah elektronické výzbroje neustále nabírá na obrátkách a trendem dnešní doby je automatizace systémů. I nákladní železniční vozy si „zaslouží“ v některých ohledech inovace, to však ne na úkor zhoršení bezpečnosti a spolehlivosti systémů. Ať již z důvodu nahrazení lidské činnosti elektronickými systémy, tak i z důvodu urychlení procesů, je vhodné zabývat se tématem automatická zkouška brzdy.

Při návrhu konceptu řešení automatické zkoušky brzdy je nutné brát zřetel zejména na spolehlivost a bezpečnost. Cílem diplomové práce je nejprve provést teoretický rozbor z pohledu řešení zkoušek brzdy. Jaké druhy zkoušek brzdy se provádí u nákladních vlaků, jaké jsou jejich rozdíly a jakým způsobem se provádí nejdůležitější zkouška brzdy – úplná zkouška brzdy, a to dle předpisu ČD V15/I. Z tohoto rozboru vyjde najevo, jaké úkony ÚZB obsahuje. U prováděných úkonů se zhodnotí, jestli lze všechny úkony zautomatizovat a jakým způsobem, anebo nikoliv a bude navržen vhodný postup řešení.

Nejproblematictější částí se jeví kapitola 4 – komunikace a zdroj energie. Tato část bude obsahovat rozsáhlejší výzkum. Jaké jsou možnosti řešení komunikace a jaká možnost je nejideálnější, z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti. Řešení, jakým způsobem bude celá souprava „komunikovat“, aniž by došlo k jakémukoliv ovlivnění. Např. ovlivnění jinými vozy v okolí, které nebudou součástí soupravy sestavené. Je potřeba počítat s faktem, že nákladní vozy prozatím nejsou elektrifikované. Důležitou součástí je pak návrh řešení identifikace jednotlivých vozů takovým způsobem, aby nedocházelo k chybovosti při sestavě vlaku.

Závěrem je vhodné provést návrh úprav pro nový předpis a zhodnotit, jestli je nutné provést i některá další opatření nebo úpravy v legislativě.

## PROVOZNÍ PŘEDPIS ČD V15/I

Před samotným vznikem předpisu ČD V15/I samozřejmě existovaly i jiné, obdobné provozní předpisy, např. ČSD V15/I. Na základě dopravců, vývoje brzdových zařízení a provozu na dráhách se tyto provozní předpisy obměňují.

Předpis pro provoz a obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel ČD V15/I byl schválen a vstupuje v platnost dne 1. ledna 1996. Následně tento provozní předpis prochází několika změnami. Poslední změna č. 3 pro ČD je provedena s účinností od 1. ledna 2002. Na konci tohoto roku dochází i k zániku státní organizace České dráhy, která se 1. ledna 2003 rozděluje na státní organizaci Správa železniční dopravní cesty (SŽDC) a akciovou společnost České dráhy. Od tohoto roku si provozní předpisy tvoří sami dopravci. Dle SŽDC má momentálně licenci pro provoz železničních nákladních vozů na celostátní dráze a regionálních dráhách právě 121 společností.[1] Provozní předpisy některých dopravců lze dohledat a lze jednoduše vyvodit, že principy zkoušky brzdy se v dnešní době neliší. Většina dopravců z tohoto předpisu vychází. Z výše uvedených důvodů, se dále návrh konceptu automatické zkoušky brzdy železničních nákladních vozů v této diplomové práci bude vztahovat k poslední změně ČD V15/I (změna č. 3 platná od 1. ledna 2002). [2]

*„Předpis ČD V15/I je závazný pro provozování a obsluhu brzdových zařízení železničních vozidel na tratích Českých drah. Jednotlivá ustanovení jsou odvozena od vyhlášek UIC, pravidel stanovených Vyhláškou MD č.173/1995 Sb., kterou se vydává Dopravní řád drah, a doplněna o další vnitřní pokyny k zajištění činností při provozování drážní dopravy.“ [2]*

# 1 BRZDA ŽELEZNIČNÍCH VOZŮ

Brzda je klíčový aktivní bezpečnostní prvek kolejových vozidel a nesmí se stát, aby vlak vyjel ze stanice se závažnou poruchou tohoto systému. Před rozbořem zkoušek brzdy je vhodné také interpretovat samotnou funkci brzdy železničních vozů. Předpis ČD V15/I obsahuje ustanovení týkající se pneumatické části brzdy a v závislosti na osazení mechanické části brzdy (kotoučová nebo špalíková brzda) se zde objevují i odlišnosti při zkouškách brzdy.

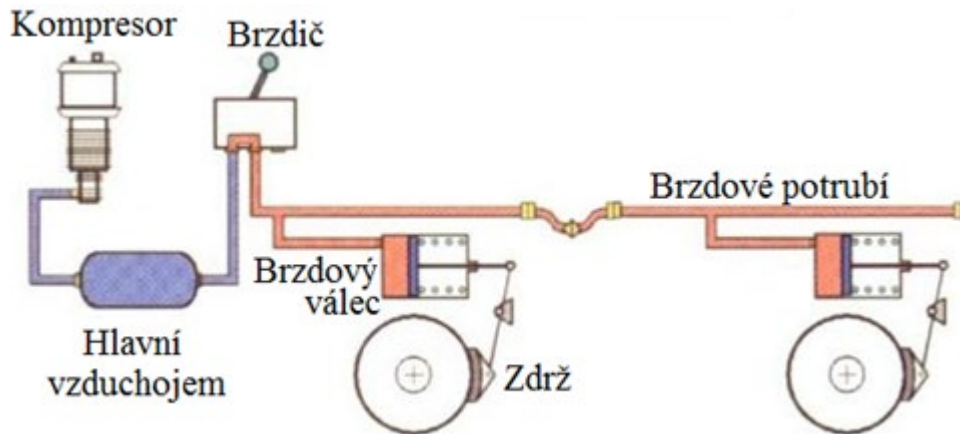
Od dob kdy brzdila pouze lokomotiva mechanickou ruční brzdou nebo pomocí páry již minul čas, délka vlaků se zvětšovala, s tím i jejich hmotnost a nutnost většího brzdného účinku, větší spolehlivosti a bezpečnosti. Nástup brzdařů, kdy na každém voze byl jeden brzdař, který mechanicky ovládal brzdou daného vozu, nebylo ideální řešení. Nebylo možné, aby celá souprava brzdila „současně“. Řešením, kdy celou brzdovou soupravu ovládá jeden strojvedoucí, je průběžná brzda. V počátcích nástupu průběžné brzdy se jednalo o brzdy provazcové a brzdy sací, ale jejich nástup byl vytlačen brzdou tlakovou. **Průběžná tlaková brzda** je ideálním řešením, a to i díky možnému ovládnutí této brzdy – samočinné. Dalším řešením tlakové brzdy je pak pomocí přímočinného ovládnutí.

## 1.1. Pneumatická část

Činnost tlakové brzdy je vyvolána stlačeným vzduchem. Ten je tlakován kompresorem do zásobníků vzduchu (vzduchojemy). K ovládnutí brzdy (tlaku v HP) slouží brzdíče a k řízení činnosti brzdy na jednotlivých vozech slouží brzdové rozvaděče, které mění tlak v BV v závislosti na změně tlaku v HP (ke správné funkci jsou zde i další součásti brzdy, např. rozvodový vzduchojem).

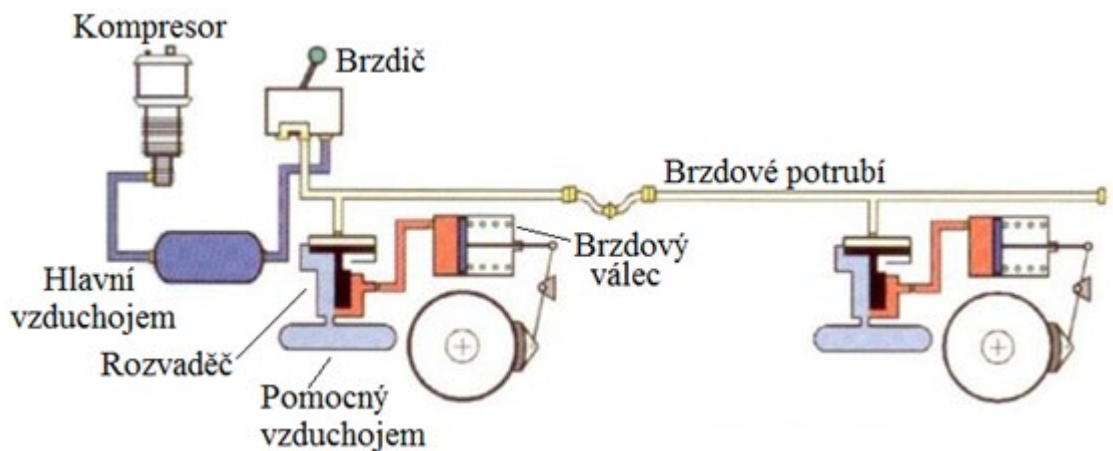
Provozní tlak vzduchu (5 bar) je rozveden po celé délce vlaku přes průběžná potrubí a brzdové spojky. Maximální dovolené úbytky na konci soupravy, která může mít až 700 m, stanovuje předpis ČD V15/I a činí 0,4 bar vůči nastavenému provoznímu tlaku. Po natlakování jímek (pomocné vzduchojemy) tlakové brzdy na všech vozech, pokud mají zapnutou tlakovou brzdou, dochází k odbrzdění celé soupravy (tlakovou brzdou je možné vypínacím ústrojím vypnout, např. při poruše brzdy). Při poklesu tlaku v HP dochází k provoznímu brzdění, při rychlé ztrátě tlaku v HP (roztržení soupravy), dochází k rychločinnému brzdění. Stlačený vzduch pak působí svou silou na brzdové válce. Pohybem pístu v brzdových válkách se přes mechanismus přitlačují/odtláčují zdrže na kola vozu nebo čelisti s destičkami na brzdové kotouče. Maximálního brzdícího účinku dosahujeme při poklesu tlaku na hodnotu od 3,5 do 4 bar (dle typu brzdového rozvaděče). Při dalším snížení tlaku se již brzdící účinek nezvyšuje.

Nejstarším typem pneumatického brzdění je **přímočinná tlaková brzda**. Tlak do brzdového válce, a tedy samotný brzdící účinek nastavuje strojvedoucí brzdíčem (napouštěcí a vypouštěcí ventil). Nepoužívá se jako brzda průběžná a slouží pro brzdění pouze trakčních vozidel.



obr. 1 – působení přímočinné brzdy [3]

Dalším druhem ovládání tlakové brzdy je samočinné ovládání – **samočinná tlaková brzda**. Vynález *George Westinghouse* již z roku 1869 zajišťuje samočinný provoz brzdy při roztržení soupravy nebo při poškození brzdového potrubí a úniku tlaku vzduchu. Tato brzda se dá používat i jako brzda průběžná, lze tedy pomocí ní ovládat brzdy na všech vozech současně. K propojení jednotlivých vozů do průběžné brzdy vlaku slouží hlavní potrubí (HP) – v obr. 2 značené jako brzdové potrubí.



obr. 2 – působení samočinné brzdy [3]



## 1.2. Mechanická část

Kromě pneumatické části je nutné rozlišovat i mechanickou část brzdy, kdy v závislosti na použití druhu brzdy se dle předpisu ČD V15/I liší i některé části zkoušky brzdy. Podle přenosu brzdící síly můžeme brzdy rozdělovat na *adhezní* a *neadhezní*.

Mezi *neadhezní* brzdy patří brzda magnetická kolejnicová též třecí. Ta se využívá zejména u vysokorychlostních vlaků, ale výjimečně může být použita i na vlacích s  $V = 120$  km/h, např. řada 840 a slouží jako brzda doplňková. Využívá se především u vozidel, kde jejich rychlost přesahuje 160 km/h. Její účinnost je s rychlostí proměnná. Tyto brzdové systémy jsou určeny pro kolejová vozidla MHD a železniční osobní vozy. Dále tedy není nutné se jimi zabývat.

*Adhezní* mechanické brzdy lze rozdělit na brzdy špalíkové a kotoučové. Jsou závislé na styku kola s kolejnicí, kde dochází k přenosu brzdících sil a účinnost tohoto přenosu je dána právě adhezí. Nákladní železniční vozy se mohou osazovat jedním, či druhým typem této brzdy.

**Špalíková brzda** patří ke staršímu řešení a vyniká svou jednoduchostí, snadnou funkcí a kontrolou. Využívají se také k čištění jízdní plochy kol. Dochází zde k přeměně kinetické energie třením brzdových špalíků o jízdní plochu kola na energii tepelnou. I z toho vyplývá nevýhoda této brzdy, která má špatný odvod tepla a může docházet k přehřátí. Špalíky i kola se časem obrousí.



obr. 4 – špalíková brzda [4]



obr. 3 – kotoučová brzda [4]

**Kotoučová brzda** je novějším řešením adhezní brzdy. Principem brzdění je taktéž přeměna kinetické energie na teplo, ale zde dochází k přitlačování čelistí s brzdovými deskami na brzdový kotouč, který je nalisován na nápravě. Oproti brzdě špalíkové mají lepší účinnost,

lepší odvod tepla, jsou méně hlučné. Mezi nevýhody se řadí nemožnost fyzické kontroly brzdy, složitější řešení a nemožnost čištění plochy kol.

Rozdíly kontroly mechanické části brzdy při zkoušce brzdy, v závislosti na typu, bude probráno v kapitole 2.2.

## 2 DOSAVADNÍ ŘEŠENÍ ZKOUŠKY BRZDY NÁKLADNÍHO VLAKU (DLE PŘEDPISU ČD V15/I)

Před samotným provedením některého z druhů zkoušek brzdy se musí určit, co se vlastně považuje za pojem vlak v předpise ČD V15/I a jakým způsobem se musí vlak připravit před danou zkouškou brzdy.

Za vlak považujeme skupinu navzájem svěšených vozů, a to nejen při jízdě, ale už při jeho přípravě. V případě nákladního vlaku se vlak sestaví z dílčích vozů, zajistí se spojení vozů pomocí táhlového ústrojí se šroubovkou, propojí se patřičné brzdové spojky HP a zajistí se správná poloha spojkových kohoutů. V rámci přípravy vlaku musí být i ve správné poloze rukojeti mechanismů brzdy (přestavovače a vypínače brzd) a dále musí být zajištěn technický stav brzd vozů zařazených do vlaku. Technický stav brzd zajišťuje vozmistr dle předpisu ČD V/62 při každé technické prohlídce vlaku.

Po sestavení vlaku a jeho přípravě se provádí zkouška brzdy. Zkoušku brzdy provádí odborně způsobilý zaměstnanec (vozmistr, obsluha vlaku, strojvedoucí). Druhů zkoušek brzdy je hned několik:

- a) Zkouška ruční brzdy
- b) Úplná zkouška brzdy vlaku (ÚZB)**
- c) Jednoduchá zkouška brzdy vlaku (JZB)
- d) Zkouška brzdy posunujícího dílu
- e) Zkouška brzdy hnacího vozidla
- f) Zkouška brzdy pro posun mezi dopravami
- g) Zkouška ovládní průběžné brzdy
- h) Zkouška ovladatelnosti průběžné brzdy [\[2\]](#)

Pokud se provede zkouška brzdy, která je úspěšná, sepíše se nová zpráva o brzdění (brzděnka). U zkoušky brzdy posunu se zpráva o brzdění nemusí doplňovat. Do zprávy o brzdění se musí vyplňovat i hmotnost vozů/vlaku. Tento údaj je nutný znát i ke vztahu k brzdícím procentům. Pokud je zkouška brzdy neúspěšná, je nutné najít a eliminovat závady, a zkoušku brzdy opakovat.

## 2.1. Rozdíly jednotlivých zkoušek brzdy

### a) Zkouška ruční brzdy

Zkouška ruční brzdy se provádí u vozů, které takovýto typ brzdy obsahují. U starších vozů se jedná o mechanické brzdy ovládané ručním kolem, u novějších se může jednat o brzdy střadačové (pružinové). Může se použít i vozů s brzdou pořádací, ta se ovládá ručním kolem ze země. Pokud vůz nemá ruční brzdu, používají se k zamezení pohybu vozů zarážky.

Nezbytnou nutností je, aby celá souprava obsahovala tolik vozů s ručními brzdami, aby bylo splněno správných brzdících procent, a to v závislosti na sklonu trati. Např. při sklonech do 5 ‰ se musí dosahovat 2 brzdících procent. Vozy s ručními brzdami se musí také správně řadit. Dle předpisu musí být brzda nejdále na 9. nápravě od začátku i konce vlaku.

Pro zkoušku ruční brzdy je potřeba aby brzdové válce daného vozu nebyly pod tlakem a bylo možné ověřit, že je vůz odbrzděn. Je-li vlak zabrzděn průběžnou brzdou, je potřeba vzduch z brzdových zařízení na daném voze vypustit. Následně je utazena ruční brzda a pohledem na ukazatele kotoučové brzdy, nebo poklepem na zdrže špalíkové brzdy ověřit jejich dolehnutí (pro všechny přístupné vnější zdrže).

[\[viz čl.63 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

### b) Úplná zkouška brzdy vlaku (ÚZB)

Jedná se o nejrozsáhlejší zkoušku brzdy a nejvíce náročnou na čas. Taktéž je jedna z nejdůležitějších a je nutné ji provádět po sestavení vlaku nebo nejpozději po dalších 24 h jízdy. (viz. *Kdy se musí ÚZB vykonat?*). Je potřeba spolupráce strojvedoucího a vozmistra, který obejde celý vlak a provádí různé úkony, jako je kontrola odlehnutí a přilehnutí zdrží na kola vozu (poklepem kladívkem), těsnost/úbytek tlaku v HP na konci vlaku pomocí manometru, polohu pák a celkově stav brzdové soustavy a činnost průběžné tlakové brzdy jednotlivých vozů. Podrobněji je tato zkouška brzdy probrána v kapitole 2.2.

[\[viz čl.140-149 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

### c) Jednoduchá zkouška brzdy vlaku (JZB)

Jednoduchá zkouška brzdy se neprovádí na celém vlaku a podmínkou k vykonání je doklad o provedení úplné zkoušky brzdy v době kratší než 24 h. Může se provádět v rozsahu ÚZB, ale jen na přidaných vozech, což není tak časově náročné. Provádí se v různých případech např.: pokud se k soupravě připojí nějaký vůz, když se od soupravy nějaký vůz odpojí, při výměně hnacího vozidla, po odstavení soupravy na více jak 120 min atd. Nazývá se **zjednodušená zkouška brzdy**. Rozsah ÚZB bude probrán v kapitole dále.

Dalšími druhy jednoduché zkoušky brzdy jsou: **zkouška brzdového spojení a zkouška průchodnosti**.

Zkouška brzdového spojení se vykonává:

- Po rozpojení HP a jeho opětovném spojení
- Po přidání vozu k soupravě
- Po vyřazení vozu ze soupravy

Provádí se na jakémkoliv voze, za místem rozpojení/spojení. Při zkoušce brzdového spojení, obsluha vozu zabrzdí na zkoušku a po vyrovnání tlaku (alespoň 1 min) kontroluje přilehnutí a odlehnutí zdrží na kola vozu stejným způsobem, jako při ÚZB (poklepem kladívkem, nebo pohledem na okénkové ukazatele).

