

Nadstavbové bezpečnostní informační systémy v železniční dopravě

Bc. Václav Kopáček

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav Kopáček**
Osobní číslo: **A15311**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Nadstavbové bezpečnostní informační systémy v železniční dopravě**

Téma anglicky: **Physical Security Information Management Systems in Railway Transport**

Zásady pro vypracování:

1. Zhodnoťte současný stav bezpečnosti na železnici v ČR.
2. Analyzujte účel, architekturu a vlastnosti nadstavbových bezpečnostních systémů kategorie PSIM.
3. Zhodnoťte požadavky na bezpečnost železnice v kontextu s PSIM.
4. Identifikujte bezpečnostní, řídicí a informační systémy provozované na železnici jako zdroj informací pro PSIM a navrhnete funkční model jejich možné implementace, přínosy a úskalí.
5. Uvedte příklady praktického využití PSIM na železnici.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. BRUCKNER, Tomáš. Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4153-6.
2. HROMADA, Martin. Systém a způsob hodnocení odolnosti kritické infrastruktury. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. ISBN 978-80-7385-140-8.
3. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management V. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN 978-80-87500-67-5.
4. LUKÁŠ, Luděk. Informační podpora integrovaného záchranného systému. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. SPBI Spektrum. Červená řada. ISBN 978-80-7385-105-7.
5. PALEČEK, Miloš. Prevence rizik. Praha: Oeconomica, 2006, 257 s. ISBN 80-245-1117-7.
6. ŠLEGR, Petr. Rychlá železnice i v České republice. Praha: Centrum pro efektivní dopravu, 2012. ISBN 978-80-905005-0-1.
7. ZEITHAMMER, Karel, Bohumil SKÁLA, František PALÍK, et al. Dvě století českého železničního průmyslu. Praha: ACRI - Asociace podniků českého železničního průmyslu, 2015. ISBN 978-80-904737-9-9.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

3. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

24. května 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

Jméno, příjmení: Václav Kopáček

Název bakalářské/diplomové práce: Nadstavbové bezpečnostní informační systémy v železniční dopravě

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 9. 5. 2017



.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou nadstavbových bezpečnostních systémů kategorie Physical Security Information Management (dále jen „PSIM“) a jejich využitím v oblasti železniční dopravy v ČR. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část ve stručnosti prezentuje současný stav železniční dopravy v ČR se zaměřením na její technologickou modernizaci v oblastech řízení dopravy a zajišťování bezpečnosti. Větší část teorie je věnována samotným PSIM systémům a jejich charakteristice. Dále analyzuje jejich vlastnosti, strukturu a architekturu, a analyzuje bezpečnostní i legislativní požadavky české železnice pro jejich využití.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na analýzu bezpečnostních, řídicích a informačních systémů pro efektivní integraci do PSIM systému v prostředí české železnice a návrh funkčního modelu pro centralizovaný bezpečnostní dispečink. Tato část je podložena vhodným typem analýzy rizik v segmentu. Praktická část také uvádí několik modelových příkladů využití PSIM systémů v daném segmentu.

Výsledkem diplomové práce jsou modelová nasazení PSIM na železnici v ČR.

Klíčová slova: bezpečnost, provozuschopnost, PSIM, situační management, železnice

ABSTRACT

The master's thesis examines issues relating to Physical Security Information Management (hereinafter „PSIM”) superstructure systems and their use in rail transport in the Czech Republic. The thesis is divided into two sections; one focuses on the theoretical background and the other on practical applications. The theory section contains an overview of the current state of rail transport in the Czech Republic, where focus concentrates on the modernization of technology for traffic control and security. A large part of the theory section is dedicated to a review of PSIM systems and their characteristics. Further, the theory section analysis the parameters, structure, and architecture of PSIM systems, and analyzes legislative and security-related requirements for their use on Czech railways.

The practical section focuses on analyzing security, control, and information systems with regard to the effective integration of PSIM systems on Czech railways. The section also proposes a functional model of a centralized security control center. The practical section is supported by a risk analysis of a type appropriate for the relevant segment. Moreover, the section contains several model examples of the use of PSIM systems in the given segment.

The master's thesis provides a set of examples of the deployment of PSIM systems on railways in the Czech Republic.

Keywords: Security, operability, PSIM, situation management, railway

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval především mému vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Lud'ku Lukášovi, CSc. za odborné a profesionální vedení diplomové práce, za cenné rady a připomínky, které mi poskytoval v rámci jednotlivých konzultací. Dále bych rád poděkoval odborníkům ze SŽDC, konkrétně z odboru krizového řízení, odboru provozuschopnosti a odboru automatizace a elektrotechniky, díky kterým jsem mohl získat technický přehled o využívaných technologiích a o řízení železniční dopravy. Také bych rád poděkoval společnosti TTC MARCONI s.r.o za možnost v minulosti pracovat na zajímavých drážních projektech, díky kterým jsem mohl poznat drážní prostředí a fungování centrálního dispečerského pracoviště v Přerově a společnosti Qognify Ltd. za cenné rady v oblasti PSIM systémů.

Motto: Život je boj, ale stojí za to. Tak si ho užívej naplno. Nikdy totiž nevíš, kdy skončí.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 ROZVOJ ŽELEZNICE, MODERNIZACE A JEJÍ BEZPEČNOST	14
1.1 HISTORIE ŽELEZNICE Z BEZPEČNOSTNÍHO POHLEDU	14
1.2 NEJZÁVAŽNĚJŠÍ INCIDENTY V POSLEDNÍCH LETECH	16
1.3 BEZPEČNOSTNÍ PROBLÉMY K ŘEŠENÍ.....	17
1.4 ORGANIZAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY	18
1.5 MODERNIZACE ŽELEZNICE	20
1.5.1 Současné bezpečnostní a řídicí systémy na železnici.....	21
1.5.2 Centralizace řízení dopravy.....	21
1.5.3 Centralizace bezpečnosti – jednotný bezpečnostní dispečink.....	22
1.6 SHRNUÍ ROZVOJE, MODERNIZACE A BEZPEČNOSTI ŽELEZNICE	22
2 NADSTAVBOVÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY KATEGORIE PSIM A JEJICH UPLATNĚNÍ	23
2.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA	23
2.2 VLASTNOSTI A STRUKTURA PSIM SYSTÉMŮ	27
2.2.1 Obecné vlastnosti	27
2.2.2 Připojitelné systémy	30
2.2.2.1 Bezpečnostní systémy	31
2.2.2.2 Lokalizační systémy	31
2.2.2.3 Grafické systémy	32
2.2.2.4 Databázové systémy	32
2.2.2.5 Řídicí a provozní systémy.....	32
2.2.2.6 Podnikové systémy	33
2.2.2.7 Komunikační systémy.....	33
2.2.3 Architektura PSIM	33
2.2.3.1 Softwarová architektura.....	34
2.2.3.2 Hardwarová architektura.....	35
2.2.3.3 Možnosti hierarchického uspořádání pracovišť	36
2.3 SVĚTOVÍ VÝROBCI.....	37
2.4 REFERENCE V OBLASTI ŽELEZNICE	39
2.5 ROZVOJ PSIM SYSTÉMŮ	40
2.5.1 SIEM systémy	40
2.5.2 Systémy pro konvergovanou bezpečnost	41
2.5.3 Zpracovávání a vyhodnocování dat	42
2.6 SHRNUÍ MOŽNOSTÍ PSIM SYSTÉMŮ A JEJICH UPLATNĚNÍ NA ŽELEZNICI	43
3 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST ŽELEZNICE V KONTEXTU PSIM	44

3.1	ZÁKONNÉ POŽADAVKY.....	44
3.2	VNITŘNÍ PŘEDPISY A SMĚRNICE PROVOZOVATELE ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY A DOPRAVCŮ	46
3.3	POŽADAVKY NA PSIM SYSTÉMY.....	46
3.3.1	Řešení mimořádných událostí.....	47
3.3.1.1	Řešení MU u lokálního řízení.....	47
3.3.1.2	Řešení MU při centralizovaném řízení.....	48
3.3.1.3	Řešení mimořádných událostí s PSIM systémy.....	50
3.3.2	Řešení poruch infrastruktury a technologií.....	50
3.3.3	Zajištění fyzické bezpečnosti objektů.....	52
3.3.4	Řízení anomálií.....	52
3.3.5	Rutinní činnosti.....	53
3.4	SHRNUTÍ POŽADAVKŮ NA BEZPEČNOST V KONTEXTU S PSIM SYSTÉMY	53
II PRAKTICKÁ ČÁST		55
4	NÁVRH INTEGRACE SOUČASNÝCH SYSTÉMŮ, JEJICH IMPLEMENTACE A NÁVRH FUNKČNÍHO MODELU PSIM SYSTÉMU NA ŽELEZNICI.....	56
4.1	KVALITATIVNÍ ANALÝZA RIZIK ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY V ČR	56
4.1.1	KARS – soupis rizik.....	57
4.1.2	KARS – tabulka souvztažností rizik	59
4.1.3	KARS – výpočet koeficientů aktivity a pasivity.....	60
4.1.4	KARS – Grafické vyjádření výsledků.....	61
4.1.5	KARS – Výsledky a zhodnocení analýzy	63
4.1.6	KARS – Výsledky v kontextu s PSIM.....	64
4.2	KOMPARACE KARS ANALÝZY SE SKUTEČNOSTÍ.....	64
4.2.1	MU v období 2012 - 2016.....	64
4.2.2	Četnost MU dle primárních rizik	65
4.2.3	Vyplývající vazba na PSIM systémy	67
4.2.4	Vyhodnocení	67
4.3	IDENTIFIKACE VHODNÝCH SYSTÉMŮ NA ŽELEZNICI PRO INTEGRACI POD PSIM SYSTÉM	68
4.3.1	Integrace bezpečnostních systémů	68
4.3.1.1	Integrace kamerových systémů - CCTV.....	68
4.3.1.2	Integrace PZTS	72
4.3.1.3	Integrace SKV.....	74
4.3.1.4	Integrace EPS.....	76
4.3.2	Integrace lokalizačních systémů	77
4.3.3	Integrace grafických systémů.....	78
4.3.4	Propojení s databázovými systémy	79
4.3.5	Integrace řídicích a provozních systémů.....	79
4.3.5.1	Řídicí systémy.....	79
4.3.5.2	Provozní systémy	81
4.3.6	Propojení s podnikovými systémy	83
4.3.7	Integrace komunikačních systémů	83
4.3.7.1	Integrace rozhlasu	83
4.3.7.2	Integrace dispečerského terminálu / IP telefonu.....	84

4.4	NÁVRH ROZŠÍŘENÍ O VIDEO ANALÝZU	85
4.5	NÁVRH FUNKČNÍHO MODELU IMPLEMENTACE.....	87
4.5.1	Návrh hierarchického uspořádání pracovišť	88
4.5.2	Návrh rozložení klientských pracovišť	91
4.5.3	Typy odbavovaných bezpečnostních událostí dle navržených rolí.....	91
4.6	SHRNUTÍ NÁVRHU NASAZENÍ PSIM, PŘÍNOSY A ÚSKALÍ.....	92
5	PŘÍKLADY PRAKTICKÉHO VYUŽITÍ PSIM NA ŽELEZNICI.....	93
5.1	PŘÍKLAD KONTROLY DODRŽOVÁNÍ PŘEDPISŮ ZAMĚSTNANCŮ	94
5.2	PŘÍKLAD KONTROLY PROJETÍ VLAKU NÁVĚSTIDLEM ZAKAZUJÍCÍ JÍZDU	95
5.3	PŘÍKLAD NA ZMÍRNĚNÍ DOPADU NEHODY NA ŽELEZNIČNÍM PŘEJEZDU	96
5.4	PŘÍKLAD PREDIKCE TECHNICKÉ PORUCHY	98
5.5	PŘÍKLAD ŘEŠENÍ BEZPEČNOSTNÍ UDÁLOSTI OHLÁŠENÉ TELEFONICKY	99
	ZÁVĚR	101
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	103
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	108
	SEZNAM OBRÁZKŮ	111
	SEZNAM TABULEK.....	113
	SEZNAM PŘÍLOH.....	114

ÚVOD

Když se řekne „bezpečnost železnice v ČR“, bere se v úvahu převážně zabezpečovací technika, která je využívána při řízení dopravy. Nadstavbové bezpečnostní systémy kategorie Physical Security Information Management (dále jen „PSIM“) pracují s různými druhy bezpečnosti, jejichž informační výstup je zpracováván na centrálních bezpečnostních pracovištích. České železnici tento typ pracovišť chybí a na jejich důležitost se neklade takový důraz, jako v jiných evropských státech. Účinná spolupráce, jak technologií, tak bezpečnostních složek a zúčastněných osob může značně přispět k vylepšení současného stavu. Lidský život má vysokou cenu, a to především z etického hlediska. Železnice by se měla postavit před otázkou, zda není vhodnější investovat několik stovek milionů korun do zajištění komplexní bezpečnosti, než následně sčítat škody.

Cílem práce je analyzovat současné hrozby na železnici, zjistit a popsat zajišťování bezpečnosti v segmentu s vazbou na možnosti PSIM systémů a vytvořit návrh funkčního modelu této kategorie nadstavbových systémů z hlediska možných integrovaných technologií a možného hierarchického uspořádání bezpečnostních pracovišť pro českou železnici.

Diplomová práce je rozdělena na pět kapitol. Teoretická část se v první kapitole zabývá rozvojem železniční dopravy, její modernizací a centralizací řízení dopravy. Z této kapitoly vyplývá potřeba centralizovat nejenom řízení provozu, ale i bezpečnost. Druhá kapitola charakterizuje systémy kategorie PSIM oproti jiným nadstavbovým systémům, popisuje jejich vlastnosti a možnosti uplatnění na železnici. Přínosem kapitoly je jednak jejich komplexní popsání, tak analýza v oblasti rozvoje PSIM systémů a úvaha využití ve spojení s kybernetickou bezpečností. Třetí kapitola specifikuje požadavky na zajištění bezpečnosti z hlediska zákonných požadavků, vnitřních předpisů a světově zavedených bezpečnostních standardů. Přínosem této kapitoly je také analýza řešení různých druhů bezpečnostních událostí na železnici a zhodnocení vyplývajících požadavků na PSIM systémy. Teoretická část diskutuje možné přínosy PSIM systémů pro železniční dopravu a slouží jako východisko k praktické části, přičemž hlavním přínosem teoretické části je možnost využít letité zkušenosti autora s nadstavbovými bezpečnostními systémy a s drážními projekty, při kterých bylo možné poznat hlouběji problémy, se kterými se železnice potýká a stručně je zhodnotit.

Praktická část se v první části čtvrté kapitoly zabývá analýzou rizik na železnici a jejich souvztažností. Tento typ analýzy je potvrzen na základě analýzy skutečných mimořádných událostí většího rozsahu, které vyšetřovala drážní inspekce v posledních letech. Na základě

výše uvedených analýz jsou v druhé části této kapitoly analyzovány technologie včetně datových zpráv, které mohou tyto technologie poskytovat, jako vhodný zdroj informací pro zpracování v PSIM systému včetně příkladů možného využití. Výsledkem je návrh funkčního modelu PSIM včetně implementace těchto systémů a návrh hierarchie bezpečnostního dispečinku v ČR.

V páté kapitole jsou uvedeny specifické příklady bezpečnostních událostí, které lze řešit systémem kategorie PSIM v případě jeho nasazení a integrace technologií shrnutých v předchozí kapitole. Příklady vycházejí z analýzy rizik a mimořádných událostí s cílem reagovat na současné hrozby. Čtvrtá a pátá kapitola jsou největším přínosem této práce, jelikož je zde návrh konkrétních technologií a konkrétního funkčního modelu nasazení PSIM systému na železnici s ukázkou praktických příkladů, které demonstrují možnosti PSIM systémů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ROZVOJ ŽELEZNICE, MODERNIZACE A JEJÍ BEZPEČNOST

Počátky železnice lze pozorovat již ve starověku a s postupným vývojem společnosti a nových technologií dochází k jejímu značnému rozvoji. Železniční doprava umožňuje efektivní přepravu velkého množství cestujících a nákladu na dlouhé vzdálenosti a s využitím elektrifikace je tento druh dopravy velmi šetrný i k životnímu prostředí.

V České republice lze železniční dopravu považovat za jeden z nejdůležitějších segmentů dopravy, který v posledních letech prochází značnou modernizací. Rychlost přepravy se neustále zvyšuje, stejně tak jako hustota provozu. Železniční doprava je ohrožena přírodními vlivy, lidmi, silniční dopravou, závadami na technologiích a dalšími aspekty, které způsobují značné ekonomické ztráty, škody na majetku a ohrožují bezpečnost cestujících. Železniční doprava byla v minulosti cílem několika teroristických útoků, a i přesto, že není četnost těchto útoků vysoká, lze toto prostředí v budoucnosti považovat za strategický cíl teroristů. Nejen z těchto důvodů je nutné v segmentu železnice neustále zvyšovat úroveň její bezpečnosti.

1.1 Historie železnice z bezpečnostního pohledu

Historie železniční dopravy ve světě sahá do dávné minulosti. Mezi historicky první zmínku tohoto druhu dopravy lze považovat dráhu Diolkos v Řecku, která byla vystavěna v 6. století před naším letopočtem. Jednalo se o vozy tlačené otroky po dřevěných kolejnicích mazaných tukem, které převážely zboží nebo menší lodi přes 6 km širokou Korijskou šíji. [1], [2]

Postupně se forma této přepravy zdokonalovala. S příchodem dřevěných vozíků tažených po dřevěných kolejích v 16. století až po ocelové kolejnice v 18. století. Z hlediska bezpečnosti si v dnešní době tuto formu přepravy nedokážeme představit, její provoz nebyl nikterak zabezpečený a byl značně rizikový pro každého, kdo zde pracoval. Největší rozmach železnice nastal v 19. století, kdy na jeho počátku byla například vystavěna nejstarší koněspřežná železnice mezi Českými Budějovicemi a Lincem a lze ji považovat jako počátek železniční dopravy na území dnešní České republiky. Následovalo období páry na konci 19. století a první poloviny 20. století. Následný příchod motorových hnacích vozidel tzv. motoráků a elektrifikace v druhé polovině 20. století dalo železniční dopravě úplně jiný rozměr. Z pohledu ostatních možností v dopravě byla železnice obrovským pokrokem, umožnila přepravu velkého množství nákladu i osob, ale se zvyšující trat'ovou rychlostí a množstvím vybudovaných tratí, přibývalo nehod, mnohdy s fatálními důsledky. [2], [3]

Příkladem může být dosud nejtragičtější nehoda v roce 1960 na území tehdejšího Československa, kdy došlo ke srážce vlaků u Stéblové na Pardubicku, která si vyžádala 118 obětí na lidských životech, a 110 lidí bylo zraněno. Na příčině nehody se podílelo několik faktorů. Jedním z nich bylo špatné počasí, ledabylá signalizace mezi výpravčím, průvodčími a vlakvedoucím a následně strojvedoucí ignoroval odjezdové návěstidlo a vyjel na obsazenou kolej. Výpravčí ve stanici tuto chybu zaznamenal okamžitě a snažil se vizuální signalizací strojvůdci dát znamení, aby zastavil. Bohužel marně. Po 1500 m došlo ke střetu s protijedoucím vlakem. [4]

V roce 1960 nebylo možné jiným způsobem strojvůdce vyrozumět, ani zastavit vlak. V dnešní době by měl výpravčí díky moderní technologii řadu mechanismů jak nehodě zabránit. Nejen z tohoto důvodu bylo nutné bezpečnosti v železniční dopravě věnovat značnou pozornost a nesoustředit se pouze na zabezpečení dopravní cesty, ale i predikci mimořádných událostí, řešení běžných poruch nebo administrativním opatřením.

Po roce 1950 se začalo využívat dostupných technických možností za účelem zvýšení bezpečnosti dopravní cesty. Díky nasazení reléových zabezpečovacích systémů na některých tratích byla částečně nahrazena mechanická práce výpravčího. Reléový systém kontroloval volnost vlakové cesty, zajišťoval součinnost návěstidel, výhybek a výkolejek a zabraňoval současnému postavení stejné vlakové cesty pro více vlaků. Výrazně se tak omezila možnost lidského pochybení, ale přibýlo možné riziko poruchy zabezpečovacího zařízení. Postupně docházelo k modernizaci a elektronizaci zabezpečovacího zařízení až do současné podoby, kdy se jedná o sofistikovaný plně automatizovaný počítačový systém. [5]

V současnosti železnice prochází značnou modernizací jak ve světě, tak v České republice. Cílem každého státu je zajistit rychlou, spolehlivou a hlavně bezpečnou železniční síť. Rychlost přepravy ve světě se výrazně zvyšuje, v ČR je maximální rychlost 160 km/h a vysokorychlostní železnice je prozatím spíše hudbou budoucnosti. [6]

V Evropě je však vysokorychlostní železnice běžnou záležitostí, například Francie provozuje vysokorychlostní trať ligne à grande vitesse (dále jen „LGV“), kde je maximální rychlost 270 km/h a na některých úsecích dokonce 320 km/h. Této rychlosti dosahují vlaky train à grande vitesse (dále jen „TGV“) a novější typ automotrice à grande vitesse (dále jen „AGV“). Vlak AGV má maximální povolenou rychlost 400 km/h. Podobně provozuje vysokorychlostní tratě v Evropě Německo, Španělsko, Belgie, Nizozemsko, Rakousko, Rusko,

Turecko a Velká Británie. Dalšími světovými velmocemi, provozujícími vysokorychlostní železnice, jsou Japonsko a Čína. [7], [8]

1.2 Nejzávažnější incidenty v posledních letech

Se zvyšováním rychlosti a hustoty přepravy se zvyšuje počet incidentů na železnici. Počet vážných incidentů, které se udály v posledních letech, uvádí první tabulka, viz Tab. 1. Počet obětí, které si incidenty vyžádaly je uveden v druhé tabulce, viz Tab. 2. Z těchto dat vyplývá skutečnost, že se počet vážných nehod výrazně snížil z roku 2006 na 2007, což lze přisuzovat postupnému zavádění automatizované zabezpečovací techniky pro řízení dopravy. Od té doby se stav příliš nemění i přes značné investice, které do modernizace železnice vynakládá. Do této statistiky nejsou započteny oběti, které si železnici vybírají pro sebevraždu.

Tab. 1 Počet vážných incidentů v železničním provozu [9], [10]

Roky	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Počet vážných incidentů celkem	233	115	133	133	125	99	97	91	104	94
z toho:										
Srážky	13	3	5	5	3	6	6	5	13	14
Vykolejení	10	3	2	3	3	5	6	7	9	5
Nehody na úrovňových přejezdech	104	48	53	42	57	34	47	36	45	36
Nehody osob způsobené pohyblivými se železničními vozidly	104	59	72	62	61	51	37	35	32	27
Požáry v pohyblivých se železničních vozidlech	0	1	1	1	0	1	1	2	0	4
Ostatní	2	1	0	0	1	2	0	6	5	8

Tab. 2 Oběti vážných incidentů v železničním provozu [9], [10]

Roky	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Počet obětí (mrtví a těžce zranění) celkem	141	126	183	118	155	103	92	76	89	82
Mrtví (počet)	52	25	44	26	48	29	26	24	29	29

Mezi nejzávažnější incidenty z posledních let lze považovat náraz vlaku do zříceného mostu ve Studénce v roce 2008, které si vyžádalo 7 mrtvých a 88 zraněných. Způsobená škoda byla

téměř 62,5 milionů korun. Příčinou nehody bylo pochybení při stavebních pracích a projektování mostů. [11]

Vykolejení vlaku v Ústí nad Labem v roce 2010 si vyžádalo jednoho mrtvého a 9 zraněných, celková škoda dosáhla téměř 71 milionů korun. Příčinou nehody byl průjezd výhybkou nepovolenou rychlostí a následné vykolejení vlaku. [12]

Další vážnou nehodou byla srážka vlaků mezi stanicemi Čičenice a Vodňany. Nehoda si vyžádala jednoho mrtvého, 7 těžce zraněných, 8 lehce zraněných a celkové škoda přesáhla 6,5 milionů korun. Příčinou byla lidská chyba strojvedoucího, který bez svolení vyjel na trať. [13]

Poslední nejzávažnější nehodou byl střet vlaku s nákladním vozidlem na železničním přejezdu v roce 2015 ve Studénce. Nehoda si vyžádala 3 mrtvé a 25 zraněných. Celková škoda není prozatím vyčíslena, ale bude v řádu stovek milionů korun. Příčinou nehody se stal vjezd nákladního vozidla na železniční přejezd i přes aktivní výstražnou signalizaci na zabezpečovacím zařízení přejezdu. [14]

Výše uvedené nehody jsou typickým příkladem vážných nehod, kterým buď zabránit nelze vůbec, nebo jenom zřídka. Nikdy nebudou všichni pracovat striktně podle předpisů a pravidel, a proto budou představovat pro bezpečnost železnice značné riziko. Jak pravil americký spisovatel Mark Twain „*Rozdávat rady je zbytečné. Moudrý si poradí sám a hlupák stejně neposlechne.*“ [15]

I zdánlivě nepatrné zrychlení řešení těchto mimořádných událostí, rychlejší ohlášení mimořádné události a zjištění přehledu o situaci nebo včasější zabrzdění vlaku či predikce nějaké technologické poruchy, může výrazně snížit finanční škody i škody na zdraví přepravovaných osob.

1.3 Bezpečnostní problémy k řešení

V předchozí kapitole byla zmíněna statistika nejzávažnějších incidentů posledních let a výčet nejzávažnějších mimořádných událostí. Problémy, které železnice v současnosti řeší, jsou daleko rozsáhlejší.

Na železnici dochází k různým typům bezpečnostních událostí: vykolejení drážního vozidla, srážka drážních vozidel, smrtelné nehody osob, zničení nebo poruchy technologie, živelní pohromy, požár, únik provozních kapalin, ekologické havárie, námraza trakce atd. Příčin

může být celá řada: lidské pochybení, sebevraždy, poškození s cílem způsobit újmu, porucha technologie, přírodní vlivy, teroristický útok, vliv působení vnějších okolností, výpadek elektrické energie atd.

Výše uvedené problémy jsou podrobně samostatně řešeny a jsou na ně hledána ta nejvhodnější opatření. Chybí však pohled na veškeré tyto bezpečnostní aspekty z širšího komplexního pohledu včetně možnosti predikování určitých stavů nebo jevů. Z tohoto pohledu mohou nadstavbové bezpečnostní systémy výrazně usnadnit tento pohled na bezpečnost a řešit situace vzhledem k souvztažnosti jednotlivých rizik a událostí s určitou možností predikce.

I z prvního pohledu nenápadná příčina může mít v budoucnosti nedozírné následky. Z pohledu železnice může být uveden následující typový příklad. Velitel údržby svěřeného traťového úseku vysílá na pravidelnou údržbu kolejí údržbové čety dle papírové evidence. V evidenci má nastavena časová období, kdy a kde musí údržbu provést. Nastane situace, kdy takto odpovědná osoba má určité rodinné problémy, které si chtě nechtě přináší sebou do práce a ovlivňují jeho smysl rozhodování. Velitel údržby tak celý den myslí pouze na své problémy a opomene vyslat údržbovou četu na pravidelné promazání výhybky v železniční stanici. Za měsíc dojde k poruše výhybky, která dočasně zastaví provoz na traťovém úseku. Jelikož je právě údržbová četa ve vedlejší stanici, trvá 15 minut, než se dostaví na místo poruchy a dalších 30 minut trvá její oprava. Výsledkem je celkové zpoždění vlaků 45 minut a finanční náklady s tím spojené.

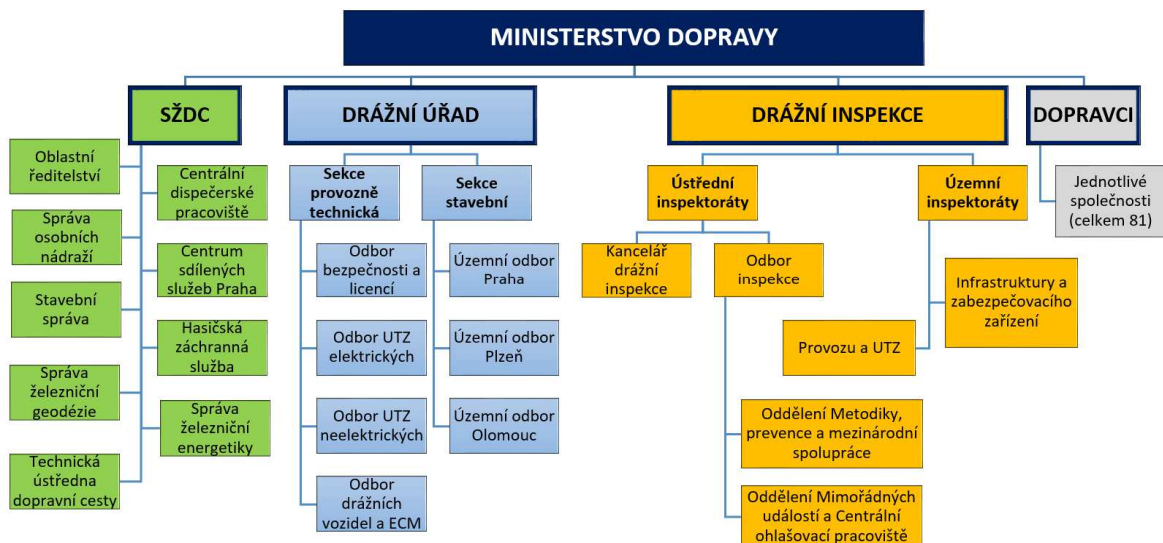
Výše uvedený příklad je pouze ilustrační, ale z popisu situace je zřejmé, že takovou situaci lze predikovat. Nelze asi odstranit prvotní příčinu problému, tedy určité psychické problémy odpovědného zaměstnance, ale lze reagovat na opomenutí údržby. V případě využití nadstavbového bezpečnostního systému by systém velitele údržby upozornil na provedení pravidelné údržby a v případě, že by výzvu ignoroval, došlo by k eskalaci na jeho nadřízené.

Nadstavbové bezpečnostní systémy mohou sloužit různým organizacím působících na železnici v různých rolích. Je zapotřebí identifikovat slabá místa a analyzovat jejich možnosti řešení.

1.4 Organizační uspořádání železniční dopravy

Železniční doprava v ČR jako součást drážní dopravy spadá pod kompetence Ministerstva dopravy. Drážní doprava je širší pojem dopravy, patří do ní kromě železnice i ostatní drážní

dopravní prostředky, jako jsou tramvaje, trolejbusy, metro a lanové dráhy. Na Obr. 1 je vyobrazena organizační struktura železniční dopravy.



Obr. 1 Organizační struktura železniční dopravy [16], [17], [18]

Z výše uvedené organizační struktury lze za organizace odpovědné za provozuschopnost a bezpečnost přepravy na železnici považovat Správu železniční dopravní cesty, státní organizaci (dále jen „SŽDC“) a jednotlivé dopravce. Drážní úřad představuje gestora, který zajišťuje udržování a zvyšování bezpečnosti na dráze a slouží jako státní dozor. Drážní inspekce je nezávislá státní instituce, která zajišťuje vyšetřování mimořádných událostí a identifikuje možná rizika spojená s provozováním dráhy a přijímá patřičná opáření. [16], [17], [18]

V současnosti je vlastníkem většiny tratí stát, který zastupuje organizace SŽDC. Na oficiálních webových stránkách je uvedeno, že *Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (SŽDC) vznikla dne 1.1.2003 na základě zákona č. 77/2002 Sb. Základním posláním SŽDC je plnit funkci vlastníka a provozovatele dráhy celostátní a drah regionálních ve vlastnictví státu. SŽDC zajišťuje ve smyslu Zákona o dráhách provozování dráhy celostátní a drah regionálních ve vlastnictví státu, jejich provozuschopnost a modernizaci a rozvoj v rozsahu nezbytném pro zajištění dopravních potřeb státu a dopravní obslužnosti. SŽDC hospodaří s majetkem, který tvoří železniční dopravní cestu.* [19]

Z toho vyplývá, že největším investorem jak z hlediska železniční infrastruktury, tak z hlediska jejího zabezpečení je tedy státní organizace SŽDC. Na druhé straně stojí dopravci, kteří využívají dopravní infrastrukturu k provozu svých dopravních prostředků. Největším

současným dopravcem je společnost České dráhy, a.s. (dále jen „ČD“), která společně s dceřinou společností ČD Cargo, a.s. provozují většinu osobní a nákladní dopravy v ČR. Mezi významné soukromé dopravce v segmentu osobní dopravy lze řadit Regiojet a Leoexpress. Vyšetřování mimořádných událostí zajišťuje Drážní inspekce. Hasičská záchranná služba SŽDC působí při záchranných a likvidačních pracích v průběhu mimořádné události.

1.5 Modernizace železnice

V České republice je v současné době provozováno celkem 9566 km tratí, z čehož pouze 3237 km je elektrifikovaných. Z hlediska elektrifikace je to poměrně nízké číslo oproti jiným evropským státům jako je Belgie, Nizozemsko nebo Francie, ale vzhledem k množství lokálních tratí s nižší hustotou provozu a menším množstvím tranzitních koridorů s vysokou hustotou provozu, je tento fakt pochopitelný. Za zmínku stojí též hustota železničních tratí vůči rozloze, kde je Česká republika po Německu na druhém místě s nejhustší sítí železnic na světě. [9], [19]

Vzhledem k tomu, že se do železniční infrastruktury výrazně neinvestovalo několik desítek let a požadavky na zajištění spolehlivé, rychlé a bezpečné dopravní cesty se zvyšují, investují se do tohoto segmentu v posledních letech nemalé prostředky. Například v roce 2015 bylo investováno do železniční dopravy více než 31,5 miliard korun, což představuje čtyřnásobný nárůst oproti roku 2013. Většina prostředků je využita na modernizaci kolejí, tunelů, trakce, nástupišť, drážních budov a technického vybavení. [9]

Z hlediska bezpečnosti provozu železniční dopravy se budují nové moderní řídicí a zabezpečovací systémy, inovuje se technické vybavení vozidel a technologie infrastruktury. Jsou modernizovány systémy technické ochrany pro zabezpečení objektů budov a nástupišť. Dále se budují informační a komunikační technologie – pobočkové a rozhlasové ústředny, dispečerské terminály, rádiové sítě, informační tabule a další informační systémy. Tyto inovace se týkají všech typů tratí, ať už se jedná o koridory nebo odbočné tratě s nízkou intenzitou provozu. Během posledních několika let byla většina tratí vybavena některým typem zabezpečovacího zařízení, které výrazně snižuje pravděpodobnost lidské chyby při stavění vlakové cesty oproti tratím, které jsou řízeny pomocí hlasové komunikace mezi výpravčími.

1.5.1 Současné bezpečnostní a řídicí systémy na železnici

Hlavním cílem v segmentu železnice je vybudovat bezpečný, spolehlivý a efektivní železniční systém s vysokou dávkou centralizace, který bude v souladu se společnými evropskými cíli. Proto dochází ke spolupráci společností zabývajících se bezpečností a automatizací železniční dopravy napříč celou Evropou.

Cílem Evropské strategie rozvoje železnice je zajištění interoperability železničních systémů tak, aby bylo možné budovat efektivní transevropskou dopravní síť. Proto byl ustanoven koncept vybudování systému European Rail Traffic Management System (dále jen „ERTMS“), jehož součástí je systém Global System for Mobile Communications – Railway (dále jen „GSM-R“) a European Train Control System (dále jen „ETCS“). [20]

GSM-R je mezinárodní standard, který zajišťuje rádiovou komunikaci mezi strojvůdcem a řízením dopravy a nahrazuje původní traťový rádiový systém (dále jen „TRS“). Kromě komunikace plní roli důležitého bezpečnostního prvku. Systém umožňuje vyslat generální STOP, díky kterému je možné zastavit provoz na trati, na které se vlak pohybuje. V ČR začala implementace GSM-R v roce 2015 a v současnosti je tímto systémem vybaveno více než tisíc km tratí. Téměř všechna vozidla dopravců, jsou vybavena mobilními terminály GSM-R. Do roku 2020 je plánem vybudovat GSM-R na 26 % tratí. [21]

ETCS je evropský systém řízení vlaků, který nahrazuje cca 20 systémů národních zabezpečovačů. Základem systému je vytvoření oprávnění k jízdě, které obsahuje informace o délce úseku, ve kterém je oprávnění platné. Na vozidlo se přenáší údaj o maximální rychlosti v úseku, vyplývající z postavené vlakové cesty. Přenáší se i profil sklonu tratě pro výpočet brzdné křivky vlaku na základě jeho brzdných vlastností. Jedná se o důležitý bezpečnostní systém, který při selhání nebo omylu strojvedoucího aktivně zasahuje do řízení vlaku. [20]

Výše uvedené bezpečnostní a řídicí systémy si kladou za cíl nejen zajišťovat spolehlivou a bezpečnou železniční dopravu napříč celou Evropou, ale umožňují i značnou míru centralizace řízení železniční dopravy.