Zkouška průchodnosti se vykonává pouze na posledním voze, opět obsluha kontroluje přilehnutí a odlehnutí zdrží, stejně jako při ÚZB.

Zkouška průchodnosti se vykonává:

- Po odstavení vlaku na dobu delší než 120 min
- Po přidání vozů k soupravě na několika místech, nebo na konec vlaku
- Po odpojení vozů soupravy z několika míst
- Při změně směru jízdy
- Po rozpojení HP a jeho opětovném spojení na několika místech
- Před posunem vozů

Rozdílem, oproti ÚZB je, že se neprovádí na celé soupravě a není to tedy tak časově náročné.

[\[viz čl.160,161 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

d) Zkouška brzdy posunujícího dílu

Pokud se při posunu vozů používá průběžná brzda, musí se zkouška brzdy provést v rozsahu jednoduché zkoušky. Pokud vozy posunuje hnací vozidlo po příjezdu do stanice, zkouška brzdy se nemusí provádět.

V opačném případě (nepoužívá-li se při posunu průběžná brzda) musí obsluha provést zkoušku ručních brzd. Nebrzdí se všemi vozy, ale brzdí se v závislosti na hmotnosti vozů, jen některými. Tzn., že obsluha musí znát přibližnou hmotnost vozů. Při posunu (bez funkční průběžné brzdy) nesmí být překročena rychlost 10 km/h.

[\[viz čl.345 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

e) Zkouška brzdy hnacího vozidla

Zkoušku brzdy hnacího vozidla provádí strojvedoucí u lokomotiv, které byly odstaveny. Tzn. po odstavení, před jeho dalším použitím. Pokud měl strojvedoucí trvale klíč od hnacího vozidla u sebe, ZBHV se nemusí vykonat.

Hnací vozidlo se zajistí zádržkami, proti jeho pohybu. Následně strojvedoucí mění tlak v HP a kontroluje dolehnutí a odlehnutí zdrží špalíkové brzdy (poklepem kladívkem, nebo tlakem nohy) nebo ověřuje účinek kotoučové brzdy pohledem na okénkový ukazatel. Poté kontroluje činnost dvojitého zpětného ventilu, který působí mezi průběžnou a přímočinnou brzdou, popřípadě mezi přímočinnými brzdami na jednotlivých stanovištích. U některých vozidel také účinek vysokého stupně brzdění a protismykového zařízení (v případě zapnuté brzdy v režimu R). Zkoušky těsnosti a úbytky tlaků se kontrolují pouze v rámci periodické údržby.

[\[viz čl.180-186 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

f) Zkouška brzdy pro posun mezi dopravami

Tato zkouška se provede v rozsahu JZB – zkouška průchodnosti nebo se zkouší přilehnutí a odlehnutí zdrží některých vozů. V druhém případě se musí vyzkoušet brzdy u tolika vozů, aby byly splněné brzdící váhy, které stanovuje *Tabulka dopravních údajů*.

[\[viz čl.190-191 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

g) Zkouška ovládání průběžné brzdy

Strojvedoucí vedoucího hnacího vozidla po rozjezdu ze stanice, v níž došlo například k přeprahu, nebo novému sestavení vlaku (s doloženou úspěšnou ÚZB), zavede výběh a pomocí průběžné brzdy sníží rychlost vlaku. V případě, že průběžná brzda reaguje standardně, je zkouška úspěšná. Tzn., že strojvedoucí ověří funkci brzdy jejím účinkem a sledováním tlaku v HP pomocí údajů na manometru.

[\[viz čl.113, 161, 162, 381 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

h) Zkouška ovladatelnosti průběžné brzdy

V předpisu ČD V15/I se tato zkouška vztahuje k brzdiči DAKO-BSE. Pokud dojde k poruše brzdiče DAKO-BSE (např. porucha ovladače, nebo jeho elektrické části) zavede strojvedoucí nouzové ovládání brzdiče pomocí přímočinné brzdy a dále ověří funkci stupňovitým zabrzděním a stupňovitým odbrzděním a sledováním tlaku v HP.

Strojvedoucí postupným ovládáním přímočinné brzdy snižuje a následně zvyšuje tlak v hlavním potrubí. Změny tlaku sleduje na manometru a v případě, že odpovídají očekávání, je zkouška úspěšná.

[\[viz čl.338 a příloha č.8 předpisu ČD V15/I – zdroj 2\]](#)

## 2.2. Úplná zkouška brzdy

Po sestavení vlaku a náležité přípravě, se musí ještě před jeho vyjetím provést *úplná zkouška brzdy*. Tato zkouška brzdy se netýká hnacího vozidla (zkouška brzdy hnacího vozidla



je již vykonaná), ale pouze hnaných vozů. Technické a přepravní prohlídky železničních vozů související s odjezdem a sestavou provádí vozmistr (funkce brzdy, technický stav, nastavení brzdové soustavy, polohu pák, spojení vlaku). Na první pohled se může zdát, že činnost vozmistra není nijak důležitá, ale opak je pravdou. Při těchto prohlídkách nesmí dojít k pochybení, které by vedlo ke snížení bezpečnosti přepravy, ohrožení, nebo dokonce hazardu.

K provedení *úplné zkoušky brzdy* potřebuje vozmistr kladívko s dlouhou násadou a přenosný manometr. Kladívkem poklepává zdrže špalíkové brzdy a pohledem a poslechem dokáže vyhodnotit dolehnutí/odlehnutí špalíků (zdrží) na kola vozu. Manometr použije k měření tlaku a úbytku tlaku za čas na konci vlaku.

obr. 5 – vozmistr [5]

Princip vykonání ÚZB, kterou provádí vozmistr (ve spolupráci se strojvedoucím), je následující:

Po sestavení vlaku z jednotlivých vozů a spojení šroubovkami, se propojí i brzdové spojky, přes které se rozvádí natlakovaný vzduch hlavním potrubím. Poté se přistaví a zavěsí i hnací vozidlo a taktéž se propojí brzdové spojky se zbytkem soupravy. Hnací vozidlo se musí zabrzdit brzdou *\*přídavnou (A1)* a zkouší se i brzda *záchranná (A2)*. *\*Přídavnou brzdou se rozumí přímočinná brzda pouze hnacího vozidla, která slouží k zamezení samovolného pohybu. Záchranná brzda otevře hlavní potrubí – rychločinné brzdění.*

Hnací vozidlo, ze kterého je ovládána průběžná brzda, se zabrzdí maximálním tlakem přímočinné brzdy (B1) a během celé zkoušky zůstane zabrzděno. Pro zabrzdění na zkoušku je potřeba, aby celá souprava byla naplněna stlačeným vzduchem a tlak byl vyrovnán na hodnotě



5 bar (B2). Strojvedoucí nyní může snížit (na pokyn vozmistra) hodnotu tlaku v HP o 0,5 bar (B3) – zabrzdění na zkoušku.

Po zabrzdění celé soupravy je stanovena doba uplynutí 1 min (C1), aby došlo k vyrovnání tlaku v HP a zabrzdění celé soupravy. Následně vozmistr obchází vlak a kladívkem poklepává vnější zdrže brzdové soustavy na jednom čele dvounápravového vozidla až ke konci vlaku. Jinými slovy kontroluje funkci brzdy (dolehnutí zdrží na kola vozu) (C2.1). Pokud souprava obsahuje vozy dvoupodvozkové nebo třípodvozkové, kontrolují se vnější zdrže dvojkolí každého podvozku. Takto se to provádí, pokud vozy obsahují špalíkové brzdy. V případě kotoučových brzd kontroluje vozmistr pouze ukazatele (terčíky) stavu zabrzdění (C2.2). Červená – zabrzděno a zelená – odbrzděno. Současně vozmistr kontrole vizuálně i ostatní části brzdové soustavy. Co se týče špalíkové brzdy, tak kontroluje tloušťky brzdových špalíků (C3) a délky zdvihů pístků v brzdových válcích (C4). Dále správnou polohu pákovi – přestavovače (C5), vypínací ústrojí brzdy (C6), kohouty rozvaděčů (C7) a spojkové kohouty HP (C9). Pohledem kontroluje i spojení spojek (C8).

Když vozmistr dojde na konec vlaku, měří pomocí manometru tlak v hlavním potrubí. Nejdříve profoukne brzdovou spojku (D1), aby odstranil nečistoty, připojí přenosný manometr a změří tlak v HP (D2). Potom může vozmistr dát strojvedoucímu návěst „odbrzděte“ (D3). Strojvedoucí smí odbrzdit pouze na příkaz, je přísně zakázáno odbrzdňovat za určitou dobu. Vozmistr nyní sleduje nárůst tlaku v HP na konci vlaku. Časově měří dobu, kdy dojde k ustálení tlaku (D5) – *odbrzdovací doba* max. 3 min (D4). Po ustálení tlaku v HP smí být pokles tlaku na konci vlaku maximálně o 0,4 bar (D2). Po změření náležitých tlaků a odbrzdění obchází vozmistr soupravu zase zpátky od konce směrem k hnacímu vozidlu (přičemž jde po opačné straně vlaku). Znovu úderem kladívka kontroluje zdrže (špalíky), tentokrát jejich odlehnutí (D6.1). U kotoučové brzdy kontroluje stav ukazatele (D6.2).

Pokud byla ÚZB úspěšná, sepíše vozmistr *Zprávu o brzdění*. Pokud zkouška brzdy není úspěšná, musí se najít příčina závady, odstranit ji a zkoušku opakovat.

### 2.2.1. Kdy se musí ÚZB vykonat?

Všechny zkoušky brzdy mají z důvodu bezpečnosti a spolehlivosti předpisem stanovené, kdy musí být vykonané. Provádění úplné zkoušky brzdy závisí na:

- Použití vlaku
- Uplynulé době
- Podmínkách trati
- Stavů vlaku

U **použití vlaku** uvažujeme po jeho sestavení na určitém místě a před odjezdem z tohoto místa. Dále za určitých podmínek: u Lokomotivních vlaků, pokud je Lv složen z více než jednoho vozidla, a před jeho odjezdem ze stanice a také při projetí určitých návěstí (*Stůj hlavního návěstidla* nebo *Hranice dopravní*). **Uplynulá doba** od poslední vykonané zkoušky brzdy je velice důležitý faktor. Po uplynutí 24 h (netýká se všech případů, např. když vlak ještě nedosáhl cílové stanice, po dané době). U **podmínek trati** je na mysli jejich spád, při sklonech větších než 20,1 ‰. **Stav vlaku** má na starost strojvedoucí, který si může ÚZB vyžádat v závislosti na jeho úsudku a zkušenostech. Taktéž pokud strojvedoucí žádnou zprávu o vykonání zkoušky neobdržel.

### 2.2.2. Dosavadní řešení ÚZB v zimních podmínkách

Řešení úplné zkoušky brzdy v zimních podmínkách probíhá obdobně, jako v kapitole výše, ale z důvodu nízkých teplot je potřeba provést navíc některé úkony. V nízkých teplotách dochází k tunutí maziva u pohyblivých částí a v některých částech brzdového systému se může držet vlhkost, která při nízkých teplotách způsobuje zamrzání součástí.

- a) Při teplotě nižší než +2 °C se musí uvolnit soustava táhel a pák (brzdové tyčové), která ovládá, dle typu brzdy, brzdové špalíky nebo brzdové čelisti/obložení. Účinku se dosáhne rychločinným brzděním a odbrzděním (E1).
- b) Při teplotě od +2 °C do -5 °C se krátkodobě profukuje hlavní potrubí, a to dle předpisu postupně za prvním, čtvrtým a desátým vozem (E2).

Tyto úkony se provádí ještě před provedením úplné zkoušky brzdy.

### 2.3. Rozdělení prováděných úkonů

Tabulka 1 – rozdělení prováděných úkonů úplné zkoušky brzdy (značení vyplývá z kapitoly 24.)

Značení	Prováděné úkony ÚZB
A1	Zabrzdnění přídavné brzdy
A2	Zkouška záchranné brzdy
B1	Hnací vozidlo zabrzdněno maximálním tlakem přímočinné brzdy
B2	Doba uplynutí pro vyrovnání tlaku v HP (5 bar)
B3	Snížení tlaku v HP o 0,5 Bar
C1	Doba uplynutí 1 min
C2.1	Špalíková brzda – kontrola dolehnutí zdrží na kola vozidel
C2.2	Kotoučová brzda – kontrola stavu ukazatele zabrzdněno-odbrzděno
C3	Špalíková brzda – kontrola tloušťky brzdových špalíků
C4	Špalíková brzda – kontrola délky zdvihů pístků v brzdových válcích
C5	Správná poloha přestavovačů
C6	Správná poloha rukojetí vypínacího ústrojí brzdy
C7	Správná poloha uzavíracích kohoutů rozvaděčů
C8	Kontrola spojení spojek
C9	Kontrola polohy rukojetí spojkových kohoutů HP a NP
D1	Profouknutí brzdové spojky
D2	Měření tlaku v HP (manometrem na brzdové spojce)
D3	Odbrzdnění
D4	Doba odbrzdovací – max 3 min
D5	Ustálení tlaku
D2	Měření tlaku v HP – pokles tlaku max o 0,4 Bar
D6.1	Špalíková brzda – kontrola odlehnutí zdrží od kol vozidel
D6.2	Kotoučová brzda – kontrola stavu ukazatele zabrzdněno-odbrzděno

Tabulka 2 – rozdělení prováděných úkonů ÚZB v zimních podmínkách (značení vyplývá z kapitoly 2.2.2)

	Prováděné úkony ÚZB v zimních podmínkách
E1	Rychločinné brzdění a odbrzdění
E2	Profouknutí HP

*Pozn.: Tyto úkony se v zimních podmínkách provádí navíc, před úplnou zkouškou brzdy. ÚZB se poté provede ve stejném rozsahu.*

### 3 AUTOMATIZACE ÚKONŮ

Z rozboru jednotlivých zkoušek brzdy dle předpisu ČD V15/I vyplynulo, že je vhodné zabývat se automatizací úplné zkoušky brzdy. Dosavadní řešení ÚZB je shrnuto v kapitole 2.2 a vychází z něj tabulka 1 a tabulka 2 prováděných úkonů. Tato kapitola se bude zabývat vhodným návrhem řešení automatizace úkonů. Je nezbytné nejprve stanovit, jestli lze a je nutné automatizovat celou úplnou zkoušku brzdy a pro jaké vozy bude určena.

#### 3.1. Úkony, které nebudou automatizovány

Teoreticky by bylo možné zautomatizovat všechny úkony, a to včetně **tlakování hlavního potrubí**. Na druhou stranu cílem návrhu je vytvoření systému, který nejenom urychlí práci, kterou provádí vozmistr, ale také systému, který bude bezpečný a spolehlivý. Tlakování HP na určitou hodnotu tlaku je úkol strojvedoucího, který na stanovišti při úplné zkoušce brzdy je a nezabírá času navíc. Nastavování tlaku v HP, tedy odbrzdění/zabrzdnění bude nadále provádět strojvedoucí.

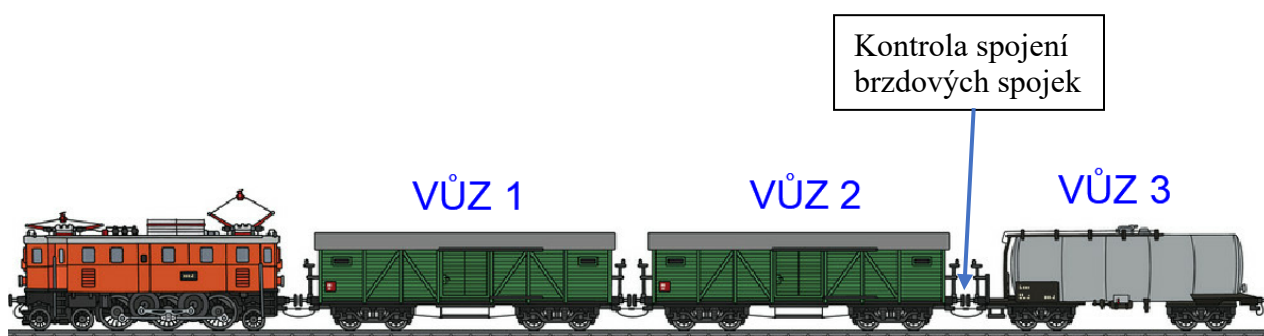
Několik úkonů, které je potřeba automatizovat se provádí u **špalíkové brzdy**. I když tato brzda má své výhody i nevýhody (kapitola 1.2), podíl kotoučových brzd na nákladních vozech se neustále zvyšuje. Na druhou stranu faktem je, že stále převažuje počet vozů s brzdami špalíkovými. U automatizaci zkoušky funkce špalíkové brzdy nastává několik problémů. Kontrolu odlehnutí a dolehnutí zdrží na kola vozu, je možné vyhodnocovat z tlaku v BV. Zvláštní problematikou je měření tloušťky brzdových špalíků. Jako možnost přímého měření se jeví zalití drátu do brzdového špalíku. Toto řešení bylo navrženo v mé bakalářské práci pro kotoučové brzdy. Po nynější konzultaci s firmou DAKO-CZ, a.s., není toto řešení možné z ekonomického hlediska. Z tohoto důvodu vyvíjí firma DAKO-CZ, a.s. indikátor kotoučové brzdy (včetně elektronického výstupu), o kterém bude napsáno v kapitole 3.5.. Tento indikátor dokáže měřit tloušťku brzdových desek, ale není použitelný pro špalíkové brzdy. Momentálně není prakticky realizovatelný bezpečný způsob vyhodnocení tloušťky brzdových špalíků. Tato problematika nastává i u měření délky zdvihu pístků v BV, kde taktéž nastává nejistota v přesnosti měření tohoto úkonu. Bylo rozhodnuto, že automatizace úkonů zahrnující špalíkovou brzdu nebude dále řešením diplomové práce.

**Kontrola spojení brzdových spojek** je z hlediska automatizace problematická část. Spojení hlavic brzdových spojek nelze přímo kontrolovat. Nabízí se způsob nepřímého měření, a to měřením tlaku v HP na předchozím a na následujícím voze. Z tohoto nepřímého měření ale taktéž plyne několik možností, viz. *Tabulka 3 - kontrola spojení spojek mezi vozem 2 a vozem 3.*



obr. 6 – spojení brzdových spojek [15]

Na obrázku níže je příklad problematické části určení spojení brzdových spojek mezi vozy, pomocí nepřímého měření.



obr. 7 – kontrola spojení brzdových spojek mezi vozem 2 a vozem 3,  
upraveno a převzato [25]

Tabulka 3 – kontrola spojení brzdových spojek mezi vozem 2 a vozem 3

	Tlak v HP (možnost 1)	Tlak v HP (možnost 2)	Tlak v HP (možnost 3)
VŮŽ 1	ANO	ANO	ANO/NE
VŮŽ 2	ANO	ANO	NE
VŮŽ 3	ANO	NE	NE
SPOJENÉ SPOJKY	ANO	NELZE PŘÍMO VYHODNOTIT	

U možnosti 2 a možnosti 3 měření tlaku v HP nemůžeme přímo a bezpečně vyhodnotit, jestli jsou spojené hlavice brzdových spojek, či nikoliv. V takovémto případě musí strojvedoucí

zkontrolovat správnost polohy uzavíracích kohoutů a tlak v HP na předchozích vozech (elektronicky na panelu).

**Profouknutí brzdové spojky** se provádí ve dvou různých situacích. První situací je profouknutí HP na konci vlaku. Tímto způsobem se zbavíme nečistot před připojením přenosného manometru. Pokud zautomatizujeme měření tlaku v HP, není nadále potřeba profukovat brzdovou spojku na konci vlaku. Jiná situace nastává v zimních podmínkách (při teplotách od +2 °C do -5 °C), kdy je nutné profukovat brzdovou spojku postupně za 1., 4. a 10. vozem. Tuto činnost nelze zautomatizovat, protože je nutné postupně měnit polohu pák brzdového systému celého vlaku.

Při automatizaci úplné zkoušky brzdy je nutné klást důraz na bezpečnost a spolehlivost. V dnešní době existují automatizační systémy, které běžně tlak v HP ovládají, např. AVV, ARR. Některé typy těchto systémů musí buď splňovat vysoké zabezpečovací principy, nebo musí strojvedoucí kontrolovat jejich činnost.

V průběhu úplné zkoušky brzdy strojvedoucí na stanovišti je a nastavování tlaku v HP mu nezabírá času navíc. I v případě automatické zkoušky brzdy zde strojvedoucí bude. Automatizace těchto úkonů by navíc vedlo ke značné komplikaci a vysokým bezpečnostním nárokům, i když je to jedno z možných řešení, např. do budoucna. Z tohoto důvodu by měla být automatizace založena na pasivních elektronických prvcích. V takovém případě systém nebude aktivně zasahovat ani jinak ovlivňovat jízdu/brzdu.

Pokud dojde k poruše některé části systému automatické zkoušky brzdy, je žádoucí, aby ÚZB šla provést i dle dosavadního řešení.

### 3.2. Měření hmotnosti vlaku a brzdící procento

Nezbytnou součástí zprávy o brzdění je i **měření hmotnosti vlaku (F)**. Tento údaj je nutné také automatizovat a znát i z důvodu výpočtu skutečného brzdícího procenta. Brzdící procento vozu ( $\lambda_1$ ) se vypočte:

$$\lambda_1 = \frac{\text{brzdící váha vozu [t]}}{\text{hmotnost vozu (včetně nákladu) [t]}} \cdot 100 [\%]$$

Můžeme vypočítat i brzdící procento celého vlaku, což je velice důležitá veličina. Brzdící procento celého vlaku ( $\lambda_2$ ) se vypočte:

$$\lambda_2 = \frac{\text{součet brzdících vah všech vozů vlaku [t]}}{\text{součet hmotností všech vozů vlaku [t]}} \cdot 100 [\%]$$

Výsledky se porovnají s předepsanými brzdícími procenty a vyhodnotí se, jestli je vlak dostatečně brzděn.

Z této kapitoly jasně vyplývá, že k soupravě obsahující automatickou zkoušku brzdy, mohou být připojeny i vozy, které automatickou zkoušku brzdy nebudou „umět“. V takovém případě ale musí být splněny požadavky brzdících procent vlaku, protože u těchto vozů bude brzdový systém vypnutý.

Druhou možností je, že u těchto vozů bude brzdový systém zapnutý, ale musí se u nich provést zkouška brzdy „klasickým způsobem“. Tzn., že pokud od soupravy, která automatickou zkoušku umí, dostaneme záznam o provedení úplné zkoušky brzdy, u přidaných vozů pak stačí provést jednoduchou zkoušku brzdy. To platí v případě, že k těmto vozům již strojvedoucí má platnou ÚZB, jinak se musí zkouška brzdy vykonat v rozsahu ÚZB.

Zde je nutné uvést, že tyto možnosti u přidaných vozů (které nebudou obsahovat automatizaci) se budou odvíjet od způsobu navrhnuté komunikace. **Faktem je, že poslední vůz v soupravě nesmí být vypnutý z brzdy.**

### 3.2.1. Automatizace měření hmotnosti vlaku

V dnešní době lze k nastavování brzdového účinku, a tedy závislosti tlaku vzduchu v brzdovém válci na hmotnosti vozu (nákladu), dosahovat samočinně (automaticky). K této činnosti slouží na vozech snímače zatížení (ložení) např. DAKO SL (obr. 8 a obr. 9), které v závislosti na hmotnosti vozu (zatížení) regulují řídicí tlak v přídavných ventilech (přídavný ventil DAKO D1). Tyto ventily následně regulují tlak v brzdových válcích.



obr. 9 – snímač zatížení DAKO SL2 [9]



obr. 8 – snímač zatížení DAKO SL  
v podvozku Y 25 [10]

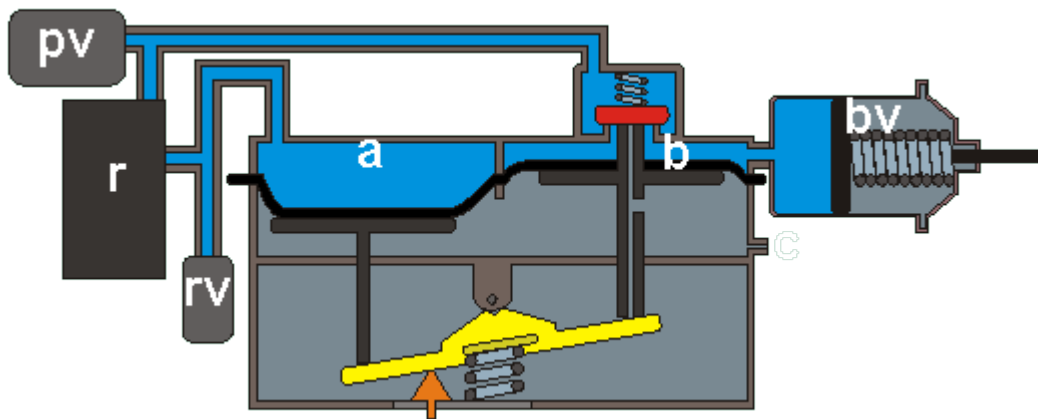
Snímače DAKO SL se vyrábí ve dvou provedení, DAKO SL 1 a DAKO SL 2. Každý z těchto snímačů pracují na jiném principu, ale jejich účinek je obdobný. Oba snímače regulují polohu **přestavné opěrku** ventilu DAKO D1 (který reguluje tlak v BV).

*„Snímač DAKO SL 1 reguluje tlak vzduchu na principu přenosu síly z opěrné čochky snímače elastoměrnou vložkou na pneumatický dvojventil, ovládaný membránou uvnitř snímače. Dvojventil propouští tlakový vzduch až do okamžiku, kdy síly nad a pod membránou jsou vyrovnány. Při jakékoli změně zatížení snímače dochází k vyrovnání sil, působících na membránu, a tím k regulaci výstupního tlaku v závislosti na zatížení. Snímač DAKO SL 2 reguluje tlak vzduchu na principu mechanického přenosu síly z opěrné čochky snímače speciálním převodovým pákovým mechanismem na pneumatický dvojventil. Další části snímače účinkují stejně jako u snímače DAKO SL 1.“ [16]*

Princip regulace tlaku vzduchu v BV v závislosti na poloze **přestavné opěrky** je patrný na obrázku níže. V odbrzděné poloze je přívod vzduchu do brzdového válce uzavřen **zákloukou** (která je tlačena pružinou) a prostor „b“ je odvětrán výfukem „c“. Při brzdění rozvaděč vpouští stlačený vzduch do řídicího vzduchojemu a ten se přesouvá dále do prostoru „a“ a působí zde na vahadlo (v obrázku žlutě) ventilu DAKO D1. **Záklouka** ventilu DAKO D1 se vlivem vahadla zvedne. Zvyšováním tlaků v prostorech „a“ a „b“ dochází ke stlačování pružiny pod vahadlem, které se opře o přestavnou opěrku. Poloha přestavné opěrky určuje



náklon vahadla a tím je řízen poměr mezi tlaky v BV a RV. Po vyrovnání nastaveného tlaku v BV se **záklopka** uzavře. Při odbrzdování je rozvaděčem snižován tlak v řídicím vzduchojemu a snižuje se i tlak v prostoru „a“. Vahadlo mění svou polohu, ventil „b“ klesá, až dojde opět k odvětrání výfukem „c“ (dutinou ventilu „b“).



obr. 10 – přídatný ventil DAKO D1 – zabrzděno [29]

*a – prostor „a“ nad ventilem*

*b – prostor „b“ nad ventilem*

*c – výfuk vzduchu ventilu*

*pv – pomocný vzduchojem*

*bv – brzdový válec*

*r – rozvaděč*

*rv – řídicí vzduchojem*

Přestavná opěrka ventilu DAKO D1 se dá ovládat i „ručně“ pákou přestavovače prázdný/ložený. Tyto přestavovače ale mají jen dvě krajní polohy, jak už vyplývá z názvu přestavovače.



obr. 11 – přestavovač prázdný – ložený [28]

K měření samotné hmotnosti vozu lze dosáhnout, a tedy automatizovat, pomocí měření tlaku ve snímačích zatížení. Z naměřeného tlaku, který je úměrný působící zatěžovací síle, lze dopočítat hmotnost vozu.

Počet snímačů zatížení je jeden snímač na podvozek. V rámci nejnáročnějších třípodvozkových vozů se používají 3 snímače ložení. Tzn., že na tyto vozy budou nasazeny tři snímače tlaku, ze kterých se dá vyhodnotit hmotnost vozu a ze znalosti polohy přestavovačů brzdy vypočítat i potřebná brzdící procenta.

Tabulka 4 – návrh automatizace úkonů

Značení	Prováděné úkony ÚZB	Návrh automatizace řešení
A1	Zabrzdnění přídavné brzdy	Strojvedoucí
A2	Zkouška záchranné brzdy	Strojvedoucí
B1	Hnací vozidlo zabrzdněno maximálním tlakem přímočinné brzdy	Strojvedoucí
B2	Doba uplynutí pro vyrovnání tlaku v HP	Časovač
B3	Snížení tlaku v HP o 0,5 Bar	Strojvedoucí
C1	Doba uplynutí 1 min	Časovač
C2.1	Špalíková brzda – kontrola dolehnutí zdrží na kola vozidel	
C2.2	Kotoučová brzda – kontrola stavu ukazatele zabrzdněno-odbrzděno	Elektronický indikátor (DAKO-CZ, a.s.)
C3	Špalíková brzda – kontrola tloušťky brzdových špalíků	
C4	Špalíková brzda – kontrola délky zdvihů pístků v brzdových válcích	
C5	Správná poloha přestavovačů	Snímač pák
C6	Správná poloha rukojetí vypínacího ústrojí brzdy	Snímač pák
C7	Správná poloha uzavíracích kohoutů rozvaděčů	Snímač pák
C8	Kontrola spojení spojek	
C9	Kontrola polohy rukojetí spojkových kohoutů HP	Snímač pák
D1	Profouknutí brzdové spojky	
D2	Měření tlaku v HP (manometrem na brzdové spojce)	Snímač tlaku
D3	Odbrzdnění	Strojvedoucí
D4	Doba odbrzděvací – max 3 min	Časovač
D5	Ustálení tlaku	Snímač tlaku
D2	Měření tlaku v HP – pokles tlaku max o 0,4 Bar	Snímač tlaku
D6.1	Špalíková brzda – kontrola odlehnutí zdrží od kol vozidel	
D6.2	Kotoučová brzda – kontrola stavu ukazatele zabrzdněno-odbrzděno	Elektronický indikátor (DAKO-CZ, a.s.)

Tabulka 5 – návrh automatizace úkonů v zimních podmínkách

	Prováděné úkony ÚZB v zimních podmínkách	Návrh automatizace řešení
E1	Rychločinné brzdění a odbrzdění	Strojvedoucí
E2	Profouknutí HP	

*Pozn.: Úkony v zimních podmínkách nebudou automatizovány, tabulka tedy slouží pouze pro ucelenost diplomové práce. Úkon E1 je ponechán na strojvedoucím a úkon E2 nelze automatizovat (viz. 3.1).*

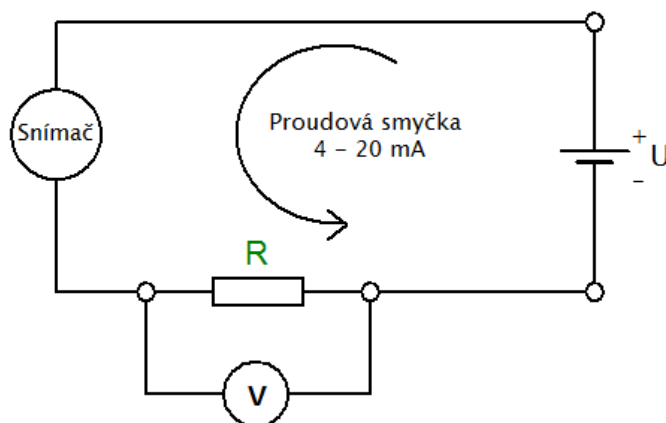
### 3.3. Snímače tlaku

K řešení systému automatické zkoušky brzdy je potřeba několik snímačů tlaku připojených k brzdovému systému každého vozu. U snímačů se bude návrh vztahovat k jednomu vozu a je pochopitelné, že stejně osazené budou i ostatní vozy vlaku, pokud mají splňovat funkci automatické zkoušky brzdy.

Snímače tlaku (stejně tak i ostatní snímače) musí splňovat základní požadavky:

- Životnost
- Rozsah tlaku
- Přesnost
- Bezpečnost provozu
- Spolehlivost
- Minimální závislost na parazitních vlivech (EMC, teplota, chvění apod.)
- *Cena a spotřeba elektrické energie*

Základní otázkou je, zda použít snímače s **napětovým** či **proudovým** výstupem, a to neplatí pouze pro snímače tlaku. Oba typy těchto snímačů vykazují své výhody i nevýhody. U **proudových snímačů** je standardem užití proudové smyčky 4 až 20 mA, pomocí které se eliminuje rušení a vznik chyb. Naměřené veličiny se bezchybně dají přenášet i na delší vzdálenosti (desítky metrů). Pro přenos signálu stačí pouze dva vodiče, které slouží i jako napájení. Pokud proud u těchto snímačů klesne na 0 mA, můžeme jednoduše detekovat přerušování vodiče. Nevýhodou je vyšší cena a spotřeba elektrické energie.



obr. 12 – proudová smyčka 4 až 20 mA

**Napět'ové snímače** jsou energeticky hospodárnější, ale jsou náchylné na elektromagnetické rušení. Částečně můžeme dosáhnout vylepšení odolnosti snímačů s napět'ovým výstupem, pokud použijeme vestavěný zesilovač signálu. Milivoltový výstup snímačů pak můžeme zesílit až na jednotky voltů. Použití těchto snímačů je závislé na vyskytujícím se elektromagnetickém rušení a na použitém zdroji energie.

Vhodným příkladem snímače tlaku s proudovým výstupem je snímač tlaku **MBS 3000 0-10 bar**. Tento typ snímače je určen pro náročná prostředí průmyslu. Výstupním signálem je výše zmíněná proudová smyčka 4-20 mA. Ke snímání a převodu tlaku na elektrický signál se využívá piezorezistivní polovodičové technologie. Tzn., že při deformaci krystalické mřížky polovodiče působením vnější síly (tlaku) dochází ke změně elektrické konduktivity (měrná elektrická vodivost). Využití této technologie dává snímačům dlouhodobou stabilitu, vysokou přesnost měření a výstupní signál má malou hysterezi. Má ale i své nevýhody, a to malá odolnost vůči agresivním látkám. Z tohoto důvodu jsou pouzdro snímače a smáčené komponenty vyrobeny z kyselinovzdorné oceli (AISI 316L).



- Výstupní signál 4-20 mA
- Certifikát ATEX
- Provozní teplota od -40 °C do +80 °C
- Rozsah od 0-10 bar do 0-600 bar
- Standardní tlakové připojení G 1/4 ISO 228/1
- Krytí IP 65 (některé typy IP 67)
- Vysoká odolnost proti vibracím, EMC [6]

obr. 13 – tlakový snímač Danfoss  
MBS 3000 0-10 bar [6]

### 3.3.1. Umístění snímačů tlaku a jejich počet

Pro měření hmotnosti vozu bude použit snímač tlaku napojený na snímač ložení (DAKO SL). Jejich počet se odvíjí od počtu podvozků vozu. Pro nejnáročnější – třípodvozkové vozy budou použity 3 snímače tlaku. Dále bude použit jeden snímač tlaku

napojený na HP. Maximální počet snímačů tlaku na jeden vůz jsou **4 snímače tlaku** (1x HP a 3x SL).

Tabulka 6 – umístění snímačů tlaku a jejich počet

Značení	Druh úkonu	Umístění snímače	Počet snímačů
F	Měření hmotnosti vozu	Snímač zatížení	2-3 (na každý podvozek 1)
D2	Měření tlaku v HP	V hlavním potrubí	1
D5	Ustálení tlaku	V hlavním potrubí	Stejný snímač jako v D2
D2	Měření tlaku v HP – pokles tlaku max o 0,4 Bar	V hlavním potrubí	Stejný snímač jako v D2

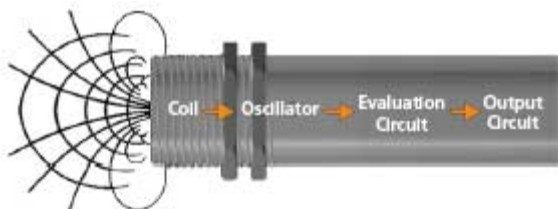
### 3.4. Snímače polohy pák

Snímačů polohy pák musí být na každém voze několik, a to pro snímání polohy:

- přestavovačů
- uzavíracích kohoutů rozvaděčů
- rukojetí spojkových kohoutů HP

Tyto snímače musí vyhodnocovat správnou krajní polohu páky (dvě polohy), je tedy žádoucí, aby každá páka měla snímání pro obě krajní polohy. Např. prázdný – ložený; zapnuto – vypnuto; otevřeno – zavřeno.

Pro bezkontaktní spolehlivou detekci v obtížných podmínkách jsou vhodným řešením **bezkontaktní indukční snímače**. Indukční snímače detekují přiblížení elektricky vodivých materiálů na vzdálenosti jednotek až desítek mm. Volbou snímače a provedením snímání krajních poloh lze dosáhnout kvalitní spolehlivosti snímání polohy pák.