1.5.2 Centralizace řízení dopravy

Výraznou změnou v řízení dopravy byl příchod centralizace železniční dopravy. Zavádí se dálkové řízení tratí z centrálních dispečerských pracovišť (dále jen „CDP“). V ČR jsou v současnosti dvě CDP pracoviště v Přerově a v Praze. Přerov byl průkopníkem centrálního řízení železniční dopravy. Pracoviště vzniklo v roce 2006 a první dálkově řízenou tratí byla

trať Přerov – Břeclav. Postupně se pod centrální řízení přidávaly další tratě, například Přerov-Polanka a Přerov – Česká Třebová.

Díky centralizaci došlo ke snížení počtu personálu vykonávajícího činnost na obsluhované trati na polovinu oproti lokálnímu řízení. Dochází též ke zrychlování železniční dopravy a výraznému zvýšení bezpečnosti, čemuž napomáhají již zmiňované řídicí a bezpečnostní systémy. V roce 2016 zahájilo testovací provoz nové dispečerské pracoviště v Praze, které plánuje dálkové řízení až 2200 km tratí.

Ruku v ruce s centralizací řízení dopravy by měl přijít i koncept centralizace bezpečnosti. Na současných CDP je tato situace řešena pouze strohými výstupy z jednotlivých bezpečnostních systémů bez dalšího zpracování a vyhodnocování informací. Cílem železnice by tedy měl být jednotný bezpečnostní dispečink.

1.5.3 Centralizace bezpečnosti – jednotný bezpečnostní dispečink

K zajištění bezpečnosti v segmentu železnice je kromě technologického vybavení nutné efektivně zpracovávat a vyhodnocovat informace. Proto v jiných zemích již dochází k vytváření sjednocených bezpečnostních dispečinků se sofistikovanými bezpečnostními nadstavbovými systémy, které jsou striktně odděleny od řízení dopravy a zabývají se pouze událostmi souvisejícími s bezpečností. Výrazně tak ulehčují zaměstnancům odpovědným za řízení dopravy, se kterými úzce spolupracují. Součástí těchto dispečinků nejsou pouze zaměstnanci železnice, ale i složky integrovaného záchranného systému a železniční policie. Koncept sjednocených bezpečnostních dispečinků na železnici v ČR není zatím příliš diskutován i přesto, že dochází k již zmiňované centralizaci řízení železniční dopravy.

1.6 Shrnutí rozvoje, modernizace a bezpečnosti železnice

V první části této kapitoly byla stručně diskutována historie železnice a její počátky na území ČR z pohledu bezpečnosti. Byl shrnut postupný rozvoj železnice na území ČR, její modernizace a současně využívané systémy podílející se na řízení dopravy a zajištění bezpečnosti provozu. Byly analyzovány nejzávažnější incidenty v posledních letech a bezpečnostní problémy k řešení a diskutován současný trend centralizace řízení železniční dopravy. Vyplyvajícím požadavkem je centralizace bezpečnosti na železnici. Proto se následující kapitola zabývá podrobně PSIM systémy a jejich možným uplatněním na železnici.

2 NADSTAVBOVÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY KATEGORIE PSIM A JEJICH UPLATNĚNÍ

Centralizace hýbe světem a bezpečnostní systémy nejsou výjimkou. Tento trend neustále poskytuje nové možnosti integrace různých druhů bezpečností. V současnosti patří PSIM systémy mezi nejvyspělejší a nejvíce sofistikované nadstavbové bezpečnostní systémy. Jsou vhodné pro rozsáhlé aplikace se značným množstvím integrovaných podsystémů. Ne do všech odvětví je žádoucí tyto systémy nasazovat a to jak z finančních důvodů, tak z hlediska aplikačního rozsahu. Železnice je však tím správným segmentem, kde by tato kategorie systémů mohla výrazně promluvit do úrovně bezpečnosti.

PSIM systémy lze definovat jako integrační bezpečnostní software pracující s fyzickými a logickými aktivy, který vytváří pomyslný deštník nad různými druhy bezpečnostních systémů a zajišťuje rychlou a účinnou reakci na bezpečnostní události.

2.1 Základní charakteristika

Systémy kategorie PSIM jsou nadstavbové informační bezpečnostní systémy, které umožňují integrovat řadu různorodých bezpečnostních systémů a senzorů, informačních systémů a specializovaných podnikových systémů od různých výrobců pod jednotné operační zobrazení. Přicházející data z různých zdrojů mezi sebou korelují, určují jejich význam a optimalizují rychlost reakce na nastalé situace. Tím může být narušení bezpečnosti, bezpečnostní událost nebo řešení technologických poruch a rutinních činností. K narušení bezpečnosti dochází ojediněle. K bezpečnostním událostem dochází několikrát za měsíc. Řešení technologických poruch a rutinních činností bývá na denním pořádku. Cílem PSIM systémů je zajištění kontinuity činnosti dané organizace nebo segmentu, ve kterém jsou aplikovány. [22], [23]

Zavedení kontinuity činnosti v organizaci je nejlépe definováno v normě ČSN BS 25999-1, Management kontinuity činností organizace. Sdružení pro certifikaci jakosti definuje pojem řízení kontinuity organizace následovně: „*Řízení kontinuity podnikání (business continuity management nebo BCM) je řídicí proces podporovaný vedením společnosti, v rámci kterého se identifikují potenciální dopady ztrát a jehož cílem je vytvořit takové postupy a prostředí, které umožní zajistit kontinuitu a obnovu klíčových procesů a činností organizace na předem stanovené minimální úrovni, pokud došlo k jejich narušení nebo ztrátě.*“ [24]

V polovině roku 2016 byla tato norma bez náhrady zrušena. S pojmem BCM se však pracuje nadále a je součástí norem ČSN EN 22301 a ČSN ISO/IEC 27031. Význam však zůstává zachován.

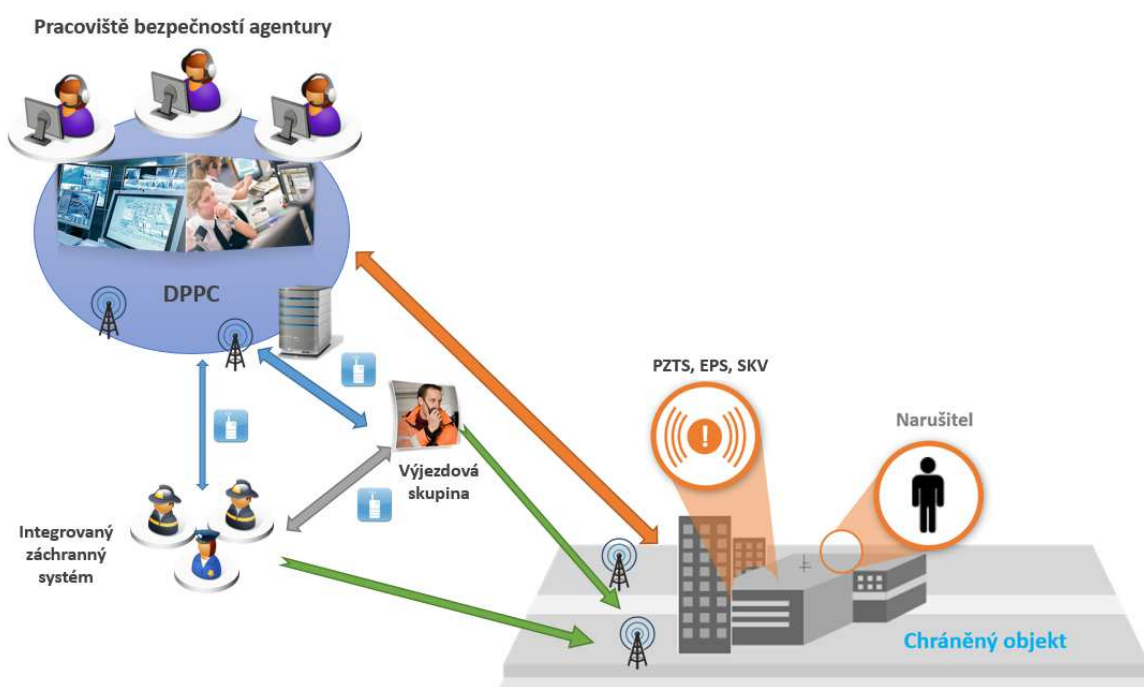
Při řešení bezpečnostních událostí hraje včasná informovanost všech bezpečnostních složek a zúčastněných stran zásadní roli. Pokud se rychle šíří informace, mohou dispečeri zkrátit dobu potřebnou k tomu, aby dostali událost pod kontrolu a snížili dobu jejího řešení. Mezi první otázky při vzniku bezpečnostní události patří „Co se stalo? Kde se to stalo? Jak na to mám reagovat?“.

A právě na tyto otázky odpovídají PSIM systémy. Korelují informace z různých bezpečnostních systémů a senzorů včetně provozních informací, které v reálném čase interpretují na přehledných mapových podkladech, zobrazují relevantní kamery a poskytují tak lepší přehled o současné situaci. Filtrují nadbytečné informace a vytváří tak ucelený přehled pro účinnou reakci. Jednotlivé poruchy, bezpečnostní události či stav narušení bezpečnosti pak mají v systému předpřipravené scénáře, které umožňují systému automaticky reagovat, přičemž obsluze přiřazují konkrétní úkoly, které pomáhají řízení dané situace. Je zajištěn komplexní situační management, podrobné reportování a zpětná analýza bezpečnostních situací i rutinních činností.

Mezi hlavní mozek systémů kategorie PSIM lze považovat korelační jádro, které umožňuje porovnávat informace z různých integrovaných zdrojů. Jednoduchým příkladem může být situace, kdy je potřeba reagovat na událost až v okamžiku, kdy zahlásí poplach několik senzorů z různých bezpečnostních systémů za konkrétní časový úsek najednou. Než uplyne tento vymezený čas, systém poplachu zobrazuje, ale nepřikládá k nim důležitost ve formě bezpečnostní události a nezatěžuje tím obsluhu. Až v okamžiku, kdy jsou podmínky splněny, vznikne bezpečnostní událost. Systémy této kategorie reagují na potřeby zákazníků, kde systémy nižších kategorií nejsou dostatečné, a je potřeba robustnějšího řešení.

Svým způsobem systémy kategorie PSIM vznikly na základě zkušeností získaných ze systémů nižších kategorií, jež představují dohledová a poplachová přijímací centra (dále jen „DPPC“) a nadstavbové bezpečnostní systémy (dále jen „NBS“). DPPC se využívají pro monitorovací centra, do kterých se přenášejí informace z integrovaných podsystémů typu poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů (dále jen „PZTS“), elektronické požární signalizace (dále jen „EPS“), systémů kontroly vstupu (dále jen „SKV“) z různě vzdálených střežených objektů. Jedná se tedy o nadstavbu spíše pro objektovou bezpečnost. Pro

přenos se využívá buď telefonní linka, privátní rádiová síť nebo síť General Packet Radio Service (dále jen „GPRS“). Cílem těchto pultů je zajistit nepřetržitý monitoring a přehledně interpretovat vzniklé poplachy na mapových podkladech. Na základě těchto informací může obsluha adekvátně sama rozhodnout a reagovat na vzniklou situaci. Provozovatelem pultu centralizované ochrany bývají bezpečnostní agentury, které mají vlastní dispečery monitorující pomocí DPPC menší objekty nebo domácnosti v nepřetržitém provozu na dispečerském pracovišti a výjezdovou skupinu, která zasahuje v místě incidentu, případně se koordinuje s jinými bezpečnostními složkami a integrovaným záchranným systémem (dále jen „IZS“). Základní komunikační schéma je zobrazeno na Obr. 2. [25], [26]



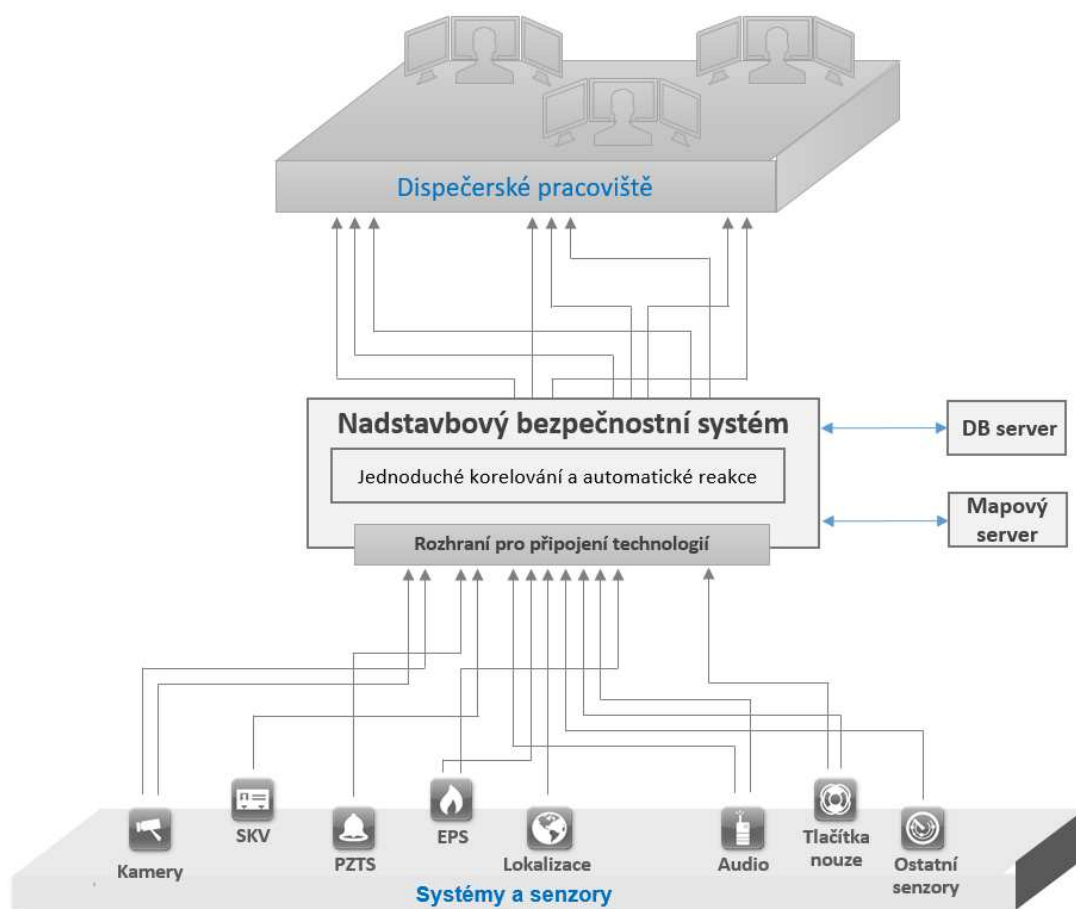
Obr. 2 Dohledové a poplachové přijímací centrum [vlastní zdroj]

Postupem času bylo zapotřebí tato dohledová pracoviště rozšiřovat o další technologie, došlo k značné centralizaci a v některých segmentech byla potřeba robustnějšího řešení integrace bezpečnosti. Z DPPC nebo jiných bezpečnostních systémů vznikly NBS, též nazývány systémy pro integrovanou bezpečnost. Příkladem může být systém C4 od slovenské společnosti Gamanet. Tento NBS vznikl ze systému SKV a postupnou integrací dalších bezpečnostních technologií a v současnosti představuje jednu z nejvýznamnějších bezpečnostních nadstaveb spolu s produktem Latis SQL od společnosti Trade Fides, vyskytující se na českém a slovenském trhu. Tyto systémy umožňují integraci bezpečnostních technologií různých výrobců pod jednotné zobrazovací rozhraní s možností interpretace na mapových podkladech

ve formě vektorových nebo rastrových map nebo geografickém informačním systému. Nadstavbové bezpečnostní systémy této kategorie zpravidla integrují Closed Circuit Television (dále jen „CCTV“), SKV, PZTS, EPS, systémy perimetrické ochrany, měření a regulace, systémy v budovách a Intercomy. Architektura nadstavbových bezpečnostních systémů je naznačena na Obr. 3.

Oproti PSIM systémům umožňují systémy této kategorie jen omezenou možnost korelace, většinou s nutností zásahu do programu nebo náročnou administrací. Příkladem běžných korelačních schopností je automatické natočení kamer v blízkosti dveří se systémem kontroly vstupu v případě nežádoucího pokusu o vstup.

NBS neumožňují vytváření pokročilých automatických reakcí a řešení incidentů v reálném čase pomocí situačního managementu. Dalším rozdílem je, že PSIM systémy umožňují integraci systémů různých výrobců a připojitelnost specializovaných systémů. NBS nemají architekturu postavenou natolik obecně, aby připojili kterýkoliv bezpečnostní systém, aniž by se jednalo o složitý vývoj se zásahem do jádra systému.



Obr. 3 Nadstavbový bezpečnostní systém [vlastní zdroj]

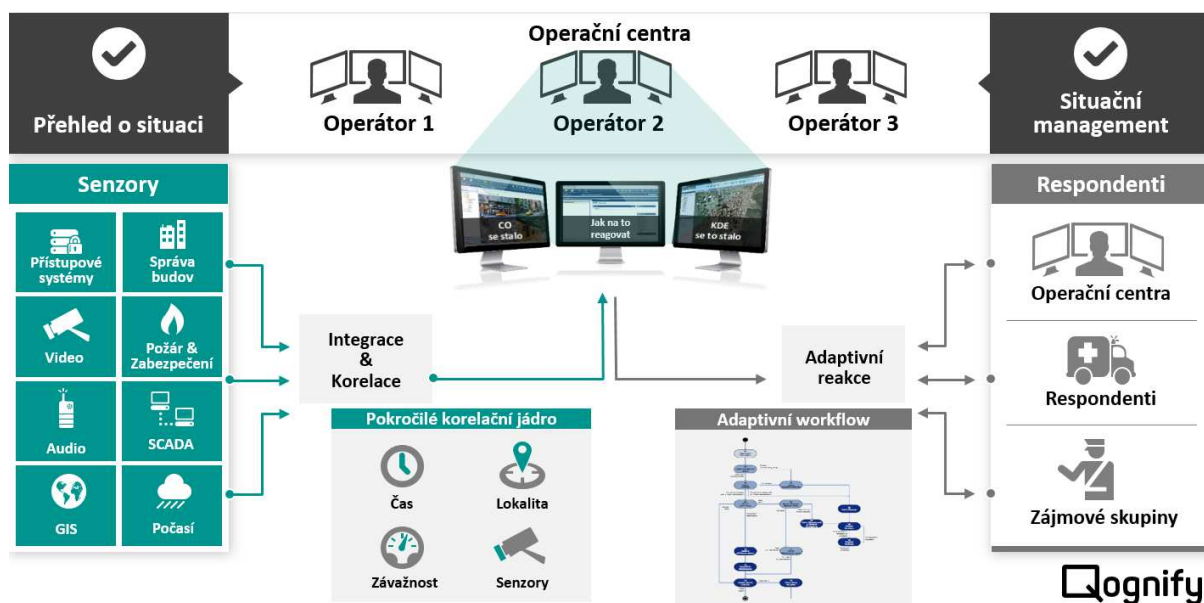
Cílem většiny velkých organizací nebo segmentů je systémová integrace technologií a možnost centralizace pod jedno nebo soubor dohledových pracovišť dle potřebné hierarchie. Zde PSIM systémy hrají významnou roli. Dokáží splnit specifické potřeby z hlediska připojitelných technologií, korelace dat a jejich vyhodnocení pomocí situačního managementu, které běžné NBS nedokáží splnit. PSIM systémy nachází uplatnění v různých průmyslových odvětvích – například utility, veřejná doprava, letiště, železnice, bezpečná města či finanční instituce.

2.2 Vlastnosti a struktura PSIM systémů

Předchozí kapitola charakterizovala PSIM systémy a vysvětlila rozdíly oproti systémům nižších kategorií. V této kapitole jsou podrobně vysvětleny vlastnosti systému, jeho architektury a jsou definovány připojitelné systémy včetně komunikačního rozhraní.

2.2.1 Obecné vlastnosti

Základní princip fungování PSIM systému včetně integrovaných systémů nejlépe interpretuje funkční schéma, viz Obr. 4.



Obr. 4 Funkční schéma PSIM systému [27]

Data z podsystémů a senzorů přicházejí do korelačního jádra, kde se jim přiřazují atributy, jako jsou čas, lokalizace, typ dat (například poplach vyvolaný senzorem) a priorita. Na základě korelace dat (například poplachu z kamerového systému a současného poplachu z požárního systému) se spouští předem připravené workflow. Workflow je v kontextu s PSIM

systemy soubor automatických vzájemně navazujících činností, při kterých PSIM využívá předem předdefinované procedury. Smysluplné informace jsou interpretovány v operačním centru, konkrétní obsluze, která má za úkol problém řešit. Případně je možné, aby systém informace vyhodnotil samostatně a reagoval pomocí automatických operací a obsluhu nezařezoval. Dochází tak k účinné reakci na danou situaci a výrazně se snižuje reakční doba. Veškeré kroky systému i obsluhy jsou k dispozici pro audit či vyšetřování neuspokojivě řešených bezpečnostních událostí.

System PSIM vyhodnocuje bezpečnostní situace z globálního pohledu na základě korelace dat získaných z různorodých systémů. Tato data dává do souvislostí a na základě nich spouští automatické operace a workflow. Jedná se o diametrální rozdíl oproti dřívějším přístupům, kdy systém pouze strohá data z podsystému interpretoval obsluze bez jakýchkoliv souvislostí. Bylo poté na obsluze, zda data interpretuje na informační hodnotu. Chování systému PSIM lze demonstrovat na Obr. 5.



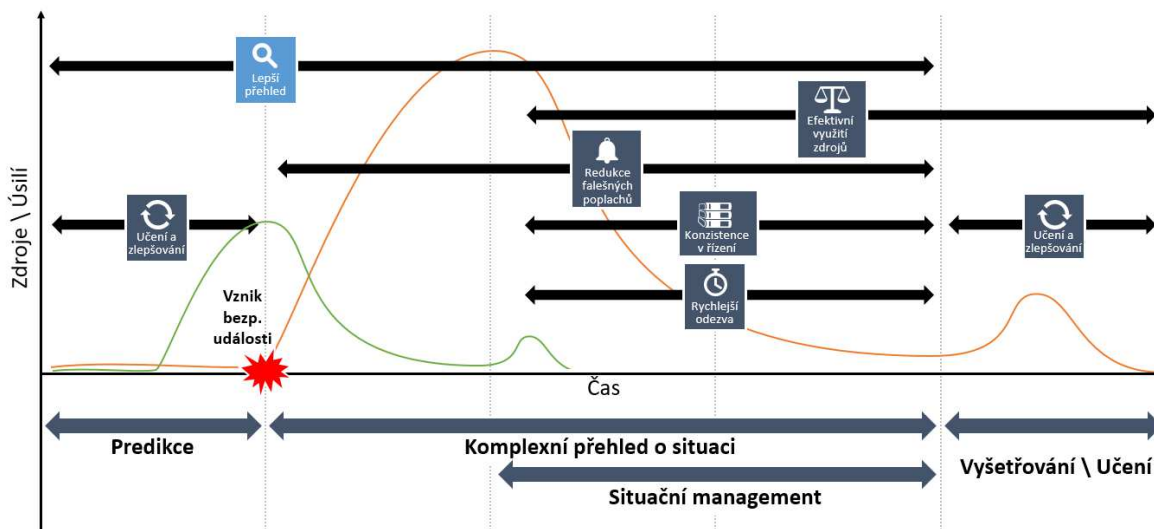
Obr. 5 Interpretace dat [vlastní zdroj]

Na vstupu jsou nesourodá data, která jsou v dalším kroku normalizována a korelována. Pomocí situační analýzy jsou přiřazena k procedurám, které spouští příslušné uživatelské scénáře (workflow) – obsluze se zobrazují relevantní mapy, kamery, pracovní postupy a pomocí podpůrných rozhodovacích systémů vykonávají automatické operace. Veškeré tyto činnosti poskytují obsluze komplexní přehled o situaci Common Operational Picture (dále jen „COP“) pro potřeby řešení incidentu.

Zmíněná workflow představují u PSIM systému velké **I** – „**Informační**“. Veškeré pracovní manuály, postupy, směrnice a podniková nařízení mohou být implementována do systému využitím přehledných workflow. V případě nastalé situace se obsluha může plně soustředit na řešení dílčích úkolů, jelikož jí systém nabídne přehledné pracovní postupy. System následně umožňuje celkovou archivaci postupu řešení události a to jak pro důkazní materiál, tak pro potřebu zpětné kontroly a zefektivnění procesů a zachování kontinuity činnosti organizace. Zajišťuje, aby se informace dostaly správným lidem ve správný čas, a aby informace byly pravidelně aktualizovány. Tím získávají COP nejen veškerí klienti systému (dispečerská pracoviště, pracovníci v poli), ale i ostatní zájmové skupiny (IZS, policie, nadřazené složky, servisní složky, údržbáři, firmy atd.), které jsou informovány pomocí datových

zpráv do svých vlastních informačních systémů nebo informace získávají telefonicky, emailem, SMS nebo prostřednictvím specializovaných systémů včasného vyzkoušení.

System zajišťuje zvládání celého životního cyklu bezpečnostní události, viz Obr. 6 – predikci, získávání přehledu o situaci, řízení situace, rekonstrukci a prošetření. Oranžová křivka zobrazuje životní cyklus bezpečnostní události bez použití nadstavbového systémů. Zelená křivka interpretuje životní cyklus s PSIM systémem.



Obr. 6 Životní cyklus bezpečnostní operace bez/s PSIM systémem [vlastní zdroj]

Bez použití systému PSIM je predikce bezpečnostních událostí takřka nulová nebo je řešena na taktické úrovni, kdy jsou předem budována opatření, aby se pravděpodobnost expozice hrozby minimalizovala na co nejnižší úroveň. Predikci v tomto případě představuje situace, kdy je systém schopen upozornit na nějaké odchylky od běžného stavu. Například na základě informace o počasí při blížících se tropických teplotách lze predikovat vznik požáru, přehřátí určité technologie, zvýšenou zátěž zaměstnanců, případnou možnost úrazu apod.

System také čerpá z poznatků z minulosti. Řada událostí může být díky systému eliminována. Pokud incident vznikne, může nastat bez použití nadstavbových systémů chaos, dezinformovanost a trvá určitou dobu, než vznikne alespoň určitá konzistentní představa o situaci. Oproti tomu systém PSIM poskytne veškeré dostupné informace, spustí příslušné workflow a díky tomu tento proces zefektivní a výrazně sníží dobu jeho trvání. Stejně tak poskytuje důmyslné nástroje pro řízení a zvládnutí situace. Po uzavření bezpečnostní události generuje podrobné reporty, každý krok je zaznamenán a pro prošetření události není potřeba vynakládat žádné další prostředky.

Jak již bylo zmíněno v úvodních kapitolách, systém pokrývá komplexní spektrum situací – stav narušení bezpečnosti, bezpečnostní události, poruchy i rutinní činnosti viz Obr. 7. Ke stavu narušení bezpečnosti dochází ojediněle a lze ho klasifikovat jako stav nejzávažnější a může znamenat fatální dopady. K bezpečnostním událostem dochází méně často a jejich dopad může být značný. Poruchy a rutinní postupy bývají na denním pořádku obsluhy.



Obr. 7 Pravděpodobnost nastalé situace [vlastní zdroj]

2.2.2 Připojitelné systémy

V současné době se výrazně zvyšuje počet a rozsah nových technologií a systémů, ze kterých je možné a potřebné zpracovávat data a následně je vyhodnocovat.

Připojitelné systémy lze kategorizovat na bezpečnostní systémy a senzory, lokalizační systém, grafické systémy, informační a databázové systémy, řídicí a provozní systémy, podnikové systémy a systémy komunikační. Aby bylo možné podsystémy efektivně připojovat, musí PSIM systém adresovat a spojovat všechny dohlížené systémy a zařízení do jednotné platformy, kterou pak zpracovává řídicí jádro systému. Tento způsob integrace bývá zajištěn pomocí patřičných softwarových rozhraní.

V následujících podkapitolách jsou uvedeny nejběžnější systémy, které PSIM systémy umožňují připojit. Není to však konečný výčet, a jelikož jsou tyto systémy uzpůsobeny pro integraci pomocí různých typů rozhraní, je možné připojit řadu dalších technologií.

2.2.2.1 Bezpečnostní systémy

Mezi základní bezpečnostní systémy, které lze do PSIM systému integrovat, patří následující:

- **kamerové systémy, CCTV, video analýza** – prostředky pro sledování událostí v reálném čase pomocí kamer včetně jejich záznamu s možností detekce různých druhů událostí včetně video analýzy,
- **PZTS** – ústředny PZTS vyhodnocující různé typy pohybových, otřesových, kontakto-
vých, lineárních světelných, rádiových typů detektorů narušení a jiných typů prostředků pro zajištění komplexní technické ochrany proti neoprávněnému vstupu do objektů a systémy pro vyvolání úmyslného tísňového poplachu,
- **SKV** – systémy kontroly vstupů do objektů využívající různé typy identifikačních technologií, jako jsou magnetické karty, Radio Frequency Identification (dále jen „RFID“) čipy a biometrické údaje. Systémy kontroly vstupu se mohou využívat i pro určení polohy,
- **EPS** – požární ústředny vyhodnocující a ovládající různé typy požárních detektorů a prostředků,
- **perimetrické systémy (jako součást PZTS)** – Systémy pro ochranu perimetru v podobě detekčních kabelů, infra bariér, mikrovlnných bariér apod.,
- **radarové a sonarové systémy (jako součást PZTS)** – systémy pro vyhledávání a určování polohy různých druhů aktiv (např. osob a dopravních prostředků).

2.2.2.2 Lokalizační systémy

Lokalizační systémy jsou důležitým prostředkem pro PSIM systém, aby mohl interpretovat polohu jednotlivých sil a prostředků (osob, vozidel, atd.) na mapových podkladech. Lokalizační systémy, které jsou do PSIM běžně integrovány, lze rozdělit na:

- **systémy pro vnější lokalizaci** – systémy na bázi Global Positioning System (dále „GPS“),
- **systémy pro lokalizaci uvnitř budovy** – systémy založené na technologii aktivních RFID tagů a vhodně umístěných pevných nebo pohyblivých RFID čteček nebo rádiové lokalizační systémy.

2.2.2.3 Grafické systémy

Veškeré výstupy z integrovaných podsystémů jsou interpretovány na mapových podkladech ve formě mapové vizualizační platformy. Mapová vizualizační platforma může být interpretována pomocí:

- **geografické informační systémy (dále jen „GIS“)** – sofistikované systémy, které pracují s prostorovými daty a díky kterým je možné veškeré entity PSIM systému (aktiva, senzory, dostupné síly a prostředky) lokalizovat na mapových podkladech,
- **Computer Aided Design (dále jen „CAD“)** – projektové výkresy budov různých druhů,
- **vektorová / rastrová grafika** – mapové podklady ve formě vektorové nebo rastrové grafiky,
- **3D** – některé druhy PSIM systémů pracují i s 3D modely pro prezentaci grafických podkladů.

2.2.2.4 Databázové systémy

PSIM systém umožňuje integraci s různými druhy podnikových a specializovaných informačních a databázových systémů dle segmentu, ve kterém je PSIM systém implementován. Systém umožňuje z těchto informačních a databázových systémů data čerpat, vyhodnocovat je a zpětně do nich zapisovat. Je tedy zajištěna obousměrná komunikace mezi PSIM systémy a těmito druhy podsystémů.

2.2.2.5 Řídicí a provozní systémy

Systémy PSIM by neměly do řídicích systémů primárně zasahovat. Pouze ve výjimečných případech, při řešení konkrétních bezpečnostních událostí, které tento zásah bezprostředně vyžadují. Mohou však integrovat datové výstupy z řídicích systémů a tato data korelovat s jinými výstupy, vyhodnocovat a na základě toho vytvářet účinné reakce. Typickým příkladem řídicích systémů je Supervisory Control And Data Acquisition (dále jen „SCADA“) – specializované systémy pro dohled, řízení a sběr dat s využitím například v energetice a průmyslových odvětví.

Dalším segmentem jsou provozní systémy typu měření a regulace, systémy v budovách, výtahy apod. U provozních systémů bývá komunikace obousměrná.

2.2.2.6 Podnikové systémy

Podnikové systémy jsou specifické systémy, se kterými mohou mít PSIM systémy integrovanou obousměrnou komunikaci. Lze tak přispívat k zajišťování kontinuity činnosti dané organizace. Příkladem může být integrace s podnikovým systémem Service desk, který primárně slouží jako prostředek k řešení technických poruch. V případě, že systém PSIM zaznamená technickou poruchu konkrétní technologie, automaticky vytvoří dynamický formulář s informacemi o poruše a odešle jej do systému Service desk. Ten přebere odpovědnost za řešení poruchy a po jejím vyřešení zpětně informuje PSIM systém o vyřešení záležitosti. PSIM systém je tedy prostředkem pro řešení odbavování vzniklé poruchy, ale větší podíl za něj splnil Service desk.

PSIM systémy běžně integrují podnikové systémy typu Enterprise Resource Planning (dále jen „ERP“), Customer Relationship Management (dále jen „CRM“), helpdesk / service desk apod.

2.2.2.7 Komunikační systémy

PSIM systémy je možné napojovat na různé komunikační systémy, kterými jsou například:

- **systémy včasného vyrozumění** – zajišťují hromadné vyrozumění osob pomocí volání nebo SMS, zajišťující funkcionality typu Text to Speech nebo Speech to Text apod.,
- **rozhlasy** – umožňují přehrávání předdefinovaných hlášek do určitých větví systému a zajišťují určitou míru automatizace při distribuci informací v lokalitě,
- **SMS brány** – systémy pro zasílání SMS,
- **Internet Protocol (dále jen „IP“) telefony a dispečerské terminály** - tyto prostředky umožňují ovládacímu pracovišti iniciovat telefonní hovory přímo z pracoviště PSIM systému a vytvářet složité konference, zajistit komunikaci s rádiovými prostředky apod.

2.2.3 Architektura PSIM

Architekturu PSIM systému lze rozdělit na softwarovou, hardwarovou a hierarchické uspořádání pracovišť.

Softwarová architektura popisuje vnitřní chování a vzájemné souvislosti dílčích programových celků a interpretuje softwarovou robustnost systému. Hardwarová architektura definuje

možnosti s ohledem na zajištění vysoké dostupnosti a spolehlivosti systému. Rozdělení z hlediska hierarchického uspořádání pracovišť je vhodné pro efektivní zvládnání bezpečnostních událostí dle segmentu a organizace, kde je PSIM systém nasazen.