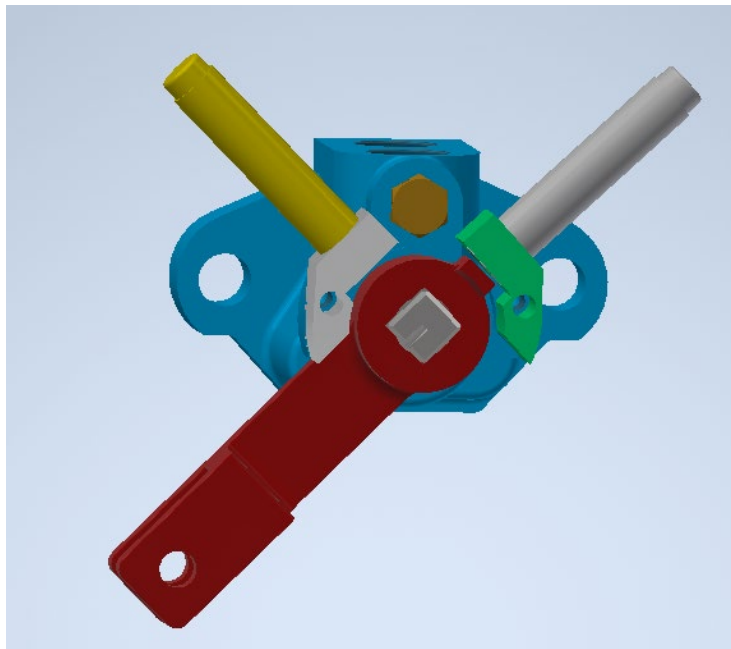
obr. 15 – indukční snímač přiblížení válcového provedení [30]



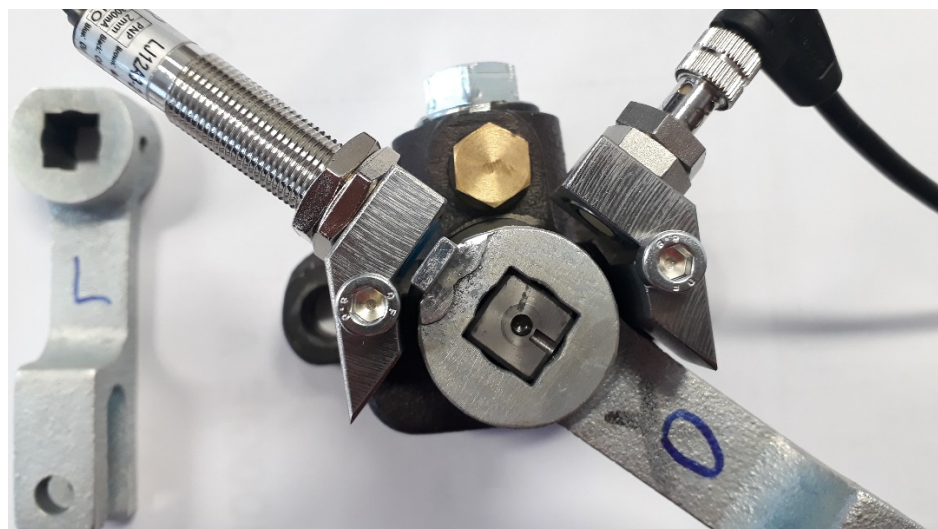
obr. 14 – indukční snímač přiblížení PNP LJ12A3-2-Z/BY [31]

Aktivním prvkem indukčního snímače je cívka, kterou protéká vysokofrekvenční proud generovaný oscilátorem (rezonanční obvod LC). Okolo cívky se vytváří střídavé elektromagnetické pole, které ovlivňuje přibližující se elektricky vodivé předměty. V těchto předmětech se generují vířivé proudy, které spotřebovávají energii a elektromagnetické pole cívky i energie oscilátoru se oslabuje. Vyhodnocovací obvod při definované hodnotě útlumu sepne spínač (tranzistor) = detekce přítomnosti vodivého materiálu.

Možné snímání polohy pák je na obrázcích níže.



obr. 16 – snímání krajních poloh pák pomocí indukčních snímačů [DAKO-CZ, a.s.]



obr. 17 – prototyp snímání krajních poloh pák pomocí indukčních snímačů [DAKO-CZ, a.s.]

### 3.4.1. Umístění snímačů polohy pák a jejich počet

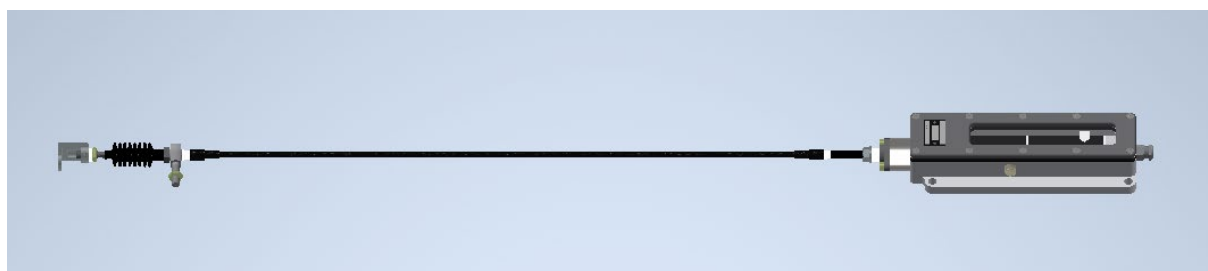
Pro snímání koncové polohy každé páky jsou zapotřebí 2 indukční snímače. Páky přestavovačů (C5) se umísťují po obou stranách každého vozu, ale jsou spojeny přes převod, tzn. postačí snímat pouze jednu z těchto pák. U nákladních vozů se jedná o přestavovač prázdný – ložený (2x snímač) a přestavovač nákladní – osobní (2x snímač). Dále uzavírací kohouty rozvaděčů (C7), kterým se vypne vůz z brzdy (2x snímač). Rukojeti spojkových kohoutů jsou na každém čele vozu. Na každý nákladní vůz připadají dva spojkové kohouty (4x snímač). Celkem bude na jednom voze umístěno až **10 indukčních snímačů polohy**.

Tabulka 7 – umístění snímačů polohy pák a jejich počet

Značení	Druh úkonu	Umístění snímače	Počet snímačů
C5	Správná poloha přestavovačů	Součástí ústrojí páky	4
C7	Správná poloha uzavíracích kohoutů rozvaděčů	Součástí ústrojí páky	2
C9	Kontrola polohy rukojetí spojkových kohoutů HP	Součástí ústrojí páky	4

### 3.5. Elektronický indikátor kotoučové brzdy (DAKO-CZ, a.s.)

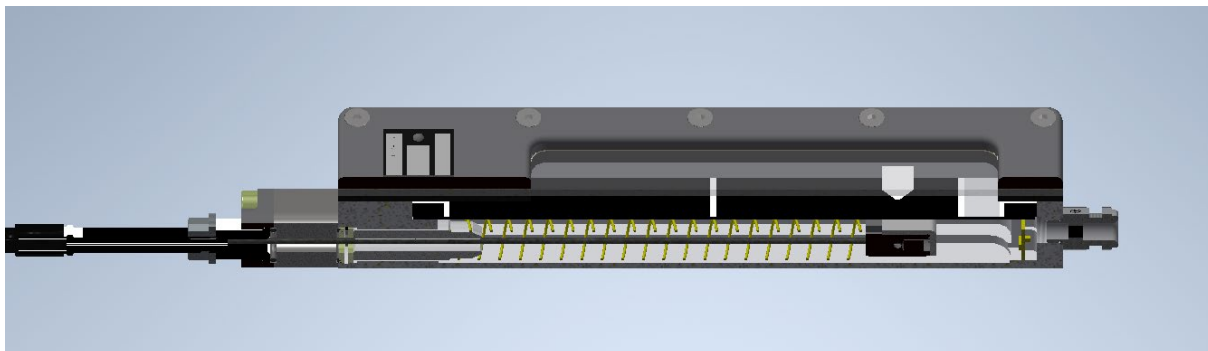
Indikátor pro kotoučovou brzdu mechanického provedení, a hlavně i provedení s elektronickým výstupem vyvíjí firma DAKO-CZ, a.s. Tento indikátor obsahuje lankové táhlo s pružinou (vratná pružina v indikátoru), jehož konec je upevněný na brzdových čelistech kotoučové brzdy. Při pohybu brzdových čelistí dochází i k pohybu střelky v okénku indikátoru. Toto řešení splňuje legislativně možné řešení snímání přilehnutí a odlehnutí brzdových desek.



obr. 18 – elektronický indikátor kotoučové brzdy [DAKO-CZ, a.s.]



Z indikátoru lze sledovat i opotřebení brzdových desek v závislosti na pohybu střílky v okénku indikátoru. V rámci automatizace obsahuje indikátor kotoučové brzdy i elektronický výstup. Poloha jezdce indikátoru je snímána laserovým snímačem.



obr. 19 – elektronický indikátor kotoučové brzdy [DAKO-CZ, a.s.]

Okénkový ukazatel stavu odbrzděno-zabrzděno se u nákladních vozů používá jeden ukazatel na jeden podvozek vozu. V případě nejnáročnějších – třípodvozkových vozů bude zapotřebí osadit vůz třemi elektronickými indikátory kotoučové brzdy.

### 3.6. Zobrazovací panel

Automatickou zkoušku brzdy bude vyhodnocovat systém, resp. automatizované části a její výsledek. Je tedy nezbytné, aby při automatické zkoušce brzdy strojvedoucí kontroloval stav a složení soupravy na displeji (zobrazovacím panelu) na jeho stanovišti.

#### 3.6.1. Použití displeje na řídicím pultu lokomotivy

U zobrazovacího panelu, tedy u jeho HW a SW části, je vhodné vycházet z něčeho, co již v dnešní době na lokomotivách je a používá se i u nás. Vhodným příkladem jsou zobrazovací panely na řídicím pultu lokomotivy Siemens Vectron. Zde jsem čerpal z popisu a poznatků z diplomové práce Daniela Kováře, který se zabýval návrhem stanoviště strojvedoucího elektrické lokomotivy a vhodně zde popisuje stanoviště některých lokomotiv. [\[23\]](#)



obr. 21 – lokomotiva Siemens Vectron [21]



obr. 20 – řídicí pult (Siemens Vectron) [22]

Také je vhodné podotknout, že řídicí pult lokomotivy Vectron je modulární. Existují tedy i různé modifikace. Stanoviště strojvedoucího splňuje vyhlášku UIC 612 (definuje řídicí pult, resp. uspořádání, označení a barevné provedení) a UIC 651 (uspořádání kabiny strojvedoucího).

Součástí řídicího pultu lokomotivy Vectron jsou zobrazovací panely (displeje), které jsou viděny na obrázku 20. Zobrazovací panely musí splňovat normu pro elektronická zařízení drážních vozidel dle ČSN EN 50155. Zleva to je pak displej radiostanice TRD (Train radio display) elektronický jízdní a rychlostní plán EBUa (Elektronischer Buchfahrplan und Langsamfahrstellen), dále řídicí a ovládací displej CCD (Control command display) a technický a diagnostický displej TDD (Technical & diagnostic display). Displeje CCD a TDD jsou dotykové. Tyto displeje jsou dostupné i na jiných lokomotivách (např. Newag Dragon, Bombardier Traxx AC3 atd.).

Technický a diagnostický displej TDD, slouží např. pro grafické zobrazení brzdového potrubí a kontroly tlaku v brzdových válcích. Toho se dá využít při automatické zkoušce brzdy, kde by musely být tyto informace dále doplněny o:

- Soupisku vozů
- Správný identifikátor a pořadí vozů
- Polohu pák a rukojetí brzdové soustavy jednotlivých vozů
- Tloušťku brzdových desek, resp. funkci kotoučové brzdy dle elektronického indikátoru firmy DAKO-CZ, a.s.

Příklad dotykového displeje, který splňuje vyhlášku UIC 612 a normu ČSN EN 50155 je na obrázku níže.



obr. 22 – železniční dotykový panel ITA-8100 [24]

### 3.6.2. Nezávislý displej

Pro vyhodnocení zkoušky brzdy se jeví vhodným řešením použití displeje TDD. Z ekonomického hlediska je ale vhodnější použít nezávislý displej, v podobě např. HMI (Human-machine interface) panelu nebo průmyslového tabletu. Je to z toho důvodu, jelikož pro automatickou zkoušku brzdy by bylo nutné provést úpravy SW části TDD displeje a znovu schvalovat homologaci zařízení. To může být cenově nákladné a limitující pro tento systém.

Příkladem jsou grafické zobrazovací panely výrobce WEINTEK, který nabízí širokou škálu těchto panelů různých velikostí a výkonů. Např. zobrazovací panel MT8100iE s velikostí displeje 10,1 palců a vstupními porty USB, Ethernet, RS232 a RS485. [32]

### 3.7. Identifikátor vozů

Strojvedoucí po sestavě vlaku dostává seznam vozů, ze kterých je sestaven (výkaz vozidel). Tento seznam je v rámci automatické zkoušky brzdy nutné dostávat elektronicky, s vysokou spolehlivostí.

Vozidla účastnící se provozu po železnici musí být identifikována číslem. Identifikační číslo je přiřazeno vozidlům dle vyhlášek UIC 438-1 pro osobní vozy, UIC 438-2 pro nákladní vozy, UIC 438-3 pro hnací vozidla a UIC 438-4 pro vozidla speciální. Jedná se o dvanáctimístné

identifikační číslo – obrázek 17. Dle TSI (Technical Specifications for Interoperability), je toto číslo nazýváno také evropské číslo vozidla EVN (European Vehicle Register). Identifikační číslo vozu nese několik informací, jako jsou: kódy způsobilosti pro interoperabilitu; země, kde je vůz registrován; typ vozu; rychlost a vytápění (osobní vozy); pořadové číslo a kontrolní číslici. [27]



obr. 23 – příklad číselného označení železničních vozů dle UIC [26]

Toto číselné označení lze v dnešní době snímat i elektronicky např. pomocí RFID technologie (Radio Frequency Identification). Bezdrátová automatická identifikace vozů se v některých zemích používá již několik let. Bohužel použití této technologie v železniční dopravě zahrnuje nejenom instalování čipů na jednotlivé vozy ale i zbudování infrastruktury z hlediska vysílačů, které musí být v blízkosti vozů (do 10 m). Navíc souprava musí okolo těchto vysílačů projíždět. Pro automatickou zkoušku brzdy je toto řešení elektronické identifikace nepoužitelné.

Identifikace vozidla je jeden z nejdůležitějších aspektů v rámci celé automatické zkoušky brzdy. Systém musí vědět, se kterými vozy má komunikovat. Způsob řešení identifikace vozu bude rozhodnut až v závislosti na typu navržené komunikace.

### 3.8. Průběh automatické zkoušky brzdy

Automatická zkouška brzdy by mohla vypadat následovně:

- Strojvedoucí vyzkouší záchrannou brzdu a hnací vozidlo zabrzdí maximálním tlakem přímočinné brzdy
- Strojvedoucí si na stanovišti elektronicky zobrazí na panelu celou soupravu a zkontroluje následující:
  - Celistvost vlaku, tzn. odpovídající počet vozů, jejich správný identifikátor a pořadí (je žádoucí, aby strojvedoucí měl soupisku vozů v elektronické podobě a kontroloval správnou sestavu vlaku)
  - Správnou polohu pák a rukojetí na celém vlaku
  - Tloušťku brzdových desek, resp. funkci kotoučové brzdy dle elektronického indikátoru DAKO-CZ, a.s.
- Strojvedoucí pomocí brzdiče nastavuje tlak v HP a sleduje:
  - Zpětnou vazbu ze snímačů
  - Dobu uplynutí zabrzdění a odbrzdění
  - Správné provedení odbrzdění a zabrzdění všech vozů vlaku
- Systém vyhodnotí výsledek úplné zkoušky brzdy

Z provedené zkoušky brzdy by pak data mohla být uložena elektronicky, nebo zaslána bezdrátovou technologií na server.

## 4 KOMUNIKACE A ZDROJ ENERGIE

Kapitola komunikace a zdroj energie je nejdůležitější otázkou celé diplomové práce. Jakým způsobem bude systém komunikovat s jednotlivými vozy, jak pozná, jestli jsou k vlaku připojené správné vozy, kolik jich je, jaký vůz je poslední apod.

Nejprve je vhodné stanovit možnosti řešení komunikace systému, jaké mají jednotlivá řešení rizika, výhody a nevýhody. Na základě řešení komunikace je možné uvažovat o zdroji energie.

### 4.1. Bezdrátová komunikace

V dnešní době technologického pokroku připadá v úvahu na prvním místě komunikace bezdrátová, pomocí elektromagnetických vln. Velkou výhodou, jak už vyplývá z principu této technologie, je absence kabeláže. Při použití bezdrátové komunikace tedy není nutné řešit tažení kabelů přes celý vlak. Dříve tato technologie nesla nevýhody např. kapacity datového toku, rychlosti přenosu a zabezpečení. To v dnešní době 5. generace bezdrátových systémů (5G) a s výhledem na síť 6. generace jde neustále kupředu. Na druhou stranu i tyto sítě nesou bezpečnostní rizika např. přesměrování dat na jiný server, sledování polohy uživatelů sítě apod.

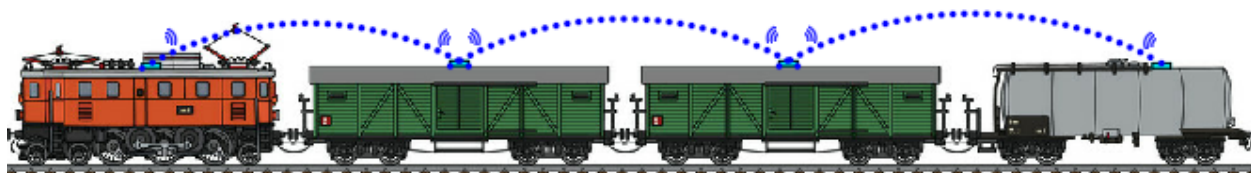
Musíme také uvažovat nejenom použití typu komunikační technologie, ale jakým způsobem by měly vozy „umět“ komunikovat:

- 1) Komunikace vozů s lokomotivou
- 2) Komunikace mezi jednotlivými vozy
- 3) Komunikace vozů nebo vlaku se serverem

#### 4.1.1. Bluetooth/ZigBee

Obě tyto bezdrátové technologie jsou vystavěné na standardu IEEE 802.15 a spadají do kategorie osobních počítačových sítí PAN. Hlavními rozdíly spočívají v oblasti použití. Zatímco Bluetooth se zaměřuje spíše na přenos na krátké vzdálenosti a mobilitu uživatelů, ZigBee se zaměřuje na dálkové ovládání systémů a automatizaci. Jeho uplatnění v průmyslových aplikacích je především díky použití multiskokového ad-hoc směrování, které umožňuje komunikaci na delší vzdálenosti i v případě **nepřímé viditelnosti a velice nízké spotřeby elektrické energie**. Sítě ad-hoc mají výhodu v jednoduché instalaci, kdy není potřeba žádné řídicí uzly (základnové stanice), ani žádný přístupový bod. Zařízení v ad-hoc sítích jsou si rovna a komunikují mezi sebou přímo/navzájem. Komunikace probíhá v bezlicenčních radiových pásmech 858 MHz, 908-928 MHz a 2,4 GHz s přenosovými rychlostmi až 250 kbit/s.