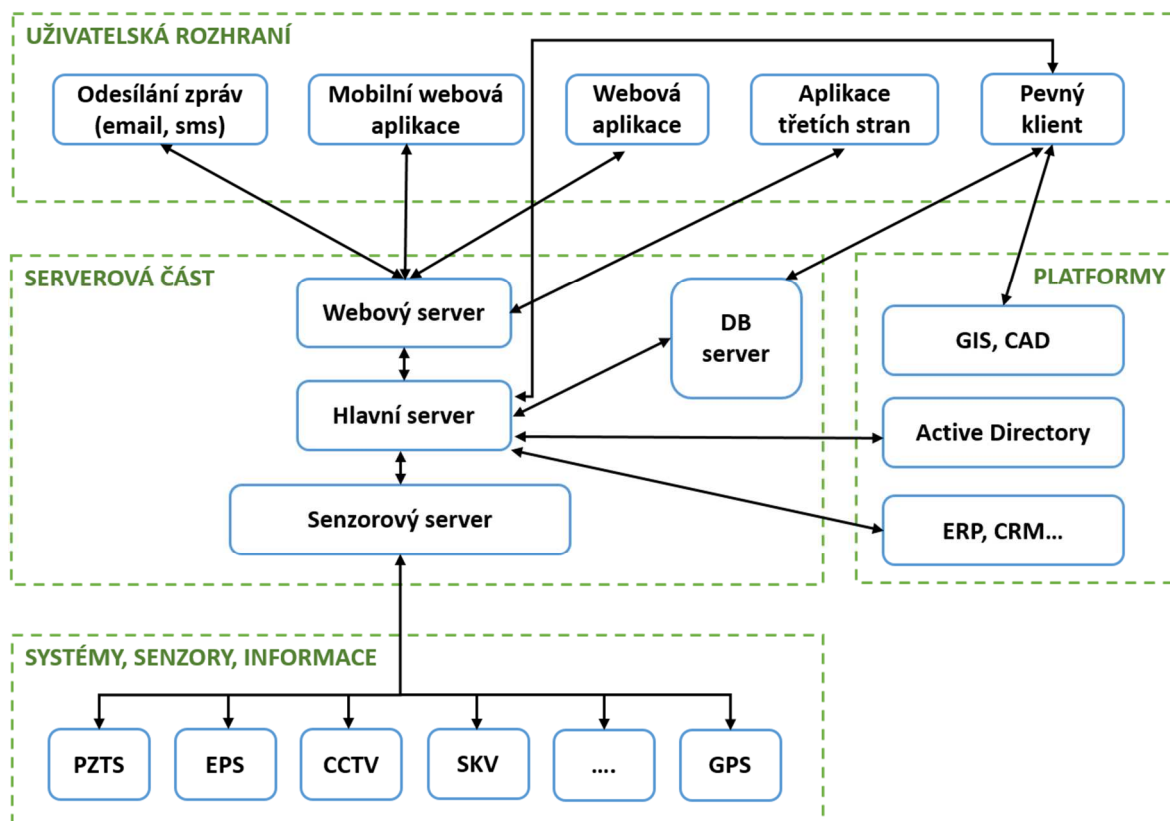
2.2.3.1 *Softwarová architektura*

PSIM systémy bývají koncipovány na bázi klient-server. Serverová část tvoří jádro systému, které zpravidla obsluhuje několik softwarových serverů. Mezi těmito servery je efektivně rozprostřen jak výpočetní, tak síťový výkon. K serverové části se pomocí různých síťových rozhraní připojují klientská pracoviště. Struktura PSIM systémů umožňuje snadnou modifikaci podle bezpečnostních potřeb zákazníka bez nutnosti zásahu do řídicího jádra produktu.

Architekturu lze rozdělit do čtyř základních kategorií:

- **uživatelská rozhraní** - desktopová klientská pracoviště systému, která zajišťují unifikované monitorování a interaktivní řízení všech připojených technologií, nebo webových aplikace. Webová aplikace se využívá v mobilních telefonech nebo tabletech, je uzpůsobena pro ovládání v terénu a obsahuje nejdůležitější funkcionality PSIM,
- **serverová část** - tvoří celou architekturu PSIM systému. Architektura je postavena tak, aby do systému bylo možné kdykoliv přidat nové bezpečnostní systémy a senzory, informační systémy nebo zdroje dat ve formě různých databází, aniž by byl ovlivněn nebo omezen provoz stávajícího systému. V serverové části PSIM systému se odehrává veškerá inteligence – korelační jádro, identifikace událostí a spouštění automatických procedur včetně pracovních postupů, které následně interpretuje na uživatelská rozhraní,
- **systémy, senzory, informace** – jedná se o podsystémy a senzory, které jsou připojeny pomocí jednotlivých softwarových rozhraní serverové části PSIM systému. Komunikace je zajištěna obousměrně,
- **platformy** – Systém PSIM využívá řady platforem třetích stran, ze kterých čerpá data nebo naopak do těchto platforem data zasílá. Příkladem mohou být geografické informační systémy, které jsou součástí uživatelského prostředí PSIM systému a se kterým komunikuje serverová část jako s externí aplikací. Dalším příkladem může být centrální server s Active Directory organizace pro evidenci osob nebo různé specializované systémy v konkrétním segmentu. [27]

Blokové schéma softwarové architektury PSIM systému je zobrazena na Obr. 8.



Obr. 8 Blokový diagram softwarové architektury PSIM systémů [vlastní zdroj]

2.2.3.2 Hardwarová architektura

Hardwarová architektura je závislá na konkrétním výrobcí produktu PSIM systému. Obecně je snaha o zajištění robustního a redundantního řešení, například v clusterovém provedení. Softwarové servery se instalují na různě výkonné počítačové systémy v závislosti na předpokládané zátěži, rychlosti odezvy a požadovaném zabezpečení. Každé hardwarové řešení PSIM systému by mělo splňovat následující funkcionality:

- garantované doručování zpráv,
- Redundant Array of Independent Disks (dále jen „RAID“) diskové pole u všech serverů pro ochranu dat,
- zajištění plné redundance databáze,
- vestavěné monitorovací a logovací nástroje pro chod jednotlivých softwarových komponent,
- horkou zálohu serverů,
- plně redundantní spojení k podsystémům a senzorům,

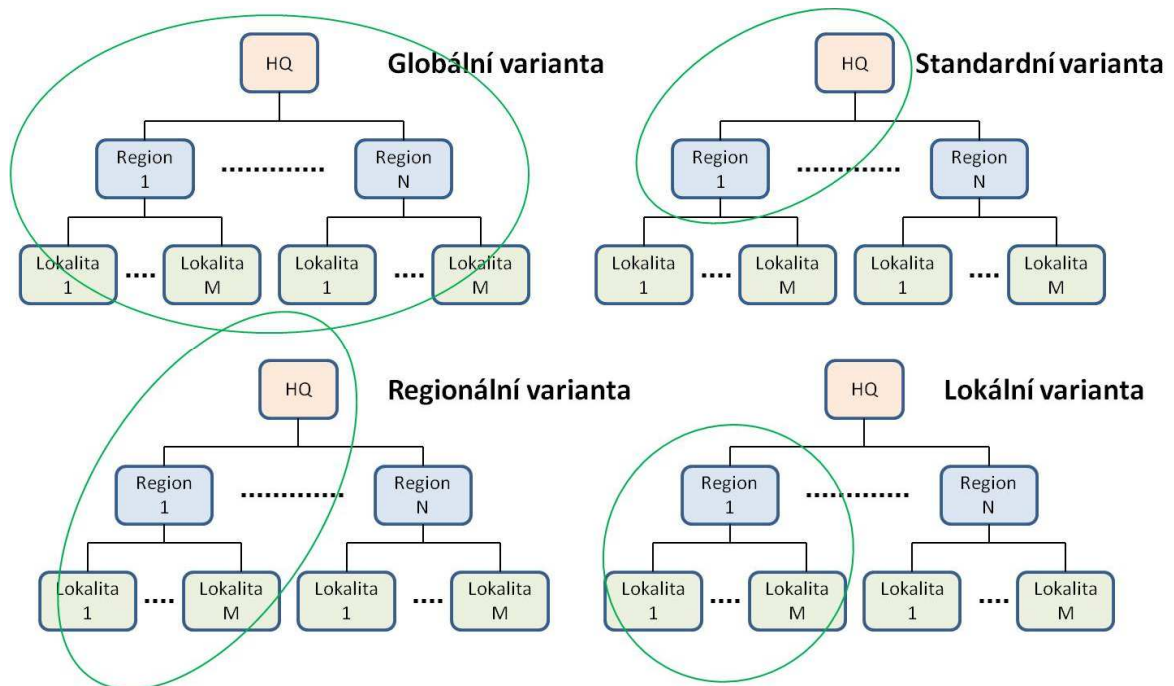
- zajistit síťovou dostupnost, tedy zajistit odolnost sítě proti jejím chybám,
- zajistit síťovou bezpečnost, tedy kompletní separaci různých uzavřených částí systému s využitím přístupových technologií Virtual Private Network (dále jen „VPN“) a zařízení firewall. [27]

2.2.3.3 Možnosti hierarchického uspořádání pracovišť

PSIM systémy umožňují vícevrstvé hierarchické uspořádání pracovišť s tím, že serverová část může být soustředěna pouze v datovém centru a klientská pracoviště jsou umístěna v jednotlivých lokalitách, regionech nebo centrech. Umístění centrální částí v datovém centru je vhodné z hlediska stálé přítomnosti kvalifikované údržby a zajištění vysoké dostupnosti služeb. Není však vyloučena varianta redundance v jednotlivých lokalitách. Hierarchické uspořádání se skládá z více vrstev, přičemž každá vrstva obsahuje více lokalit. Každá lokalita je schopná monitorovat a ovládat své vlastní prostředky včetně zpracování incidentů. Regionální pracoviště v lokalitách jsou vzájemně zastupitelná, ale nemají možnost sledovat funkce vyšších vrstev. Jsou možné čtyři varianty:

- **globální varianta** – z centrálního pracoviště jsou dostupná až na koncová zařízení přes všechny hierarchické úrovně,
- **standardní varianta** – z centrálního pracoviště jsou dostupná regionální pracoviště od určité úrovně nahoru,
- **regionální varianta** – z centrálního pracoviště jsou dostupné všechny úrovně vybraného regionu až do koncových zařízení,
- **lokální varianta** – regionální pracoviště má dostupné pouze svoje zařízení bez spojení na centrální pracoviště. [27]

Blokové schéma hierarchického uspořádání pracovišť z hlediska architektury PSIM systému je zobrazena na Obr. 9.



Obr. 9 Hierarchické uspořádání v PSIM systémech [vlastní zdroj]

Tato forma hierarchického uspořádání je velice výhodná z hlediska možnosti vytvoření různých variant funkčního řízení bezpečnosti v organizaci.

2.3 Světoví výrobci

Mezi největší společnosti zabývající se problematikou a vývojem PSIM systémů patří CNL software, Proximex, Qognify a Vidsys. Jedná se o světoznámé značky PSIM systémů. Je však řada společností, které vydávají svoje systémy za kategorii PSIM, ale jejich produkty této kategorie zdaleka nedosahují. Jako příklad lze uvést společnost Ela-Soft s produktem GEMOS.

CNL software je společnost založená v roce 1999 s hlavním sídlem ve Velké Británii s rozšířením již po celém světě, zejména v USA. Jejím stěžejním produktem je IPSecurityCenter. Tento produkt nachází uplatnění ve všech odvětvích obvyklých pro PSIM systémy, jako jsou utility, doprava, bezpečnostní složky a bezpečná města. Mezi neobvyklé implementace PSIM lze uvést implementaci ve společnosti IBM, která si zvolila tento PSIM jako celofiremní bezpečnostní systém. Příkladem může být implementace ve společnosti IBM Velká Británie, kde je tento produkt nasazen. [28]

Proximex je společnost založená v roce 2004 s hlavním sídlem ve Velké Británii. Jejich filozofie a zkušenosti vycházejí z informačních technologií a proto nechtějí zůstat pouze u

systemů fyzické bezpečnosti PSIM, ale zabývají se propojení se systémy kybernetické bezpečnosti Security Information and Event Management (dále jen „SIEM“), konkrétně s produktem ArcSight. Jejich klíčovým produktem je PSIM systém Surveillint. Tato společnost má řadu referencí v oblasti dopravy a armády, které však veřejnosti příliš neinterpretuje. [29], [30]

Qognify je americká společnost, která se osamostatnila v roce 2015 a je lídrem v oblasti kamerových systémů, nahrávání a bezpečnostních systémů PSIM. Vznikla zakoupením bezpečnostní divize izraelské společnosti NICE Security, která působí na trhu od roku 1986, společností Battery Ventures, čímž bylo dosaženo kombinace světové jedničky v oblasti PSIM systému, špičkových technologií, vysokého počtu zákazníků a silné finanční pozice. Zvětšila se příležitost soustředit se na podstatu bezpečnostního segmentu, zvýšení agility a pružnosti. Předpokládá se vytvoření komplexní platformy pro „mission critical“ bezpečnostní a operační trhy. Hlavní sídlo společnosti Qognify je v New Jersey a lokální zastoupení jsou v Londýně, Singapuru, Indii, a výzkumné a vývojové centrum v Izraeli. Firma má zákazníky v cca 120 zemích světa a jejím klíčovým produktem je produkt Situator, který představuje PSIM řešení. Dále je Qognify považována za jednoho z lídrů v oblasti kamerových systémů a video analýzy s produktem VisionHub a s produktem Suspect Search pro vyhledávání ztracených a podezřelých osob. Společnost Qognify se soustřeďuje na prodej svých produktů prostřednictvím partnerů v jednotlivých zemích světa. V současnosti je to jediný zástupce světových dodavatelů PSIM systémů v České republice, zastoupen společností TTC MARCONI. [31], [32]

Vidsys je americká společnost, která byla založena v roce 2005. Hlavní produkt CSIM je v současné době považován za technologicky nejvyspělejší řešení PSIM z hlediska své vhodně strukturované platformy, založené na webových prohlížečích, dobře řešeného situačního a kamerového managementu a přehledného zobrazení na centrálním pracovišti. Systém naplňuje koncepci jednotného operačního zobrazení COP. Jak už název produktu napovídá, jedná se již o pojetí konvergované bezpečnosti, nikoliv pouze fyzické bezpečnosti. Hlavní oblastí zájmu firmy VidSys jsou velké podniky, transport a dopravní infrastruktura. Kromě několika zastoupení v USA lze nalézt zastoupení ve Velké Británii a v Dubaji. Většinu referencí má společnost VidSys v USA a Saudské Arábii. [33], [34]

2.4 Reference v oblasti železnice

V posledních letech se stává nasazování PSIM systémů v železnici trendem. V následujících odstavcích jsou shrnuty nezajímavější implementace.

Ze světového pohledu využívá PSIM systém společnosti Qognify (dříve NICE Security) jeden z největších poskytovatelů nákladní železniční dopravy na světě, společnost Transnet Freight Rail v Africe. Tato společnost spravuje a vlastní více než 34 tisíc km železniční sítě. Systém PSIM integruje tisíce prvků bezpečnostních zařízení, jako jsou CCTV, ochrana perimetru, EPS, SKV, PZTS apod. Implementace řešení mělo pozitivní dopad na snížení reakční doby na incidenty o 22 % a snížení zpoždění nákladní dopravy. Došlo k redukci počtu řídicích středisek ze 13 na 9 a ke snížení počtu operátorů a tedy i výrazným ekonomickým úsporám dosahujícím 30 % provozních nákladů. [35], [36]

Z Evropského pohledu lze uvést několik referencí provozovatelů – společnosti ProRail v Nizozemsku, NetworkRail ve Velké Británii, Aeroexpress v Rusku.

Společnost ProRail je nizozemský poskytovatel železniční dopravní infrastruktury, který je zodpovědný za výstavbu, údržbu, správu a bezpečnost železniční sítě v Nizozemsku. Systém PSIM byl nasazen jako integrované řešení pro krizové řízení a správu incidentů. Řízení incidentů je založeno na komplexním provozním pohledu a sdílení informací mezi všemi zainteresovanými stranami včetně národního krizového centra, regionálních řídicích středisek, integrovaného záchranného systému, obcí apod. Řešení přineslo až o 60 % rychlejší odezvu na incidenty a krizové situace, snížení provozních odstávek, způsobených incidenty. Zajímavostí této implementace je, že systém PSIM je použit čistě jako situační management. K systému nejsou připojeny žádné podsystémy a senzory. Pracuje pouze s databázemi vlaků, nákladu, vytváří ucelený přehled a zrychluje reakci na vzniklou situaci. Připojení podsystémů je plánováno v budoucnu. [37], [38], [39]

Britská společnost NetworkRail vlastní a provozuje jednu z největších a nejznámějších železničních stanic King Cross. Implementace PSIM systému umožnila integraci různorodých bezpečnostních systémů CCTV, EPS, SKV, PZTS a informačních systémů typu help-point, zákaznického informačního systému a systému veřejného ozvučení. Největším přínosem je vytvoření jednotného rozhraní pro všechny bezpečnostní systémy, zvýšení rychlosti včasného vyrozumění a sdílení informací s dopravci, železniční policií a jinými bezpečnostními složkami. [40], [41]

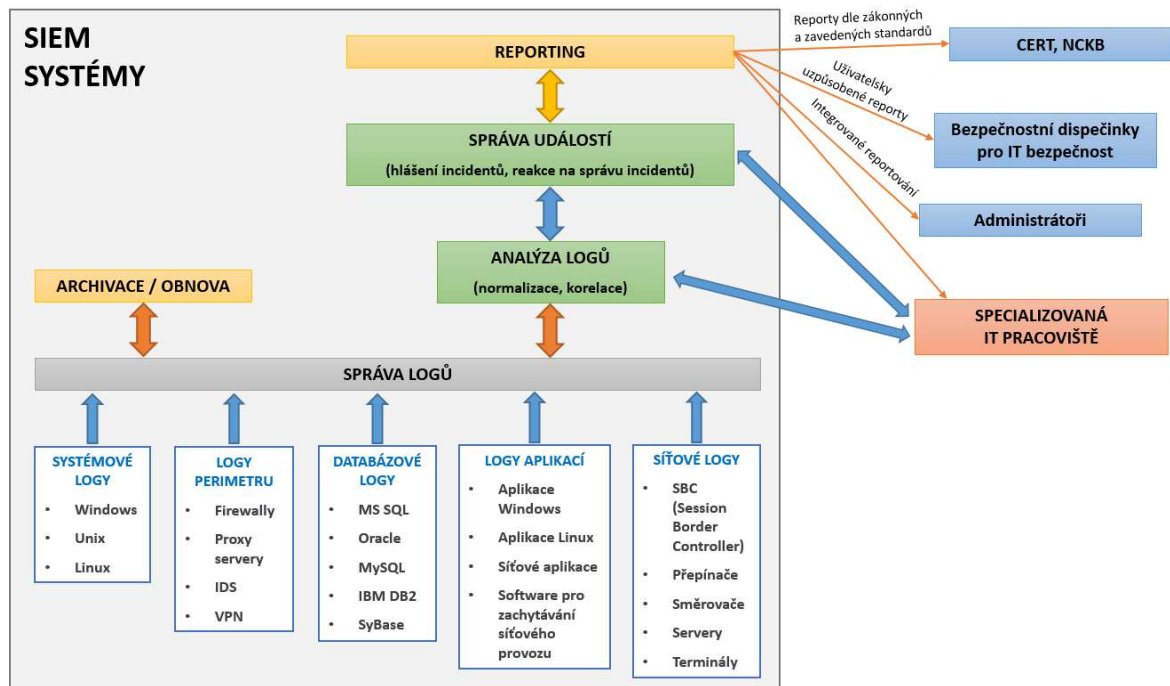
Ruská dopravní společnost Aeroexpress, která poskytuje exkluzivní železniční dopravu mezi třemi moskevskými letišti a hlavním vlakovým nádražím, využívá systému PSIM pro plnou integraci CCTV, ACS, EPS, PZTS a navíc telefonie a rádiového provozu. Byl vytvořen jeden centrální dispečink, který sleduje veškeré aspekty vlakového provozu. Pomocí speciálních systémů videoanalýzy sledují například fronty či zalidněnost nástupišť. [42], [43]

2.5 Rozvoj PSIM systémů

Z hlediska komplexního pojetí bezpečnosti se již nelze soustředit pouze na fyzickou bezpečnost, ale je potřeba uvažovat i hrozby působící z kybernetického světa. Mezi reálné kybernetické hrozby lze zařadit vnější útoky, jako je škodlivý software, cílená špionáž, únik dat z klientských terminálů nebo únik informací pomocí sociálních sítí. Velmi vysokou hrozbou bývají vlastní zaměstnanci nebo klienti, kdy dochází k útokům uvnitř sítě. Mezi největší vnitřní hrozby lze řadit sociální inženýrství, sdílení hesel nebo extrakci hesel v číselné formě. Proto se PSIM systémy nesoustřeďují pouze na čerpání dat ze systémů fyzické bezpečnosti, ale jsou schopny zpracovávat data ze sociálních sítí typu facebook, twitter, dílčích Information Technology (dále jen „IT“) systémů nebo systémů kategorie SIEM. SIEM systémy jsou nejvyšší nadstavbové bezpečnostní systémy pro kybernetickou bezpečnost.

2.5.1 SIEM systémy

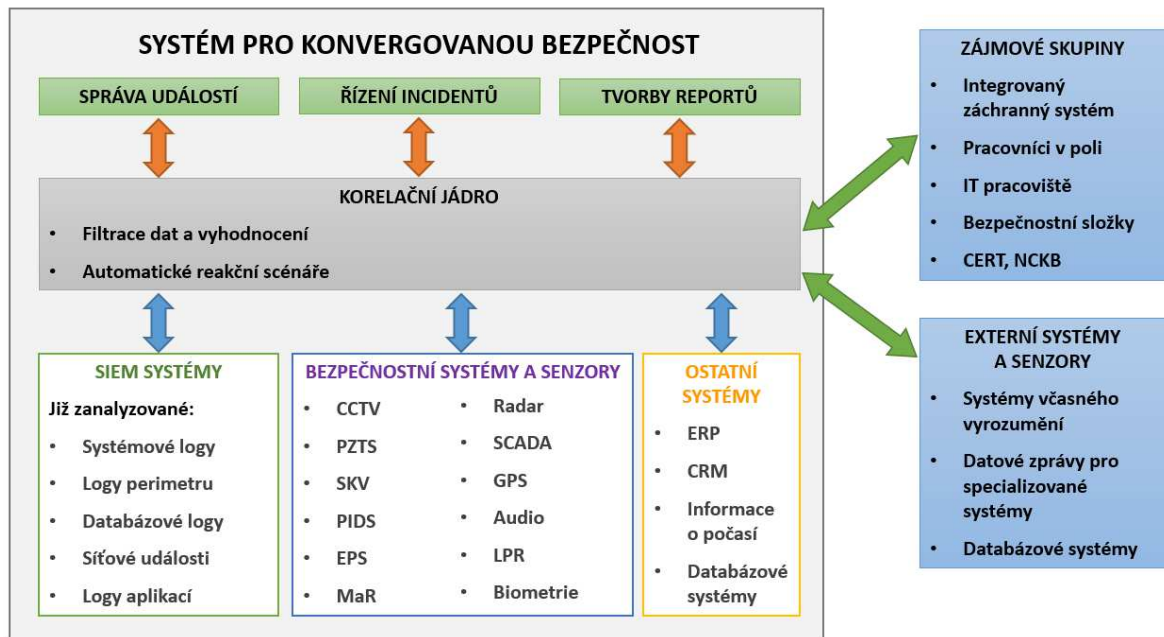
SIEM systémy provádějí kompletní analýzu počítačového přenosu a aplikací ve firemních sítích – ERP, CRM, databáze, sociální sítě, Skype, Voice over Internet Protocol (dále pouze „VoIP“) apod. Data sbírají, normalizují a korelují veškerou aktivitu. Vše ukládají v původní podobě a jednotlivé události dávají v reálném čase do souvislostí pro účinnou predikci bezpečnostních incidentů, řešení aktivního napadení, přehlcení sítě či falešných poplachů. Na Obr. 10 je naznačena funkční architektura SIEM systémů.



Obr. 10 Funkční architektura SIEM systémů [vlastní zdroj]

2.5.2 Systémy pro konvergovanou bezpečnost

Z architektury SIEM systémů vyplývá, že se jedná o obrovské množství dat, která systém zpracovává a koncovým uživatelům posílá pouze smysluplné a utříděné informace. Prvky, ze kterých data SIEM čerpá, mají úzkou spojitost s prvky fyzické bezpečnosti. Příkladem může být administrátor, který je zaměstnancem a má z hlediska kybernetické bezpečnosti přístup k vlastnímu počítači, který je zapojen do počítačové sítě. Současně je zaměstnanec evidován v SKV, existují o něm biometrické údaje (otisk prstů, dlaní, oční duhovka apod.). Smysluplnou korelaci dat z obou systémů PSIM systémy umožňují, a tak lze reagovat i na hrozby z IT světa. Je možné pracovat s pojmem konvergované bezpečnosti (propojení fyzické a kybernetické bezpečnosti). Proto již někteří světoví výrobci PSIM systémů nazývají svoje systémy Converged Security and Information Management System (dále jen „CSIM“). Funkční architektura CSIM systémů je vyobrazena na Obr. 11.



Obr. 11 Funkční architektura CSIM systémů [vlastní zdroj]

Vzniká tak jednotné dispečerské pracoviště pro řízení incidentů napříč fyzickou i kybernetickou bezpečností.

2.5.3 Zpracovávání a vyhodnocování dat

V současnosti se neustále zvyšují požadavky na zpracování informací ze značného množství nesourodých dat (tzv. Big Data). Proto se i PSIM systémy začínají v rámci svého rozsahu zabývat touto problematikou. PSIM systémy nabízejí moduly pro zpracovávání velkého množství provozních dat v reálném čase. Na základě zvolené metodiky umožňují uživatelům PSIM systémů vyhledávat souvislosti, reagovat na různé podněty z analyzovaných dat a vyhodnocovat stěžejní indikátory.

Umožňují sledovat kontinuitu činnosti organizace a řídicím pracovníkům poskytovat možnost sledovat klíčové indikátory výkonnosti v různých časových horizontech (týden, měsíc, rok). Tyto moduly dokáží na základě zpracování množství dat predikovat bezpečnostní události a upozorňovat na ně ve značném předstihu tak, aby bylo možné jim úplně zabránit nebo alespoň zmírnit jejich dopady.

Uživatelé těchto výstupů nemusí být pouze bezpečnostní dispečeri, ale i řídicí pracovníci, analytici, auditoři nebo bezpečnostní manažeři.

2.6 Shrnutí možností PSIM systémů a jejich uplatnění na železnici

V této kapitola byly charakterizovány PSIM systémy, analyzovány rozdíly oproti jiným nastavbovým bezpečnostním systémům typu DPPC a NBS včetně jejich postavení v bezpečnostním segmentu. Byly popsány vlastnosti, architektura a možnosti připojení různých druhů systémů. Dále bylo ilustrováno uplatnění systémů kategorie PSIM v segmentu železnice včetně významných výrobců a jejich referencí. V závěru kapitoly byly diskutovány oblasti rozvoje PSIM systémů s vazbou na kybernetickou bezpečnost a zpracování velkého množství dat. Největším přínosem PSIM systémů je jejich komplexnost a možnost využití v oblasti centralizace bezpečnosti.

Z této kapitoly vyplývá, že PSIM systémy procházejí neustálým rozvojem a jejich možnosti zpracovávání a vyhodnocování velkého množství dat z různých systémů, ať už z fyzické nebo kybernetické bezpečnosti, mohou být pro železnici z hlediska dlouhodobého rozvoje nejvhodnějším prostředkem pro zajištění centralizace bezpečnosti. Jelikož PSIM systémy mohou vystupovat v různých bezpečnostních rolích, je nutné v následující kapitole analyzovat a specifikovat požadavky na bezpečnost české železnice.

3 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST ŽELEZNICE V KONTEXTU PSIM

Požadavky na bezpečnost železnice v ČR jsou definovány požadavky dle platných zákonů České republiky, směrnicemi evropského parlamentu a vnitřními směrnicemi, normami a technickými specifikacemi uplatněnými v organizacích působících v segmentu železnice. Následující podkapitoly se věnují nejdůležitějším požadavkům na bezpečnost, ve kterých mohou PSIM systémy zajistit jejich efektivní plnění a zvyšovat bezpečnost jako takovou.

3.1 Zákonné požadavky

Nejdůležitějším zákonem je *zákon č. 266/1994Sb., o dráhách* [44]. Mezi další zákonné požadavky pro provoz na železnici lze považovat následující vyhlášky:

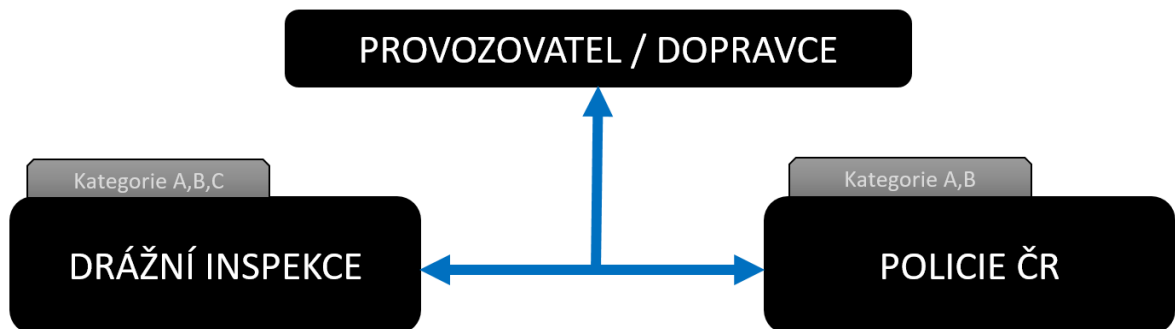
- *vyhláška č. 173/1995Sb. Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se vydává dopravní řád drah* [45],
- *vyhláška č.175/2000Sb. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o přepravním řádu pro veřejnou drážní a silniční osobní dopravu* [46],
- *vyhláška č.8/1985 Vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF)*[47].

Výše uvedené vyhlášky se zabývají provozováním, řízením a zajišťováním bezpečnosti železniční dopravy v širokém kontextu, proto nebudou dále podrobněji analyzovány.

Základním zákonem, který definuje určité bezpečnostní aspekty je *zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách*. Tento zákon pokrývá všechny oblasti drážní dopravy včetně železnice kromě dráhy důlní, průmyslové a přenosné. Zákon definuje řadu pojmů, přičemž z hlediska bezpečnosti na železnici je důležitou definicí provozuschopnost. Ta je definována následovně „*Provozeroschopností dráhy je technický stav dráhy zaručující její bezpečné a plynulé provozování.*“ [44]

Zákon dále definuje řadu bezpečnostních opatření, jako je křížení s jinými druhy dopravy, ochranné pásmo dráhy, bezpečnostní pokyny dopravcům při organizování a plynulosti dopravy, pokyny k ochraně osob, majetku a veřejného pořádku nebo ohrožení provozování dráhy a drážní dopravy. Specifikuje práva a povinnosti provozovatele, dopravců, přepravní řád, podmínky výluk a pravidla pro provoz drážních vozidel a způsobilost k jejich řízení a

odbornou způsobilost zaměstnanců. Z hlediska zajištění provozuschopnosti definuje požadavky na reakci provozovatele nebo dopravce v případě vzniku mimořádné události, z čehož plyne povinnost provozovatele SŽDC a dopravců naplňovat komunikační schéma viz Obr. 12. Mimořádné události jsou pak rozděleny do tří skupin, dle Tab. 3 podle závažnosti.



Obr. 12 Komunikační schéma při hlášení mimořádné události [vlastní zdroj]

Tab. 3 Kategorizace mimořádných událostí [44]

Kategorie A	Závažné nehody	Srážka nebo vykolejení drážních vozidel, ke kterým došlo v souvislosti s provozováním drážní dopravy, s následkem smrti či újmy na zdraví nejméně 5 osob nebo škody velkého rozsahu (nejméně 5 milionů Kč).
Kategorie B	Nehody	Události, k nimž došlo v souvislosti s provozováním drážní dopravy s následkem smrti, újmy na zdraví nebo značné škody (nejméně 0,5 milionu Kč).
Kategorie C	Ohrožení	Jiné mimořádné události, které nejsou závažnou nehodou nebo nehodou.

Ostatní požadavky vyplývající ze zákona a týkající se mimořádných událostí lze stručně shrnout tak, že provozovatel a dopravce jsou povinni zajistit místo mimořádné události, řádně jej zdokumentovat, zajistit obnovu drážní dopravy v kooperaci s drážní inspekci a na základě zjištěných příčin vytvářet nápravná opatření. [44]

Z požadavků zákona o drahách lze konstatovat, že PSIM systémy by mohly být vhodným prostředkem pro situační management jak při ohlašování mimořádných událostí, tak při jejich kategorizaci, dokumentování a prošetřování.

3.2 Vnitřní předpisy a směrnice provozovatele železniční dopravy a dopravců

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.4, provozovatelem železniční dopravy v ČR je Správa železniční dopravní cesty. SŽDC má řadu vnitřních předpisů týkajících se zajištění provozuschopnosti železniční dopravy.

Za nejdůležitější předpisy SŽDC lze považovat:

- „SŽDC D1 – Dopravní a návěstní předpis“ [48]
- „SŽDC D3 – Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy“ [49]
- „SŽDC D7 – Předpis pro operativní řízení provozu“ [50]
- „SŽDC D17 – Předpis pro hlášení a šetření mimořádných událostí“ [51]
- „TS 2/2008-ZSE – Technická specifikace dálkové diagnostiky technologických systémů železniční dopravní cesty“ [52]

Dopravci se řídí svými vlastními předpisy v organizaci a také předpisy Českých drah, které jsou platné pro všechny dopravce. V řadě případů se předpisy SŽDC a ČD slučují a většina předpisů není veřejně dostupná. Jedná se hlavně o předpisy označené jako „Dx“ nebo „Zx“, například:

- „SŽDC (ČD) Z1 – Předpis pro obsluhu staničních a traťových zabezpečovacích zařízení“
- „SŽDC (ČD) Z2 – Předpis pro obsluhu přejezdových zabezpečovacích zařízení“

PSIM systémy mohou čerpat z řady bezpečnostních předpisů organizací působících v segmentu železnice. Výše uvedené jsou pouze ty základní. Za nejdůležitější lze považovat předpis SŽDC D17, který se zabývá problematikou mimořádných událostí a směrnic TS 2/2008-ZSE, která specifikuje systémy pro dálkovou diagnostiku. Vzhledem k rozsahu této práce nelze každý předpis podrobit podrobné analýze.

3.3 Požadavky na PSIM systémy

Ze zákona o drahách vyplývá, že primárním cílem železnice z bezpečnostního pohledu je zajišťovat její provozuschopnost. Provozuschopnost je široký pojem, který zahrnuje řešení mimořádných událostí, poruch infrastruktury a technologií, řízení anomálií, fyzické bezpečnosti, i běžných rutinních činností a netýká se pouze bezpečnosti.

K naplnění těchto požadavků by mohly systémy kategorie PSIM značně přispět a to jak v roli přímého zvýšení bezpečnosti na železnici, tak jako kontrolního prvku nad ostatními prvky řízení železniční dopravy. PSIM systémy napomáhají zajišťovat světoznámá železniční kritéria Reliability, Availability, Maintenance, Safety (dále jen „RAMS“), tedy spolehlivost, dostupnost, údržbu a bezpečnost. Tato kritéria definuje standard CENELEC EN 50126.

3.3.1 Řešení mimořádných událostí

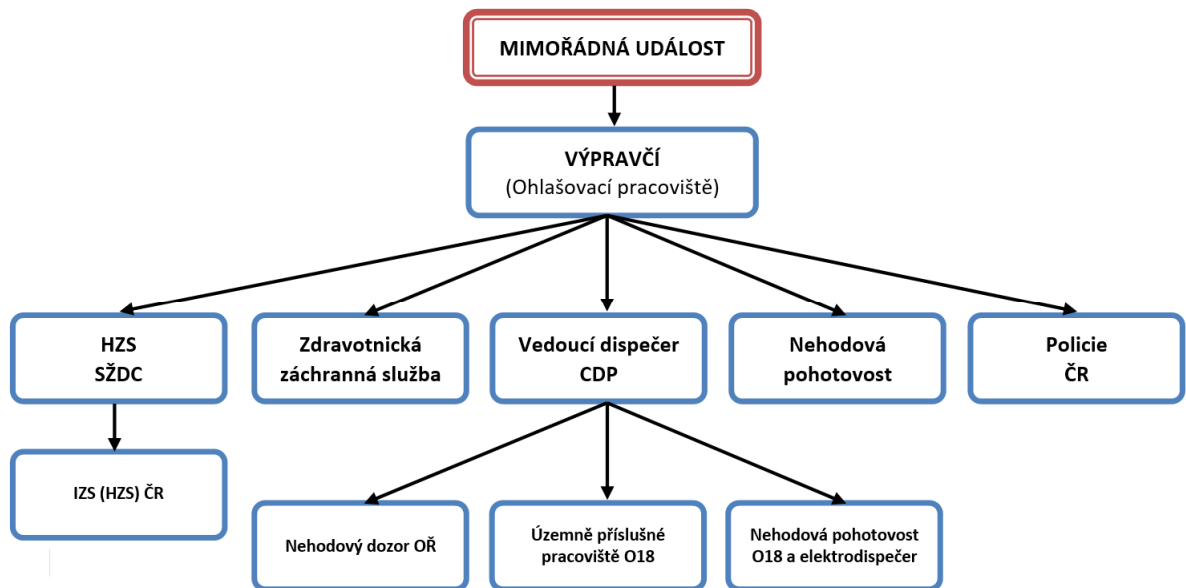
Povinnosti při řešení mimořádných událostí vyplývají ze zákona o drahách a z předpisu D17 a lze je považovat jako jeden z požadavků pro zavedení nadstavbových bezpečnostních systémů kategorie PSIM, které by umožnily zrychlit oznamování mimořádných událostí jednotlivým složkám, evidovat a dokumentovat jejich vznik a průběh a sdílet informace mezi všemi zájmovými skupinami.