Jednotlivá zařízení sítě jsou adresována pomocí binárního 64bitového kódu, tzn., že v jedné síti může být až 65535 zařízení, a navíc každé zařízení může komunikovat samo s jiným zařízením. Komunikace typu *peer-to-peer*. Dosah komunikace ZigBee je ovlivněn vysílacím výkonem, viditelností mezi jednotlivými zařízeními a použitým typem modulu. Z pravidla se udávají hodnoty desítek až stovek metrů.



obr. 24 – předávání dat z vozu na vůz pomocí multiskokového ad-hoc směrování, *upraveno a převzato [25]*

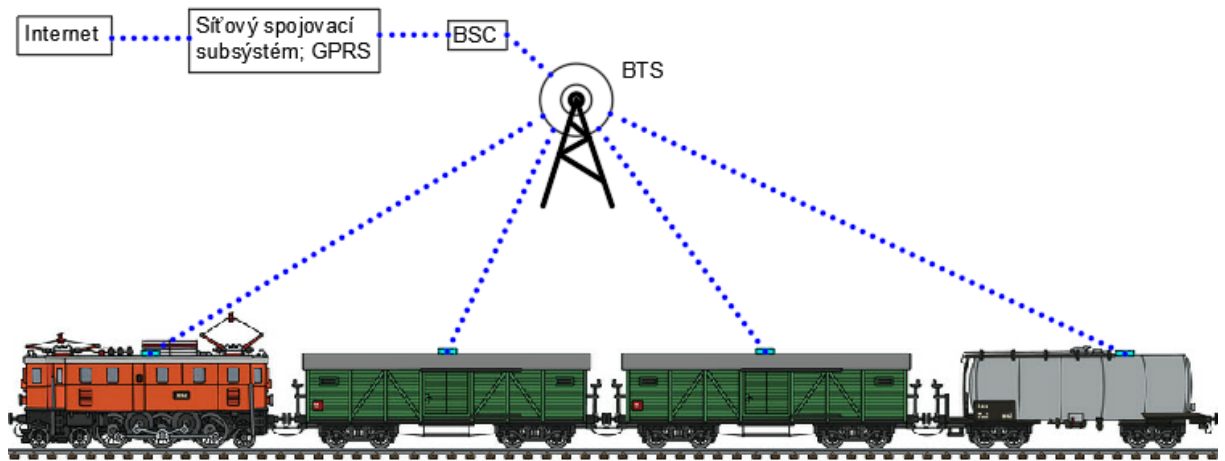
Zvýše uvedeného vyplývá, že při použití této technologie se mohou data předávat zvláště z vozu na vůz přes celý vlak, při velice nízké energetické náročnosti. Toto řešení je výhodné v případě řešení systému jako nízkoenergetického.

#### 4.1.2. Mobilní sítě

Kromě přenosu dat mezi jednotlivými vozy je příhodné zabývat se i komunikací mezi soupravou a řídicí centrálou/serverem.

Od analogových mobilních sítí, přes GSM síť (neboli 2G), 3G síť a 4G síť, se dnes dostáváme již k 5. generaci bezdrátových systémů. Mezinárodním standardem pro železniční aplikace je komunikační systém GSM-R, který je založen na technologii GSM. Tento systém zajišťuje potřebnou interoperabilitu a kompatibilitu na železnici. Rozdílem pro síť GSM-R (oproti GSM) spočívá v aktivním řízení dopravních procesů na železnici, např. pro zabezpečovací systémy ETCS. Použití typu mobilní sítě není cílem diplomové práce. Dále budeme uvažovat mobilní síť založené na technologii GSM, tedy síť buňkové. Zařízení se do sítě připojují pomocí buněk (základnových radiostanic – BTS).





obr. 25 – komunikace vozů pomocí mobilních sítí,  
upraveno a převzato [25]

*BTS – Base Transceiver Station (základnová vysílací/přijímací stanice)*

*BSC – Base Station Controller (řídící základnová stanice)*

Na obrázku výše je schematicky znázorněno, jakými způsoby může souprava komunikovat pomocí mobilních sítí. Zahrnuje všechny tři druhy komunikace. Komunikace každého vozu s lokomotivou – ideální řešení v rámci automatické zkoušky brzdy. Strojvedoucí v reálném čase dostává informace od každého vozu (zpětná vazba ze snímačů). Komunikace mezi jednotlivými vozy v rámci předávání informací (např. tlak vzduchu na předchozím voze) a komunikace každého vozu zvlášť se serverem. Poslední způsob řešení komunikace je ideální v rámci údržby, kontroly či servisu vozu, ale pro řešení komunikace automatické zkoušky brzdy zde nemáme jistotu pokrytí sítě GSM a identifikace, viz. kapitola dále.

#### 4.1.3. Identifikace soupravy

V případě použití komunikace pomocí ZigBee, slouží jako identifikátor binární 64bitový kód. V případě použití mobilních sítí, a tedy v samém principu použití sítě GSM, slouží k identifikaci jednotlivých vozů (účastníků mobilní sítě) SIM karta. Komunikace a identifikace jednotlivých vozů není problém. Relativně přesně se dá určit i poloha vozů pomocí polohového systému GPS. Problém nastává v určení, s jakými vozy má lokomotiva komunikovat.

Stále zde hraje svou roli faktor člověka, posunovače/vozmistra, který skládá vlak. Vlak se složí z určitých vozů a každý vůz má své identifikační číslo. Podle UIC se každému železničnímu vozidlu přiřazuje dvanáctimístné číslo identifikace (podrobněji v kapitole



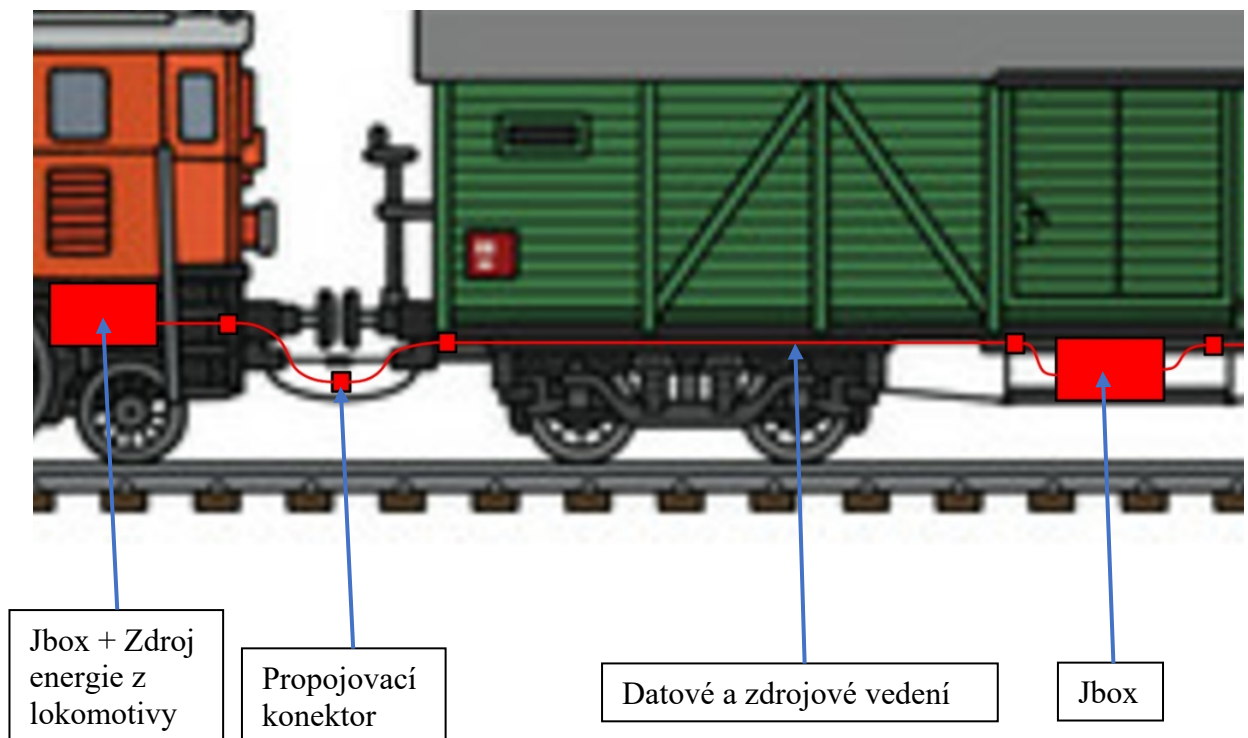
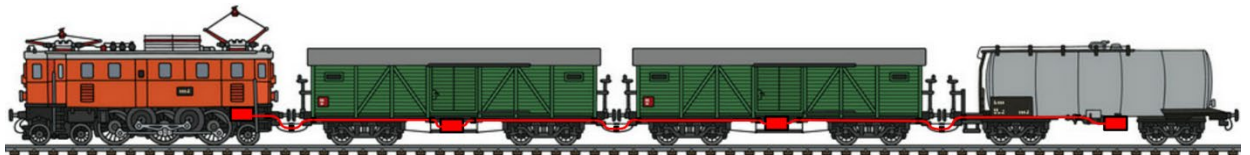
Identifikátor vozů). Strojvedoucí obdrží seznam vozů, ze kterých je vlak sestaven. Nejistotu pořadí vozů, jaký vůz je poslední, kolik jich je a jestli jsou všechny vozy v soupravě správné, bezdrátovým systémem neodstraníme. Zkouška brzdy je citlivou, bezpečnostní kontrolou, která musí zůstat maximálně spolehlivá a bezpečná.

Velkou výhodou u řešení pomocí bezdrátových technologií by byla jednoduchost. Nemusely by se dělat úpravy na vozech. Strojvedoucí by měl „tablet“, pomocí kterého by identifikoval soupravu a mohl by sledovat stavy na jednotlivých vozech.

V některých případech ale stále není možné bezpečně a spolehlivě používat bezdrátové technologie. Principy bezdrátových technologií se neustále vyvíjí a v budoucnu tomu může být jinak. Nyní ve vztahu k automatické zkoušce brzdy patří mezi největší rizika identifikace soupravy. Strojvedoucí by mohl dostat špatný seznam vozů a nepozná to. V případě čistě elektronické identifikace by poblíž soupravy mohly stát i jiné „cizí“ vozy a bezpečně určit soupravu tímto způsobem zkrátka není možné. Další roli u bezdrátových technologií hraje pokrytí sítě, rušení frekvenčního pásma apod. Elektrifikace, v podobě natažení kabelů přes celý vlak pro datovou komunikaci a případně i zdrojovou část se zkrátka nevyhneme.

## 4.2. Drátové řešení systému

Jediné přípustné řešení v dnešní době je řešení drátové, resp. natažení kabelu přes celý vlak. Drátové řešení bude vyžadovat obsluhu, která při sestavování vlaku spojí vlaky nikoliv pouze pomocí táhlového ústrojí se šroubovkou, ale také propojí kabelové vedení pomocí příslušných konektorů. Jak by toto řešení mohlo vypadat je na obrázku níže.



obr. 26 – komunikace a napájení pomocí kabelového vedení,  
*upraveno a převzato [25]*

*Jbox (junction box) – elektrická spojovací skříň*

#### Toto řešení zajišťuje:

- Správnou identifikaci vozů
- Nepřetržitou komunikaci s každým vozem
- Napájení každého vozu z lokomotivy
- Případné dobíjení externího zdroje energie
- Použití i pro další systémy do budoucna

Natažení kabelu přes celý vlak spojuje každý vůz s lokomotivou. Tímto způsobem poskytuje energii a komunikační spojení s každým individuálním vozem. Vzniká problém natažení kabelu přes celý vlak, což není legislativně úplně jednoduché, protože toto řešení může zasahovat do konstrukce vozů. Další riziko padá na obsluhu. Při nepřipojení některého z konektorů systém nepozná, že za posledním identifikovaným vozem mohou být další vozy.

V rámci elektrifikace, modernizace a urychlení (automatizace) se nevyhneme natažených kabelů přes nákladní vozy. Natažení kabelu přes celý nákladní vlak pro napájení elektronických systémů a datovou komunikaci je jedním z možných řešení. Toto řešení se však v současné době jeví z hlediska bezpečnosti jako neméně problematické. U tohoto řešení zde stále bude muset být obsluha, která při spojování vlaku propojí i příslušné konektory kabelů. A tedy probraná řešení stále neeliminují chybový faktor člověka. Způsoby, které by eliminovaly faktor člověka, který spojuje vlak a kabelové vedení, jsou uvedeny na konci této kapitoly.

Starší vozy, které nebudou automatickou zkoušku brzdy umět, mohou být k této soupravě připojeny. Ale vzhledem k nataženému kabelu, je nutné tyto vozy připojit až na konec soupravy (nelze přeskakovat vozy) a je tedy taktéž nutné, aby tyto vozy měly brzdový systém zapnutý (poslední vůz v soupravě nesmí být vypnutý z brzdy). U těchto vozů bude muset být provedena zkouška brzdy klasickým způsobem, v rámci pokynů JZB nebo ÚZB.

K tomuto řešení je nutné navrhnout i řešení kabelového vedení, resp. připojovacích konektorů a záložní zdroj energie (akumulátor) s případným dobíjením.

#### **4.2.1. Připojovací konektory a vedení na lokomotivách a os. vlcích v dnešní době**

Navrhnuté drátové řešení komunikace a napájení mezi lokomotivou a nákladními vozy si vyžaduje nejenom určitý druh kabelu, ale taktéž připojovací konektory a samotné komunikační protokoly. Z hlediska interoperability a jednoduchosti je vhodné vycházet z něčeho, co již v dnešní době na lokomotivách je a používá se i u nás. A to zejména v osobní

železniční dopravě, kde by se příslušné kabelové vedení a konektory mohly vhodně aplikovat i v nákladní dopravě.

Pro komunikaci mezi vozy, která jsou spojena v soupravu, se v osobní železniční dopravě používá komunikační síť TCN (Train Communication Network). Síť TCN se stala mezinárodním standardem v roce 1999 a její základní součástí je komunikační protokol WTB (Wire Train Bus), také aplikační sběrnice (v rámci vozidla je to pak komunikační protokol MVB (Multifunction Vehicle Bus)). Komunikační protokol WTB je standardizován normou IEC 61375 a vyhláškou UIC 556. Tyto komunikační protokoly se používají i u nás na vozidlech ČD, např. řada 380, nebo řada 750.7. Kromě tohoto komunikačního protokolu se u nás používá i česká verze sběrnice – NVL (Národní Vlaková Linka). [\[17\]](#), [\[18\]](#)

V rámci mezi vozové komunikace je zde důležitá fyzická vrstva. Kabelové vedení a konektory, jsou dány vyhláškou UIC 558 (dřívější verze je dána starší vyhláškou UIC 568, ta ještě nepoužívala komunikační síť TCN). Starší verze obsahovala 13pinové konektory, novější verze má již 18pinové konektory. Novější konektory jsou přizpůsobeny tak, aby k nim šly připojit i starší kabely dle UIC 568. U osobních vozů se používají pro spínání osvětlení, ovládání dveří, přenos akustiky a dat do zobrazovacích jednotek apod.



obr. 27 – zásuvka a konektor s kabelovým vedením dle UIC 558 [\[19\]](#)

V rámci automatizace zkoušky brzdy zde není nutné 18vodičové vedení, zbylé vodiče mohou být rezervní, pro další systémy do budoucna.

#### Technické parametry:

- 13pólové i 18pólové zapojení
- Jmenovité napětí 60 V
- Jmenovitý proud 10 A
- Bezpečnostní zámek
- Odolnost IP54 (při nepřipojeném konektoru k zásuvce)
- Teplotní rozsah -40 °C až +90 °C [20]

Je nutné podotknout, že u těchto zásuvek a konektorů, i když musí splňovat vyhlášku UIC 558, se vlastnosti a parametry mohou lišit dle výrobce.

#### **4.2.2. Návrh propojovacího vedení na nákladní vlaky**

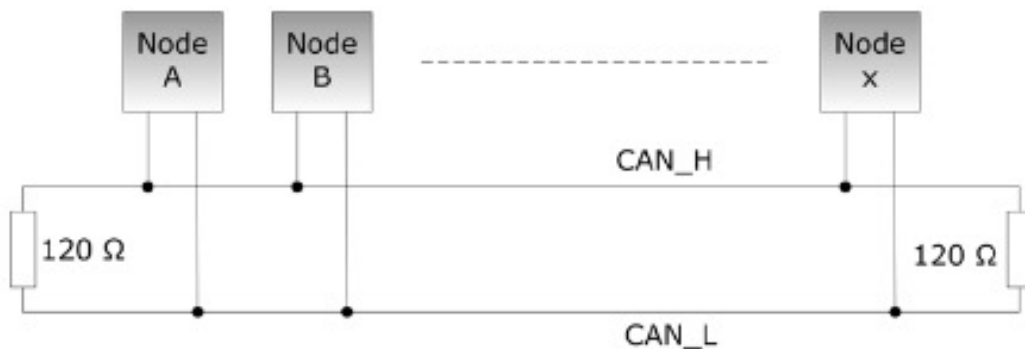
Vzhledem ke skutečnosti, že na nákladních vozech prozatím žádné kabelové vedení není a nové vedení bude potřeba rovněž schvalovat, je vhodné provést návrh jednoduššího, úspornějšího řešení (méně vodičů v kabelu, jiné konektory). Je potřeba uvažovat vodiče pro datovou komunikaci a stejnosměrné napájení řídicí jednotky (včetně baterie a snímačů). Pro datovou komunikaci budeme uvažovat komunikaci sériovou, vzhledem k délce vlaku až 700 m.

Typ komunikační sběrnice je vhodné volit i v souvislosti s použitým displejem, např. zobrazovací panel WEINTEK obsahuje vstupní porty pro sériové linky USB, Ethernet, RS-232 a RS-485. V případě použití jiné komunikační sběrnice by bylo potřeba použít vhodný převodník/adaptér. Standard RS-232 se používá spíše pro menší vzdálenosti (jednotky až desítky metrů) a umožňuje komunikaci mezi dvěma zařízeními. Postupem času byl standard RS-232 vytlačen rozhraním USB, které je ze stejných důvodů pro systém nepoužitelný. Neustále vyvíjející technologií je Ethernet, který nabízí několik možností přenosu dat (koaxiální kabel, kroucená dvoulinka nebo optický kabel) a zároveň širokou škálu typů s různými rychlostmi přenosu. Hlavním přínosem komunikace pomocí Ethernetu je, že řídicí jednotky vozů mohou tvořit lokální počítačovou síť, kde neexistuje centrální prvek a každá řídicí jednotka může pracovat samostatně, nezávisle na ostatních.