Řešení mimořádných událostí (dále jen „MU“) lze rozdělit do dvou skupin, z hlediska komunikační matice u lokálně řízených a centrálně řízených tratí. Je třeba konstatovat, že v současnosti veškerá komunikace a včasné vyrozumění složek je prováděno manuálně, bez dostatečné informovanosti o tom kde se MU stala, co přesně se stalo a jak na ni reagovat.

3.3.1.1 Řešení MU u lokálního řízení

U lokálně řízených železničních stanic výpravčím bývá řešení MU realizováno postupem dle schématu uvedeného na Obr. 13. Výpravčí je o vzniku MU informován od drážního zaměstnance, který je na místě vzniku, policie, občana nebo případně může zpozorovat tuto událost na kamerách, pokud je jimi železniční stanice vybavena.

Výpravčí ohlašuje MU telefonicky ostatním odpovědným složkám. Úkolem výpravčího je zastavit provoz na trati, kde MU nastala a přijímat instrukce od ostatních složek, které řeší mimořádnou událost. Tato povinnost vyplývá ze směrnice SŽDC D17 a zákona č. 266/1994Sb., o drahách.

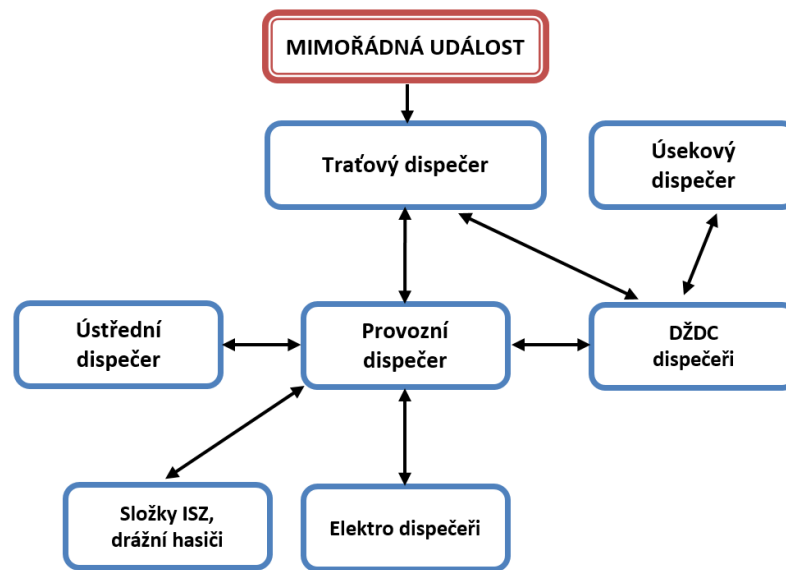


Obr. 13 Řešení MU u lokálního řízení [vlastní zdroj]

Výpravčí má k dispozici pouze papírovou formu pracovních postupů, podle kterých má postupovat a zároveň je odpovědný za řízení dopravy. Stejně tak ručně zapisuje události do dopravního deníku. V případě, že MU nevyžaduje zastavení železniční dopravy, musí výpravčí vypravovat vlaky, což v kombinaci s řešením MU je činnost značně náročná a stresová.

3.3.1.2 Řešení MU při centralizovaném řízení

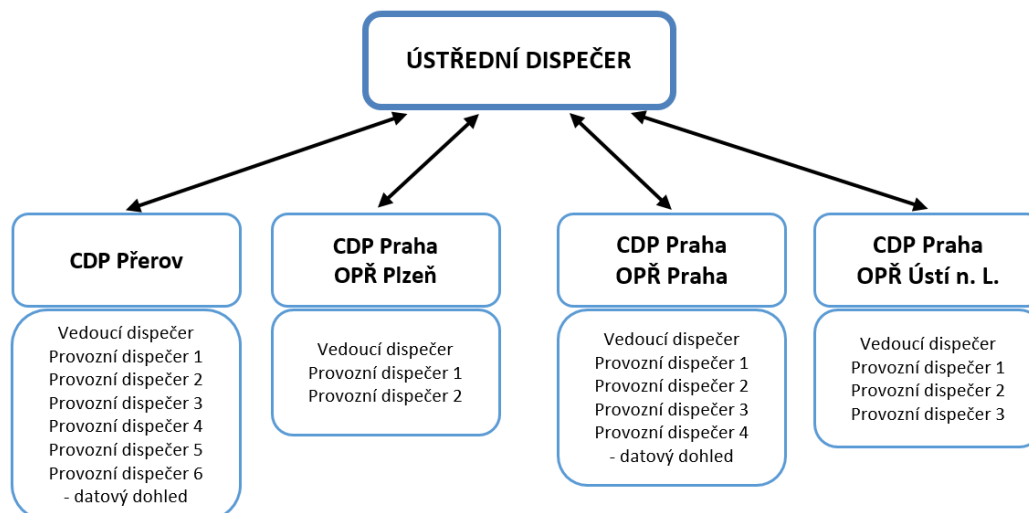
Vznikne-li MU při centralizovaném řízení dopravy, je první odpovědnou osobou traťový dispečer, který plní roli výpravčího pro svěřený traťový úsek. Traťový dispečer získává informaci o MU od policie, nejbližšího výpravčího nebo drážního zaměstnance. Případně pokud byla MU v zorném poli kamer kamerového systému a některý dispečer na CDP MU spatří, okamžitě informuje traťového dispečera. Traťový dispečer MU zapisuje do dopravního deníku. Tím je řešení MU oficiálně v řešení. Dále se postupuje dle komunikačního schématu uvedeném na Obr. 14.



Obr. 14 Řešení MU u centralizovaného řízení [vlastní zdroj]

Traťový dispečer ohlašuje MU provoznímu dispečerovi, který svolává všechny záchranné složky. Následně volá další složky - nehodový dozor, elektro dispečery, dispečery železniční dopravní cesty (dále jen „DŽDC“). Provozní dispečer pak zapisuje do databáze mimořádných událostí průběh dané události a informace o celém průběhu odesílá ústřednímu dispečerovi, který je v geograficky odlišné lokalitě. Ukončit MU má právo pouze traťový dispečer, který řídí dopravu a to na výzvu provozního dispečera. Důležitou personou je DŽDC dispečer, který slouží jako pomocník jednotlivým dispečerům CDP při řešení MU, zajišťuje technickou podporu a v podstatě řešení MU, jelikož ostatní dispečeré se musí věnovat řízení dopravy. Tato povinnost vyplývá ze směrnice SŽDC D17, D7, zákona č. 266/1994Sb., o drahách a vnitřních předpisů CDP Přerov.

Na Obr. 15 je vyobrazeno komunikační schéma ústředního dispečera s jednotlivými pracovišti v ČR. Za délku trvání incidentu zodpovídá dispečer oblastního ředitelství (OPŘ), který tyto informace distribuuje ústřednímu dispečerovi. Přesný čas délky trvání mimořádné události je vždy ovlivněn lokálními zaměstnanci, kteří tyto údaje vyplňují ručně do excelovské tabulky.



Obr. 15 Komunikační schéma provozních dispečerů [vlastní zdroj]

3.3.1.3 Řešení mimořádných událostí s PSIM systémy

Pro železniční dopravu znamenají MU výrazné ovlivnění provozu a mají za následek značné ekonomické ztráty. Řešení MU vyžaduje náročné, rychlé a rozhodné kroky k zajištění bezpečnosti a minimalizování doby výpadku poskytovaných služeb. Přestože železniční doprava vykazuje vysokou úroveň bezpečnosti a celkový poměr nehod vůči normálnímu stavu bez mimořádných událostí je poměrně nízký a neustále se zlepšuje, i tak dochází k nehodám s fatálními následky. Ať už se jedná o eskalaci nějaké závady, extrémního počasí, lidské chyby nebo záměrným poškozením narušitelem. Dispečeréři musí být schopni efektivně a rychle řešit krizové situace, aby co možná nejvíce zmírnili dopad krize.

PSIM systémy jsou pro tyto činnosti ideálním řešením. Umožňují predikovat, řídit a zmírňovat bezpečnostní a provozní rizika, snižovat výpadek nebo odstávku v krizových situacích v řádu až desítek procent. Toho je dosaženo získáváním relevantních a smysluplných informací a jejich začleněním do komplexního situačního přehledu, využitím osvědčených postupů na základě předchozích zkušeností a obousměrným sdílením informací se všemi složkami, které při řešení krize zasahují. Systémy následně umožňují zpětné zhodnocení postupu řešení krizové situace, z kterého lze čerpat informace pro úpravu krizových plánů a postupů.

3.3.2 Řešení poruch infrastruktury a technologií

V současnosti veškeré poruchy infrastruktury v lokálně ovládaných stanicích řeší výpravčí s pomocí drážních pracovníků spravujících zabezpečovací zařízení nebo prostřednictvím

helpdesku správce technologie. Poruchu zapisuje do knihy poruch a po jejím odstranění a ověření, že je porucha odstraněna, ji odepisuje jako vyřešenou.

Na centrálním dispečerském pracovišti v Přerově působí DŽDC dispečeri, kteří se starají o dopravní infrastrukturu na jednotlivě dálkově řízených tratích. Do místa poruch vysílají jednotlivé poruchové čety, ohlašují a komunikují s helpdeskem správce technologie. V podstatě nahrazují práci, kterou v lokálních stanicích zastává výpravčí tak, aby tuto činnost nemusel vykonávat traťový dispečer.

Poruchy v případě lokálně ovládaných stanic mají výstupy u výpravčího na lokálních pracovištích. V tomto případě je žádoucí, že nedochází k centralizaci a výpravčí řeší pouze svůj svěřený úsek.

U centrálního dispečerského pracoviště je situace složitější. Došlo k centralizaci řízení dopravy pomocí vyspělých systémů zabezpečovací techniky a dispečerských komunikačních systémů, ale ruku v ruce muselo dojít i k centralizaci poruchových výstupů. V roce 2008 byla vytvořena a přijata směrnice TS 2/2008-ZSE, která se centralizací technologií pod jedno pracoviště zabývá. Takto navržený a popisovaný centrální systém, který má v podstatě představovat klíčový prvek pro řešení veškerých poruch na centrálně řízeném segmentu trati neobsahuje oproti PSIM systémům žádné normalizační, analytické a korelační možnosti. V praktické části budou systémy zmiňované v této směrnici detailněji analyzovány včetně jejich informační hodnoty pro centrální bezpečnostní pracoviště.

Bezpečná a spolehlivá železniční doprava má zásadní význam pro správně fungující hospodářství v každé zemi. Řešení poruch různých druhů aktiv (prvky infrastruktury, technologie apod.), je zásadní pro zefektivnění železničního provozu. Pokud železniční poruchy (poruchy funkční spolehlivosti železničních systémů, které mohou ovlivnit dostupnost těchto systémů) nebudou řešeny, budou eskalovat do vážnějších problémů, které ohrožují provozuschopnost železnice a výrazně zvyšují náklady na prostoje a údržbu. Na železnici se vyskytuje celá řada různých poruch – selhání kolejových obvodů kvůli opadu listí, poruchy na kabelech, selhání signalizačního zařízení, poruchy vzniklé v důsledku povětrnostních podmínek, poruchy na trati, poruchy na bezpečnostních, přenosových či hlasových technologiích atd. PSIM systémy využívají široké databáze předpřipravených postupů pro každou poruchu a to jak z hlediska lokalizace výskytu, tak z hlediska závažnosti a zájmových skupin, které mají poruchu řešit. Díky nasazení těchto systémů dochází k výraznému zefektivnění řešení poruch.

3.3.3 Zajištění fyzické bezpečnosti objektů

Zajištění fyzické bezpečnosti objektů lze obecně rozdělit na tři základní části – režimová opatření, fyzickou ochranu zajišťovanou ostrahou a ochranu pomocí technických prostředků fyzické bezpečnosti.

Jednotlivé organizace, působící na železnici, mají zavedenou svoji vlastní politiku, která stanovuje požadavky na režimová opatření. V případě, že organizace působí v prostorech jiné organizace, musí se řídit jejími režimovými opatřeními. Příkladem mohou být zaměstnanci ČD, kteří se běžně pohybují v prostorech organizace SŽDC a obráceně. Proto většina organizací zavádí svoje režimová opatření podle organizace ČD, která působila na železnici historicky jako první.

Fyzickou ochranu objektů zajištěnou pomocí ostrahy organizace v segmentu železnice v podstatě nevyužívají. Ve většině případů se jedná o veřejně dostupné lokality. Pouze ve speciálních případech, jako jsou speciální překladiště, je ostraha zajištěna externí agenturou.

Technickými prostředky pro zajištění fyzické bezpečnosti jsou v prostředí železnice převážně chráněny objekty typu nádraží, centrální dispečerská pracoviště, depa a administrativní budovy organizací. Z pohledu zajištění provozuschopnosti byla až doposud fyzická bezpečnost rozdělena z hlediska vlastnictví mezi organizace ČD a SŽDC. Nyní dochází k převodu majetku z ČD na SŽDC a tak se jejich správa zjednoduší. Vždy však byla provozovatelem technologií organizace SŽDC a obsluhu těchto prostředků zajišťoval v lokálně řízených stanicích výpravčí. V současné době dochází k centralizaci a tak výpravčí obsluhuje výstupy z technických prostředků zpravidla pro určitý úsek (několik stanic) a na centrálním dispečerském pracovišti tuto funkci zajišťuje DŽDC dispečer.

Jednotným a centralizovaným pracovištěm pro zajišťování fyzické bezpečnosti objektů v současnosti SŽDC nedisponuje. Proto je vhodné analyzovat možnosti PSIM systémů jako možnou reakci na danou situaci.

3.3.4 Řízení anomálií

Anomáliemi v chování technologií u železničních systémů jsou myšleny odchylky od standardního chování, které upozorňují na zvýšenou pravděpodobnost selhání technologie, což může mít značný vliv na provozuschopnost železnice. Pokud není anomálie chování technologie řešena, může anomálie eskalovat k vážnějším problémům, které ovlivňují spolehlivost a dostupnost systému a následně výrazně zvyšují náklady na údržbu.

V současnosti je tato problematika z hlediska české železnice dost opomíjená a záleží na schopnosti a pozornosti zaměstnance, zda anomálii odhalí. Současně provozované systémy v podstatě analýzu tohoto typu chování neumožňují.

PSIM systémy umožňují včasnou predikci při údržbě, neboli proaktivní řízení technologií v reálném čase. Díky počáteční identifikaci odchylek od běžného chování lze předejít jakémukoli významnému zhoršení systému, což přináší značné úspory ve výši desítek procent oproti preventivním údržbám technického vybavení.

3.3.5 Rutinní činnosti

Při plnění různých bezpečnostních rolí ať už v lokálně řízených stanicích nebo na centrálním dispečerském pracovišti, jsou využívány převážně papírové instrukční materiály a předpisy, kterými se pracovníci řídí. V řadě případů nejsou kompetence jednotlivých rolí zcela zřejmě vydefinovány a tak řada činností vyplývá ze zkušenosti a odbornosti pracovníků, kteří tyto role naplňují.

Cílem provozovatele nebo dopravce by mělo být v co nejmenší míře zatěžovat vlastní zaměstnance rutinou a administrativou. V železničním segmentu existuje obrovské množství rutinních činností, opakujících se operací, administrativy a evidence, kterou musí dispečeri vykonávat. Situační management, interaktivní formuláře a reporting, kterým PSIM systémy disponují, umožňuje práci značně zefektivnit. Stejně tak je zaručeno, že informace se dostanou správným osobám ve správný čas.

3.4 Shrnutí požadavků na bezpečnost v kontextu s PSIM systémy

V rámci této kapitoly byly specifikovány požadavky na zajištění bezpečnosti z hlediska zákonných požadavků, vnitřních předpisů a světově zavedených bezpečnostních standardů. Byly analyzovány postupy a dílčí odpovědnosti pracovníků při řešení mimořádných událostí při lokálním a centralizovaném řízení dopravy. Dále byly analyzovány postupy při řešení poruch infrastruktury a technologií, zajištění fyzické bezpečnosti a řízení anomálií technologií. V rámci každé problematiky byly uvedeny možnosti PSIM systému pro řešení jednotlivých bezpečnostních problémů. Stejně tak byla diskutována možnost PSIM systémů pro zajištění rutinních činností pracovníků.

Na základě požadavků z této kapitoly a předchozích kapitol teoretické části, lze v rámci praktické části přistoupit k návrhu integrace současných systémů, jejich implementace a návrhu funkčního modelu PSIM systému na železnici. Aby bylo možné navrhnout klíčové oblasti, které by měl PSIM systém pokrývat při zajišťování bezpečnosti na železnici, je nutné v úvodu následující kapitoly analyzovat současná rizika a jejich souvztažnost. Dále tuto analýzu komparovat se skutečnými historickými daty nejzávažnějších bezpečnostních událostí a následně přistoupit k návrhu integrace a funkčního využití PSIM systému na železnici.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH INTEGRACE SOUČASNÝCH SYSTÉMŮ, JEJICH IMPLEMENTACE A NÁVRH FUNKČNÍHO MODELU PSIM SYSTÉMU NA ŽELEZNICI

Cílem této kapitoly je identifikovat vhodné bezpečnostní, řídicí a informační systémy pro integraci, které jsou v současnosti provozovány na železnici v ČR do PSIM systému a vytvořit jejich funkční model nasazení v segmentu. Předtím než bude provedena identifikace vhodných podsystémů a návrh funkčního modelu, je nutné poznatky z teoretické části, která vyzdvihuje výhody PSIM systémů, ověřit analýzou rizik v prostředí české železnice.

Z tohoto důvodu je v úvodní části kapitoly provedena analýza rizik konkrétní stanovenou kvalitativní metodou. Ověření výsledků kvalitativní metody je komparováno se záznamy mimořádných událostí, jejichž výsledky a průběh zveřejnila drážní inspekce v posledních 5 letech. Na základě těchto výsledků a požadavků na bezpečnost, které jsou zpracovány v teoretické části, je vytvořen návrh integrace konkrétních podsystémů a návrh funkčního modelu nasazení PSIM systému v prostředí české železnice.

Analýza rizik, návrh implementace současných systémů a návrh funkčního modelu jsou navrženy pro celý segment železnice v ČR. Tento návrh zahrnuje veškeré organizace zajišťující provozuschopnost železniční dopravy a uvažuje železniční infrastrukturu jako jeden celek. Jde o to, aby se nejednalo o jednoduše návrh aplikace, ale o obecné využití tohoto modelu pro jakýkoli region a železniční trať v ČR. Avšak některé části je nutné ilustrovat na konkrétní trati a proto byly vybrány referenční železniční tratě Praha – Beroun a České Budějovice – Černý Kříž, zahrnující následující referenční objekty: dispečerské pracoviště pro řízenou trať, nádražní budova, nástupiště, železniční trať, železniční přejezd a drážní vozidla.

4.1 Kvalitativní analýza rizik železniční dopravy v ČR

Provést komplexní analýzu rizik pro železnici v ČR není v rámci této práce vzhledem k obsahové a znalostní náročnosti možné. Komplexní analýzu rizik musí provádět skupina odborníků pracujících v segmentu železniční dopravy s hlubokou znalostí problematiky, kteří jsou schopni jednotlivá rizika řádně kvantifikovat. Lze však stanovit obecný výčet rizik, který vyplývá z obecných poznatků získaných v teoretické části práce s vazbou na referenčně vybranou trať. Cílem této analýzy je identifikovat rizika, na jejichž eliminaci nebo alespoň zmírnění jejich dopadu může mít vliv zavedení PSIM systému v segmentu.

Jako nejvhodnější metodu analýzy rizik pro tento případ se jeví využití kvantitativní analýzy rizik s využitím jejich souvztažnosti (dále jen „KARS“). Tato metoda by měla pomoci identifikovat rizika, která jsou pro daný segment nejzávažnější, a proto je nutné se jimi přednostně zabývat. Výhodou této metody je, že pracuje se souvztažností rizik a lze z ní vyvodit, která rizika jsou prvotní příčinou nastalých událostí, a která jsou důsledkem působení ostatních rizik. Výsledky této analýzy lze posuzovat s možnostmi PSIM systémů pro eliminaci těchto rizik, jelikož cílem PSIM systémů je pokud možno predikce a eliminace prvotního možného rizika tak, aby nedošlo k možnému vzniku dalších rizik.

4.1.1 KARS – soupis rizik

Prvním krokem při analýze typu KARS je soupis možných rizik v systému. Pro segment železnice byla stanovena rizika, která jsou uvedena v Tab. 4. Rizika jsou pro přehlednost rozdělena do skupin. Výčet rizik vyplývá z teoretické části této diplomové práce a z metodiky krizového řízení, která byla certifikována SŽDC. [53]

Tab. 4 KARS – Soupis rizik

Riziko č.	Typ rizika	Popis
Dopravní nehody		
1	Dopravní nehoda	Střet drážního vozidla s jiným drážním vozidlem, osobou či překážkou na trati, pád osoby do kolejiště apod.
Lidská selhání		
2	Pochybení zaměstnance železnice	Lidské selhání zaměstnance. Například chyba výpravčího nebo strojvůdce. V podstatě tato chyba vždy znamená porušení předpisů organizace působící na železnici.
3	Pochybení cestujícího	Lidské selhání cestujícího. Například pád do kolejiště, chyba při nastupování do vlaku, vstup do zakázaných prostor.
4	Pochybení osoby třetí strany	Lidské selhání osoby, která není součástí přepravy, ani zaměstnancem společnosti na železnici. Například řidič nebo chodec na železničním přejezdu nebo dodavatel vykonávající službu pro železniční organizaci.
Organizační nedostatky		
5	Nedostupnost služeb / Zpoždění	Zpoždění vlaku nebo jakékoli jiné omezení poskytovaných služeb, například omezení nákladní dopravy.

Ri-ziko č.	Typ rizika	Popis
6	Překážka v důsledku nedostatečného zajištění ochranného pásma železnice	Například pád nepovolené stavby v ochranném pásmu železnice, pád stromu na trať (bez zapříčinění živelní pohromy).
Technická selhání		
7	Destrukce staveb	Poničení objektů organizací zajišťujících provoz a přepravu na železnici. Například poničení drážní budovy, nástupiště, depa.
8	Mechanická poškození	Mechanické poškození tratě (například výhybky, koleje), drážního vozidla nebo přejezdu.
9	Technická porucha / selhání	Jakákoliv technická porucha na infrastruktuře. Například zabezpečovacího zařízení, sdělovacího zařízení, informačních systémů, závada drážního vozidla apod.
Úmyslná škodlivá lidská činnost		
10	Krádež	Odcizení aktiv ve vlastnictví organizací působících v segmentu. Například krádež kolejí, kabelů, narušení a krádež v objektu apod.
11	Teroristický útok	Teroristický útok, který železnici využil jako prostředek k útoku.
12	Vandalismus	Nekalá nebo destrukční činnost v prostorech objektů organizací zajišťující provoz a přepravu na železnici, ve vlcích nebo okolí železničních tratí.
Živelní pohromy		
13	Blesky (a další elektrické jevy v atmosféře)	Například úder blesku do drážních vozidel, trakce, objektů. Zásah osob bleskem.
14	Extrémní vedra a sucha	Vliv počasí na osoby vykonávající v železniční dopravě jakoukoli činnost, vliv na cestující, dopravní prostředky, objekty, trať a ochranné pásmo železnice.
15	Krupobití, přívalové deště	
16	Námraza, náledí, ledovka, mrznoucí déšť	
17	Požár (přírodní, z důvodu technické vady nebo žhářství)	Požár vyvolaný přírodními vlivy, technickou závadou nebo úmyslně / chybou lidské činnosti.
18	Propady zemského povrchu	Jakýkoli propad zemského povrchu v oblasti objektů organizací působících v segmentu a v prostoru ochranného pásma provozovaných železničních tratí.

Ri-ziko č.	Typ rizika	Popis
19	Sesuvy půdy a skalních bloků	Vliv počasí na osoby vykonávající v železniční dopravě jakoukoli činnost, vliv na cestující, dopravní prostředky, objekty, trať a ochranné pásmo železnice.
20	Silné mrazy	
21	Sněhové a kamenné laviny	
22	Vichr, větrné smrště, tornáda	
23	Záplavy a povodně (deště, tání sněhu, protržení hráze)	
Možné újmy		
24	Zranění osoby	Újma na zdraví jakékoli osoby vlivem působení železniční dopravy.
25	Smrt osoby	Fatální újma osoby vlivem působení železniční dopravy.
26	Ekonomické ztráty	Ekonomické ztráty způsobené vlivem narušení bezpečnosti v železniční dopravě.

4.1.2 KARS – tabulka souvztažností rizik

Pro stanovení souvztažností jednotlivých rizik, je nutné vyplnit tabulku souvztažností. Tabulka obsahuje jednotlivé řádky a sloupce dle stanoveného soupisu rizik. Řádky jsou označeny symbolem R_i a sloupce R_j s tím, že v řádcích i ve sloupcích jsou stejná rizika, tedy $R_i = R_j$, pro $i, j = 1, 2, 3 \dots, x$. V Tab. 4 bylo stanoveno 26 rizik, tedy $x = 26$.

Vzhledem ke skutečnosti, že riziko R_i nemůže vyvolat samo sebe, jsou v první řadě vyplněny červeně diagonální pozice. Do těchto pozic je vyplněna hodnota 0. Pro vyplnění dalších pozic se postupuje zleva doprava po řádcích s tím, že se analyzuje, jestli riziko R_i může vyvolat riziko R_j . Výsledek je pak tedy R_{ij} , kde i označuje číslo řádku a j číslo sloupce. V případě, že je odpověď na otázku kladná, tedy ano, je vyplněna hodnota 1 v případě, že nikoli, je vyplněna hodnota 0. Například u rizika č.2 Pochybení zaměstnance železnice je při konfrontaci s rizikem č.1 Dopravní nehoda položena tato otázka: „Může pochybení zaměstnance železnice způsobit dopravní nehodu?“. Uvážená odpověď je následující: „Ano, může“. Proto je do tabulky zapsána hodnota 1.

Dalším krokem analýzy KARS je doplnění této tabulky na konci o jeden řádek a sloupec. Pro každý řádek a sloupec je proveden součet. Tento součet je využit pro výpočet koeficientů

aktivity a pasivity. Tímto krokem je dokončena tabulka souvztažnosti rizik, která je uvedena v příloze, viz PI.

4.1.3 KARS – výpočet koeficientů aktivity a pasivity

V předchozí kapitole byla vypočítána tabulka souvztažnosti rizik. V této části jsou vypočítány koeficienty aktivity a pasivity, které umožní klasifikovat rizika na železnici.

Koeficient aktivity procentuálně vyjadřuje možný počet rizik, která mohou být vyvolána v případě, že nastane riziko R_i (aktivní podíl R_i). Koeficient aktivity KAR_i , je vyjádřen následujícím vztahem:

$$KAR_i = \frac{\sum R_i}{x - 1} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

Kde $\sum R_i$ je součet hodnot v řádku u rizika, x vyjadřuje celkový počet uvažovaných rizik.

Vypočtené koeficienty aktivity jsou uvedeny pro všechna rizika v příloze, viz PII. Pro ilustraci výpočtu bylo vybráno Riziko č. 2 Pochybení zaměstnance železnice. Jedná se o referenční příklad výpočtu koeficientu aktivity.

$$\begin{aligned} \sum R_i &= 7 \\ x &= 26 \end{aligned}$$

Dosazení do vzorce:

$$KAR_2 = \frac{\sum R_2}{x - 1} \cdot 100 = \frac{7}{26 - 1} \cdot 100 = 0,28 \cdot 100 = 28\%$$

Vypočtená hodnota vyjadřuje skutečnost, že v případě, že nastane riziko č. 2, může být vyvoláno 28% ostatních uvažovaných rizik.

Koeficient pasivity procentuálně vyjadřuje možný počet rizik, která mohou vyvolat následně riziko R_i (pasivní podíl rizika R_i). Koeficient pasivity KPR_j , je vyjádřen následujícím vztahem:

$$KPR_j = \frac{\sum R_j}{x - 1} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (2)$$

Kde $\sum R_j$ je součet hodnot ve sloupci u rizika, x vyjadřuje celkový počet uvažovaných rizik.

Vypočtené koeficienty pasivity jsou uvedeny v příloze, viz PII. Riziko č. 2 Pochybení zaměstnance železnice bylo vybráno jako referenční příklad výpočtu koeficientu pasivity.

$$\sum_{x=1}^{26} R_j = 2$$

$$x = 26$$

Dosazení do vzorce:

$$KPR_2 = \frac{\sum R_2}{x-1} \cdot 100 = \frac{2}{26-1} \cdot 100 = 0,08 \cdot 100 = 8\%$$

Vypočtená hodnota vyjadřuje skutečnost, že 8% rizik může vyvolat následně riziko č. 2.

4.1.4 KARS – Grafické vyjádření výsledků

Výsledky analýzy typu KARS je vhodné interpretovat pomocí grafu, kde je graf rozdělen na čtyři segmenty, které jednotlivá rizika rozdělují do skupin podle závažnosti (kritičnosti).

Segmenty jsou označeny následovně:

- **I.** Segment primárně a sekundárně nebezpečných rizik,
- **II.** Segment sekundárně nebezpečných rizik
- **III.** Segment primárně nebezpečných rizik
- **IV.** Segment relativně bezpečných rizik

Graf se sestojí tak, že na osu x jsou vynášeny koeficienty aktivity KAR_i pro jednotlivá rizika R_i . Na osu y jsou vynášeny koeficienty pasivity KPR_j .

Aby bylo možné rozdělit graf na zmiňované segmenty, je nutné vypočítat body na ose x a ose y , které budou tvořit osy O_1 a O_2 .

Rozdělení záleží na úvaze, jaké procentuální množství analyzovaných rizik požadujeme mít v oblasti I., tedy v oblasti primárně a sekundárně nebezpečných rizik. Pro účely této analýzy se zdá být nejvhodnějších 80 % v této oblasti, dle Paretova pravidla.

Osa O_1 se vztahuje ke koeficientům aktivity a tvoří rovnoběžku s osou y v bodě $O1$, který se vypočítá pomocí následujícího vztahu:

$$O1 = K_{Amax} - \frac{K_{Amax} - K_{Amin}}{100} \cdot 80 \quad (3)$$

kde $K_{Amax} - K_{Amin} = 100\%$

Z vypočtených koeficientů aktivity, uvedených v příloze, viz PII, vyplývá $K_{Amax} = 44$, $K_{Amin} = 4$. Z důvodu přehlednosti grafu jsou záměrně vynechány nulové hodnoty. Lze dosadit a vypočítat bod O_1 :

$$O_1 = 44 - \frac{44 - 4}{100} \cdot 80 = 12$$

Rovnoběžka je tedy vedena v bodě s $[x; y]$ souřadnicemi $[12; 0]$.

Osa O_2 se vztahuje ke koeficientům pasivity a tvoří rovnoběžku s osou x v bodě O_2 , který se vypočítá pomocí následujícího vztahu:

$$O_2 = K_{Pmax} - \frac{K_{Pmax} - K_{Pmin}}{100} \cdot 80 \quad (4)$$

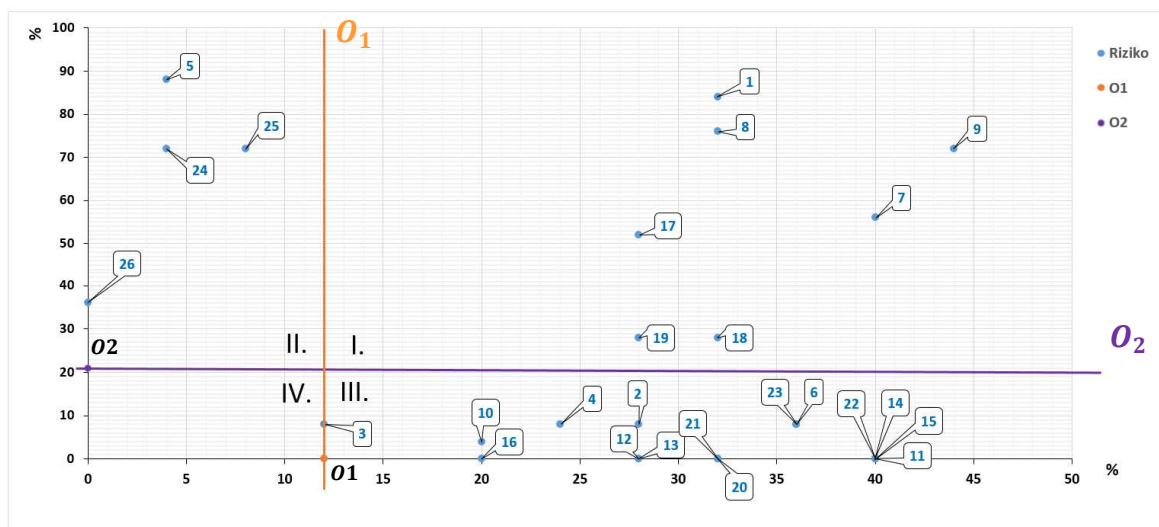
kde $K_{Pmax} - K_{Pmin} = 100\%$

Z vypočtených koeficientů pasivity, uvedených v příloze, viz PII, vyplývá $K_{Pmax} = 88$, $K_{Pmin} = 4$. Z důvodu přehlednosti grafu jsou záměrně vynechány nulové hodnoty. Lze dosadit a vypočítat bod O_2 :

$$O_2 = 88 - \frac{88 - 4}{100} \cdot 80 = 20,8$$

Rovnoběžka je tedy vedena v bodě s $[x; y]$ souřadnicemi $[0; 20,8]$.

Na základě předchozích výpočtů lze sestavit graf. Nejvhodnější interpretaci představuje bodový graf. Výsledný graf je vyobrazen na Obr. 16. Z tohoto grafu budou v následující kapitole interpretovány výsledky celé analýzy.



Obr. 16 Výsledný graf analýzy typu KARS [vlastní zdroj]

4.1.5 KARS – Výsledky a zhodnocení analýzy

Na konci předchozí kapitoly byl interpretován graf, ze kterého lze snadno vyčíst rozdělení rizik do jednotlivých segmentů:

- segment I. zahrnuje primárně a sekundárně nebezpečná rizika, v tomto případě rizika č. 1, 7, 8, 9, 17, 18, 19,
- segment II. zahrnuje sekundárně nebezpečná rizika, v tomto případě rizika č. 5, 24, 25, 26,
- segment III. zahrnuje primárně nebezpečná rizika, v tomto případě rizika č. 2, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23,
- segment IV. zahrnuje relativně nevýznamná rizika, v tomto případě riziko č. 3.

Segment I.

Z analýzy rizik v segmentu I vyplývá, že nejzávažnějšími riziky v tomto segmentu jsou rizika č. 1, 8 a 9, jelikož jsou umístěná v grafu nejvýše. Jedná se o riziko dopravní nehody, riziko mechanického poškození infrastruktury a riziko technické poruchy / selhání. Tato rizika mohou způsobit další možná rizika, proto by se měla železnice primárně soustředit na snížení pravděpodobnosti jejich vzniku i velikosti dopadu. Dále lze mezi závažná rizika řadit rizika č. 7 a 17., což je riziko destrukce staveb a riziko požáru. Těmto rizikům by měla železnice věnovat také značnou pozornost. Rizika č. 18, 19 leží poměrně blízko osy O_2 a lze je považovat v tomto segmentu za méně závažná.

Segment II.

Z analýzy rizik v segmentu II vyplývá, že nejzávažnějšími riziky v tomto segmentu jsou rizika č. 5, 24 a 25, jelikož jsou v grafu nejvýše. Jedná se o riziko nedostupnosti služeb / zpoždění, riziko zranění osoby a riziko smrti osoby. Z analýzy vyplývá, že se jedná o rizika, která jsou převážně důsledkem vzniku jiných rizik ze segmentu I, III nebo IV. Z pohledu železnice se jedná o indikátor, že se jedná o závažná rizika a k jejich minimalizaci je nutné odstranit příčinu, tedy minimalizovat jiná rizika. Zajímavým rizikem je riziko č. 26, tedy ekonomická ztráta železnice, která je značným rizikem segmentu, ale v podstatě nepředstavuje možný vznik jiného zde zmiňovaného rizika, ale je vždy důsledkem jiných rizik.

Segment III.

V segmentu III se vyskytuje největší koncentrace rizik, 14 z 26ti. Jsou zde umístěna primárně nebezpečná rizika. Za významná rizika lze považovat č. 2, 4 a 6. Jedná se o rizika

pochybení zaměstnance železnice a osoby třetí strany a překážky v provozu. Do této části se také soustředila rizika kategorie živelní pohromy.

Segment IV.

Těsně se do segmentu IV na základě této analýzy řadí riziko č. 3 pochybení cestujícího. Toto riziko může považovat železnice za relativně nevýznamné riziko.

4.1.6 KARS – Výsledky v kontextu s PSIM

Kvalitativní metodou rizik byla identifikována nejzávažnější rizika segmentu. Lze konstatovat, že k snížení pravděpodobnosti vzniku rizik v segmentu I a II nebo k zmírnění jejich dopadu, by zavedení PSIM systému v segmentu mohlo výrazně přispět. Kvalitativní analýza typu KARS může být ovlivněna určitou mírou subjektivity posouzení. Proto je vhodné provést porovnání s historickými záznamy o mimořádných událostech v segmentu, což je popsáno v následující podkapitole.

4.2 Komparace KARS analýzy se skutečností

Analýza typu KARS je dobrým východiskem pro identifikaci rizik, kterými by se měla železnice přednostně zabývat a slouží i jako východisko pro identifikaci vhodných podsystémů, jejichž integrace do PSIM by pomohla tato rizika eliminovat, zmírňovat jejich dopad, případně predikovat rizika, která mohou vyvolat další rizika (tedy rizika souvztažná). Předtím je nutné subjektivní úvahy z KARS analýzy ověřit.

Pro účel této kapitoly byla vybrána databáze mimořádných událostí ve formě závěrečných zpráv o mimořádných událostech zveřejněných na webových stránkách drážní inspekce, za období od roku 2012 do poloviny roku 2016. Tyto mimořádné události patří k nejzávažnějším, a proto jsou vhodným příkladem. Železniční segment by měl na tuto skutečnost reagovat a PSIM systémy mohou být vhodným prostředkem.

4.2.1 MU v období 2012 - 2016

Pro účely analýzy mimořádných událostí za období od roku 2012 do roku 2016 včetně, byl vytvořen souhrn tabulek za jednotlivé roky. Tyto tabulky shrnují závěrečné zprávy drážní inspekce do přehledné formy. Každý řádek tabulky odpovídá jedné analyzované závěrečné zprávě. Ve sloupcích je pak uvedeno, kde se MU stala, kdy se stala, působením jakého rizika MU vznikla a k jaké újmě došlo. Každá MU je doplněna popisem. Tabulky jsou uvedeny

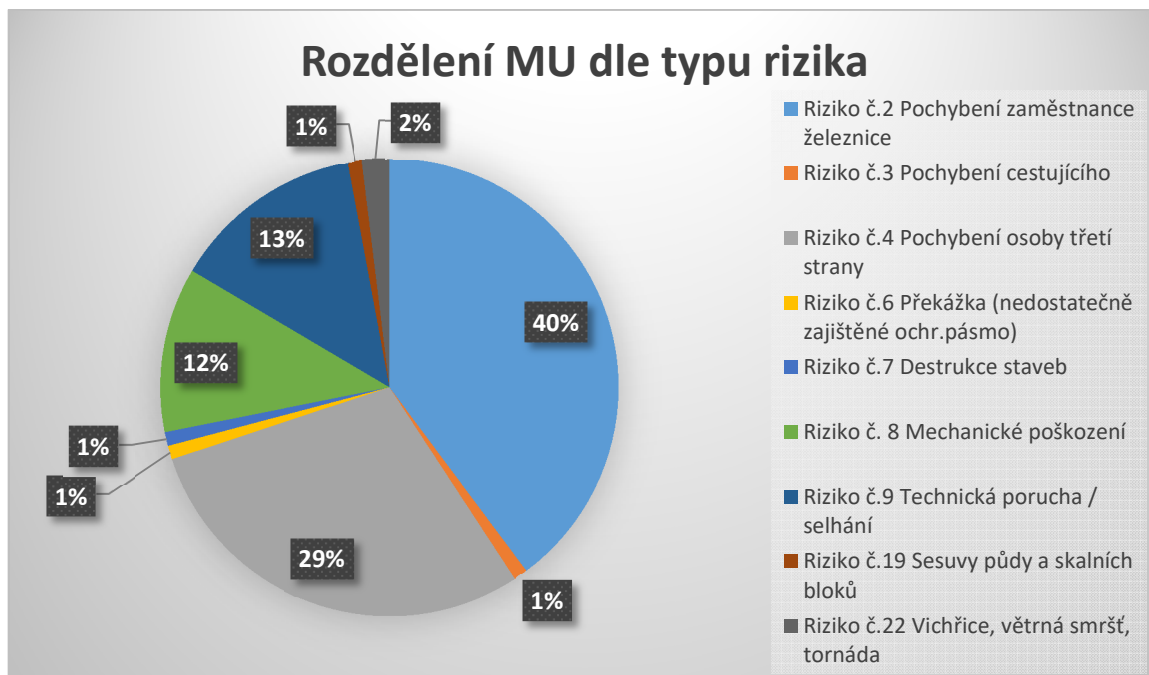
v příloze, viz PI. Celkem bylo zhodnoceno 103 mimořádných událostí, které se udály v železničním segmentu od roku 2012 do poloviny roku 2016.

4.2.2 Četnost MU dle primárních rizik

Na základě souhrnných dat uvedených v předchozích kapitole, lze posoudit četnost jednotlivých MU podle typů rizika, jejichž působení bylo primárním vznikem MU. Ve sloupci „Vznik působením rizika“ je vždy uvedeno číslo rizika, případně více rizik pro případ, že MU byla ovlivněna primárně více riziky. V případě více rizik, je pro tento účel vybráno takové, které mělo větší podíl na vzniku MU. Výsledky analýzy jsou uvedeny v Tab. 5. a přehledně je interpretuje graf, viz Obr. 17.

Tab. 5 Četnost MU dle konkrétních rizik

Číslo rizika	Popis	Četnost MU
2	Pochybení zaměstnance železnice	41
3	Pochybení cestujícího	1
4	Pochybení osoby třetí strany	30
6	Překážka v důsledku nedostatečného zajištění ochranného pásma	1
7	Destrukce staveb	1
8	Mechanické poškození	12
9	Technická porucha / selhání	14
19	Sesuvy půdy a skalních bloků	1
22	Vichřice, větrná smršť, tornáda	2
Celkový počet MU		103



Obr. 17 Graf rozdělení MU dle typu primárního rizika [vlastní zdroj]

Z grafického vyjádření je zřejmé, že 40 % ze všech analyzovaných MU bylo způsobeno pochybením zaměstnance železnice. Ze závěrečných zpráv vyplývá, že ve většině případů se jednalo o pochybení strojvůdce nebo výpravčího, které vedlo k dopravní nehodě nebo k omezení železniční dopravy (zpoždění, nedostupnost služeb). Zde je vidět souvztažnost rizik zmíněná v KARS analýze. Pochybení zaměstnance způsobilo dopravní nehodu, která způsobila zpoždění. V druhém případě pochybení zaměstnance nezpůsobilo dopravní nehodu, ale způsobilo zpoždění.

Dále má vysoký podíl na mimořádných událostech pochybení osob třetí strany (celkem 29 %). Téměř všechny mimořádné události, způsobené tímto rizikem, byly důsledkem pochybením řidiče na železničním přejezdu. Toto pochybení způsobilo dopravní nehodu, dopravní nehoda způsobila požár, mechanické poškození, nedostupnost služeb / zpoždění atd. Řazení výše zmiňovaných rizik mezi primární, jak vyplynulo z KARS analýzy, je v obou případech odpovídající.

Menší podíl, tedy 13 % zaznamenalo riziko technické poruchy nebo selhání, a riziko mechanického poškození (12 %). V KARS analýze byla tato rizika správně řazena mezi primární a sekundární rizika. V tomto případě byly primárním rizikem.

Ostatní rizika lze považovat v rámci této statistiky vzhledem k jejich četnosti za relativně zanedbatelná. V porovnání s KARS analýzou je však potřeba počítat s riziky č. 6, 7, 19 a 22 jako s primárními riziky.

Jediné riziko, které lze považovat za relativně nevýznamné a to jak z pohledu zaznamenaných mimořádných událostí, tak s KARS analýzy, je riziko č. 3 pochybení cestujícího.

4.2.3 Vyplývající vazba na PSIM systémy

Z analýzy v kapitole 4.2.2 vyplývá, že primárním problémem u závažných mimořádných událostí, které způsobily značnou újmu na zdraví, životech či ekonomice bylo působení čtyř rizik:

- pochybení vlastních zaměstnanců železnice,
- pochybení řidičů na železničních přejezdech,
- technické poruchy na infrastruktuře nebo dopravních prostředcích,
- mechanické poškození vlaku nebo trati.

K predikci výše uvedených rizik mohou PSIM systémy přispět v případě, že budou integrovány vhodné podsystémy, které povedou ke správnému vyhodnocení situace. Korelační schopnosti těchto systémů umožňují porovnávat informace z různých zdrojů a tedy například kontrolovat rozhodování vlastních zaměstnanců v řídicích systémech, sledovat železniční přejezdy a včas informovat o výskytu překážky nebo alespoň zmírnit dopad působení rizika. Mohou pomoci řešit mimořádné události pomocí situačního managementu, stejně tak jako poruchy infrastruktury včetně predikce jejich výskytu.

4.2.4 Vyhodnocení

V rámci této kapitoly došlo k ověření působení rizik uvažovaných v analýze typu KARS s reálnými záznamy o mimořádných událostech. Výsledkem je skutečnost, že v rámci KARS analýzy nedošlo k nějakému výraznému subjektivnímu zkreslení. Je nutné konstatovat, že ověření této analýzy probíhalo na určité škále mimořádných událostí, které způsobily v posledních letech značnou újmu a nebyly zde zahrnuty další statistiky nehod a poruch ovlivňujících bezpečnost provozu na železnici. Pro tento účel je vybraná škála dostačující. Analýza odhalila několik závažných rizik, které se v segmentu železnice vyskytují, a na která je nutné reagovat. PSIM systémy by mohly řešit řadu situací, je však nutné aby systém PSIM disponoval patřičnými prostředky (systémy a technologiemi) pro jejich řešení.

Následující podkapitola identifikuje a popisuje vhodné technologie, které by měl PSIM systém integrovat proto, aby bylo možné vytvořit bezpečnostní pracoviště takové, které umožní řešit mimořádné události, zajišťovat fyzickou bezpečnost, predikovat poruchy infrastruktury a technologií, a v neposlední řadě zajišťovat běžné plánované a rutinní činnosti k zajištění kontinuity činností v segmentu železnice.

4.3 Identifikace vhodných systémů na železnici pro integraci pod PSIM systém

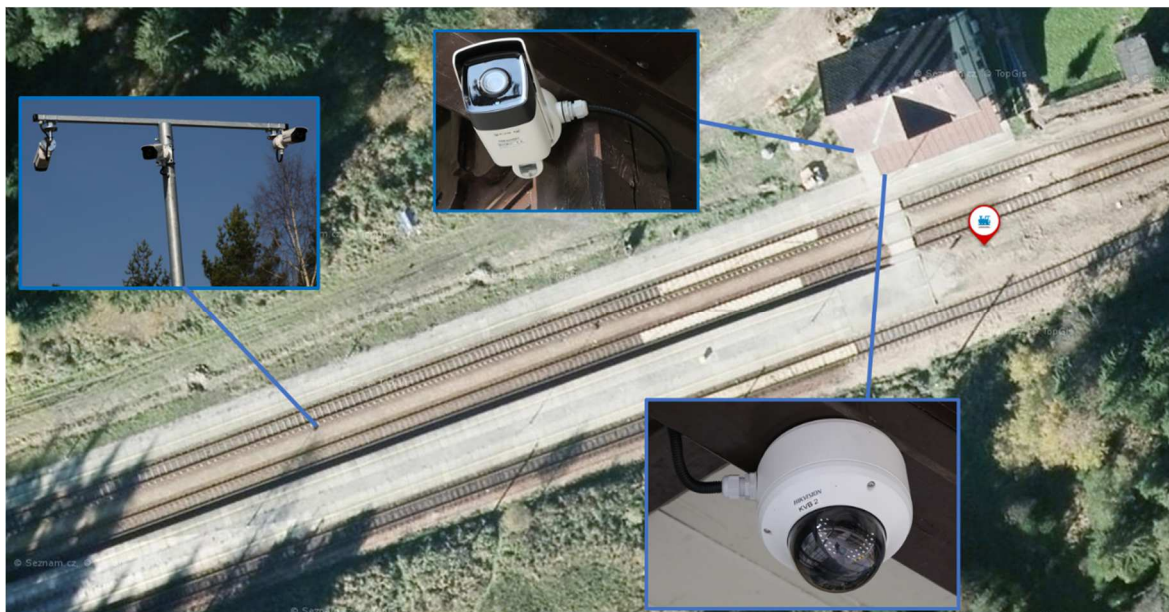
Železnice v současné době využívá širokou škálu technologií, které se více nebo méně podílejí na zajišťování bezpečnosti v tomto segmentu. Následující podkapitoly analyzují možnosti využití jednotlivých systémů včetně datových zpráv a funkcionalit, které tyto podsystémy mohou poskytovat PSIM systému pro další zpracovávání a vzájemnou korelaci. Vzhledem k rozsahu diplomové práce je kapitola zaměřena na technologie ve vlastnictví nebo správě SŽDC, týkající se zajištění provozuschopnosti. Nejsou uvažovány systémy, kterými jsou vybavena drážní vozidla, a které se mohou lišit dle dopravce a dále nejsou uvažovány administrativní budovy jednotlivých organizací z pohledu fyzické bezpečnosti. Technologie jsou vztaženy k referenčním tratím, uvedených na začátku této kapitoly. Součástí kapitoly je obecná specifikace datových zpráv, konkrétní komunikační protokoly mezi technologiemi a PSIM systémy nejsou uvažovány. Komunikační protokoly je nutné analyzovat pro každého výrobce podsystému zvlášť, což není účelem této práce.

4.3.1 Integrace bezpečnostních systémů

Součástí této kapitoly je návrh integrace bezpečnostních systémů, které byly teoreticky zmíněny v kapitole 2.2.2.1, a které jsou vhodné pro integraci do PSIM systému.

4.3.1.1 Integrace kamerových systémů - CCTV

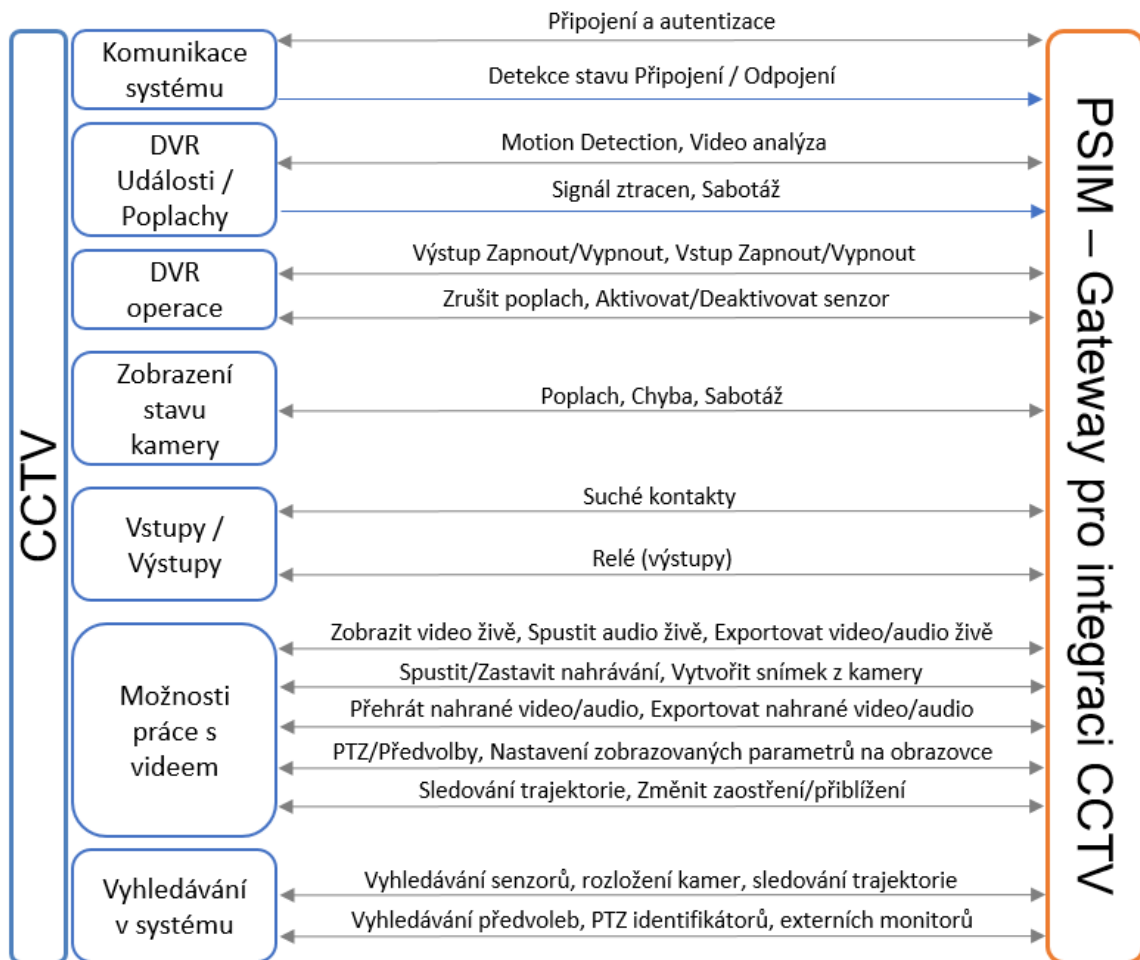
V současnosti železnice využívá kamerové systémy několika výrobců. Integrace pod PSIM systém je v rámci kteréhokoliv CCTV systému obdobná, pouze je potřeba při implementaci upravit komunikační rozhraní pro konkrétního výrobce. Pro řadu výrobců mají PSIM systémy již rozhraní vytvořená a to vzhledem k množství realizovaných projektů ve světě. Proto nebývá připojení CCTV problematické. Pro ilustraci umístění vnějších kamer na běžné stanici byla vybrána železniční stanice Černý Kříž, viz Obr. 18. Na referenční trati Č. Budějovice – Černý Kříž je využíván kamerový systém od výrobce Hikvision.



Obr. 18 CCTV v železniční stanici Černý Kříž [vlastní zdroj]

V současnosti se CCTV systémy využívají pro monitorování prostorů vně i uvnitř nádražních budov, prostorů v okolí nástupišť včetně traťových kolejí a železničních přejezdů. V případě lokálního nebo úsekového řízení, monitoruje svěřený prostor výpravčí. V případě dálkově řízené tratě v rámci regionu nebo z CDP jsou výstupy z kamerového systému zobrazeny na dispečerských pracovištích. Kamerové systémy slouží zpravidla pro monitoring. Kromě účelově nasazených kamer na přejezdech nedisponují video analýzou.

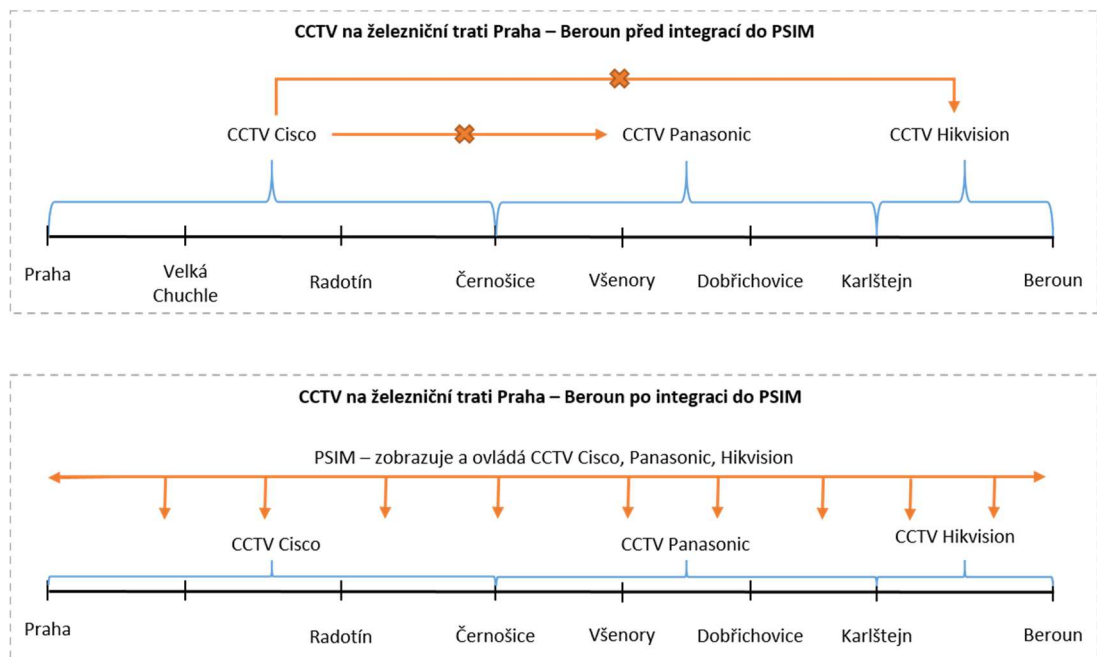
CCTV je pro PSIM systém důležitým integračním prvkem, který přispívá k zajištění přehledu o situaci při řešení bezpečnostních událostí a zároveň může být zdrojem informace o nastalé události. Před samotnou integrací je potřeba analyzovat datové zprávy a funkcionality, které současné CCTV systémy poskytují a je možné je přenést do PSIM systému. Možnosti jsou analyzovány na Obr. 19.



Obr. 19 CCTV – datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

Rozsah funkcionalit, které mohou CCTV systémy poskytovat PSIM systému je poměrně rozsáhlý, pokud je jimi CCTV systém vybaven. To se může lišit podle konkrétních aplikací na různých železničních tratích a to převážně v oblasti video analýzy. Komunikace je v převážné většině oboustranná, čili PSIM systém CCTV i ovládá. Integrace pod PSIM systém umožňuje kompletně nahradit dohledové pracoviště CCTV více výrobců a vytvořit jednotné ovládání. V prostředí železnice by umožnilo sjednotit zobrazení kamerových systémů od výrobců Cisco, Hikvision, Panasonic a dalších. To je vhodné v případě regionálního a centrálního pracoviště. Na lokálních pracovištích mohou být zachována současná pracoviště jednotlivých výrobců CCTV a to jak z důvodu zálohy v případě, že by vypadla konektivita mezi centrální částí PSIM systému a CCTV systémem, tak pro nastavování parametrů jednotlivých CCTV.

Integrace CCTV pod PSIM systém přináší řadu výhod. Hlavní výhodou je vzájemná provázanost a sjednocené ovládání, což ilustruje příklad na Obr. 20.



Obr. 20 Integrace CCTV systémů [vlastní zdroj]

V případě, že bude mít například trať Praha – Beroun nasazeny tři CCTV systémy od různých výrobců, nebude možné z Prahy, kde je pracoviště CCTV Cisco zobrazit kamery z jižního úseku, než je nasazen CCTV systém Cisco. Integrace pod PSIM systémem za pomoci tří samostatných komunikačních rozhraní umožní například z Berouna zobrazit kamery v úseku mezi Prahou a Černošicemi a obráceně. Zobrazení i ovládání je pak pro celou trať stejné, což ilustruje Obr. 21. Jelikož PSIM systémy umožňují integraci v rozsahu několika tisíců kamer, je možné vytvořit model integrace CCTV systémů pro železniční tratě v celé ČR.



Obr. 21 Jednotné zobrazení a ovládání CCTV [vlastní zdroj]

Další výhodou integrace CCTV pod PSIM systém je možnost korelace s informacemi z jiných podsystémů, na základě kterých PSIM systém automaticky reaguje a zároveň vytváří obsluhu pracovní úkoly. Díky korelaci je možné řadu poplachů z CCTV systému vyfiltrovat, rozhodovat se v čase, a případně delegovat na různá pracoviště apod.

Dále tato integrace umožňuje vytvářet automatické reakce v případě sabotáže na určitou kameru (například vyslat do lokality nejbližšího zaměstnance nebo hlídku policie), zapnout automatické nahrávání videa nebo audia v případě vzniku incidentu, exportovat konkrétní video nebo audio související s určitým incidentem jiným složkám (například policii), vytvářet vazbu mezi kamerami a mapovými náhledy a mnoho dalších funkcionalit.

V kapitole 4.4 je uvedeno několik příkladů inovativních technologií, které by CCTV systémy vhodně doplnily, a které v současnosti železnice nevyužívá. Vzhledem k hrozbám, které byly zmíněny v předchozích kapitolách a byly i součástí analýzy rizik, se jejich využití jeví jako zvláště vhodné v kombinaci s PSIM systémem.

Pro PSIM systémy jsou CCTV systémy důležitým integračním prvkem a bez nich jsou pracoviště ochuzena o reálný pohled na místo vzniku bezpečnostních událostí. Integrace pod PSIM systém by měla být v nejširším možném rozsahu. K tomu je potřeba zajistit i dostatečnou konektivitu (šířku pásma) mezi jednotlivými CCTV systémy a serverovou částí PSIM systému, což na některých tratích, které jsou často ochuzeny o optické kabely, může být problematické. Důležité je také zmínit, že PSIM systémy nenahrazují CCTV systémy a tedy neumožňují připojení samostatných kamer napřímo. Proto většina výrobců PSIM systémů má ve svém portfoliu i vlastní kamerový systém.

4.3.1.2 Integrace PZTS

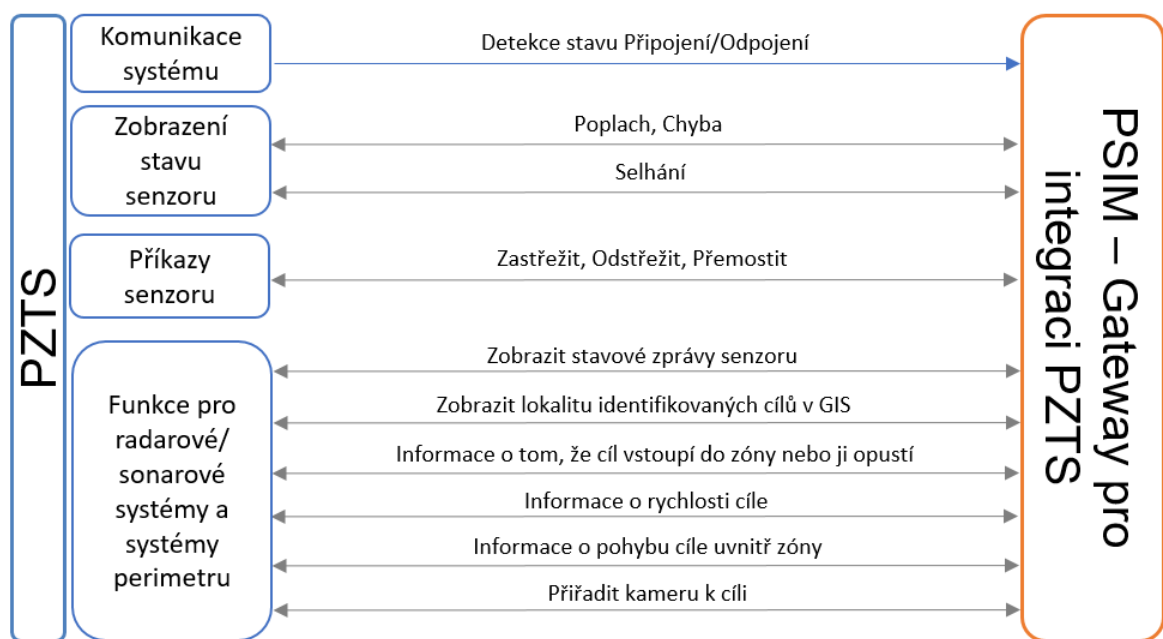
PZTS systémy využívá železnice jako součást zajištění fyzické bezpečnosti vlastních objektů, tedy nádražních budov, budov centrálních dispečinků a administrativních budov. Jelikož už se na železnici přistoupilo k určité míře integrace, využívají se jako koncentrátor různých druhů PZTS ústřední integrační servery Dálkové Diagnostiky Technologických Systémů (dále jen „DDTS“).

V současnosti je v rámci lokálně řízených tratích výpravčím ovládací pracoviště PZTS umístěno u výpravčího. Umožňuje mu tedy řešit situaci, kdy dojde k narušení objektu, nebo v případě potřeby odstřežit konkrétní místnost, například sdělovací místnost s technologií, v případě zásahu servisního technika. V rámci dálkově řízených tratích tuto roli zajišťuje DŽDC

dispečer pomocí nadstavbového pracoviště nad DDTS. Toto nadstavbové pracoviště nedisponuje vazbou na CCTV, ani možností korelací jiných podsystémů, které jsou na toto pracoviště vyvedeny. Jedná se o pracoviště typu DPPC.

V případě modernizovaných tratí, jako je například referenční trať České Budějovice - Černý Kříž, jsou drážní objekty monitorovány kamerami. Integrace PZTS pod PSIM systém by spolu s integrací CCTV umožnila například v případě narušení objektu natočení PTZ kamer na dotčený objekt pro situační přehled obsluhy. Nebo například kontaktovat nejbližšího pracovníka v lokalitě a informovat jej o narušení.

Před samotnou integrací je potřeba analyzovat datové zprávy a funkcionality, které PZTS systémy prostřednictvím DDTS poskytují a je možné je přenést do PSIM systému, viz Obr. 22.



Obr. 22 PZTS - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

V rámci analýzy datových zpráv bylo bráno v úvahu, že v rámci PZTS mohou být připojeny objektové ústředny PZTS, perimetrické nebo radarové/sonarové systémy. Integrované servery DDTS, které byly zmíněny v předchozích odstavcích, představují integraci pro objektové ústředny. Železnice však v současnosti testuje nové možnosti perimetrické ochrany, a to jak na železničních přejezdech, tak z hlediska ochrany perimetru okolo železniční tratě. I tento druh datových zpráv musí být schopen PSIM systém vyhodnotit.

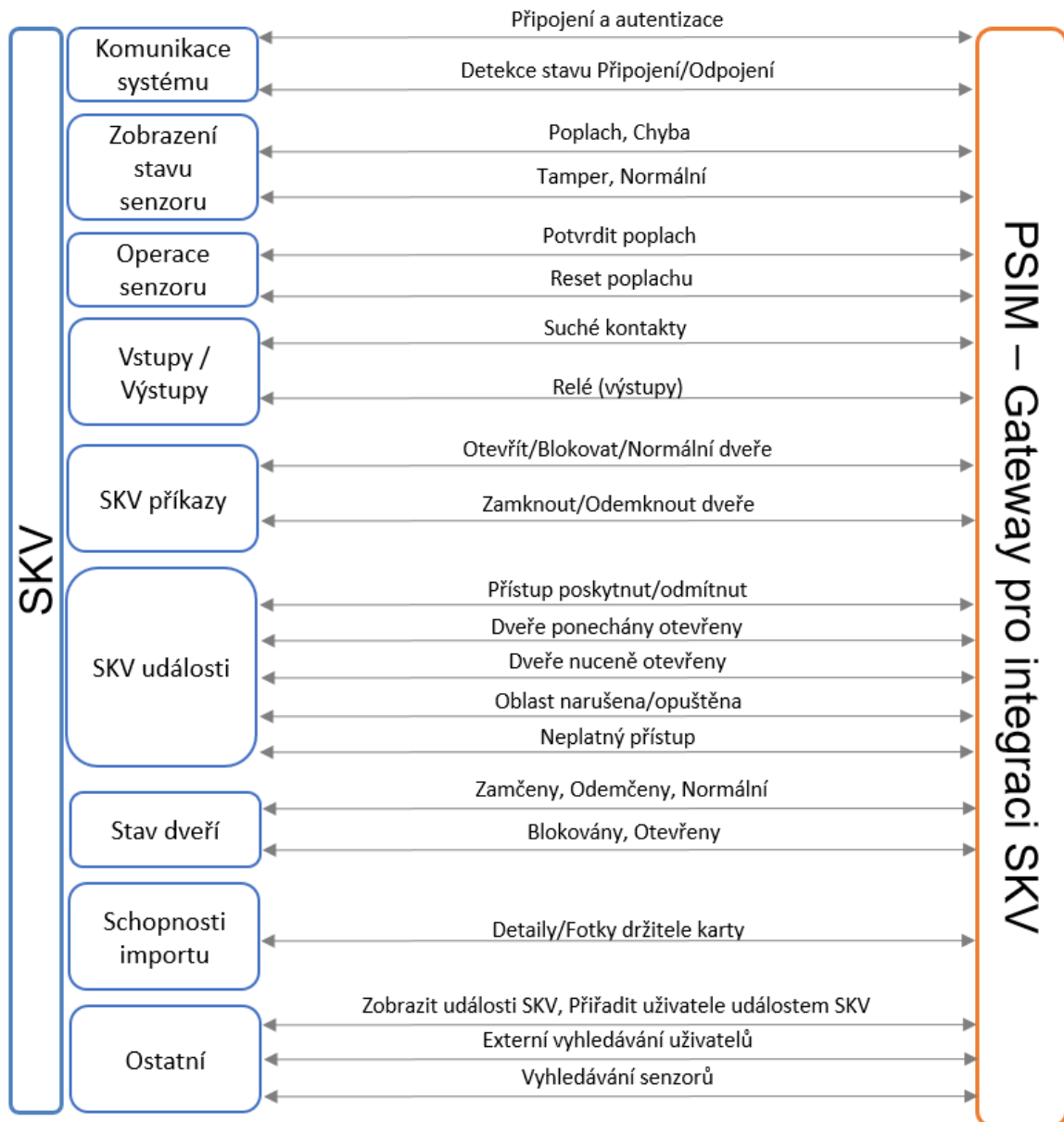
Železnice testuje perimetrickou ochranu ochranného pásma železničních tratí, pod pojmem takzvané „liniové bezpečnosti“. Tento druh perimetrické ochrany zajišťuje pomocí detekčního optického kabelu, který pracuje na bázi analýzy světelného spektra vlnovodu. V případě chvění zemského povrchu dojde ke změně světelného spektra. Díky této technice je perimetrický systém schopen identifikovat narušení perimetru v blízkosti trati. Systém tak umožňuje identifikovat osobu v blízkosti kolejiště nebo překážku na trati a to na konkrétním kilometru tratě. Lze tedy vhodně vyhodnotit, zda v lokalitě například nespadol kus skály, který by znamenal překážku a následně způsobil dopravní nehodu nebo jestli se v kolejišti nepohybuje osoba se sebevražednými úmysly. V kombinaci s možnostmi PSIM systémů je možné, aby PSIM systém tuto situaci vyhodnotil, interpretoval na mapových podkladech a v případě napojení na systém pro zastavení vlaku tak učinil a zastavil vlaky v blízkosti osoby nebo překážky.