Zobrazovací panel WEINTEK MT8100iE obsahuje připojení Ethernetu typu 10/100 Base-T x 1. Což znamená, že zaručuje přenášenou rychlost 10/100 Mbit/s na vzdálenost 100 m jednoho segmentu (některé servery uvádí i 150 m [36]). 100BaseT (také Fast Ethernet) je definován normou IEEE 802.3 a může využívat k přenosu dva páry UTP (Unshielded

Twisted Pair) nebo STP (Shielded Twisted Pair) kabelu kategorie 5 (CAT 5). V tomto případě je vhodnější použít stíněné kroucené dvoulinky (STP) z důvodu možného elektromagnetického rušení. Dva páry kroucené dvoulinky zajišťují plně duplexní komunikaci. Faktem je, že u tohoto typu Ethernetu by bylo zapotřebí použití opakovačů signálu anebo extenderů, a to na obou koncích soupravy. Použití Ethernetu jako komunikační technologie vede ke komplikaci systému automatické zkoušky brzdy.

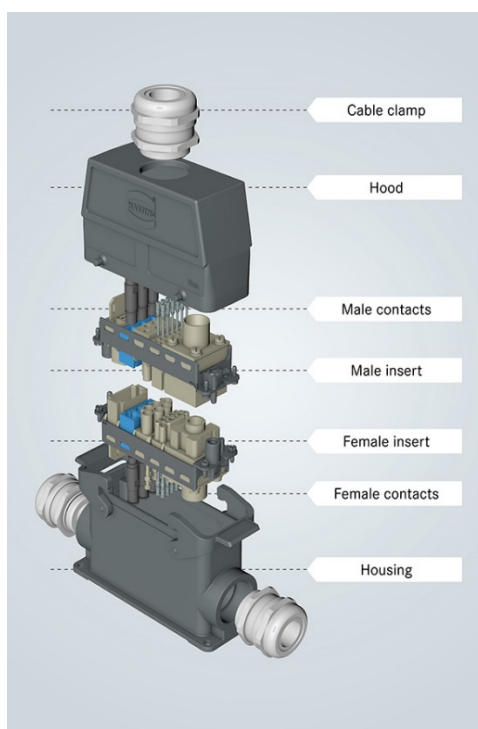
Reálně řešení nabízí standard sériové komunikace RS-485 nebo sběrnice CAN. Oba typy sběrnic nabízí komunikaci na vzdálenosti delší než 1000 m a rychlost přenosu dat u obou typů se vzdáleností klesá. Pro nové aplikační vývoje, stabilitu komunikace, chování v reálném čase, bezpečnosti při poruše a také z důvodu cenově výhodnějšího řešení bude použita sběrnice CAN. Ta využívá k přenosu dat kroucenou dvoulinku (vodiče CAN\_H a CAN\_L). Komunikace je typu Master/Slave a na jedné síti může být až 127 zařízení. [37]



obr. 28 – topologie sběrnice CAN dle ISO11898 [38]

### 4.2.3. Návrh připojovacích konektorů

K propojovacímu kabelovému vedení je nutné navrhnout i vhodné připojovací konektory. Konektory by měly být do průmyslového náročného prostředí s ochranou krytí alespoň IP 65. Předním výrobcem kvalitních konektorů je výrobce HARTING s.r.o., který nabízí kompletní sestavy konektorů (obrázek níže).



obr. 29 – kompletní sestava průmyslového konektoru HARTING [33]

Je vidět, že je nutné provést návrh nejen vnější části konektoru, ale i vnitřní vložky/kontaktů. Ta bude záviset na počtu a průřezu vodičů, v závislosti na typu a požadovaném výkonu. Vodiče pro datovou komunikaci po sběrnici CAN mohou mít průřez vodičů v kroucené dvoulince např.  $0,38 \text{ mm}^2$  (vodiče kabelu BELDEN 3084A). Pro napájecí vodiče je potřeba stanovit napětí a odhadnout jmenovitý proud, aby bylo možné stanovit průřez těchto vodičů. Trvalý maximální odběr elektrické energie pro nejnáročnější případ celé soupravy vychází odhadem až 1,6 kW (je to z důvodu vysokého odběru indukčních snímačů až 300 mA). Zároveň je nutné uvažovat i s účinností zdrojů, která se pohybuje okolo 80 % (např. TRACO POWER TDN 1WISM Series, nebo TEN 6WIN Series). [34][35]

Nabízí se možnost využití elektrické energie uložené v bateriích, ale pokud vůz stál delší dobu, nemůžeme mít jistotu dostatečného množství energie. Pravdou je, že snímače polohy pák není nutné napájet po celou dobu úplné zkoušky brzdy, ale postačí zjistit aktuální polohu pák.

Bude tedy potřeba vhodně navrhnout algoritmus vyhodnocení, a maximální spotřebu rozložit (zjišťovat polohu pák postupně, nikoliv najednou).

Napájecí vodiče by měly mít standardizovanou hodnotu průřezu a měly by zvládnout proudy cca 10-15 A. Vhodnou volbou je průřez 2,5 mm<sup>2</sup>. Z důvodu bezpečnosti při spojování je žádoucí, aby napájecí napětí bylo napětí nízké nebo malé hodnoty, např. 24 V. Musíme uvažovat i s úbytkem napětí na vodiči dlouhém až 700 m. Zdroje TRACO POWER dokáží pracovat s rozptylem hodnoty napětí např. 9-36 V na vstupu se stálým výstupním napětím 3,3-15 V.

Tabulka 8 – návrh vodičů v kabelovém vedení

Vodič	Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]
U+	2,5
GND	2,5
CAN_H	0,38
CAN_L	0,38

Při využití konfigurátoru výrobce HARTING s.r.o., se zvýšenými požadavky na okolní prostředí a ochranou krytí alespoň IP 65 vychází možná sestava konektoru následovně:





- Cable clamp M20, 6-12 mm, brass, IP 68
- Han M Hood Top Entry LC 2 Pegs M20
- Han hinged frame plus, for 2 modules A-B
- Han 70 A crimp module, male
- Han TC70 male contact 16 mm<sup>2</sup>
- D SUB MA turned contact\_AWG 22-26\_PL 1
- Adapter module w/o D-Sub, male – 1 cable
- Han hinged frame plus, for 2 modules a-b
- Han 70 A crimp module, female
- Han TC70 female contact 16 mm<sup>2</sup>
- D SUB FE turned contact\_AWG 22-26\_PL 1
- Adapter module w/o D-Sub, female – 1 cable
- Han 6M Base Panel 1 Lever Metal Cover [\[33\]](#)

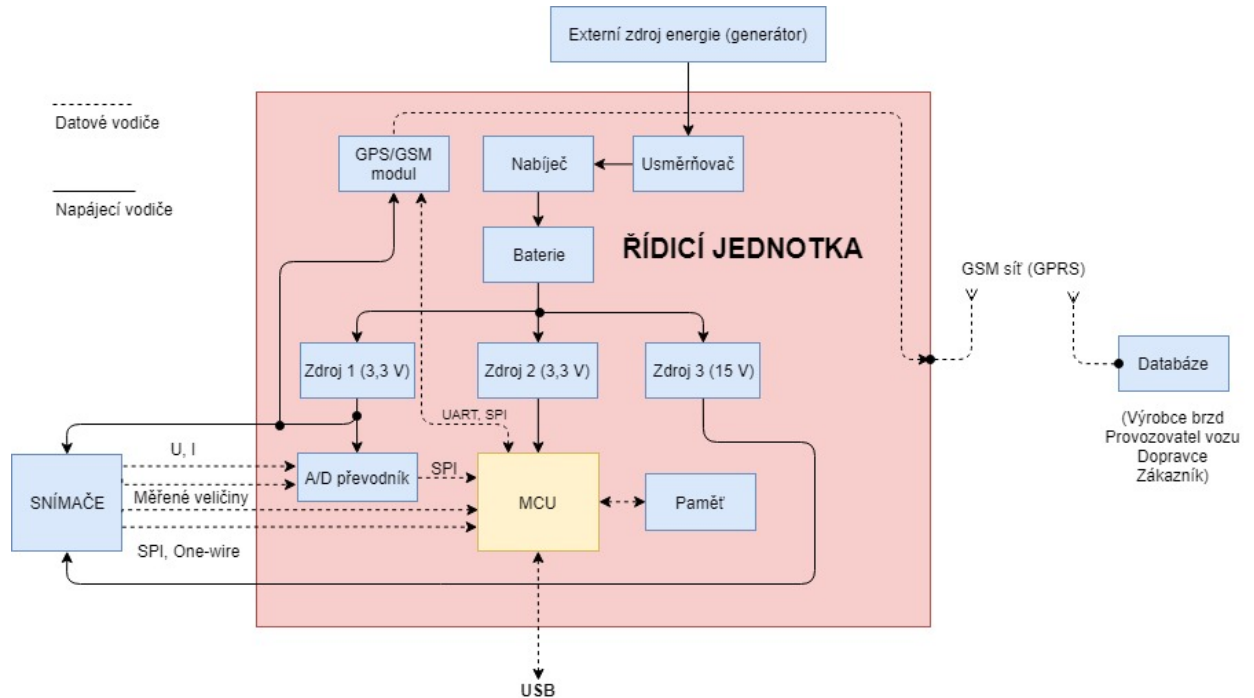
obr. 30 – nakonfigurovaná sestava konektoru HARTING [\[33\]](#)

#### 4.2.4. Zdroj energie a architektura systému

Hlavní zdroj energie pro napájení systému automatické zkoušky brzdy (snímače, řídicí jednotka apod.) můžeme uvažovat přes navržené kabelové řešení, a to přímo z lokomotivy. Řešení by ale mělo obsahovat i nějakou zálohu, v případě nežádoucího rozpojení konektorů (např. špatný kontakt z důvodu rázů a vibrací), ale i např. při kontrole vozu, servisu atd., kdy vozy nejsou propojeny kabelovým vedením.

Obdobně jako v bakalářské práci je žádoucí, aby systém automatické zkoušky brzdy obsahoval i baterii. V takovém případě bude napájení z lokomotivy sloužit i pro dobíjení baterie a veškerá elektronika systému automatické zkoušky brzdy na nákladních vozech bude při ztrátě napájení z lokomotivy napájena ze záložního zdroje.

Při návrhu řešení architektury systému – zdroje energie, komunikace apod., jsem vycházel ze své bakalářské práce, kde jsem řešil (mimo jiné) architekturu systému pro monitoring telemetrie. Některé části architektury se budou lišit, ale většinu poznatků lze využít pro automatickou zkoušku brzdy.

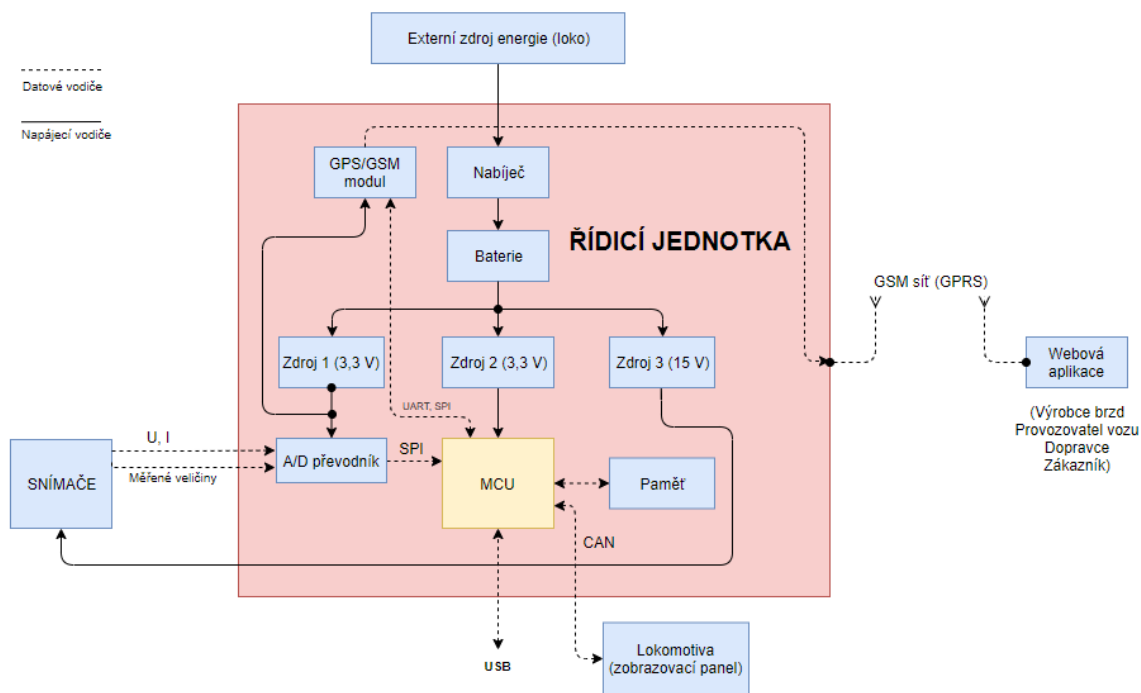


obr. 31 – architektura systému pro monitoring telemetrie

V případě stejnosměrného napájení není potřeba uvažovat usměrňovač, a externím zdrojem bude tedy napájení z lokomotivy. Dále pro automatickou zkoušku brzdy není nutné v architektuře uvažovat GPS/GSM modul a komunikaci se serverem (webovou aplikací), ale v rámci kontroly a servisu vozu, to tu může zůstat.

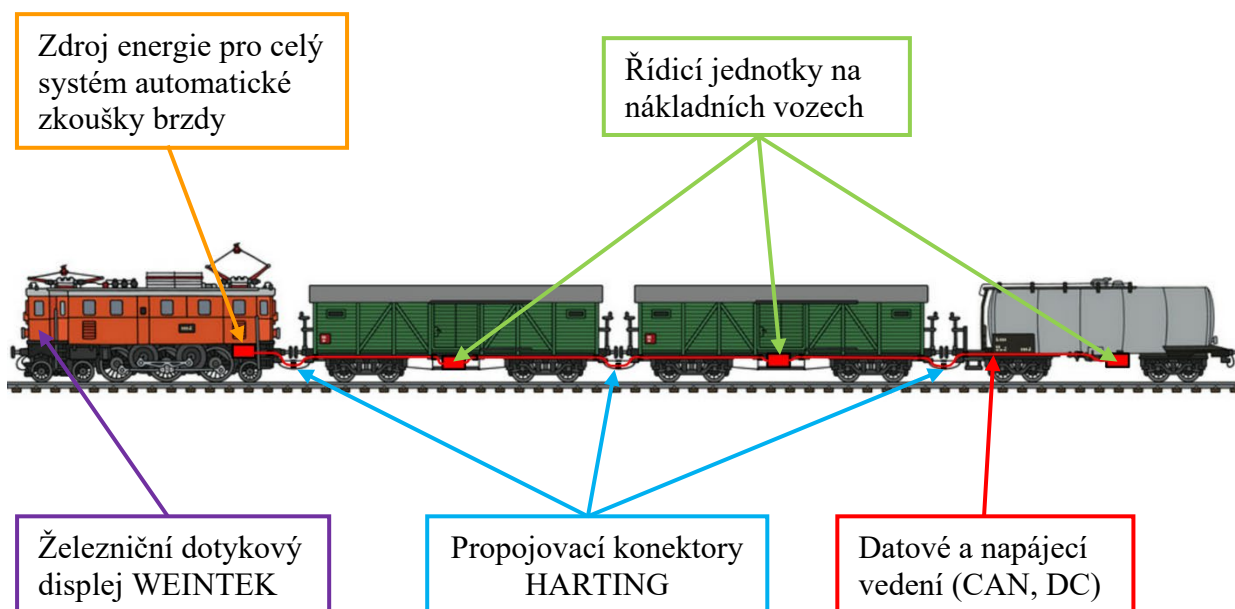
Naopak je nutné uvažovat navíc datové vodiče pro komunikaci řídicí jednotky s lokomotivou, resp. propojení se zobrazovacím panelem. To zajistí připojovací konektory HARTING s komunikací po sběrnici CAN (kapitoly 4.2.2 a 4.2.3).

Na dalším obrázku je zobrazen návrh architektury systému pro automatickou zkoušku brzdy.



obr. 32 – architektura systému na nákladním voze pro automatickou zkoušku brzdy

Pro úplnost je vhodné doplnit i obrázek, jak by mohla vypadat architektura celého systému (na celém vlaku) automatické zkoušky brzdy.



obr. 33 – architektura celého systému automatické zkoušky brzdy;  
 upraveno a převzato [25]

Dále budou zmíněná dvě řešení, které eliminují chybový faktor člověka a jsou ideálním řešením, a to nejen pro automatickou zkoušku brzdy, ale i pro další high-tech systémy do budoucna.

#### 4.2.5. Automatic coupling

Způsob automatického spojování (samočinné spřáhlo) vozů vlaku není žádnou novinkou. Automatickou mechanickou spojku nazývanou Buckeye vynalezl v roce 1879 americký veterán jménem Eli Janney, odtud samočinné spřáhlo Janney (dnes AAR). Obdobně byly vytvořené i další druhy samočinných spřáhel (SA-3, Scharfenberg). Samočinná spřáhla se používají i u některých nákladních železničních vozů, ale prozatím neřeší propojení brzdy a dalších spojek. Jinak tomu je u osobní železniční dopravy, kde některé typy spřáhel dovolují samočinné spojení jak vzduchového potrubí, tak i elektrických kabelů. [11]



obr. 34 – automatické spřáhlo Janney Type E [12]



obr. 35 – automatické spřáhlo Scharfenberg [13]

Automatické spřáhlo Scharfenberg, oproti spřáhlu Janney, již může být vybaveno prvky jako jsou elektrické a pneumatické spojky. Ideálním řešením v rámci automatické zkoušky brzdy je nasazení obdobných automatických spřáhel i na nákladní železniční vozy.

Momentálně je ve vývoji a testování systém DAC (digital automatic coupling). Skupina Rail Cargo Group [7] uvádí, že systém automatického spřáhla nákladních vlaků má být do konce roku 2021 testován od 4 dodavatelů a do roku 2030 by touto technologií měly být vybaveny vlaky po celé Evropě. Systém DAC řeší problematiku napájení i komunikace. Takovýto vůz bude vybaven automatickým připojením jak vzduchového, tak elektrického a datového vedení. Nasazení systému s automatickými spřáhly na vozy řeší nejenom automatizaci sestavování vlaků, ale hlavně v rámci automatizace ÚZB, i dalších hi-tech

systemů do budoucna, napájení systémů a datovou komunikaci. Pro takového vozy není potřeba komunikaci ani zdroj energie řešit. Dále již automatická zkouška brzdy bude i u těchto vozů vypadat stejně.



obr. 36 – první test automatické spojky společností Deutsche Bahn (červen 2020) [8]

Drátové řešení systému pomocí automatických spřáhel je vhodné a spolehlivé řešení. Momentálně jezdí po Evropě více než půl milionu nákladních vozů. Vybavení všech vozů novými spojovacími systémy bude vyžadovat nejenom značné investice, ale zavedení systému na všechny vozy zabere i určitý čas. V neposlední řadě v nasazení automatických spřáhel hraje svou roli i politika. V současné době není jasné kdy a v jakém množství se s těmito vozy setkáme.

#### **4.2.6. Ucelené soupravy**

Jedno z dalších možných řešení, kde není potřeba automatického spřáhla a kde je možné dosáhnout vysoké bezpečnosti a spolehlivosti jsou ucelené soupravy.