Integrací PZTS systémů pod PSIM systém s využitím korelace s jinými podsystémy lze docílit značného zvýšení bezpečnosti v segmentu.

4.3.1.3 Integrace SKV

Systémy kontroly vstupu se v současnosti v objektech železnice vyskytují pouze zřídka v rámci kritických objektů, typu centrálního dispečerského pracoviště, a to zpravidla jen pro některé místnosti v těchto objektech. Vzhledem k tomu, že prostory jsou často společné a pracují zde zaměstnanci různých organizací, je z pohledu železnice obtížné zavádět jednotný systém SKV pro všechny zaměstnance. Z tohoto důvodu a z hlediska finančních investic, se k tomu dosud nepřistoupilo.

Před samotnou integrací je potřeba analyzovat datové zprávy a funkcionality, které SKV systémy poskytují a je možné je přenést do PSIM systému, viz Obr. 23.



Obr. 23 SKV - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

Integrace SKV pod PSIM systémy není pro železnici v současné době stěžejní, ale vzhledem k možnostem systémů SKV a možnosti je zapojit pod komplexní bezpečnostní dispečink se jeví do budoucnosti jako výhodné.

Důležitým aspektem je, že systém PSIM nenahrazuje SKV systém v plném rozsahu, například neumožňuje nahrání přístupových karet a konfiguraci přístupového systému. PSIM je v roli systému pro vyhodnocování událostí v SKV. Například PSIM systém umožňuje vyhodnotit jako incident situaci, kdy se pachatel snaží vyzkoušet větší množství přístupových

karet v rámci konkrétních dveří pro získání přístupu do objektu. Systém může dveře automaticky zablokovat do doby ukončení incidentu, zobrazit obsluze nejbližší kamery nebo záznamy z nich, vyslat do oblasti nejbližšího zaměstnance apod.

4.3.1.4 Integrace EPS

EPS systémy využívá železnice jako součást zajištění požární ochrany vlastních objektů, tedy nádražních budov, budov centrálních dispečinků atd. Systémy EPS mají v případě lokálně řízených tratí výstup u výpravčího. V případě dálkově řízených tratí jsou integrovány pomocí DDTS a jejich výstup je u DŽDC dispečera na DPPC.

Před samotnou integrací do PSIM systému je potřeba analyzovat datové zprávy a funkcionality, které EPS systémy prostřednictvím DDTS poskytují a je možné je přenést do PSIM systému, viz Obr. 24.



Obr. 24 EPS - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

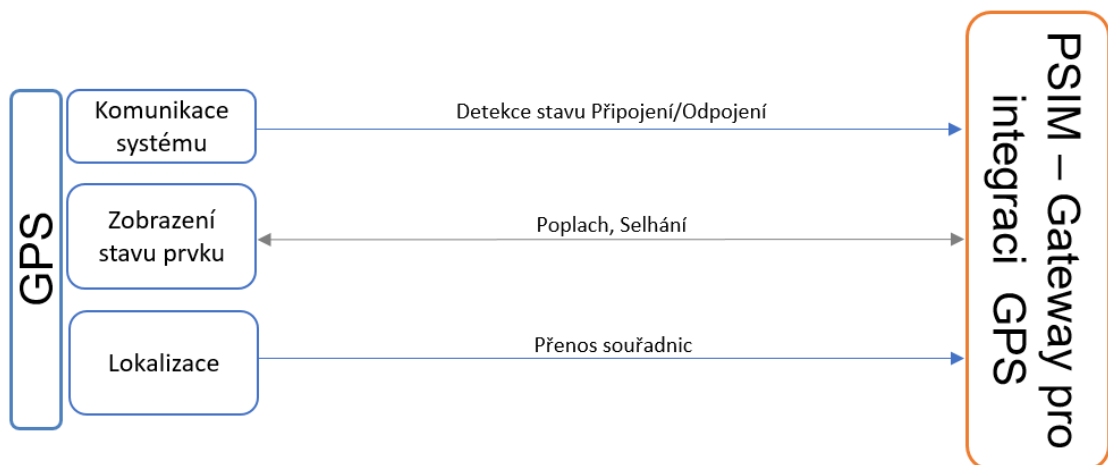
Integrace do PSIM systémů je vhodná hlavně vzhledem k využití možností situačního managementu v případě nastalého požáru. Systém PSIM umožňuje na základě tohoto typu incidentu, tedy poplachu z EPS, iniciovat řadu automatických operací, například odeslat datovou zprávu odpovědnému veliteli zásahu HZS (Hasičský Záchranný Sbor) SŽDC, díky které bude přesně vědět, kde incident nastal a bude schopen vyslat nejbližší požární jednotku. Dále umožňuje spustit řadu souvisejících pracovních postupů, které se mají v rámci této události vykonat, například postup při zajišťování náhradní dopravy, informovat drážní inspekci, vytvořit souhrnný report pro vyšetřování a pojišťovnu apod.

4.3.2 Integrace lokalizačních systémů

Lokalizačními systémy, které byly zmíněny v kapitole 2.2.2.2, v současnosti železnice nevyužívá. Vlastní zaměstnanci nejsou nikterak monitorováni. V rámci PSIM systému lze tedy lokalizaci zaměstnanců zajistit pouze například jejich rozdělením na směny podle lokality, nebo v případě využití mobilních terminálů PSIM systému zavést lokalizaci pomocí GPS. Integrace lokalizačních systémů je pro řešení bezpečnostních událostí pomocí PSIM systému výhodná, jelikož zvyšuje rozhodovací možnosti PSIM systému s ohledem na dostupné síly a prostředky pro řešení konkrétní události.

Na železnici se využívá lokalizace pouze v kontextu s řízením dopravy, kdy tato pracoviště (ať už lokální nebo centrální) potřebují znát polohu vlaku pro postavení a řízení vlakové cesty, případně se zabezpečovací zařízení automaticky rozhoduje na základě polohy vlaku (například zastřežení přejezdu) apod. Lokalizace vlaků je složitá problematika, která probíhá neustálým testováním a vývojem. Nejvyspělejší lokalizace je v současnosti v rámci evropského zabezpečovacího vlakového systému ETCS, což při jeho nasazení přináší sjednocení jak v oblasti zabezpečovacího zařízení, tak z hlediska přesné polohy vlaků.

Pro účely PSIM systému by bylo postačující využití na bázi Globálního družicového polohového systému Global Navigation Satellite System (dále jen „GNSS“), tedy v současnosti technologie GPS. Tento lokalizační systém je pro využití z hlediska zabezpečovacího zařízení s ohledem na přesnost nepřijatelný, ale pro PSIM systém by mohl zajistit efektivní sledování vlaků. V současnosti je využíván na železnici zřídka, proto je implementace lokalizace do PSIM systému diskutabilní. V případě integrace GPS, lze specifikovat datové zprávy a funkcionality, které může GPS systém poskytovat PSIM systému, viz Obr. 25.

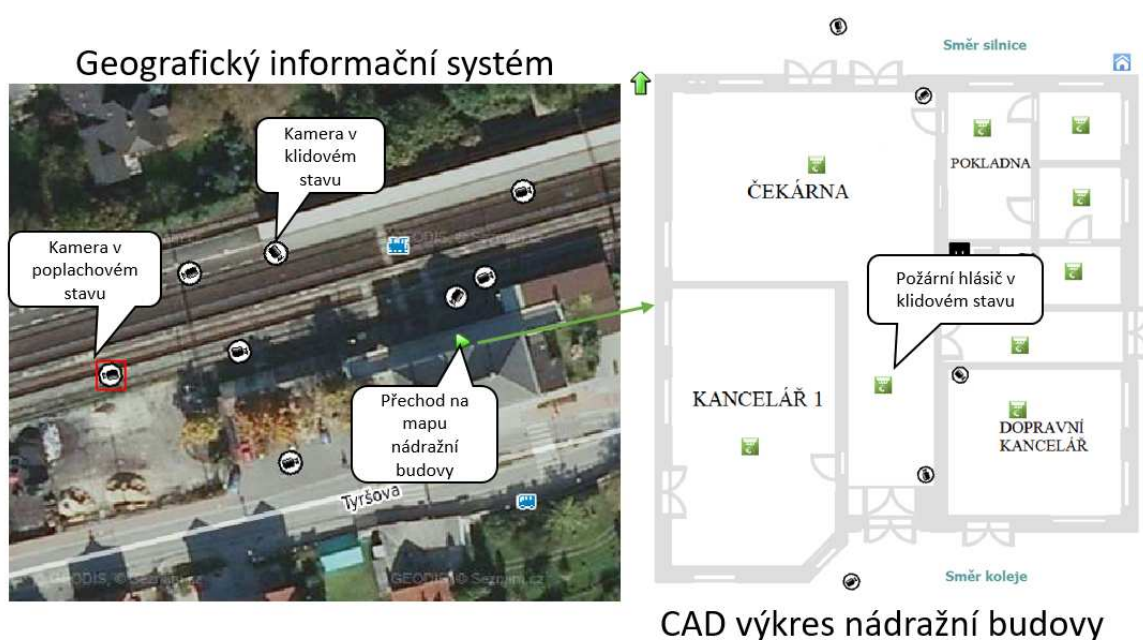


Obr. 25 GPS - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

Informace o poloze vlaku poskytuje obsluze PSIM systému přehled o dopravní situaci na železnici a také umožňuje korelaci polohy vlaku s jinými informacemi z podsystémů, například ve spojení s video analýzou. Například kamera detekuje, že se u nástupiště vyskytuje osoba v prostoru kolejiště, jak je interpretováno na Obr. 31. Koreluje tuto informaci s polohou vlaků v lokalitě a v případě, že se blíží do stanice a je v bezprostřední blízkosti, automaticky zastaví dopravu. V případě, že žádný vlak není v blízkosti, spustí hlášení do rozhlasu o narušení kolejiště a vyšle nejbližšího zaměstnance na místo.

4.3.3 Integrace grafických systémů

Pro řízení železniční dopravy je nejdůležitějším grafickým systémem reliéf kolejiště, který se využívá při řízení dopravy. V případě bezpečnostního pracoviště není reliéf kolejiště stěžejní. Proto pro účely PSIM systému lze využít geografické informační systémy, například ESRI ArcGIS v kombinaci s CAD výkresy objektů. Zmíněné typy GIS mají PSIM systémy již integrované, není tedy potřeba zvláštních rozhraní pro jejich připojení. Příklad vizualizace je zobrazen na Obr. 26.



Obr. 26 Návrh grafického zobrazení PSIM na železnici [vlastní zdroj]

V geografickém informačním systému jsou na vektorových mapách typu CAD umístěny veškeré prvky, kterými PSIM systém disponuje a lze je interpretovat na mapovém podkladu

– senzory připojených podsystémů, otevřené incidenty, skupiny senzorů, uživatelé (lokali-zování pracovníci), vlaky apod. Tyto entity dynamicky mění vzhled podle stavu, ve kterém se právě nacházejí (například v poplachu nebo selhání).

4.3.4 Propojení s databázovými systémy

Železnice pracuje s různými druhy databází v oblasti řízení dopravy. Napojení PSIM sys-tému na současně využívané databáze se jeví jako poměrně komplikovaná úloha. Z hlediska zvýšení bezpečnosti na železnici, by bylo výhodné vzájemně korelovat data mezi databází s převáženým nákladem (včetně nebezpečného nákladu), databází s informací o čísle vlaku a s informací o jeho poloze. Systém PSIM by mohl v případě vniku MU automaticky kon-centrovat data pro záchranné složky a v rámci zajištění bezpečnosti zavést konkrétní opatření v kontextu s převáženým nákladem.

Vzhledem ke složitosti integrace nebudou v rámci funkčního modelu databázové systémy uvažovány.

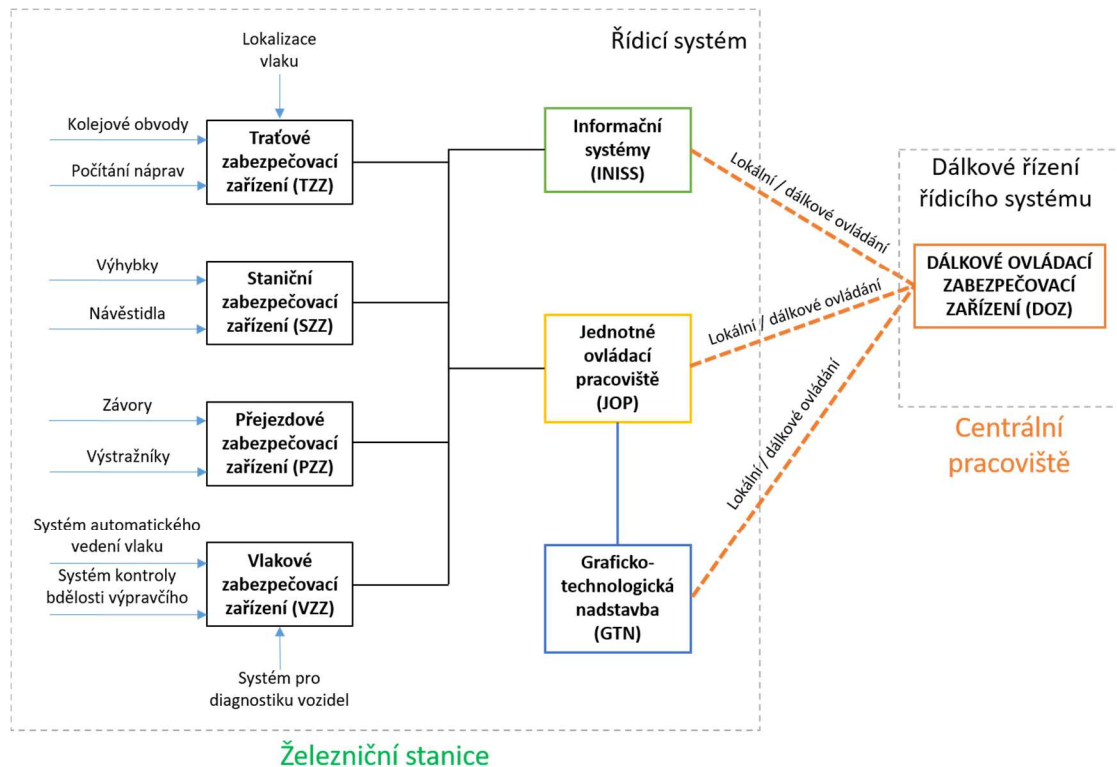
4.3.5 Integrace řídicích a provozních systémů

V této kapitole budou specifikovány řídicí a provozní systémy využívané na železnici, a které by bylo vhodné propojit s PSIM systémem. Řídicí systémy na železnici jsou v součas-nosti autonomní systémy a PSIM systém by v žádném případě neměl do těchto systémů za-sahovat. Vyhodnocování určitých typů zpráv z řídicích systémů PSIM systémem však může přinést zajímavé korelační možnosti s ostatními integrovanými systémy umožňující zvýšení bezpečnosti železnice. Provozní systémy mohou být doplňujícím integračním prvkem PSIM systému a v případě, že přímo nezasahují do řízení dopravy, může být komunikace obou-stranná.

4.3.5.1 Řídicí systémy

Řídicí systémy na železnici lze specifikovat jako soubor prostředků pro zajištění bezpečné a efektivní železniční dopravní cesty. Jedná se o kombinaci jednotného ovládacího pracoviště (dále jen „JOP“) s reliéfem kolejíště, které bývá doplněno o graficko-technologickou nad-stavbu (dále jen „GTN“). Na Obr. 27 jsou ilustrovány nejdůležitější části řídicího systému. Tato koncepce se využívá při modernizaci řízení tratí, kdy v každé železniční stanici je in-

stalována technologie JOP, GTN a INISS s možností na přepnutí na dálkové ovládání v případě centralizovaného řízení, a to jak regionálního, tak z centrálního dispečerského pracoviště.

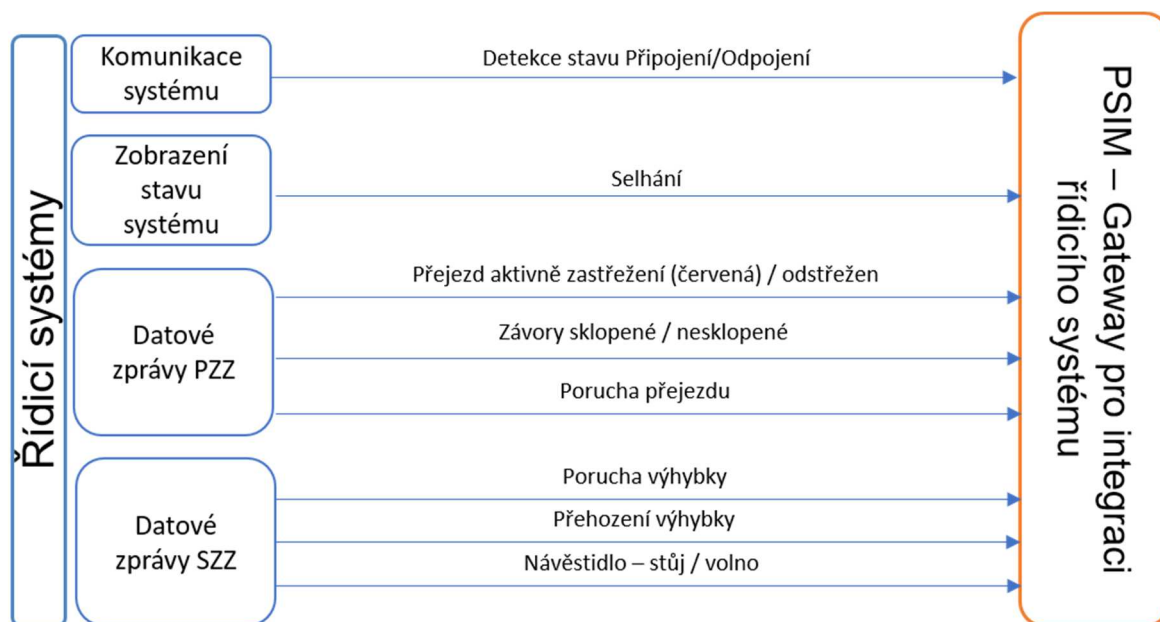


Obr. 27 Moderní řídicí systém železniční dopravy [vlastní zdroj]

Řídicí systémy dle této koncepce zajišťují automatické stavění vlakové cesty. Traťový dispečer (v případě dálkového řízení) nebo výpravčí, tak pouze v systému zadává odkud a kam vlak jede. Řídicí systém automaticky postaví vlakovou cestu. Informace o postavené vlakové cestě se promítnou do informačního systému INISS, který podle toho nastaví informace pro cestující. Například zajistí informace o čase příjezdu a odjezdu vlaku, nástupišti a číslu vlaku pomocí automatizovaného hlášení do rozhlasu nebo vypsání informací na informační tabule. Vzhledem k tomu, že v rámci vlakového zabezpečovacího zařízení je vlak lokalizován, dochází k automatickému ovládní traťového, staničního a přejezdového zabezpečovacího zařízení. V případě, že dochází ke zpoždění vlaku, je tato informace automaticky promítnuta do informačního systému INISS a interpretována na obslužném pracovišti.

U tratí, které dosud neprošly modernizací, se využívá starší typ zabezpečovacího zařízení. Řízení dopravy z větší části závisí na činnosti výpravčího. Bezpečnost takto řízených tratí je značně ovlivněna lidským faktorem.

Moderní řídicí systémy železniční dopravy umožňují celou řadu dalších funkcionalit. Cílem této kapitoly není jejich popis, ale identifikace vhodných datových zpráv, které by mohl tento systém poskytnout PSIM systému pro další zpracování. Specifikace datových zpráv a funkcionalit, které mohou řídicí systémy poskytovat PSIM systému, jsou uvedeny na Obr. 28.



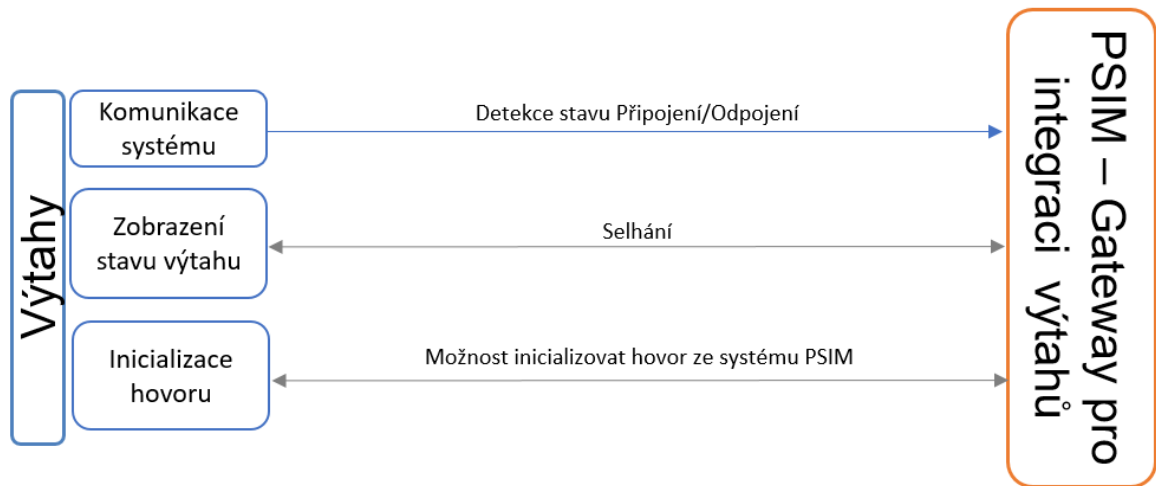
Obr. 28 Řídicí systémy - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

Integrace datových zpráv z řídicích systémů může být značně komplexnější a obsáhlejší. V rámci této kapitoly bylo vybráno pouze několik datových zpráv, na základě kterých by mohl PSIM systém reagovat na různé druhy bezpečnostních událostí, které byly analyzovány na začátku této kapitoly. Díky korelačním možnostem PSIM systému lze predikovat možné poruchové stavy, ověřovat nedodržení příkazů od řídicího systému (například projetí návěstidla na červenou) nebo zmírňovat následky mimořádných událostí. Možné příklady, kde jedním zdrojem korelovaných zpráv jsou datové zprávy z řídicích systémů, jsou uvedeny v kapitole 5.1 a v kapitole 5.2.

4.3.5.2 Provozní systémy

Provozní systémy vhodné pro integraci pod PSIM systém jsou výtahy a systémy pro elektrické osvětlení železničních stanic a zastávek. Výstupy z ostatních systémů, které lze považovat také za provozní typu elektrický ohřev výměn, elektrická předtápěcí zařízení, indikátory horkoběžnosti a plochých kol, systémy pro odečet elektrické energie a systémy v budovách jsou z hlediska jejich řízení a správy určena pro jiná pracoviště. Z toho důvodu nejsou v rámci této kapitoly blíže analyzovány.

Specifikace datových zpráv a funkcionalit, které mohou výtahy poskytovat PSIM systému, jsou uvedeny na Obr. 29. Integrace výtahů je možná prostřednictvím DDTS koncentrátorů.



Obr. 29 Výtahy - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

Integrace výtahů umožňuje obsluhu řešit jejich poruchy. Jelikož jsou výtahy vybaveny telefonní linkou s přímou volbou na pracoviště výpravčího nebo dispečera, lze v případě, že je PSIM systém napojen na telefonní ústřednu (má integrované komunikační prostředky), zobrazit na mapových podkladech, z jakého výtahu hovor přichází. Stejně tak lze na tento výtah uskutečnit hovor. Tyto funkcionality se využijí v případě, že dojde k poruše výtahu nebo přerušení elektrické energie výtahu a obsluha PSIM systému se potřebuje spojit s osobami ve výtahu, případně pokud přijde z výtahu nouzové volání.

Integrace systémů pro elektrické osvětlení železničních stanic a zastávek je možná prostřednictvím DDTS serveru. Jedná se o jednoduchý systém, který poskytuje datové zprávy ve formě „osvětlení zapnuto/vypnuto“, případně poruchové zprávy. Výhodou integrace se systémy pro elektrické osvětlení železničních stanic a zastávek je kromě detekce poruch v tomto systému, možnost v PSIM systému pravidelně nastavovat zapínání a vypínání osvětlení v jednotlivých železničních stanicích a zastávkách nebo případně zapnout osvětlení v případě mimořádné události nebo za účelem odrazení pachatele.

Z hlediska provozních systémů se na železnici zavádí takzvané kontrolně analytické centrum, které slouží jako koncentrátor videa, nahraných hovorů a různých druhů logů z technologií. V současnosti je tento projekt ve fázi realizace a není úplně jasné, v jaké roli bude v konečné fázi využit. Lze ale uvažovat o připojení tohoto centra jako zdroje informací pro PSIM.

4.3.6 Propojení s podnikovými systémy

Jako hlavní podnikový systém v prostředí železnice lze považovat informační systém operativního řízení (dále jen „ISOŘ“). Jedná se o informační systém pro operativní řízení, který je společný pro zaměstnance SŽDC (včetně HZS) i pro dopravce. Informační systém disponuje ve svém rozsahu s komplexní databází zaměstnanců, proto by mohl být databázovým prostředkem pro poskytnutí informací o uživateli pro PSIM systém. Pro integraci s podnikovým systémem ISOŘ by musela být evidence v tomto systému na bázi Active Directory, na kterou je možné PSIM systém napojit. Současná verze ISOŘ tuto funkcionalitu nepodporuje, proto nebude ISOŘ zahrnut do funkčního modelu, ale bude se uvažovat, že databáze uživatelů bude naplněna manuálně do vlastní databáze PSIM.

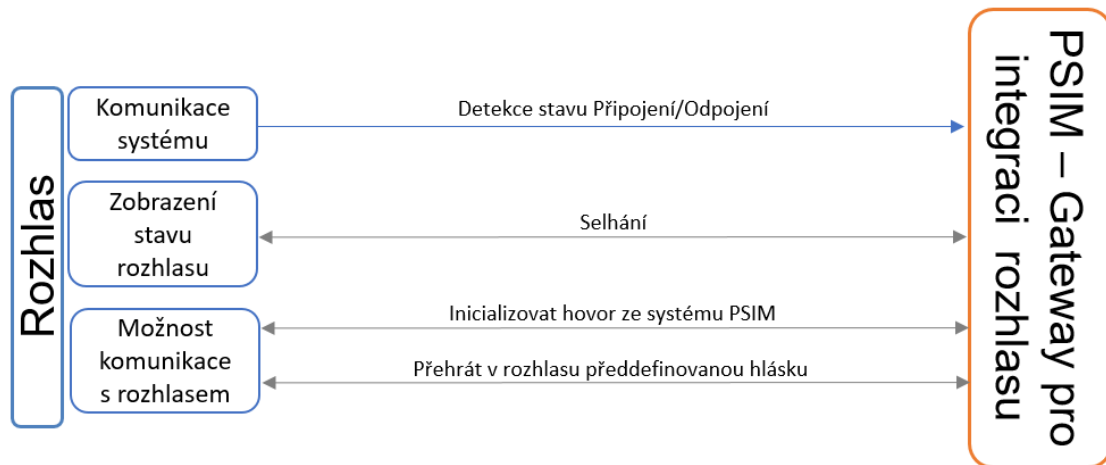
Pro řešení poruch na technologiích a jiných servisních požadavků je vhodné propojit PSIM systém s podnikovým systémem Service desk společnosti ČD-Telematika, která v současnosti SŽDC zajišťuje servis technologií v nejširším rozsahu. Výhoda by spočívala při řešení poruchy, kdy by PSIM systém umožňoval zaslat do podnikového Service desku veškeré známé informace o poruše a sledoval by průběh řešení v Service desku servisní organizace. Umožnil by sledování plnění parametrů dle nastaveného SLA a mohl by zpětně zanést informace o řešení poruch do reportů systému PSIM.

4.3.7 Integrace komunikačních systémů

Z komunikačních systémů, které je možné integrovat pod PSIM systémy a byly zmíněny v kapitole 2.2.2.7, v současnosti železnice využívá rozhlas a dispečerské terminály nebo IP telefony.

4.3.7.1 Integrace rozhlasu

V každé železniční stanici jsou instalovány rozhlas, pomocí kterých jsou cestující informováni o příjezdu a odjezdu vlaků. Jedná se o automatické hlášení, které je zajištěno pomocí systému INISS. Paralelně mohou do rozhlasu hlásit napřímo výpravčí, dispečeri a operátoři pomocí dispečerských terminálů nebo IP telefonů. Vzhledem k možným bezpečnostním událostem by bylo výhodné mít možnost přehrávat předdefinované hlásky v rozhlasu i pomocí PSIM systému a zároveň mít možnost detekovat poruchu této technologie. Pro připojení rozhlasu je nutné vytvořit komunikační rozhraní. Datové zprávy a funkcionality, které by měly být součástí integrace PSIM systému s rozhlasem, jsou uvedeny na Obr. 30.



Obr. 30 Rozhlas - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]

Rozhlas může být využit pro informování cestujících o incidentu v lokalitě. Toto hlášení může PSIM systém iniciovat automaticky (bez zásahu obsluhy) v okamžiku, kdy vznikne určitý typ bezpečnostní události v lokalitě.

4.3.7.2 Integrace dispečerského terminálu / IP telefonu

Integrace hlasových služeb prostřednictvím dispečerského terminálu nebo IP telefonu rozšiřuje možnosti PSIM systému. V současnosti je každé pracoviště výpravčího vybaveno IP telefonem nebo dispečerským terminálem. Propojení PSIM systému s hlasovou komunikací má výhodu v tom, že hovor může být inicializován přímo z PSIM systému bez nutnosti vytáčet manuálně telefonní číslo. PSIM systém může například v rámci řešení konkrétního incidentu, například poruchy na technologii, vyhledat ve své databázi nejbližšího servisního pracovníka a obsluhu jej automaticky vytočit. Tato funkcionality platí jak pro IP telefon, tak pro dispečerské terminály.

Dispečerské terminály jsou instalovány na veškerých větších pracovištích a disponují řadou integrovaných komunikačních technologií. Mezi speciální drážní komunikační technologie integrované pod dispečerské terminály lze řadit místní rádiovou síť (dále jen „MRS“), TRS a Global System for Mobile Communications – Railway (dále jen „GSM-R“). MRS je využívána pro komunikaci s pracovníky, kteří vykonávají posun ve stanici. TRS a GSM-R se využívá pro komunikaci se strojvůdci.

Výhodou technologie TRS a GSM-R je, že umožňují funkcionality STOP, pomocí které je možné dálkově zastavit vlak bez zásahu strojvůdce. V současnosti smí pomocí této funkcionality zastavit vlak výpravčí v případě lokálně ovládané stanice, nebo dispečer v případě

dálkového řízení. Pokud by byl PSIM systém propojen s dispečerským terminálem, bylo by možné iniciovat zastavení vlaku ve formě automatického vytočení speciálního hovoru pro funkcionalitu STOP. PSIM systém by tak v určitých případech mohl nahradit manuální činnost, kterou dispečer nebo výpravčí vykonává až po zjištění situace. Došlo by ke zkrácení času, který bývá v těchto případech kritickým faktorem. PSIM systém by tak zasahoval do řízení dopravy. Tento návrh by musel být hlouběji se SŽDC diskutován, testován a následně by muselo dojít ke změně v legislativě a vnitřních směrnicích organizace, který by automatický zásah do řízení dopravy systému PSIM umožňoval.

Výhodou integrace IP telefonu nebo dispečerského terminálu do PSIM systému je, že nevyžaduje žádné speciální rozhraní. Většina PSIM systémů poskytuje integraci pomocí Session Initiation Protocol (dále jen „SIP“) protokolu, který využívají jak IP telefony, tak dispečerské terminály. PSIM systém se pak chová jako paralelní telefonní linka.

4.4 Návrh rozšíření o video analýzu

Železnice disponuje širokou škálou technologií, pomocí kterých zajišťuje provozuschopnost, bezpečnost a služby cestujícím. Dnešní doba však přináší řadu nových hrozeb, na které je nutné reagovat, což bylo diskutováno v teoretické části a potvrdila to i analýza na začátku této kapitoly. Na současné hrozby reaguje i výzkum a vývoj v oblasti nových bezpečnostních technologií a přináší zajímavé možnosti, které mohou zvýšit odolnost v různých oblastech.

V této kapitole je vyjmenováno několik moderních technologií, které v současnosti železnice nevyužívá, a které by ve spojení s PSIM systémy pomohly reagovat na současné bezpečnostní hrozby a provozní problémy, se kterými se železnice potýká.

Pomocí video analýzy lze zajistit včasnější detekci při nastalé bezpečnostní události nebo dokonce událost predikovat (tedy jí předcházet). PSIM systém není určen proto, aby prováděl video analýzu, ale účinně ji vyhodnocoval. Samotnou analýzu zajišťují kamerové systémy nebo přímo kamery. Speciální video-analytické nástroje poskytují PSIM systémům další škálu informací, se kterými mohou pracovat, a dle kterých mohou řídit různé situace.

Nemusí se jednat pouze o bezpečnostní incident, kdy dojde například k narušení perimetru, ale i pro řešení běžných činností. Například pokud počet osob na nástupišti přesáhne určitou kapacitu (udávaná například v procentech), systém dá příkaz pro zvýšení frekvence vlakových spojů. Na Obr. 31 je příklad video detekce, kdy jedna kamera snímající nástupiště analyzuje jak přelidnění, tak narušení perimetru.



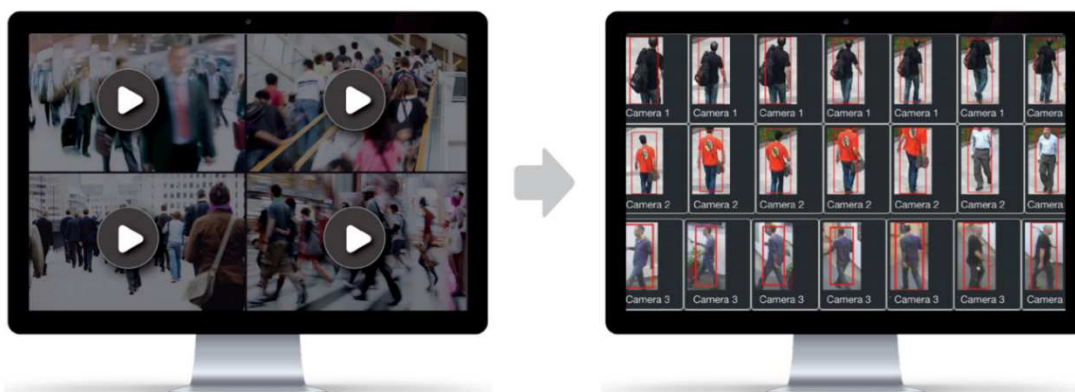
Obr. 31 Řešení několika událostí v rámci video detekce na jedné kameře [vlastní zdroj]

Dalším typem video analýzy, která by v případě propojení s PSIM systémem zvýšila bezpečnost na železnici, je detekce opuštěných zavazadel, viz Obr. 32. Díky této video analýze je možné detekovat opuštěné zavazadlo, informovat o tom obsluhu PSIM systému a během několika vteřin zjistit původ zavazadla. Na základě této informace se může obsluha rozhodnout, zda došlo k incidentu nebo nikoliv a podle toho vyvolat příčinný druh incidentu.



Obr. 32 Detekce opuštěného zavazadla [vlastní zdroj]

Dalším specifickým nástrojem, pracujícím na bázi video analýzy, je hledání ztracených nebo podezřelých osob, které nabízí ve svém portfoliu společnost Qognify. Tento produkt umožňuje online vyhledávání osob na základě importované fotografie nebo popisu osoby (postačuje znalost druhu oblečení a jeho barvy). Systém prohledá záznamy z video kamer a vyfiltruje 95 % irelevantních obrázků a zobrazí obsluze nalezené záznamy, viz Obr. 33. [54]

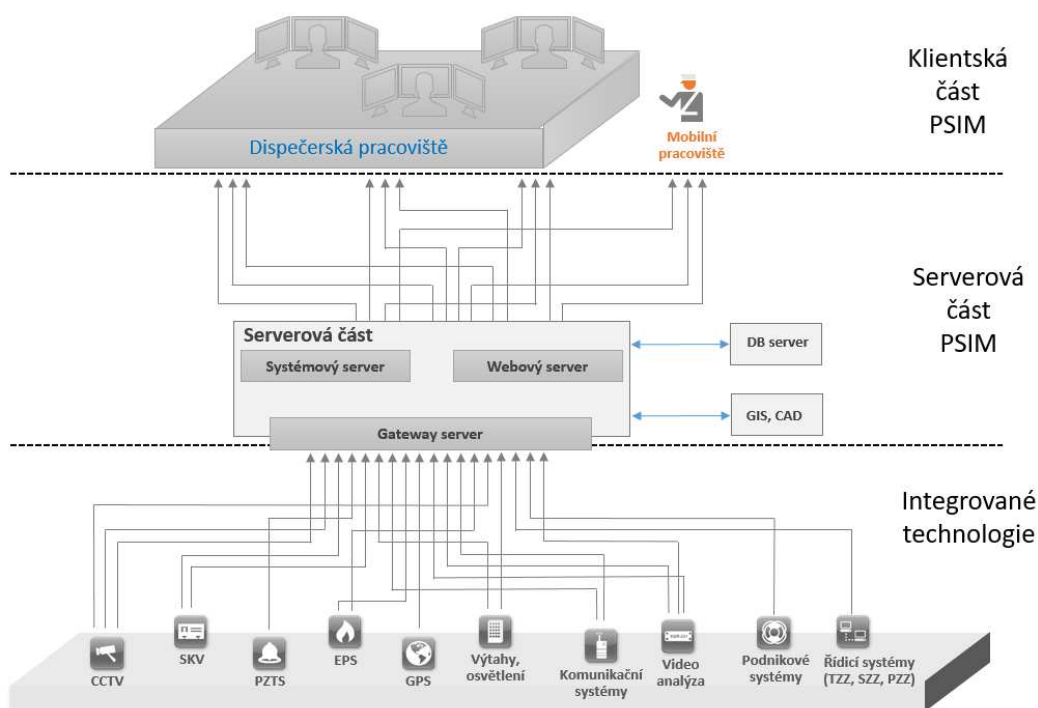


Obr. 33 Vyhledávání ztracených a podezřelých osob [54]

Obsluha označí relevantní výsledky, na základě kterých pak systém zobrazí odpovídající záznamy z kamer. Tím, že systém umožňuje využití všech možných prostředků PSIM, je možné efektivně interpretovat tyto výsledky. Tedy zobrazit trajektorii osoby v čase přehledně na mapových podkladech geografického informačního systému.

4.5 Návrh funkčního modelu implementace

Návrh technologií vhodných k integraci včetně datových zpráv, se kterými by PSIM systém měl pracovat, byl navržen v kapitole 4.3. Ilustrace funkčního modelu jejich implementace je uvedena na Obr. 34.



Obr. 34 PSIM – Návrh integrovaných technologií [vlastní zdroj]

Jednotlivé technologie jsou integrované pomocí softwarových rozhraní, která má výrobce PSIM k dispozici, anebo která jsou nutné speciálně pro českou železnici vyvinout (například rozhraní pro řídicí systémy). Jednotlivé balíčky softwarových rozhraní musí být nainstalovány na gateway serveru a musí být zajištěna síťová komunikace s jednotlivými podsystémy. Tím je zajištěna datová komunikace mezi serverovou částí PSIM systému a technologiemi. V rámci systémového serveru probíhá i korelace mezi jednotlivými datovými zprávami přicházejícími přes gateway server a je s nimi zajištěna obousměrná komunikace (vyjma řídicích systémů). Součástí serverové části je propojení na vlastní databázový server a geografický informační systém, případně jiný mapový server.

Klientská část PSIM systému interpretuje veškeré výstupy na konkrétních pracovištích dle konfigurace systému. Pracoviště mohou být ve formě pevného klienta, který se používá na pevných pracovištích bezpečnostních dispečinků, webového klienta jako součástí jiné technologie (například dispečerského terminálu) nebo ve formě webové mobilní aplikace pro mobilní zařízení typu chytrý telefon, Personal Digital Assistant (dále jen „PDA“) apod. Webové služby zajišťuje webový server, který je součástí serverové části PSIM. Vhodná klientská pracoviště pro železnici lze posuzovat až podle hierarchického rozložení pracovišť v segmentu.

4.5.1 Návrh hierarchického uspořádání pracovišť

Cílem železnice by mělo být vytvoření bezpečnostních pracovišť napříč celou ČR, aby došlo k efektivnímu řízení bezpečnosti na všech řízených tratích. Z toho hlediska lze uvažovat hierarchické schéma, které je zavedené u řízení dopravy.

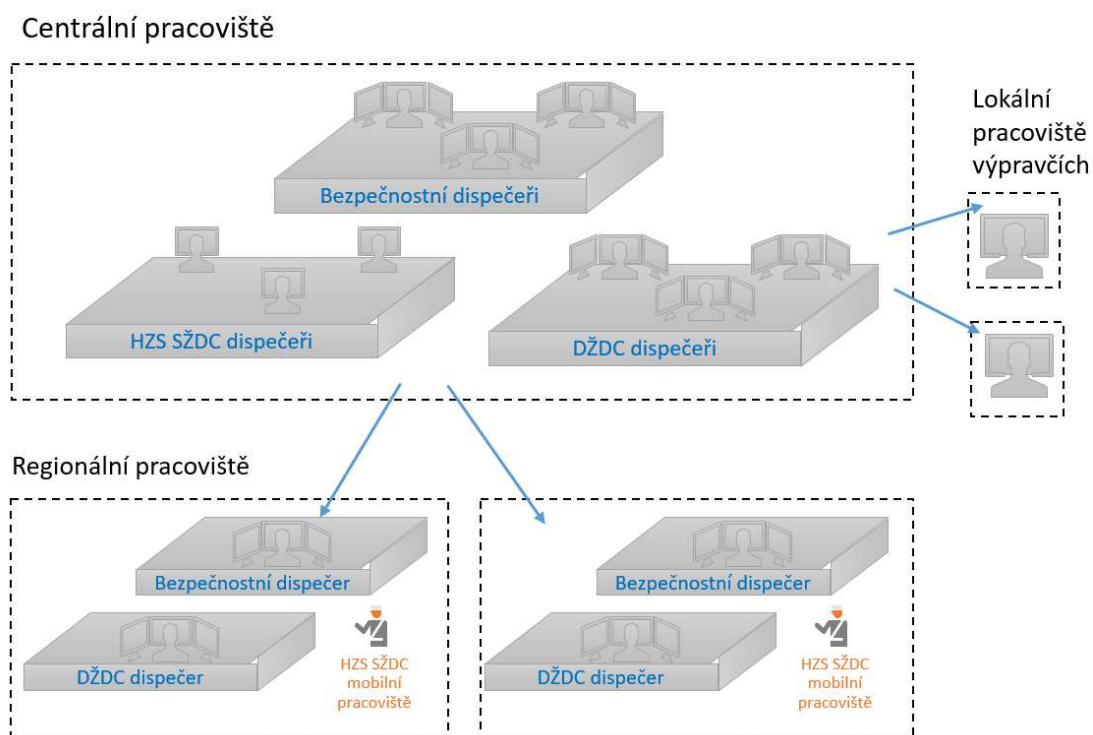
Na základě analýz a teoretických zjištění by uživatelem PSIM systému měla být organizace SŽDC. Pro ostatní složky, jako jsou dopravci a drážní inspekce, by bylo dostačující dostávat pravidelné reporty z bezpečnostního pracoviště SŽDC.

V rámci SŽDC je řízení MU poměrně komplikované z hlediska rozdělení kompetencí, které bylo detailně analyzováno v kapitole 3.3.1. Ideálním řešením je, aby tyto události vždy řídil bezpečnostní dispečer. Odpovědní pracovníci za řízení dopravy (výpravčí, traťoví dispečeri) a další zájmové skupiny, tedy provozní a ústřední dispečeri mohou mít možnost zasahovat do řízení incidentů a mohou být o všem informováni, ale mělo by se jednat pro ně o okrajovou činnost. Jelikož je většina pracovišť pracovníků řízení dopravy vybavena dispečerskými

terminály, je možné, aby klientské pracoviště PSIM bylo jejich součástí ve formě jednoduchého webového klienta.

Řešení poruch a fyzické bezpečnosti má na starosti u centrálního řízení a odbočných tratí u regionálního řízení DŽDC dispečer (též nazývaný jako dispečer infrastruktury). U lokálního řízení pak výpravčí. Toto hierarchické uspořádání by mělo být zachováno s tím, že dosud při vzniku MU přebíral činnost pracovníků právě DŽDC dispečer. V případě vytvoření bezpečnostního dispečinku by tuto funkci měl zastávat bezpečnostní dispečer. U lokálně řízených tratí, které nejsou zahrnuty pod centralizované řízení, není vhodné PSIM systém zavádět a to i vzhledem k nedostatečně zajištěné infrastruktuře.

Funkce bezpečnostního dispečinku v současnosti na SŽDC není a bylo by vhodné ji vytvořit. Z výše uvedeného popisu lze odvodit vhodné hierarchické uspořádání pracovišť PSIM systému na železnici, viz Obr. 35.



Obr. 35 Návrh hierarchického uspořádání pracovišť [vlastní zdroj]

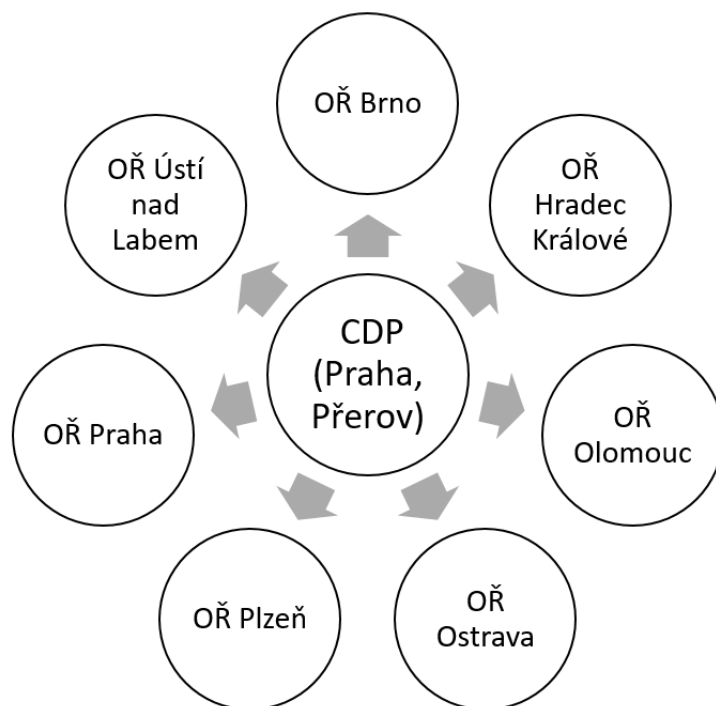
Hierarchie by měla být rozdělena na centrální dispečink, regionální dispečink a lokální pracoviště výpravčího (v případě centralizovaného řízení trati). V rámci centrálního pracoviště je uvažováno i začlenění dispečera HZS SŽDC. Tento dispečer by mohl mít jednoduché pracoviště PSIM s výstupem na jednom monitoru. Na centrálním bezpečnostním dispečinku

se jeví jeho umístění jako strategické. V rámci regionálního dispečinku by mohlo toto pracoviště být mobilní.

Vhodné by bylo společné umístění s dispečinkem IZS a dopravců a propojení PSIM systému s jejich informačními systémy, který by zvýšil efektivnost a rychlost řízení mimořádných událostí. Tato varianta je však z hlediska zavedení natolik komplikovaná a v současnosti nereálná, že v rámci této práce nebude tato varianta blíže diskutována.

Z hlediska hierarchického uspořádání komunikace v PSIM systému by byla využita globální varianta, která byla diskutována v teoretické části, komunikace viz Obr. 9. Vzhledem k centralizovanému v řízení tratí je tato varianta jediná možná. Při centralizovaném řízení provozu je možné kdykoliv, v případě nutnosti, přepnout režim provozu z centralizovaného řízení na lokální řízení. V případě, že dojde k přepnutí na lokální ovládání, řídí dopravu lokální výpravčí. Stejným způsobem musí fungovat řízení bezpečnosti. Proto je vhodné, aby v rámci takto řízených tratí byl součástí dispečerského terminálu u výpravčího jednoduchý webový klient PSIM systému.

Z pohledu celé ČR lze navrhnout hierarchii bezpečnostních pracovišť tak, jak je uvedeno na Obr. 36.



Obr. 36 Hierarchie bezpečnostních pracovišť v ČR

[vlastní zdroj]

Centrální bezpečnostní pracoviště budou umístěna na dvou CDP v Praze a v Přerově. Regionální pracoviště budou v rámci oblastních ředitelství (dále jen „OR“) v jednotlivých regionech. CDP pracoviště budou vzájemně zastupitelná v případě výpadku jednoho dispečinku. Zastupitelnost lze vytvářet i na regionální úrovni.

Navržená hierarchie je uvedena z pohledu efektivního řízení bezpečnosti PSIM systémem, v případě reálného nasazení je nutné provést cvičná pracoviště, kde budou postupně jednotlivé kroky důkladně otestovány a uzpůsobeny aktuálním potřebám SŽDC.

4.5.2 Návrh rozložení klientských pracovišť

Pro bezpečnostního dispečera a DŽDC dispečera na jednotlivých pracovištích je vhodné využít rozložení klientského pracoviště na třech monitorech. Na jednom monitoru mapové podklady ve formě geografického informačního systému, na druhém výstupy z CCTV a monitor pro správu incidentů. Společně pro jeden sál je vhodné umístit video stěnu. Na video stěně pak umístit výstupy z kamer, které se týkají jednotlivě řízených tratí.

Pracoviště HZS SŽDC by mělo mít pouze jeden monitor se záložkami GIS, CCTV a správa incidentů, jelikož se pro toto pracoviště jedná o doplňující systém.

Řídicí pracovníci (výpravčí, dispečeri) by měli mít klientské pracoviště PSIM v rámci jiného systému. Nejvhodnější je dispečerský IP terminál, který umožňuje zobrazení vzdálené plochy nebo spuštění webového klienta. Tento klient by měl být jednoduchý a zobrazovat pouze informace o MU, udělovat pracovní instrukce a měl by umožňovat řídicímu pracovníku MU ohlásit.

4.5.3 Typy odbavovaných bezpečnostních událostí dle navržených rolí

Z hlediska odbavování bezpečnostních událostí by měl bezpečnostní dispečer mít na starosti nejzávažnější události a měl by být aktivně podporován DŽDC dispečerem. Bezpečnostní dispečer by primárně měl řešit MU a incidenty, týkající se jak ohrožení bezpečnosti provozu, tak zajištění fyzické bezpečnosti. Bezpečnostní dispečer by měl řídit bezpečnostní událost a zajišťovat veškerou kooperaci s IZS, HZS SŽDC, drážní inspekcí, dopravci a zaměstnanci SŽDC. Dále by měl generovat statistiky a souhrnné reporty například pro odbor krizového řízení a odbor strategie SŽDC.

DŽDC dispečer by měl mít na starosti rutinní činnosti, tvorbu reportu, vytváření formulářů a podkladů při řešení bezpečnostních událostí, zajišťovat nutnou běžnou administrativu a

z hlediska bezpečnostních událostí by měl řešit převážně poruchy infrastruktury a technologií včetně řízení kontinuity činností s vazbou na Service desk servisní organizace. Dále by měl zajišťovat činnosti spojené s fyzickou bezpečností zmiňované v kapitole 3.3.3 a řízení anomálií zmiňované v kapitole 3.3.4.

Pracoviště HZS SŽDC by mělo primárně odbavovat veškeré bezpečnostní události týkající se zajištění požární ochrany a aktivně se podílet na řešení všech MU, kde je nutný zásah IZS.

4.6 Shrnutí návrhu nasazení PSIM, přínosy a úskalí

Návrh nasazení PSIM systému vyplývá z poznatků současného řízení železniční dopravy v ČR. Primárním uživatelem PSIM systému by mělo být SŽDC, jelikož se jedná o stěžejní organizaci při zajišťování bezpečnosti a provozuschopnosti železnice.

Největším přínosem PSIM systému je jejich flexibilita a možnosti uzpůsobení pro poměrně komplikované prostředí železnice. Z hlediska centralizovaného řízení nelze uvažovat jiné druhy nadstavbových bezpečnostních systému, než kategorie PSIM.

Největším úskalím je v současné době roztržitost kompetencí, týkajících se zajišťování bezpečnosti na železnici mezi řídicí pracovníky. Vytvoření bezpečnostního dispečinku s PSIM systémem by vyžadovalo změnu řady předpisů, což je v podmínkách SŽDC proces na delší časový horizont.

5 PŘÍKLADY PRAKTICKÉHO VYUŽITÍ PSIM NA ŽELEZNICI

Účelem této kapitoly není popisovat odbavování běžných bezpečnostní událostí v systému PSIM, ale uvést několik specifických příkladů praktického využití PSIM systému na železnici s vazbou na výsledky z předchozí kapitoly.

KARS analýza v předchozí kapitole identifikovala jako nejzávažnější hrozby dopravní nehody, pochybení osoby třetí strany (například řidiče), pochybení zaměstnance železnice (například strojvůdce nebo výpravčího), a dále mechanickou závadu a technickou poruchu. Tento aspekt potvrdila i analýza mimořádných událostí z posledních let. Proto je i přes vyspělost současně nasazených technologií a zabezpečovacích zařízení nutné neustále zavádět nová bezpečnostní opatření a kontrolní mechanismy. V rámci zřízení bezpečnostního dispečinku s PSIM systémem je možné na tyto hrozby reagovat.

První příklad demonstruje, že PSIM systém umožňuje vytvářet kontrolní mechanismy i v rámci běžného řízení dopravy, čili kontrolovat činnost výpravčích nebo dispečerů, zda dodržují předpisy.

Vzhledem k tomu, že několik vážných nehod bylo způsobeno ignorováním návěstidla ve stavu „STŮJ“ strojvůdcem ve stanici, je v rámci této kapitoly uveden příklad, který by vytvořil kontrolní mechanismus, jež by v případě pochybení strojvůdce zastavil provoz na trati.

Dalším významným problémem jsou nehody na železničních přejezdech. Tyto nehody téměř vždy způsobují řidiči. Při analýze MU bylo zjištěno, že řidiči způsobili téměř 29 % ze všech analyzovaných MU. Ve většině případů bohužel nelze MU úplně zabránit, avšak včasnou automatickou reakcí by PSIM systém mohl pomoc zmírnit dopad těchto nehod. Také by mohl pomoc zajistit důkazní materiály, které by vedly k potrestání neukázněných řidičů, kteří projíždí přejezdy na červenou. V rámci tohoto příkladu je cílem demonstrovat korelační možnosti systému PSIM i v rámci takto složitých problematik a vystihnout význam možné integrace se systémem přejezdového zabezpečovacího zařízení.

Systém PSIM může na základě analýzy dat z podsystémů predikovat různé druhy technických poruch nebo závad. Předposlední příklad uvedený v této kapitole je netradiční a týká se predikce poruch výhybky, jejichž nefunkčnost může způsobit zpoždění nebo dokonce MU.

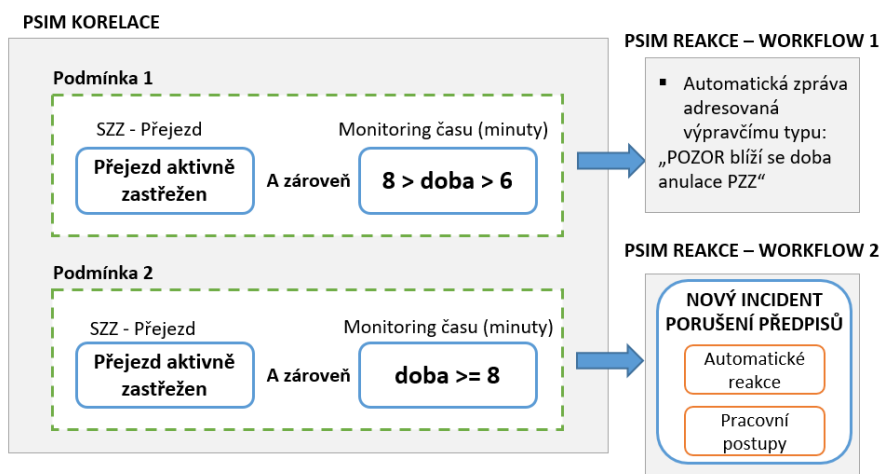
Poslední příklad této kapitoly je specifický tím, že vzniku bezpečnostní události nepředchází aktivita žádného z integrovaných podsystémů (například příchozí poplach od senzoru), ale

bezpečnostní událost je nahlášena telefonicky. Obsluha PSIM systému vybere z knihy procedur tu správnou a postupuje dle uvedených instrukcí. Tímto způsobem lze implementovat veškeré papírové pracovní postupy, které se v současnosti využívají.

Veškeré uvedené příklady uvažují využití datových zpráv, které byly analyzovány a specifikovány v kapitole 4.3.

5.1 Příklad kontroly dodržování předpisů zaměstnanců

Jednoduchým příkladem, kdy PSIM systém může kontrolovat dodržování předpisů řídicích pracovníků (tedy výpravčích nebo dispečerů) je kontrola překročení mezní doby anulace u přejezdového zabezpečovacího zařízení (dále jen „PZZ“). Řídicí pracovník má povinnost zajistit, aby železniční přejezd nebyl zastřežen déle než 8 minut. Tato povinnost vyplývá z předpisu D1 - Dopravní a návěstní předpis [48]. Jedná se o limit, který byl stanoven proto, že pokud je doba delší, tak účastníci silničního provozu nabývají dojmu, že je PZZ v poruše a ignorují tuto výstrahu a vystavují obrovskému nebezpečí jak sebe, tak účastníky železniční dopravy. Kontrolní mechanismus v PSIM systému by mohl být nastaven dle ilustrace na Obr. 37., kdy systém PSIM monitoruje, jak dlouho na přejezdu svítí červená (přejezd aktivně zastřežen).



Obr. 37 PSIM – kontrola činnosti řídicího pracovníka [vlastní zdroj]

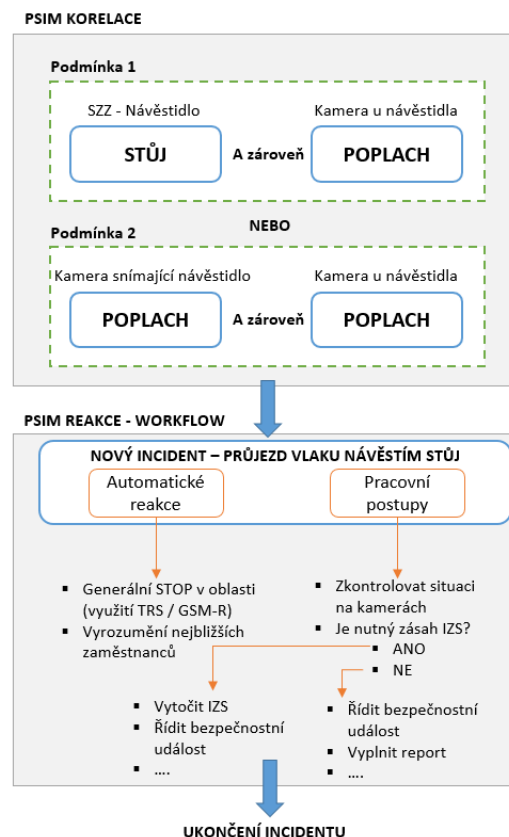
Aby systém zareagoval, musí být splněna Podmínka 1 nebo Podmínka 2. Podmínka 1 je splněna pokud je přejezd aktivně zastřežen (svítí červená) po dobu delší než 6 minut a kratší než 8 minut. Pokud tato podmínka nastane, systém PSIM vyvolá workflow 1, které vytvoří automatické upozornění řídicímu pracovníkovi, aby mohl na situaci reagovat (například for-

mou SMS nebo zobrazením výstrahy na dispečerském terminálu). Pokud na situaci nereaguje, dojde ke splnění Podmínky 2, čili doba zastřežení přejezdu bude delší než 8 minut. To už je klasifikováno jako porušení předpisů a systém reaguje pomocí workflow 2 a vytváří nový incident. Tento incident pak může být interpretován bezpečnostnímu dispečerovi a vyvolat další automatické reakce a přiřadit patřičné pracovní postupy.

Výše uvedený příklad může sloužit i jako globální monitoring, který bude sledovat, u kterých typů přejezdů dochází k zastřežení delšímu, než je dovoleno a kde tedy může vznikat situace, že účastníci silničního provozu se budou vystavovat možné újmě.

5.2 Příklad kontroly projetí vlaku návěstidlem zakazující jízdu

Příčinou některých dopravních nehod je projetí vlaku návěstidlem, které zakazuje jízdu (návěstidlo ve stavu „STŮJ“). Jedná se o lidské selhání strojvůdce, který tento příkaz nerespektuje. Systém PSIM by mohl být v roli kontrolního mechanismu, který by v případě takto nastalé situace automaticky okamžitě zastavil vlaky jak ve stanici, tak na trati. Pro tento příklad lze PSIM systém nakonfigurovat tak, jak je uvedeno na Obr. 38.



Obr. 38 PSIM – kontrola projetí vlaku návěstidlem zakazující jízdu [vlastní zdroj]

Aby PSIM systém zareagoval, musí být dle definice v korelačním jádru splněna Podmínka 1 nebo Podmínka 2.

Podmínka 1 předpokládá, že pod PSIM systém je integrováno staniční zabezpečovací zařízení (dále jen „SZZ“) a CCTV systém s kamerou snímající prostor tratě za návěstidlem. Pokud dojde k poplachu na této kameře (detekce jízdy vlaku ve směru od návěstidla) a zároveň je návěstidlo ve stavu „STŮJ“, systém PSIM spustí workflow.

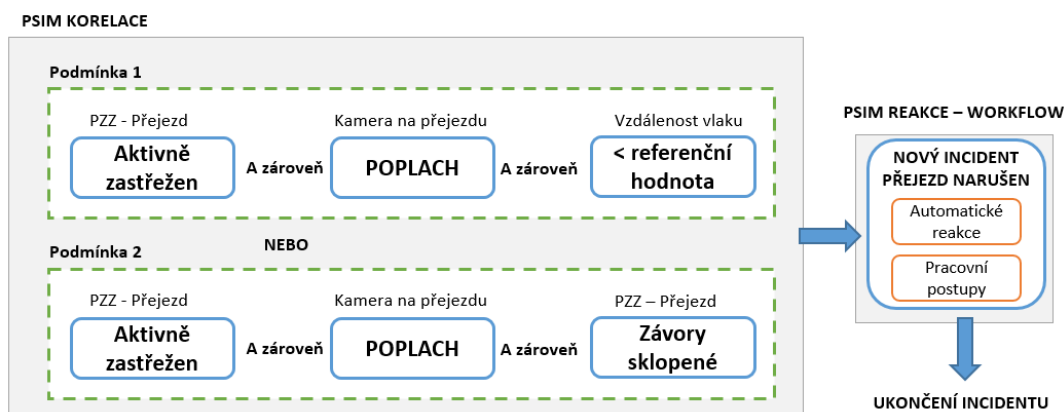
Systém se nakonfiguruje i pro případ, že není možné integrovat SZZ, tedy workflow se spustí v případě, že bude splněna Podmínka 2. V tomto případě je nutné využít dvě kamery. Jednu, která jako v předchozím případě snímá prostor tratě za návěstidlem a druhou, která detekuje barvy na návěstidle. Pokud bude na návěstidle červená barva (tedy stav „STŮJ“) a zároveň druhá kamera zaznamená jízdu vlaku od návěstidla, systém PSIM spustí workflow.

Workflow vyvolá nový incident „Průjezd vlaku návěstím STŮJ“ obsluze. Tento typ incidentu má nastavenou automatickou reakci, která zajistí specifický typ hovoru zajišťující generální STOP do komunikační sítě TRS nebo GSM-R a okamžitě zastaví vlak (využití integrace s komunikačními prostředky). Další automatickou reakcí je vyrozumění nejbližších zaměstnanců dle lokality, kde incident nastal. Systém PSIM zašle nejbližším zaměstnancům informaci o tom kde se incident stal a v rámci řešení incidentu zasílá neustále aktuální informace. Současně s vytvořením workflow je obsluze PSIM systému zobrazen přesný pracovní postup. Workflow prochází různorodým vývojem podle průběhu události včetně možných dalších automatických reakcí až do doby, než je incident řádně ukončen.

5.3 Příklad na zmírnění dopadu nehody na železničním přejezdu

Problematika nehod způsobených účastníky silniční dopravy na železničních přejezdech je v současnosti velmi diskutována. Vlak má dlouhou brzdovou dráhu, a pokud by mělo dojít dostatečnému zabezpečení přejezdů, musel by být přejezd zastřežen se sklopenými závorymi několikanásobně delší dobu, než je tomu dosud. Avšak i nepatrné snížení rychlosti vlaku při nárazu do překážky na železničním přejezdu nebo rychlejší informovat IZS může výrazně snížit způsobenou újmu. Proto by měl PSIM systém do řešení problematiky bezpečnosti železničních přejezdů určitě promluvit a to i v případě, že dojde k nasazení efektivnější detekce překážky, než je uvedena v tomto příkladu.

Příklad využívá datových zpráv, které mohou poskytovat PZZ, kamery, které jsou umístěny na přejezdech a snímají zónu přejezdu a pracuje s takzvanou „referenční hodnotou“. Referenční hodnotou je myšlena mez, která se vypočítá ze vzdálenosti jakéhokoli vlaku, který je na trati od přejezdu (vlaku ve směru jízdy k přejezdu). Tuto referenční hodnotu musí vypočítat PSIM systém z informace o poloze vlaku, rychlosti a jeho směru.



Obr. 39 PSIM – detekce železničních přejezdů [vlastní zdroj]

PSIM systém zareaguje v okamžiku, kdy bude splněna Podmínka 1 nebo Podmínka 2, viz Obr. 39. Podmínka 1 je splněna v případě, že přejezd je aktivně zastřežen (svítí červená) a zároveň kamera hlásí poplach (překážka v zóně přejezdu) a zároveň vzdálenost vlaku je menší, než je referenční hodnota.

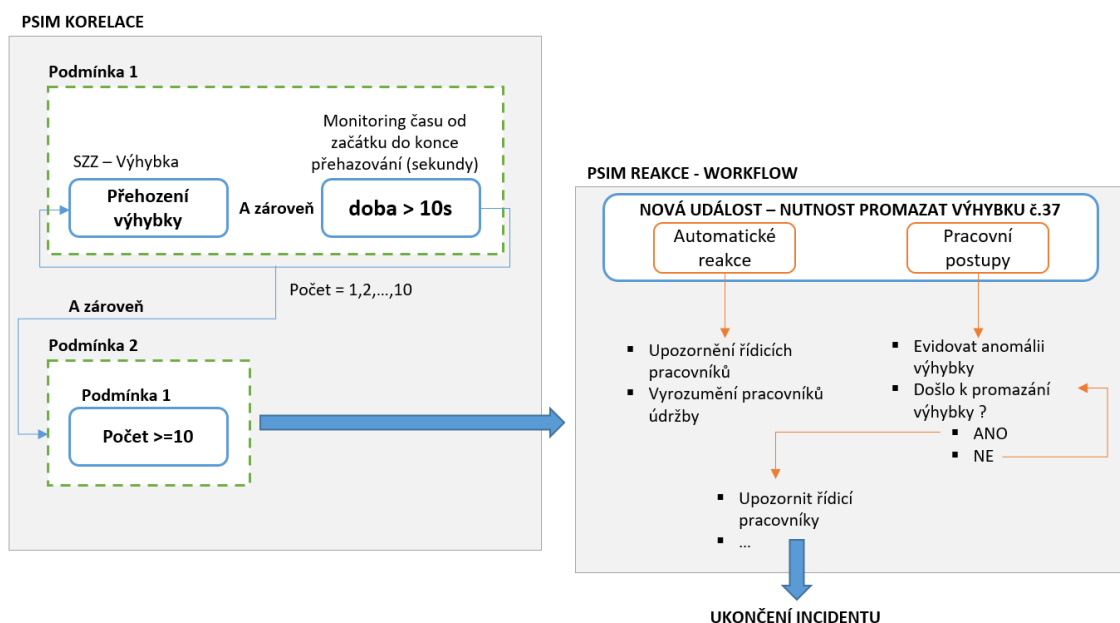
Podmínka 2 se oproti podmínce 1 liší v tom, že nepočítá s referenční hodnotou, ale se sklopenými závory. Pokud jsou závory sklopené, není nutné, aby PSIM systém vypočítával referenční hodnotu vzdálenosti vlaku. Je jasné, že vlak je v bezprostřední blízkosti a překážka na přejezdu v akutním ohrožení. V tomto případě musí PSIM okamžitě automaticky reagovat.

Po splnění jedné nebo druhé podmínky dojde k vytvoření workflow s novým incidentem s nejvyšší prioritou, na základě kterého systém automaticky spustí konkrétní operace (například automatické zastavení vlaku pomocí komunikačního systému GSM-R/TRS). Obsluze jsou přiděleny pracovní postupy. Vyvolané workflow může mít podobný charakter jako je na Obr. 38., proto nejsou pracovní postupy více rozepisovány. Jedná se o konkrétní konfiguraci systému PSIM.

5.4 Příklad predikce technické poruchy

Vzhledem k tomu, že PSIM systémy umožňují sledovat a vyhodnocovat velké množství dat z různých druhů podsystémů, lze sledovat anomálie, tedy odchylky od běžného provozu. To umožňuje predikovat různé změny v chování běžných činností technologií a predikovat možné technické poruchy. Každé zařízení v dnešní době monitoruje svoji vlastní aktivitu a zaznamenává jí do logů. Proto v případě, že některá technologie zaznamenává zprávy typu například „Varování“ nebo „Chyba“, systém může okamžitě na tuto situaci upozornit. Může tyto anomálie sledovat v čase, tedy například upozorní obsluhu, až pokud se budou anomálie „Chyba“ vyskytovat po dobu 2 dnů. Nebo se může rozhodovat podle počtu těchto anomálií, a pokud překročí určitou hranici, bude na to obsluha upozorněna. Jedná se o velmi důležitou vlastnost PSIM systémů, jelikož vzniklá porucha může způsobit řadu dalších poruch nebo výrazně narušit provozuschopnost železnice.

Z pohledu problematiky železnice lze sledovat například anomálie výhybky. Porucha výhybky může narušit provozuschopnost železniční dopravní cesty, a proto se implementace takového příkladu na sledování technických poruch nabízí. Nastavení PSIM systému ilustruje Obr. 40. Předpokládá se integrace SZZ, které poskytne informaci o zahájení přehazování výhybky a informaci o dokončení přehazování.



Obr. 40 Sledování anomálie výhybky pro predikci poruchy [vlastní zdroj]

Každá výhybka prochází pravidelnou údržbou. Řekněme, že doba přehození správně promazané výhybky je 10 s. V případě, že je zaznamenaná doba přehození delší dojde ke splnění

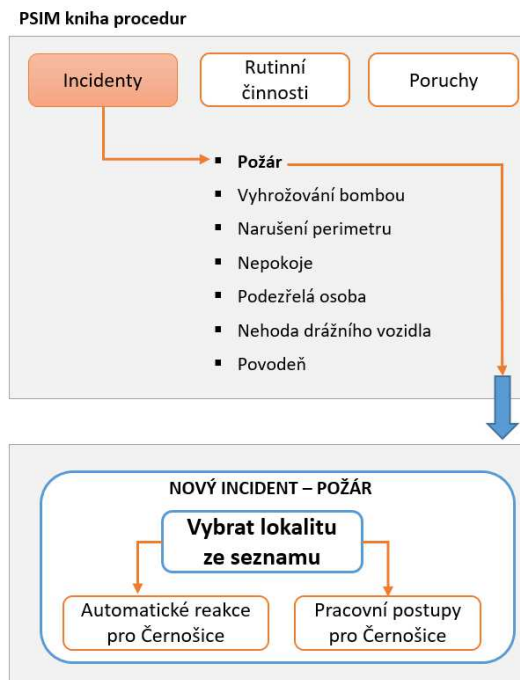
Podmínky 1. Od té doby systém čeká do té doby, kdy dojde k překročení počtu deseti takových přehazování výhybky, tedy že Podmínka 1 je splněna desetkrát. Poté dojde ke splnění Podmínky 2, na základě které je vytvořena nová událost „Nutnost promazat výhybku“. Systém automaticky upozorní řídicí pracovníky tak, aby pokud možno tuto výhybku nepoužívali, a vyrozumí nejbližší pracovníky údržby. Obsluze jsou přiděleny pracovní postupy. Obsluha čeká do té doby, než dostane informaci od pracovníků údržby, že je výhybka promazána. Poté ukončí tuto událost.