Ucelený vlak je takový vlak, který se spojí z jednotlivých vagónů a již dále nedochází k manipulaci s vozy. Máme tedy „jistotu“ správné identifikace, počtu a pořadí vozů.



*„Ucelené vlaky představují nejvhodnější způsob přepravy pro objemnější zásilky. Jsou řazeny z vozů přepravujících pouze jednu zásilku a jedou přímo od odesilatele k příjemci bez jakýchkoli řadicích prací. Doba jízdy zásilky se tak výrazně zkracuje a díky zjednodušené manipulaci je přeprava ucelenými vlaky podstatně cenově výhodnější.“ [\[14\]](#)*

Stejně jako u vozů s automatickým spřáhlem, tak i u ucelených souprav odpadá nejrizikovější faktor špatné identifikace soupravy. Jelikož se s vozy dále nemanipuluje, tak i v případě, že by došlo k poruše elektrického vedení nebo špatně spojených konektorů, obsluha má přehled o počtech vozů. Strojvedoucí ví, jestli počet vozů odpovídá.

Nákladní železniční dopravu ucelenými soupravami (avšak stále složenými z jednotlivých vozů spojených klasickým tažným a narážecím ústrojím), u nás provozuje např. společnost METRANS Rail s.r.o. Tato společnost se specializuje na přepravu pomocí kontejnerových vlaků i do několika zahraničních zemí. V současné době přepravují 180 ucelených vlaků týdně. [\[40\]](#)

## 5 NÁVRH ÚPRAV PRO NOVÝ PŘEDPIS

Při nasazení systému automatické zkoušky brzdy na vozy, bude pro tyto vozy platit nový předpis. V této kapitole je bodově shrnuto, jakým způsobem se musí předpis pro automatickou zkoušku brzdy lišit od klasické úplné zkoušky brzdy. Kapitola nezahrnuje návrh pro znění celého, nového předpisu, ale znázorňuje potřebné úpravy v nejdůležitějších bodech.

Některé odstavce článku 142. (předpisu ČD V15/I (změna č. 3 platná od 1. ledna 2002)) o znění úplné zkoušky brzdy zůstanou stejné, a to odstavce a), b), e), f) a h). Odstavce c), d), g) a i) se automatizují a jsou zahrnuty v sepsaných bodech níže.

- a) před zahájením zkoušky brzdy zkontroluje strojvedoucí na zobrazovacím panelu:
  - počet vozů
  - identifikátor vozů
  - pořadí vozů
  - polohu uzavíracích kohoutů rozvaděčů, přestavovačů, rukojetí vypínacího ústrojí brzdy a rukojetí spojkových kohoutů HP na všech vozech
  - tloušťku brzdových desek
- b) zaměstnanec, který je pověřen sestavením vlaku (svěšování vozů – spojení vozů pomocí táhlového ústrojí se šroubovkou, propojení brzdových spojek HP a zajištění správné polohy spojkových kohoutů), provede spojení elektrického vedení automatické zkoušky brzdy, pokud je jím vozidlo vybaveno
- c) pokud dojde k poruše některé části elektroniky systému automatické zkoušky brzdy, provede určený zaměstnanec zkoušku brzdy v rozsahu ÚZB, a to klasickým způsobem (v případě poruchy jednoho vozu, který není poslední, může být vůz vypnutý z brzdy, ale souprava musí splňovat brzdící procenta)
- d) pokud systém úspěšně vyhodnotí automatickou zkoušku brzdy, dojde k elektronickému uložení zprávy o brzdění a zpráva se odešle do webové aplikace, kde dojde k její archivaci

- e) vozy nevybavené systémem automatické zkoušky brzdy musí být připojeny na konec soupravy a zkouška brzdy se u nich provede klasickým způsobem, v rámci pokynů ÚZB nebo JZB (pokud k vozu máme platnou zprávu o ÚZB)
- f) zprávu o brzdění u vozů nevybavených systémem automatické zkoušky brzdy, musí do systému strojvedoucí doplnit

Dále je v rámci systému automatické zkoušky brzdy nezbytné řešit několik záležitostí.

Zpráva o brzdění, kterou vyhodnotí systém, se musí uložit elektronicky. K tomu bude sloužit např. paměť zobrazovacího panelu a zpráva se bude také archivovat do webové aplikace.

Výkaz o vozidlech bude sestavovat systém elektronicky. Informace o vozidlech (číslo vozu, řada, počet náprav, délka přes nárazníky a hmotnost vozu) budou uloženy v řídicí jednotce každého vozu a taktéž do webové aplikace. Měření hmotnosti nákladu se automatizuje a systém sám dopočítá i brzdící procenta. Odesílací stanici a stanici určení musí obsluha do systému dopsat. V případě připojených nevybavených vozů musí strojvedoucí informace o vozech doplnit.

Přeprava nebezpečných látek u nás (a v dalších 39 zemích – k roku 2014) podléhá Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID – Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail). Úplné znění RID je obsaženo ve Sbírce mezinárodních smluv. V této sbírce kapitoly 5.4 (Dokumentace) je psáno, že při přepravě nákladu podléhajícího RID musí být přiloženy předepsané doklady (UN číslo, oficiální pojmenování, klasifikační kód apod.). Je ale dovoleno v rámci pomůcky i místo papírových dokladů využít elektronickou výměnu dat (EDI) nebo elektronické zpracování dat (EPD). Je ale nutné, aby tyto postupy splňovaly právní požadavky. Doklady v elektronické podobě musí být minimálně rovnocenné jako v papírové podobě a musí být průkazné a přístupné (např. pro záchranné složky). Z tohoto důvodu je nezbytné, aby informace o nebezpečných nákladech byly zaznamenány do webové aplikace, která bude splňovat přístupnost potřebným osobám.

Při nasazení automatické zkoušky brzdy je nutné provést i úpravy v některých vyhláškách.

Vyhláška č. 173/1995 Sb. *Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se vydává dopravní řád drah*. V paragrafu 37 (Brzdění a rychlost jízdy vlaku) je psáno:

*„(9) Činnost průběžné brzdy musí být ověřována zkouškou brzdy prováděnou osobou odborně způsobilou. „*



*„(10) O provedené zkoušce brzdy u vlaků pro osobní přepravu, mimořádných v obecném zájmu, nákladních vlaků a u soupravových vlaků se provede zápis, který se následně předá osobě řídící drážní vozidlo.“*

Úpravy v této vyhlášce by měly vypadat následovně:

*(9) Činnost průběžné brzdy musí být ověřována systémem automatické zkoušky brzdy ve spolupráci s odborně způsobilou osobou.*

*(10) O provedené zkoušce brzdy u vlaků nákladní přepravy systém automatické zkoušky brzdy sestaví zápis, se kterým se osoba řídící drážní vozidlo musí prokazatelně seznámit v systému.*

# ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo nahrazení lidské činnosti, která je už z principu chybová a odstranění/zredukování časových ztrát, které v souvislosti se zkouškami brzdy vznikají. Navrhnout koncept automatické zkoušky brzdy, která se již používá v některých odvětvích osobní dopravy. Při návrhu byl kladen důraz na bezpečnost a spolehlivost systému.

Nejprve byl proveden teoretický rozbor z pohledu druhů zkoušek brzdy kolejových vozidel dle předpisu ČD V15/I. Jaké úkony se u zkoušek brzdy provádí a co jaký druh obnáší. Více času bylo věnováno úplné zkoušce brzdy (ÚZB), která patří k nejdůležitějším a nejnáročnějším na čas. Závěrem této části byly rozděleny jednotlivé úkony, které by bylo vhodné automatizovat.

V další části byly stanoveny úkony, které z důvodu bezpečnosti a spolehlivosti automatizovat nelze. Automatizace kontroly spojení brzdových spojek (problematika nepřímého měření) a jednotlivé úkony u špalíkové brzdy (tloušťka brzdových špalíků a délka zdvihu pístků v BV). U špalíkové brzdy se nabízela možnost přímého měření tloušťky brzdových špalíků pomocí zalitého drátu. Po konzultaci s firmou DAKO-CZ, a.s., není toto řešení možné z ekonomického hlediska. Metoda nepřímého měření tloušťky brzdových špalíků a délky zdvihu pístků v brzdových válcích není z důvodu nejistoty přesnosti měření prakticky realizovatelná. Dále nelze automatizovat úkony ÚZB v zimních podmínkách, kdy je nutné postupně profukovat brzdové spojky, a tedy postupně měnit i polohu pák. Tlakování hlavního potrubí bylo ponecháno strojvedoucímu, který při zkoušce brzdy na stanovišti je. Bylo potřeba automatizovat i měření hmotnosti nákladu a pro zbylé úkony navrhnout možnosti řešení (snímače). Ve spolupráci s firmou DAKO-CZ, a.s. byl proveden návrh automatizace měření přílehlosti a odlehlosti brzdových čelistí, a navíc i měření tloušťky brzdových desek. Snímání tlaku (v HP a ve snímačích ložení) je automatizováno pomocí snímačů tlaku a poloha pák (přestavovačů, uzavíracích kohoutů rozvaděčů a spojkových kohoutů HP) pomocí dvou indukčních snímačů na každou páku (pro obě krajní polohy). Protože nelze automatizovat kontrolu spojení brzdových spojek, musí strojvedoucí kontrolovat správnost polohy uzavíracích kohoutů a tlak v HP na jednotlivých vozech. Také byl v rámci automatizace zkoušky brzdy navrhnout i nezávislý displej, který vychází z ekonomického hlediska lépe, než použití např. displeje TDD, u kterého by bylo potřeba znovu schvalovat homologaci zařízení.

Nejdůležitější a zároveň nejproblematictější částí bylo řešení mezi vozové komunikace. I když se zprvu nabízela možnost využití bezdrátových technologií, bylo zjištěno, že v dnešní době pomocí bezdrátových technologií není možné bezpečně a spolehlivě sestavit/určit

soupravu. Jediným východiskem bylo drátové řešení, tedy natažení kabelu přes celý vlak. S tím souvisel i návrh kabelového vedení s CAN komunikací a přípojovacích konektorů HARTING. U tohoto návrhu vzniká nejistota v podobě spojení konektorů kabelového vedení, které zůstává na obsluhu spojující vlak. Nemáme tedy jistotu identifikace posledního vozu. Teoreticky připadá v úvahu následující řešení: Vozy vybavené systémem automatické zkoušky brzdy musí mít zavedenou i komunikaci pomocí mobilních sítí a dostatečně dimenzovanou baterii. Pokud obsluha bude spojovat soupravu, musí na posledním voze zkontrolovat (např. pohledem na LED indikátor) správné spojení kabelového vedení. Pokud dojde k nežádoucímu porušení vedení, musí to řídicí jednotka poznat a vyšle varovný signál. Varovný signál by se předával na lokomotivu (v případě, že už souprava byla spojená), nebo do webové aplikace, pokud by došlo k poruše vedení ještě před spojení lokomotivy s vozy. K této problematice je potřeba řešit vyhodnocovací algoritmy, které by rozpoznaly, jaké vozy jsou/byly spolu spojeny. Východiskem jsou dvě ideální řešení. Nasazení systému na ucelené soupravy, nebo využití automatických spřáhel. Skupina Rail Cargo Group uvádí, že systém automatického spřáhla má být do konce tohoto roku testován od 4 dodavatelů a do roku 2030 by touto technologií měly být vybaveny vlaky po celé Evropě.

Závěrem byl věnován čas návrhu úprav pro nový předpis. Bodově byly sepsány nejdůležitější části, které se musí upravit v provozním předpisu, ale také i v některých vyhláškách a řádech. Z této části i vyplývá, že lze automatizovat jak zprávu o brzdění, tak i výkaz vozidel. Informace o vozech budou uloženy v řídicích jednotkách a systém si sám sestaví výkaz. Taktéž systém vyhodnotí zkoušku brzdy, která se archivuje do webové aplikace.

Z práce taktéž vyplývá, že k soupravě, která umí automatickou zkoušku brzdy, mohou být připojeny i vozy nevybavené tímto systémem. Takové vozy ale musí být připojeny na konec soupravy (z důvodu absence kabelového vedení). Vozy nevybavené, které nejsou poslední mohou být vypnuté z brzdy (pokud souprava splňuje brzdící procenta). Poslední vůz nesmí být z brzdy vypnutý. U nevybavených vozů, které mají brzdový systém zapnutý, se musí provést zkouška brzdy klasickým způsobem, v rámci pokynů ÚZB nebo JZB (pokud k vozu máme platnou zprávu o ÚZB). Strojvedoucí musí následně tyto vozy do systému dopsat.

Bylo by vhodné některým tématům věnovat více času a lépe je rozvinout. Značnou část této práce zabrala studie provozních předpisů, vyhlášek a provozních řádů. Bylo potřeba si více prohloubit i znalosti z pohledu mechaniky nákladních vozů. Z celkového hlediska objemu a obsahu diplomové práce je vhodné se některým tématům dále věnovat. Např. problematice části automatizace špalíkových brzd nebo náročnějším případům vozů z hlediska osazování snímačů (kloubové vozy) apod.

Lidský faktor a problematika časových ztrát je v dnešní době častěji nahrazována automatizací. Pravdou je, že v některých oblastech jsou možnosti automatizace vysoce náročné nebo zkrátka momentálně není možné tyto vznikající problémy úplně odstranit.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Správa železnic, státní organizace; Dopravci působící na síti Správy železnic (aktualizováno k 30.11. 2020) [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/50167315/dopravci-112020.pdf/9c9757fe-0c81-4410-95ba-f1487fbacba8>
- [2] Předpisy ČD; V 15; Předpis pro provoz a obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel [online]. [cit. 2020-15-12]. Dostupné z: <http://www.predpisygd.wz.cz/data/V15.pdf>
- [3] EDUCON; Faculty of electrical engineering UWB Pilsen; autor Jiří Pavlíček ZČU FEL KEV; Elektrická trakce – Brzdy a cílové brzdění [online]. [cit. 2020-26-12]. Dostupné z: <https://www.educon.zcu.cz/view.php?cislomodulu=2015050202>
- [4] Vagony; Mechanická část brzdy; autor Bc. Martin Zítka [online]. [cit. 2020-25-12]. Dostupné z: <https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/mechanika.html>
- [5] ZO Federace vozmistrů Most; správce webu: Kyncl Jiří [online]. [cit. 2020-25-12]. Dostupné z: <https://federace-vozmistru-most.webnode.cz/news/napsali-o-nas/>
- [6] BOL spol s.r.o.; Měřicí, regulační a topenářská technika; Tlaková snímač Danfoss MBS 3000 0-10 bar [online]. [cit. 2020-25-12]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/tlakovy-snimac-danfoss-mbs-3000-0-10-bar-r>
- [7] Rail Cargo Group; Pilotního projektu: Digitální automatické spráhlo [online]. [cit. 2020-25-12]. Dostupné z: <https://www.railcargo.com/cs/news/digitalni-automaticke-sprahlo-spolecnost-rcg-zapojena-do-pilotniho-projektu>
- [8] a2b Global Media Ltd; Railway-News; Premiere for Digital Automatic Coupling [online]. [cit. 2020-25-12]. Dostupné z: <https://railway-news.com/premiere-for-digital-automatic-coupling/>
- [9] Produktový list DAKO-CZ, a.s.; Snímač zatížení DAKO SL2. [cit. 2020-25-12].

- [10] Vagony; Mechanická část brzdy; autor Bc. Martin Zítko [online]. [cit. 2020-25-12].  
Dostupné z: [https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle\\_nakladu.html](https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle_nakladu.html)
- [11] INTERNET ARCHIVE WAYBACKMACHINE; Couplings; Stephen Edge [online].  
[cit. 2020-25-12]. Dostupné z:  
<https://web.archive.org/web/20060926185507/http://www.wsr.org.uk/couplings.htm>
- [12] Wikipedia: the free encyclopedia; Janney coupler [online]. [cit. 2020-25-12].  
Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Janney\\_coupler](https://en.wikipedia.org/wiki/Janney_coupler)
- [13] Voith GmbH & Co. KGaA 2021; Scharfenberg Semi-Permanent Couplers [online].  
[cit. 2020-25-12]. Dostupné z: <https://voith.com/pol-en/2930.htm>
- [14] ČD Cargo, a.s.; Ucelené vlaky [online]. [cit. 2020-25-12]. Dostupné z:  
[https://www.cdcargo.cz/cs\\_CZ/ucelene-vlaky](https://www.cdcargo.cz/cs_CZ/ucelene-vlaky)
- [15] Wikiwand; Samočinná tlaková brzda [online]. [cit. 2021-21-03]. Dostupné z:  
[https://www.wikiwand.com/cs/Samo%C4%8Dinn%C3%A1\\_tlakov%C3%A1\\_brzda](https://www.wikiwand.com/cs/Samo%C4%8Dinn%C3%A1_tlakov%C3%A1_brzda)
- [16] Vagony; Brzdění podle hmotnosti nákladu; autor Bc. Martin Zítko [online]. [cit. 2021-21-03]. Dostupné z: [https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle\\_nakladu.html](https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle_nakladu.html)
- [17] IEC 61375-1 and UIC 556 – International Standards for Train Communication; CHRISTOPH SCHÄFERS, GERNOT HANS [online]. [cit. 2021-05-04].  
Dostupné z: [https://www.dca.ufrn.br/~affonso/DCA\\_STR/trabalhos/rt-diversos/international%20standards%20for%20train%20communication.pdf](https://www.dca.ufrn.br/~affonso/DCA_STR/trabalhos/rt-diversos/international%20standards%20for%20train%20communication.pdf)
- [18] Mezivozová komunikace ve vozidlech ČD, a.s.; Jiří Konečný [online]. [cit. 2021-05-04].  
Dostupné z: <https://www.sizi.cz/file.php?nid=14068&oid=4665991>
- [19] ERA CONTACT; UIC 558 [online]. [cit. 2021-05-04]. Dostupné z:  
<https://www.era-contact.com/en/products-solutions/uic-connectors/uic-558>

- [20] ERA CONTACT; PRODUCTS ACCORDING TO UIC 558 VE [online].  
[cit. 2021-05-04]. Dostupné z: [https://www.era-contact.com/downloads/era-contact\\_product\\_sheet\\_UIC558VE\\_2018.pdf](https://www.era-contact.com/downloads/era-contact_product_sheet_UIC558VE_2018.pdf)
- [21] Logistika on-line s.r.o.; Nové lokomotivy pro ČD Cargo dodá Siemens [online].  
[cit. 2021-08-04]. Dostupné z: <http://www.elogistika.info/nove-lokomotivy-pro-cd-cargo-doda-siemens/>
- [22] Dawlish Trains – Digital Photographic Library by Colin J. Marsden; Driving Cabs Overseas Electric Locomotives [online]. [cit. 2021-08-04]. Dostupné z:  
<http://www.dawlishtrains.com/cabs---overseas-electric-loco.html>
- [23] KOVÁŘ Daniel; Diplomová práce; Návrh stanoviště strojvedoucího elektrické lokomotivy. [cit. 2021-09-04].
- [24] Advantech Co., Ltd.; ITA-8100 [online]. [cit. 2021-09-04]. Dostupné z:  
[https://www.advantech.com/products/1e299ab8-5f51-4c38-9957-376d781c7304/ita-8100/mod\\_39445224-0c29-43fa-83e3-b9e39aabe029](https://www.advantech.com/products/1e299ab8-5f51-4c38-9957-376d781c7304/ita-8100/mod_39445224-0c29-43fa-83e3-b9e39aabe029)
- [25] VectorStock; Royalty Free Vectors by vostal; Classic electric freight train vector image [online]. [cit. 2021-09-04]. Dostupné z: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/classic-electric-freight-train-vector-17500437>
- [26] Číselné označení vozu; Autor: Petr Štefek – Vlastní dílo, CC BY 3.0, [online].  
[cit. 2021-11-04]. Dostupné z:  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4004008>
- [27] Wikipedia: the free encyclopedia; Číslování železničních vozidel podle UIC [online].  
[cit. 2020-11-04]. Dostupné z:  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Číslování\\_železničních\\_vozidel\\_podle\\_UIC](https://cs.wikipedia.org/wiki/Číslování_železničních_vozidel_podle_UIC)
- [28] Vagony; Přestavovač prázdný – ložený; autor Bc. Martin Zítka [online].  
[cit. 2021-15-04]. Dostupné z:  
[https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle\\_nakladu.html](https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle_nakladu.html)

- [29] Vagony; Přídavný ventil DAKO D1; autor Bc. Martin Zítka [online]. [cit. 2021-15-04].  
Dostupné z: [https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle\\_nakladu.html](https://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/podle_nakladu.html)
- [30] Automatizace.hw.cz; Bezkontaktní indukční snímače přiblížení – obecný popis [online].  
[cit. 2021-25-04]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/komponenty-mereni-a-regulace/indukcni-snimace-priblizeni-obecny-popis.html>
- [31] Yaboo sp. z o.o.; Indukční senzor přiblížení PNP LJ12A3-2-Z/BY 6-36 V [online].  
[cit. 2021-25-04]. Dostupné z: <https://yaboo.cz/product-cze-2964-Indukcni-senzor-priblizeni-PNP-LJ12A3-2-Z-BY-6-36V.html>
- [32] Weintek Labs.; Product iE Series; MT8100iE [online]. [cit. 2021-02-05].  
Dostupné z: [https://www.weintek.com/globalw/Product/Product\\_speciE.aspx](https://www.weintek.com/globalw/Product/Product_speciE.aspx)
- [33] HARTING Technology Group; Industrial connectors Han [online]. [cit. 2021-11-05].  
Dostupné z: <https://www.harting.com/CZ/en-gb/solutions/industrial-connectors-han>
- [34] TRACO POWER, Datasheet: TDN 1WISM Series [online]. [cit. 2021-15-05].  
Dostupné z: <https://www.tracopower.com/products/tdn1wism.pdf>
- [35] TRACO POWER, Datasheet: TEN 6WIN Series [online]. [cit. 2021-15-05].  
Dostupné z: <https://www.tracopower.com/products/ten6win.pdf>
- [36] Network Encyclopedia; 10BaseT [online]. [cit. 2021-15-05]. Dostupné z:  
<https://networkencyclopedia.com/10baset/>
- [37] IXXAT Automation GmbH; CAN vs RS-485 [online]. [cit. 2021-15-05]. Dostupné z:  
[https://blog.protoneer.co.nz/wp-content/uploads/2014/03/artikel\\_20105\\_can-vs-rs485\\_e.pdf](https://blog.protoneer.co.nz/wp-content/uploads/2014/03/artikel_20105_can-vs-rs485_e.pdf)
- [38] Copperhill technologies; Controller Area Network (CAN Bus) – Physical Layer And Bus Topology [online]. [cit. 2021-15-05]. Dostupné z:  
<https://copperhilltech.com/blog/controller-area-network-can-bus-physical-layer-and-bus-topology/>



[40] METRANS Rail s.r.o.; nabídka služeb [online]. [cit. 2021-16-05]. Dostupné z:  
<https://www.metransrail.eu/nabidka-sluzeb>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 1 – působení přímočinné brzdy [3].....	16
obr. 2 – působení samočinné brzdy [3].....	16
obr. 3 – kotoučová brzda [4].....	17
obr. 4 – špalíková brzda [4] .....	17
obr. 5 – vozmistr [5] .....	24
obr. 6 – spojení brzdových spojek [15].....	29
obr. 7 – kontrola spojení brzdových spojek mezi vozem 2 a vozem 3, .....	29
obr. 8 – snímač zatížení DAKO SL v podvozku Y 25 [10].....	32
obr. 9 – snímač zatížení DAKO SL2 [9] .....	32
obr. 10 – přídatný ventil DAKO D1 – zabrzděno [29] .....	33
obr. 11 – přestavovač prázdný – ložený [28].....	34
obr. 12 – proudová smyčka 4 až 20 mA .....	36
obr. 13 – tlakový snímač Danfoss MBS 3000 0-10 bar [6] .....	37
obr. 14 – indukční snímač přiblížení PNP LJ12A3-2-Z/BY [31].....	38
obr. 15 – indukční snímač přiblížení válcového provedení [30] .....	38
obr. 16 – snímání krajních poloh pák pomocí indukčních snímačů [DAKO-CZ, a.s.] .....	39
obr. 17 – prototyp snímání krajních poloh pák pomocí indukčních snímačů [DAKO-CZ, a.s.] .....	39
obr. 18 – elektronický indikátor kotoučové brzdy [DAKO-CZ, a.s.].....	40
obr. 19 – elektronický indikátor kotoučové brzdy [DAKO-CZ, a.s.].....	41
obr. 20 – řídicí pult (Siemens Vectron) [22].....	42
obr. 21 – lokomotiva Siemens Vectron [21].....	42
obr. 22 – železniční dotykový panel ITA-8100 [24] .....	43
obr. 23 – příklad číselného označení železničních vozů dle UIC [26] .....	44
obr. 24 – předávání dat z vozu na vůz pomocí multiskokového ad-hoc směrování, <i>upraveno a převzato [25]</i> .....	47
obr. 25 – komunikace vozů pomocí mobilních sítí, <i>upraveno a převzato [25]</i> .....	48
obr. 26 – komunikace a napájení pomocí kabelového vedení, <i>upraveno a převzato [25]</i> .....	50
obr. 27 – zásuvka a konektor s kabelovým vedením dle UIC 558 [19].....	52
obr. 28 – topologie sběrnice CAN dle ISO11898 [38] .....	54
obr. 29 – kompletní sestava průmyslového konektoru HARTING [33].....	55
obr. 30 – nakonfigurovaná sestava konektoru HARTING [33].....	57

obr. 31 – architektura systému pro monitoring telemetrie.....	58
obr. 32 – architektura systému na nákladním voze pro automatickou zkoušku brzdy .....	59
obr. 33 – architektura celého systému automatické zkoušky brzdy; <i>upraveno a převzato [25]</i> .....	59
obr. 34 – automatické spřáhlo Janney Type E [12] .....	60
obr. 35 – automatické spřáhlo Scharfenberg [13].....	60
obr. 36 – první test automatické spojky společností Deutsche Bahn (červen 2020) [8].....	61

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – rozdělení prováděných úkonů úplné zkoušky brzdy (značení vyplývá z kapitoly 2.2.) .....	27
Tabulka 2 – rozdělení prováděných úkonů ÚZB v zimních podmínkách (značení vyplývá z kapitoly 2.2.2) .....	27
Tabulka 3 – kontrola spojení brzdových spojek mezi vozem 2 a vozem 3 .....	29
Tabulka 4 – návrh automatizace úkonů .....	35
Tabulka 5 – návrh automatizace úkonů v zimních podmínkách .....	35
Tabulka 6 – umístění snímačů tlaku a jejich počet .....	38
Tabulka 7 – umístění snímačů polohy pák a jejich počet .....	40
Tabulka 8 – návrh vodičů v kabelovém vedení .....	56

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A – znění ÚPLNÉ ZKOUŠKY BRZDY dle předpisu ČD V 15/I [2].....	78
---	----

## Příloha A – znění ÚPLNÉ ZKOUŠKY BRZDY dle předpisu ČD V 15/I [2]

ČD V 15/I – změna č.3 Účinnost od 1. ledna 2002

### C. ÚPLNÁ ZKOUŠKA BRZDY

**140.** ÚZB se musí vykonat:

- a) před odjezdem vlaku tam, kde byl sestaven. Za sestavení vlaku se nepovažuje případ, když
  - vlak mezinárodní dopravy přijede do pohraniční výměnné stanice a po výměně hnacího vozidla nebo bez ní pokračuje v další jízdě do své konečné stanice
  - se provede výměna hnacího vozidla, které ovládá průběžnou brzdu (a to i při přivěšení nového hnacího vozidla na opačný konec vlaku)
  - po příjezdu vlaku do stanice jeho hnací vozidlo (vlakové nebo přípravní) po odvěšení objede soupravu vlaku, přivěsí se na opačném konci a vlak odjíždí (byť i pod jiným číslem) opačným směrem
  - na odvěšenou část vlaku najede hnací vozidlo a tato část odjíždí jako nový vlak stejným nebo opačným směrem
  - samotné nebo spojené motorové nebo elektrické vozy a jednotky mají jet jako vlak ze stanice, do které byly přistaveny z DKV nebo z jiného obvodu stanice
  - samotné nebo spojené motorové a elektrické vozy nebo jednotky mají jet ze stanice jako vlak a nebyly v této stanici sestaveny
  - vlak přijel do své konečné stanice a beze změny sestavy soupravy pokračuje pod jiným číslem stejným nebo opačným směrem na stejnou nebo jinou trať
- b) nejpozději po 24 hodinách od poslední provedené ÚZB; netýká se případů, kdy vlak pokračuje v jízdě mezi výchozí a konečnou stanicí vlaku.  
Za vnějších teplot nižších než  $-10^{\circ}\text{C}$  platí předchozí věta pouze tehdy, nedojde-li k souvislému přerušení jízdy vlaku na dobu delší než 120 minut (vč. doby mezi ukončením ÚZB a odjezdem vlaku). Informace o venkovní teplotě dá zaměstnancům, vykonávajícím ÚZB, výpravčí, který také nařídí její vykonání
- c) u nákladních vlaků před delšími spády se sklonem 20,1‰ a větším; uplatňuje se pouze v případech, když v této dopravně se hlavní potrubí třeba i na přechodnou rozpojuje. Tyto stanice se uvedou v tabulce 5 *Tabulky dopravních údajů*. Ředitel OPŘ ČD to může nařídít i před menšími spády; takové stanice se rovněž uvedou v tabulce 5 *Tabulky dopravních údajů*.
- d) na žádost strojvedoucího, pokud

- mu při nástupu na hnací vozidlo, ze kterého má ovládat průběžnou brzdu, není dodána *Zpráva o brzdění*. Toto ustanovení se netýká případů, kdy ji vyhotovuje sám strojvedoucí.
- má pochybnost o správném účinku brzdy vlaku v důsledku chování vlaku během předchozí jízdy (a to i tehdy, byl-li na tyto závady upozorněn odstupujícím strojvedoucím při střídání na ose) nebo v důsledku prokazatelně zjištěných závad na brzdě.

Kromě vyžádání ÚZB musí strojvedoucí uvést příčinu své pochybnosti o správném účinku průběžné brzdy do *Zprávy o brzdění*

- e) při projetí návěsti *Sůj* hlavního návěstidla (v případech náhlé změny návěstního znaku jen, nařídí-li to vyšetřovatel nehodové události); na tratích se zjednodušeným řízením dopravy při projetí návěsti *Hranice dopravy*, u které měl vlak zastavit podle svého JŘ nebo písemného rozkazu. ÚZB se v těchto případech vykoná v nejbližší dopravně a projíždějící vlak tam proto zastaví
- f) u vlaků Lv sestávajících z více než jednoho vozidla (dvoudílná lokomotiva nebo dvě hnací vozidla spojená na vícenásobné řízení se považují za jedno vozidlo) před odjezdem vlaku z výchozí stanice; to se však nevztahuje na dvojici hnacích vozidel, která do této stanice přivezla vlak spojená a pokračuje do jiné stanice jako vlak Lv.

**141.** Kromě případů uvedených v čl.140 nelze vyžadovat ani nařizovat vykonání ÚZB tam, kde tento předpis nařizuje vykonání jen JZB.

**142.** ÚZB se u nákladního vlaku provede takto:

- a) po zabrzdění přídatnou brzdou se vyzkouší záchranná brzda služebního vozu nebo vozu, který jej nahrazuje. Toto ustanovení se netýká vlaků, které budou dopravovány bez obsluhy vlaku
- b) hnací vozidlo, z něhož je ovládána průběžná brzda vlaku, se zabrzdí maximálním tlakem přímočinné brzdy a během celé ÚZB zůstane zabrzděno. Po vyrovnání tlaku v hlavním potrubí na tlak provozní je možno zabrzdit na zkoušku. Strojvedoucí (zaměstnanec kompresní stanice) na pokyn *Zabrděte* sníží tlak v hlavním potrubí o 0,5 bar
- c) po uplynutí alespoň jedné minuty se zjišťuje úderem kladiva zda zdrže (špalíky) všech vozidel dolehly na kola (viz i čl.163). Poklepem se kontroluje vnější zdrž na jednom čele dvounápravového vozidla; u podvozkových vozidel se kontroluje dolehnutí vnějších zdrží na vnějších dvojkolích každého podvozku. U vozů s kotoučovou brzdou se zabrzdění

zjišťuje na ukazateli stavu *zabrzděno-odbrzděno*, umístěném na obou bocích vozu pod vozovou skříní nebo na podélníku vozu. Současně se na vozidlech sledují

- správné polohy přestavovačů, rukojetí vypínacího ústrojí brzdy a uzavíracích kohoutů rozvaděčů
- spojení spojek a polohy rukojetí spojkových kohoutů hlavního a resp. i napájecího potrubí
- na vozech se špalíkovou brzdou také tloušťky brzdových špalíků resp. celistvých zdrží a délky zdvihů pístů v brzdových válcích

d) když dojde zaměstnanec, kontrolující účinek brzdy na jednotlivých vozidlech, až k zadnímu čelu posledního (u sunutých vlaků k přednímu čelu prvního) vozu, profoukne krátkým otevřením spojkového kohoutu brzdovou spojku a poté k ní připojí přenosný manometr se spojkovou hlavicí. Poté otevře příslušný spojkový kohout a zjistí tlak v hlavním potrubí při zabrzdění na zkoušku.

Teprve potom dá zaměstnanec strojvedoucímu (zaměstnanci kompresní stanice) pokyn *Odbrzděte*. Během odbrzdování sleduje průběh zvyšování tlaku v hlavním potrubí (zda je plynulý) a dobu, za kterou poslední vůz od začátku zvyšování tlaku odbrzdí. Tato doba se považuje za odbrzdovací dobu (musí být úměrná délce a složení vlaku) a nesmí být delší než 3 min. Při překročení této doby není ÚZB úspěšná. Po ustálení smí být tlak v hlavním potrubí na konci vlaku nejvýše o 0,4 bar nižší než předepsaný provozní tlak, jinak není ÚZB úspěšná. Potom zaměstnanec uzavře spojkový kohout, odpojí přenosný manometr od brzdové spojky (kterou znovu zavěsí na závěs nebo na jalové hrdlo) a při chůzi k hnacímu vozidlu kontroluje odlehnutí brzdových špalíků (odbrzdění kotoučových brzd) u všech vozidel.

U vozidel, která neodbrzdila, zjistí, zda nezůstala utažena jejich ruční brzda; v případě jejího utažení ji odbrzdí a ÚZB příslušného vozidla zopakuje.

Úkony spojené s použitím manometru provádí pouze vozmistr (zaměstnanec se zkouškou V 07).

- e) nevyhoví-li funkce brzdy při ÚZB, je nutno najít a odstranit příčiny závady a ÚZB opakovat
- f) vadný rozvaděč brzdy vozu se vypne, vyprázdní se prostory brzdy, vůz se označí nálepkou podle předpisu ČD V62 a jeho číslo se запиše do *Zprávy o brzdění*



- g) po skončení ÚZB oznámí zaměstnanec, který kontroloval účinek brzd na jednotlivých vozidlech, strojvedoucímu pokynem výsledek ÚZB (je-li vykonávána s hnacím vozidlem).
- h) odbrzdění vozidel pomocí ručních nebo automatických odbrzdovačů po pokynu *Odbrzděte* se při ÚZB nesmí provádět (kromě případů podle odst.f tohoto článku). Pokud bylo nutno na některém voze v této době odbrzdovač použít (např. pro odstranění přebití brzdy), musí se ÚZB na tomto voze opakovat a to zabrzděním a odbrzděním z hnacího vozidla, ovládajícího průběžnou brzdu vlaku
- i) po úspěšném vykonání ÚZB se vždy sepiše *Zpráva o brzdění*; podrobnosti upravuje Kapitola V.

Nebrání-li tomu rampa, zvýšené nástupiště nebo neschůdný terén apod., jde zaměstnanec při ověřování zabrzdění vozidel po jedné straně soupravy a při ověřování jejich odbrzdění po její druhé straně.

Strojvedoucí (zaměstnanec kompresní stanice) smí při ÚZB nebo JZB odbrzdit jen na pokyn. Odbrzdění za dohodnutou dobu se nesmí provádět, je přísně zakázáno.

**143.** V zimních podmínkách se u nákladního vlaku provádí ÚZB rovněž podle čl.142 s tím, že před jejím provedením se po naplnění hlavního potrubí na provozní tlak musí:

- a) při poklesu teploty pod +2°C rychločinně zabrzdit a poté jednorázově odbrzdit, aby se uvolnilo ztuhlé brzdové tyčovi
- b) v místech stanovených ředitelem OPŘ ČD, před činností podle odst.a, při teplotách od +2°C do -5°C profouknout hlavní potrubí postupně za prvním, čtvrtým a desátým vozem od místa, z něhož je hlavní potrubí plněno. Profouknutí se provede (po uzavření spojkových kohoutů a po rozvěšení brzdových spojek) krátkodobým otevřením spojkového kohoutu na čele vozu, který je blíže ke zdroji stlačeného vzduchu. Stejným způsobem a ve stejném rozmezí teplot se postupuje i u spojek napájecího potrubí. Místa, kterých se týká ustanovení tohoto odstavce, se uvedou v tabulce 5 *Tabulky dopravních údajů*.

Potřebné informace o venkovní teplotě dá zaměstnancům, vykonávajícím ÚZB, výpravčí.

**144.** Ředitel OPŘ ČD může povolit, aby v konkrétních stanicích podle místních podmínek vykonávali u nákladního vlaku ÚZB dva

ČD V 15/I – změna č.3 Účinnost od 1. ledna 2002

zaměstnanci najednou nebo aby se ÚZB začínala od konce vlaku; přitom však musí zároveň stanovit závaznou technologii jejího provádění tak, aby během odbrzdění na zkoušku byla na konci hlavního potrubí zjištěna odbrzdovací doba. Rovněž musí stanovit závazný postup pro podepisování *Zprávy o brzdění*. Tyto podmínky se uvedou ve *Staničním řádu*.