Zda je výhybka č. 37 z předchozího příkladu v pořádku ověří až SZZ. Proto může PSIM systém monitorovat, jestli je výhybka po promazání v pořádku a nedochází u ní k anomáliím opakovaně. V případě, že k anomáliím dochází neustále, automaticky vydá pokyn k odstranění poruchy. Koreluje tedy informaci o tom, jestli neustále dochází k přehazování výhybky po dobu delší než 10 s a zároveň se jedná o výhybku, u které došlo k promazání například v posledním týdnu.

5.5 Příklad řešení bezpečnostní události ohlášené telefonicky

PSIM systém může sloužit i čistě jako situační management. To znamená, že bezpečnostní událost nemusí být vyvolána podsystémem (tedy některou z analyzovaných datových zpráv v kapitole 4.3), ale může ji dispečer vyvolat sám. Každá předdefinovaná událost spouští jiné workflow nebo množinu různých workflow s různými automatickými operacemi a pracovními postupy.

Příkladem může být nahlášení požáru v depu Černošice telefonicky. Obsluha bezpečnostního pracoviště PSIM vybere z elektronické knihy patřičnou bezpečnostní událost, viz Obr. 41.



Obr. 41 Událost nahlášená telefonicky
[vlastní zdroj]

Událost typu „Požár“ vyvolá patřičné workflow. Obsluha vybere lokalitu, které se událost týká ze seznamu. Tím se spustí automatické reakce a pracovní postupy pro lokalitu Černošice. Například se automaticky obsluhuje automaticky vytočí HZS pro oblast Černošice. Na základě zvolení místa incidentu systém PSIM také může zobrazit dostupné síly a prostředky. Prostředky je myšlen například nejbližší kamerový systém včetně kamerových záznamů a dostupné síly mohou být například nejbližší zaměstnanci. Systém shromáždí veškeré informace o místě události a zašle je nejbližším pracovníkům, nebo například vygeneruje report, který pravidelně zasílá zájmovým skupinám (drážní hasiči, drážní inspekce apod.).

Možnosti řešení těchto bezpečnostních událostí jsou stejné, jako v případě událostí vyvolaných od integrovaných podsystémů.

Výše uvedené kapitoly ilustrují rozhodovací schopnosti PSIM systému. Lze tedy konstatovat, že základem PSIM systému je jeho správné nastavení, což může představovat jednu z nejsložitějších operací při nasazování PSIM na železnici.

ZÁVĚR

Zajišťování bezpečnosti na železnici ať u nás nebo ve světě bude vždy kontinuálním procesem, jelikož se neustále objevují nové hrozby, na které je nutné reagovat. Na tento vývoj ve světě neustále reagují výrobci moderních technologií a přinášejí i mnoho nových poznatků v oblasti bezpečnosti.

PSIM systémy jsou nejvyšší kategorií nadstavbových systémů, které byly doposud považovány za informační a situační management převážně pro fyzickou bezpečnost. V současnosti však pracují s bezpečností jako celkem a součástí jejich integrace jsou systémy fyzické bezpečnosti, kybernetické bezpečnosti a také provozní a informační systémy. To vše přispívá k zajištění kontinuity činnosti organizací, ve kterých je PSIM systém nasazen.

V teoretické části této diplomové práce byly diskutovány největší současné hrozby na železnici, bylo pojednáno o modernizaci a centralizaci železnice ve smyslu řízení dopravy a nutnosti tuto centralizaci promítnout i do zajišťování bezpečnosti na železnici. Byly popsány systémy kategorie PSIM v kontextu s železniční dopravou, jejich funkcionality a možnosti při zajišťování bezpečnosti. Hlavním přínosem teoretické části bylo zhodnocení stavu bezpečnosti na železnici a jejich požadavků na zajišťování bezpečnosti a technologické možnosti PSIM systémů na ně aktivně reagovat.

Hlavním cílem této práce bylo identifikovat bezpečnostní, řídicí a informační systémy provozované na železnici jako zdroj informací pro PSIM a návrh funkčního modelu jejich možné implementace. Aby bylo možné tento cíl naplnit, bylo nutné provést analýzu rizik, aby bylo zřejmé, na jakou problematiku integrace se zaměřit a na jaké hrozby by měl PSIM systém reagovat. Byla zvolena KARS analýza, jelikož je to analýza, která pracuje se souvztážeností rizik, kdy lze identifikovat počáteční riziko, na které pak PSIM systém může reagovat a zabránit vzniku možných dalších nežádoucích událostí. Tato kvalitativní metoda byla potvrzena analýzou nejzávažnějších mimořádných událostí v posledních letech. Na základě této analýzy bylo zjištěno, že 69 % mimořádných událostí způsobuje lidská činnost. Významná je také hrozba technické poruchy nebo mechanického poškození. Na základě těchto výsledků a poznatků z teoretické části byly navrženy systémy pro integraci včetně detailní identifikace datových zpráv, se kterými by PSIM systém mohl pracovat, a které by mohl mezi sebou korelovat. U každé technologie byl uveden příklad přínosu v případě integrace do PSIM systému. Výsledky byly interpretovány ve funkčním modelu implementace. Bylo konstatováno, že PSIM systém by měl být nasazen v organizaci SŽDC pro zajišťování

bezpečnosti jak z hlediska fyzické bezpečnosti, tak zajišťování provozuschopnosti. Dále byl proveden návrh rolí a hierarchického uspořádání pracovišť napříč celou ČR s ohledem na centralizované řízení železniční dopravy.

Dalším cílem diplomové práce bylo ilustrovat možnosti PSIM systému na praktických příkladech. Praktické příklady byly zaměřeny na konkrétní bezpečnostní události, které vyplynuly z analýz, a které by mohly reagovat na největší současné hrozby na železnici. Cílem těchto příkladů bylo také ilustrovat možnosti predikce bezpečnostních událostí a obecné konfigurační možnosti PSIM systémů, díky čemuž je lze využít na řešení široké škály bezpečnostních událostí.

Závěrem lze konstatovat, že PSIM systémy by při vhodně zvolené integraci současně provozovaných systémů mohly zvýšit bezpečnost na železnici a výrazně zefektivnit řešení poruch, mimořádných událostí a různých druhů incidentů. Současně by mohly sloužit jako kontrolní prvek při řízení dopravy a některé nežádoucí události dokonce predikovat. Největším úskalím při nasazování PSIM systémů na železnici je současná roztříštěnost odpovědných činností řízení bezpečnosti mezi pracovníky řídící dopravu. Pro vytvoření efektivního bezpečnostního dispečinku napříč celou ČR je nutné vytvořit nové předpisy v rámci SŽDC a pozměnit současné předpisy pro řízení dopravy. Mezi další úskalí při nasazování systému PSIM lze považovat řízení bezpečnosti na odbočných tratích, které nedisponují dostatečnou infrastrukturou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TZANAKAKIS, Konstantinos. *The railway track and its long term behaviour: a handbook for a railway track of high quality*. Heidelberg: Springer, 2013. 2. ISBN 978-3-642-36050-3.
- [2] Historie železnice. *Vítejte na Zemi..* [online]. c2013 [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: http://vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=historie_zeleznicni_dopravy&site=doprava
- [3] Železnice a zabezpečovací zařízení I. – pohled do historie. *AUTOMA* [online]. c2016 [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/zeleznice-a-zabezpecovaci-zarizeni-i-pohled-do-historie-2006_08_31379_3809/
- [4] 1960: Železniční nehoda u Stéblové si vyžádala 118 životů, dalších 110 osob bylo zraněno. *Požáry.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/36122-1960-zeleznicni-nehoda-u-steblove-si-vyzadala-118-zivotu-dal-sich-110-osob-bylo-zraneno/>
- [5] Hodnocení bezpečnosti železničních zabezpečovacích zařízení. *SILNICE ŽELEZNICE* [online]. 2012 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/hodnoceni-bezpecnosti-zeleznicnich-zabezpecovacich-zarizeni-1-cast/>
- [6] VYSOKORYCHLOSTNÍ ŽELEZNICE V ČR. *Vysokorychlostní železnice* [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.vysokorychlostni-zeleznice.cz/vysokorychlostni-zeleznice-v-cr/>
- [7] Železnice. *Království železnic* [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.kralovstvi-zeleznice.cz/o-kralovstvi/zeleznice/>
- [8] VYSOKORYCHLOSTNÍ TRATĚ – FRANCIE. *Vysokorychlostní železnice* [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.vysokorychlostni-zeleznice.cz/vysokorychlostni-trate-francie/>
- [9] *Ročenka dopravy České republiky 2015* [online]. 2016, 2015 [cit. 2017-02-06]. ISSN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2015.pdf
- [10] *Ročenka dopravy České republiky 2010* [online]. 2011, 2010 [cit. 2017-02-06]. ISSN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2010.pdf

- [11] Zpráva o výsledcích šetření příčin a okolností vzniku mimořádné události - Studénka [online]. 2008 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/MU/DI_Studenka.pdf
- [12] Zpráva o výsledcích šetření příčin a okolností vzniku mimořádné události - Ústí nad Labem [online]. 2010 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/MU/DI_Usti.pdf
- [13] Zpráva o výsledcích šetření příčin a okolností vzniku mimořádné události - Vodňany [online]. 2011 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/MU/DI_Vodnany.pdf
- [14] Zpráva o výsledcích šetření příčin a okolností vzniku mimořádné události - Studénka [online]. 2015 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/MU/DI_Studenka_150722.pdf
- [15] Mark Twain. *Databazeknih.cz* [online]. c2008-2017 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <http://www.databazeknih.cz/citaty/mark-twain-83>
- [16] Podřízené organizace. *Ministerstvo dopravy* [online]. c2007 [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Ministerstvo/Podrizene-organizace/Drazni-doprava?returl=/Ministerstvo/Podrizene-organizace>
- [17] O drážní inspekci. *Drážní inspekce* [online]. c2008 [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/o-drazni-inspekci>
- [18] O nás. *Správa železniční dopravní cesty* [online]. C2009-2012 [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/o-nas.html>
- [19] *Železniční doprava* [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: http://geography.upol.cz/soubory/lide/hercik/GEDP/zeleznicni_doprava.pdf
- [20] ERTMS in brief. *THE EUROPEAN RAIL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM* [online]. C2013 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: http://www.ertms.net/?page_id=40
- [21] GSM-R. *UIC* [online]. c2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.uic.org/gsm-r>
- [22] Physical Security Information Management (PSIM) and Situation Management. *Qognify* [online]. [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://www.qognify.com/situation-management-psim/>

- [23] *Physical Security Information Management: A Technical Perspective* [online]. c2011 [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: http://www.proximex.com/sites/default/files/technical_perspective.pdf
- [24] Krizové řízení i Management kontinuity podnikání si zaslouží systematickou péči ve všech typech organizací. *CQS Certifikace systémů managementu* [online]. c2011 [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://www.cqs.cz/Novinky/Krizove-rizeni-i-Management-kontinuity-podnikani-si-zaslouzi-systematickou-peci-ve-vsech-typech-organizaci.html>
- [25] Pult centrální ochrany. *HENIG SECURITY SERVIS* [online]. c2017 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.henig.cz/cs/bezpecnostni-sluzby/pult-centralni-ochrany/>
- [26] Pult centralizované ochrany. *GRIFFIN SECURITY* [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.griffin.cz/griffin-security/cz/sluzby/pult-centralizovane-ochrany>
- [27] *Qognify Situator v 8.5 - Product description*. New York, United States, c2017.
- [28] Case Studies. *CNL* [online]. c2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <https://www.cnlsoftware.com/ipsecuritycenter/case-studies>
- [29] Proximex Overview. *Proximex* [online]. c2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.proximex.com/proximex-overview>
- [30] PSIM and SIEM Together: Proximex Joins ArcSight CEF Program. *SECURITY SQUARED* [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.securitysquared.com/2010/03/psim-and-siem-proximex-arcsight.html>
- [31] Security, Safety and Operations. *Qognify* [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.qognify.com/our-mission/>
- [32] NICE Systems Deal Finalized, Name Changed to Qognify. *SECURITY SALES & INTEGRATION* [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.securitysales.com/article/nice-is-selling-its-video-surveillance-business-for-100m#>
- [33] About story - Vidsys. *SECURITY SALES & INTEGRATION* [online]. c2016 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.vidsys.com/about/our-story/>
- [34] Vidsys Inc Company Profile. *Zoominfo* [online]. c2017 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.zoominfo.com/c/VidSys-Inc/153714702>
- [35] TFR ENHANCES SECURITY. RAILWAYS AFRICA [online]. c2017 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.railwaysafrica.com/news/tfr-enhances-security>

- [36] Transnet Freight Rail Deploying a Multi-Million Dollar Orsus Situator Installation for its. *PR Newswire* [online]. c2017 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.prnewswire.com/news-releases/transnet-freight-rail-deploying-a-multi-million-dollar-orsus-situator-installation-for-its-passenger-and-freight-rail-divisions-57229077.html>
- [37] *CASE STUDY - PRORAIL* [online]. 2016 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: http://www.qognify.com/wp-content/uploads/Case-Study_ProRail_Qognify_CS-8_V02_W.pdf
- [38] *GEODAN - PRORAIL* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: http://www.geodan.com/wp-content/uploads/downloads/6416/5368b49a9a6a9/Casestudy_ProRail.pdf
- [39] Incident management system at ProRail: increase operational efficiency. *Geodan* [online]. c2017 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.geodan.com/solutions/incident-management-system-prorail/>
- [40] King Cross - Case study. *Qognify* [online]. 2015 [cit. 2017-02-25]. Dostupné z: http://www.qognify.com/wp-content/uploads/Qognify_Kings-Cross_Case-Study.pdf
- [41] NETWORK RAIL, KINGS CROSS STATION. *NICE* [online]. 2012 [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: http://www.nice.com/sites/default/files/cs-27008_kingcross_a4web.pdf
- [42] NICE Situator to Help Russia's Aeroexpress Ensure Safety on Rail System. *NICE* [online]. c2011 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <http://www.nice.com/protecting/press-releases/NICE-Situator-to-Help-Russias-Aeroexpress-Ensure-Safety-on-Rail-System-174>
- [43] Aeroexpress Terminal. *Aeroexpress* [online]. c2017 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <https://aeroexpress.ru/en/sheremetyevo/terminal.html>
- [44] *Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách*. Praha: SEVT, 1994, ročník 1994, číslo 79.
- [45] *Vyhláška č. 173/1995 Sb.* Praha: SEVT, 1995, ročník 1995, číslo 46.
- [46] *Vyhláška č. 175/2000 Sb.* Praha: SEVT, 2000, ročník 2000, číslo 54.
- [47] *Vyhláška č. 8/1985 Sb.* Praha: Federální statistický úřad, 1984, ročník 1985, číslo 2.
- [48] *SŽDC D1* [online]. 2013 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/Portal/Show.aspx?oid=911255>

[49] *SŽDC D3* [online]. 2013 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/Portal/Show.aspx?oid=911281>

[50] *SŽDC D7* [online]. 2014 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/documentpublisher/download?documentId=1%3B%2356f23757-b7ae-43a3-85a3-e6feab2bbf30&contentId=0>

[51] *SŽDC D17* [online]. 2015 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/documentpublisher/download?documentId=1%3B%2375ec707a-7b2a-4af4-8fe2-2c05aaecc6cb&contentId=0>

[52] *TS 2/2008-ZSE* [online]. 2009 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/soubory/sdelovaci-zarizeni/ts2-2008-zse.pdf>

[53] Metodika krizového řízení KISDIS [online]. 2016 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://anakan.cz/soubory/kisdis/metodika-krizoveho-rizeni.pdf>

[54] Suspect Search [online]. 2017 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: http://www.qognify.com/wp-content/uploads/Brochure_Suspect-Search_Qognify_BR-40_V02_W.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AGV	Automotrice à grande vitesse
CAD	Computer Aided Design
CCTV	Closed Circuit Television
CDP	Centrální dispečerské pracoviště
CERT	Computer Emergency Response Team
COP	Common Operational Picture
CRM	Customer Relationship Management
CSIM	Converged Security Information Management
ČD	České dráhy
DDTS	Dálková diagnostika technologických systémů
DOZ	Dálkové ovládací zabezpečovací zařízení
DPPC	Dohledová a poplachová přijímací centra
DVR	Digital Video Recording
DŽDC	Dispečer železniční dopravní cesty
EPS	Elektronická požární signalizace
ERP	Enterprise Resource Planning
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
GIS	Geografické informační systémy
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway
GTN	Graficko-technologická nadstavba

HZS	Hasičský záchranný sbor
IDS	Intrusion Detection System
IP	Internet Protocol
ISOŘ	Informační systém operativního řízení
IT	Information Technology
IZS	Integrovaný záchranný systém
JOP	Jednotné ovládací pracoviště
KARS	Kvantitativní analýzy rizik s využitím jejich souvztažnosti
LGV	Ligne à grande vitesse
LPR	License-Plate Recognition
MaR	Měření a regulace
MRS	Místní rádiová síť
MU	Mimořádná událost
NBS	Nadstavbové bezpečnostní systémy
NCKB	Národní centrum kybernetické bezpečnosti
OŘ	Oblastní ředitelství
PDA	Personal Digital Assistant
PSIM	Physical Security Information Management
PZTS	Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy
PZZ	Přejezdové zabezpečovací zařízení
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RAMS	Reliability, Availability, Maintenance, Safety
RFID	Radio Frequency Identification
SBC	Session Border Controller
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SIEM	Security Information and Event Management

SIP	Session Initiation Protocol
SKV	System kontrolly vstupu
SZZ	Staniční zabezpečovací zařízení
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
TGV	Train à grande vitesse
TRS	Traťový rádiový systém
TZZ	Traťové zabezpečovací zařízení
VoIP	Voice over Internet Protocol
VPN	Virtual Private Network
VZZ	Vlakové zabezpečovací zařízení

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Organizační struktura železniční dopravy [16], [17], [18]	19
Obr. 2 Dohledové a poplachové přijímací centrum [vlastní zdroj]	25
Obr. 3 Nadstavbový bezpečnostní systém [vlastní zdroj].....	26
<i>Obr. 4 Funkční schéma PSIM systému [27]</i>	<i>27</i>
Obr. 5 Interpretace dat [vlastní zdroj].....	28
Obr. 6 Životní cyklus bezpečnostní operace bez/s PSIM systémem [vlastní zdroj]	29
Obr. 7 Pravděpodobnost nastalé situace [vlastní zdroj].....	30
Obr. 8 Blokový diagram softwarové architektury PSIM systémů [vlastní zdroj]	35
Obr. 9 Hierarchické uspořádání v PSIM systémech [vlastní zdroj]	37
Obr. 10 Funkční architektura SIEM systémů [vlastní zdroj].....	41
Obr. 11 Funkční architektura CSIM systémů [vlastní zdroj].....	42
Obr. 12 Komunikační schéma při hlášení mimořádné události [vlastní zdroj]	45
Obr. 13 Řešení MU u lokálního řízení [vlastní zdroj]	48
Obr. 14 Řešení MU u centralizovaného řízení [vlastní zdroj]	49
Obr. 15 Komunikační schéma provozních dispečerů [vlastní zdroj].....	50
Obr. 16 Výsledný graf analýzy typu KARS [vlastní zdroj].....	62
Obr. 17 Graf rozdělení MU dle typu primárního rizika [vlastní zdroj]	66
Obr. 18 CCTV v železniční stanici Černý Kříž [vlastní zdroj]	69
Obr. 19 CCTV – datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]	70
Obr. 20 Integrace CCTV systémů [vlastní zdroj]	71
Obr. 21 Jednotné zobrazení a ovládání CCTV [vlastní zdroj].....	71
Obr. 22 PZTS - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]	73
Obr. 23 SKV - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]	75
Obr. 24 EPS - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj].....	76
Obr. 25 GPS - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]	77
Obr. 26 Návrh grafického zobrazení PSIM na železnici [vlastní zdroj].....	78
Obr. 27 Moderní řídicí systém železniční dopravy [vlastní zdroj]	80
Obr. 28 Řídicí systémy - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj]81	
Obr. 29 Výťahy - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj].....	82
Obr. 30 Rozhlas - datové zprávy a poskytované funkcionality [vlastní zdroj].....	84
Obr. 31 Řešení několika událostí v rámci video detekce na jedné kameře [vlastní zdroj]	86

Obr. 32 Detekce opuštěného zavazadla [vlastní zdroj].....	86
Obr. 33 Vyhledávání ztracených a podezřelých osob [54].....	87
Obr. 34 PSIM – Návrh integrovaných technologií [vlastní zdroj]	87
Obr. 35 Návrh hierarchického uspořádání pracovišť [vlastní zdroj]	89
Obr. 36 Hierarchie bezpečnostních pracovišť v ČR [vlastní zdroj].....	90
Obr. 37 PSIM – kontrola činnosti řídicího pracovníka [vlastní zdroj]	94
Obr. 38 PSIM – kontrola projetí vlaku návěstidlem zakazující jízdu [vlastní zdroj] .	95
Obr. 39 PSIM – detekce železničních přejezdů [vlastní zdroj]	97
Obr. 40 Sledování anomálie výhybky pro predikci poruchy [vlastní zdroj]	98
Obr. 41 Událost nahlášená telefonicky [vlastní zdroj]	100

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Počet vážných incidentů v železničním provozu [9], [10]	16
Tab. 2 Oběti vážných incidentů v železničním provozu [9], [10]	16
Tab. 3 Kategorizace mimořádných událostí [44].....	45
Tab. 4 KARS – Soupis rizik	57
Tab. 5 Četnost MU dle konkrétních rizik	65

SEZNAM PŘÍLOH

- PI KARS ANALÝZA TABULKA SOUVZTAŽNOSTI
- PII KARS ANALÝZA KOEFICIENTY AKTIVITY, PASIVITY
- PIII SHRNUÍ MU ZA OBDOBÍ 2012-2016

PŘÍLOHA P I: KARS ANALÝZA TABULKA SOUVZTAŽNOSTI

Ri	Rj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Σ Ri
1	Dopravní nehoda	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	8
2	Pochybení zaměstnance železnice	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
3	Pochybení cestujícího	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	Pochybení osoby třetí strany	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
5	Nedostupnost služeb / Zpoždění	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6	Překážka v důsledku nedostatečného zajištění ochranného pásma železnice	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	9
7	Destrukce staveb	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	10
8	Mechanická poškození infrastruktury	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	8
9	Technické poruchy / selhání	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	11
10	Krádež	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
11	Teroristický útok	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	10
12	Vandalismus	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7

Ri	Rj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Σ Ri	
13	Blesky (a další elektrické jevy v atmosféře)	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	
14	Extrémní vedra a sucha	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	10	
15	Krupobití, přívalové deště	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	10	
16	Námraza, náledí, ledovky, mrznoucí déšť	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	
17	Požár (přírodní, z důvodu technické vady nebo žhářství)	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	
18	Propady zemského povrchu	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	8	
19	Sesuvy půdy a skalních bloků	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	7	
20	Silné mrazy	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	8	
21	Sněhové kalamity, laviny apod.	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	8	
22	Vichr, větrné smrště, tornáda	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	10
23	Záplavy a povodně (deště, tání sněhu, protržení hráze)	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	9
24	Zranění osoby	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
25	Smrt osoby	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	

Ri	Rj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Σ Ri	
26	Ekonomické ztráty	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Σ Rj	21	2	2	2	22	2	14	19	18	1	0	0	0	0	0	0	13	7	7	0	0	0	2	18	18	9		

PŘÍLOHA P II: KARS ANALÝZA KOEFICIENTY AKTIVITY, PASIVITY

Riziko Ri, Rj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
KARi [%] (KOEFCIENT AKTIVITY)	32	28	12	24	4	36	40	32	44	20	40	28	28	40	40	20	28	32	28	32	32	40	36	4	8	0
KPRj [%] (KOEFCIENT PASIVITY)	84	8	8	8	88	8	56	76	72	4	0	0	0	0	0	0	52	28	28	0	0	0	8	72	72	36

PŘÍLOHA P III: SHRUTÍ MU ZA OBDOBÍ 2012-2016

ROK 2012 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
1	5.1.2012 16.1.2012	Nekontrolovaná jízda vlaků	Mezi Kořenovem a Dolním Polubným	9 - Technická porucha / selhání	-
2	20.1.2012	Dopravní nehoda - Střet vlaku s nákladním vozidlem	Březnice	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 7 zraněných osob 2 057 480,-Kč
3	27.2.2012	Dopravní nehoda - Střet vlaku s nákladním vozidlem	Protivín	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 2 zraněná osoba 1 310 372,-Kč
4	29.2.2012	Dopravní nehoda - Střet vlaku se silničním motorovým vozidlem	Kaštice	4 - Pochybení osoby třetí strany	10 zraněných osob 12 615 533,-Kč
5	5.3.2012	Dopravní nehoda - Střet vlaku s nákladním vozidlem	Mezi Kobylím na Moravě a Velkými Pavlovicemi	4 - Pochybení osoby třetí strany	6 zraněných osob 1 068 347,-Kč
6	29.3.2012	Nedovolená jízda vlaku	Praha hlavní nádraží	2 - Pochybení zaměstnance železnice	2 000 000,-Kč
7	31.3.2012	Dopravní nehoda - Srážka pomocného drážního vozidla s vlakem	Mezi Klobuky a Perucí	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 300 000,-Kč
8	7.5.2012	Dopravní nehoda - Střet vlaku s osobním automobilem	Uhersko	4 - Pochybení osoby třetí strany	2 608 000,-Kč

ROK 2012 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
9	20.5.2012	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Mezi Štětí a Libechov	9 - Technická porucha / se- lhání	38 732 916,-Kč
10	25.5.2012	Dopravní nehoda - Střet drážního vozi- dla s automobilem	Třešť	2 - Pochybení zaměstnance železnice 4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 19 zraněných osob 352 841,-Kč
11	25.6.2012	Nedovolená jízda vlaku	Hořovice	4 - Pochybení osoby třetí strany	-
12	23.7.2012	Dopravní nehoda - Srážka vlaku s pře- kážkou (lešení)	Mezi Střelicemi a Hru- šovany	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 zraněná osoba 152 960,-Kč
13	26.8.2012	Dopravní nehoda - Srážka vlaku s pře- kážkou (stromem)	Mezi Vlastějovicemi a Ledčí nad Sázavou	22 - Vichřice, větrná smršť, tornáda	60 000,-Kč
14	10.9.2012	Dopravní nehoda - Opakované vykole- jení vlaku	Mezi Blanskem, Ada- movem a Brnem – Ma- loměřicemi	9 - Technická porucha / se- lhání	8 485 810,-Kč
15	17.11. 2012	Dopravní nehoda - Srážka vlaku s tech- nickým drážním vozidlem	Blažovice	2 - Pochybení zaměstnance železnice	299 400,-Kč
16	18.11.2012	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Praha-Vršovice	9 - Technická porucha / se- lhání	615 800,-Kč
17	14.12.2012	Dopravní nehoda - Střet vlaku s osob- ním automobilem	Mezi Přeloučí a Řečany nad Labem	4 - Pochybení osoby třetí strany	9 139 569,-Kč

ROK 2013 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
18	13.1.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Vysoké Mýto	2 - Pochybení zaměstnance železnice	399 392,-Kč
19	14.1.2013	Dopravní nehoda - Vlečení cestujícího přivřeného nástupními dveřmi	Bystřička	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba
20	22.1.2013	Nedovolená jízda vlaku	Kolín	2 - Pochybení zaměstnance železnice	-
21	30.1.2013	Nedovolená jízda vlaku	Stránčice	2 - Pochybení zaměstnance železnice	-
22	4.2.2013	Dopravní nehoda - Vjezd vlaku na ob- sazenou kolej	Adamov	2 - Pochybení zaměstnance železnice	-
23	5.2.2013	Dopravní nehoda - Srážka dvou vlaků	Mirošov	2 - Pochybení zaměstnance železnice	154 280,-Kč
24	10.2.2013	Dopravní nehoda - Srážka vlaku s od- staveným vozidlem	Praha – Běchovice	2 - Pochybení zaměstnance železnice	3 zraněné osoby 10 435 022,-Kč
25	24.2.2013	Poškození vlaku	Mezi Jeseníkem a Li- pová Lázně	2 - Pochybení zaměstnance železnice	54 780,-Kč
26	26.2.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Karlovy Vary	7 - Destrukce staveb	1 350 466,-Kč
27	12.3.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Přelouč	9 - Technická porucha / se- lhání	228 784,-Kč
28	24.3.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Mezi Tábořem a Choto- vinami	9 - Technická porucha / se- lhání	510 000,-Kč

ROK 2013 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
29	27.3.2013	Nedovolená jízda vlaku	Roztoky u Prahy	2 - Pochybení zaměstnance železnice	220 000,-Kč
30	31.3.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Odry	9 - Technická porucha / se- lhání	65 495,-Kč
31	1.4.2013	Dopravní nehoda - Střet vlaku s osob- ním automobilem	Lenora	4 - Pochybení osoby třetí strany	117 385,-Kč
32	25.4.2013	Dopravní nehoda - Lom nápravy, vy- kolejení vlaku	Mezi Klenčí pod Čer- chovem a Poběžovi- cemi	8 - Mechanické poškození	245 830,-Kč
33	2.5.2013	Nedovolená jízda vlaku (projetí návěs- tidla)	Kunovice – Loučka	2 - Pochybení zaměstnance železnice	-
34	20.5.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Nepomuk	9 - Technická porucha / se- lhání	2 476 849,-Kč
35	23.5.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení 4 va- gonů vlaků	Kladno	9 - Technická porucha / se- lhání	3 398 766,-Kč
36	13.7.2013	Dopravní nehoda - Střet vlaku s ná- kladním automobilem	Mezi Opava západ a Skrochovicemi	4 - Pochybení osoby třetí strany	6 zraněných osob 3 623 683,-Kč
37	21.7.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení náklad- ního vlaku	Pardubice	9 - Technická porucha / se- lhání	6 763 850,-Kč
38	30.7.2013	Dopravní nehoda - Srážka vlaku s od- lomenou částí drážního vozidla	Úvaly	9 - Technická porucha / se- lhání	139 410,-Kč

ROK 2013 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
39	2.8.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Vodňany	2 - Pochybení zaměstnance železnice	246 950,-Kč
40	3.8.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vozu vlaku	Hluboká nad Vltavou	8 - Mechanické poškození	204 700,-Kč
41	7.8.2013	Dopravní nehoda - Střet vlaku se sil- ničným vozidlem	Mezi Varnsdorfem a Rybništěm	4 - Pochybení osoby třetí strany	20 000,-Kč
42	31.8.2013	Nedovolená jízda vlaku (projetí návěs- tidla)	Postřelmov	2 - Pochybení zaměstnance železnice	-
43	12.9.2013	Dopravní nehoda - Střet vlaku s trakto- rem	Mezi Jaroměřicemi nad Rokytnou a Kojeticemi	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 1 zraněná osoba 721 000,-Kč
44	2.10.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku na výhybce	Přerov	8 - Mechanické poškození	2 637 789,-Kč
45	11.10.2013	Dopravní nehoda - Střet vlaku s osobou	Karlov pod Ještědem	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 83 118,-Kč
46	3.11.2013	Dopravní nehoda - Vykolejení dráž- ního vozidla	Brno – Maloměřice	8 - Mechanické poškození	8 500,-Kč
47	20.12.2013	Dopravní nehoda - Vlečení zaměst- nance dopravcem	Vsetín	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba

ROK 2014 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
48	4.2.2014	Dopravní nehoda - Srážka vlaku s překážkou (3 stromy)	Jindřichov na Slezsku	22 - Vichřice, větrná smršť, tornáda	1 220 232,-Kč
49	4.2.2014	Odjezd vlaku z dopravního nádraží na obsazenou kolej	Lípa	2 - Pochybení zaměstnance železnice	-
50	7.3.2014	Dopravní nehoda - Vykolejení drážního vozidla	Brno hlavní nádraží	9 - Technická porucha / selhání 2 - Pochybení zaměstnance železnice	88 460,-Kč
51	13.3.2014	Dopravní nehoda - Srážka vlaku se stojícím vlakem	Mezi Děčínem – Pro- střední Žleb a Děčínem hl. nádražím	2 - Pochybení zaměstnance železnice	6 834 824,-Kč
52	15.3.2014	Dopravní nehoda - Srážka vlaku s osobním automobilem	Mezi Červenkou a Mo- ravičany	2 - Pochybení zaměstnance železnice 4 - Pochybení osoby třetí strany	1 513 132,-Kč
53	24.3.2014	Dopravní nehoda - Střet vlaku s osobním automobilem	Mezi Rozsochatcem a Chotěboří	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 1 zraněná osoba 450 000,-Kč
54	28.3.2014	Nedovolená jízda vlaku	Praha hlavní nádraží	2 - Pochybení zaměstnance železnice	15 455,-Kč
55	12.4.2014	Dopravní nehoda - Srážka vlaku se stojícím drážním vozidlem	Praha – Libeň	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 5 180 881,-Kč

ROK 2014 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
56	23.4.2014	Dopravní nehoda - Střet vlaku s autobusem	Všetaty	4 - Pochybení osoby třetí strany	328 000,-Kč
57	30.4.2014	Dopravní nehoda - Střet vlaku s osobním automobilem	Mezi Kyjovem a Vlkošem	2 - Pochybení zaměstnance železnice 4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 1 zraněná osoba 450 000,-Kč
58	19.6.2014	Vypravení vlaků proti sobě	Mezi Dolními Beřkovci a Hněvicemi	2 - Pochybení zaměstnance železnice	-
59	8.7.2014	Dopravní nehoda - Srážka vlaků	Česká Třebová	2 - Pochybení zaměstnance železnice	4 209 147,-Kč
60	11.7.2014	Dopravní nehoda - Střet vlaku s nákladním automobilem	Mezi Brno-Chrlice a Brno hl.n.	4 - Pochybení osoby třetí strany	2 zraněné osoby 1 236 797,-Kč
61	26.7.2014	Dopravní nehoda - Střet vlaku s osobním automobilem	Bratkovice	4 - Pochybení osoby třetí strany	2 usmrcené osoby 332 860,-Kč
62	27.7.2014	Nedovolená jízda vlaku	Kolín	2 - Pochybení zaměstnance železnice	292 000,-Kč
63	30.8.2014	Dopravní nehoda - Střetnutí vlaku s cyklistou	Mezi Slatiňany a Chruďmí	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 zraněná osoba 28 000,-Kč

ROK 2014 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
64	14.9.2014	Dopravní nehoda - Vykolejení nákladního vlaku	Mezi Chořovicemi a Převýšovem	8 - Mechanické poškození	7 962 405,-Kč
65	17.9.2014	Dopravní nehoda - Srážka vlaku se stojícím drážním vozidlem	Praha - Vyšehrad	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 4 308 345,-Kč
66	11.11.2014	Dopravní nehoda - Srážka dvou drážních vozidel	Petrovice u Karviné	2 - Pochybení zaměstnance železnice	471 634,-Kč
67	13.11.2014	Dopravní nehoda - Vykolejení těžného vozidla	Příbryslav	8 - Mechanické poškození 2 - Pochybení zaměstnance železnice	4 681 498,-Kč
68	16.11.2014	Poškozené troleje vozidla	Hrušovany u Brna	8 - Mechanické poškození	310 075,-Kč
69	21.11.2014	Dopravní nehoda - Vykolejení drážního vozidla	Ostrava	8 - Mechanické poškození	18 682 000,-Kč
70	28.11.2014	Dopravní nehoda - Vykolejení těžného vozidla	Bohumín	8 - Mechanické poškození	470 600,-Kč
71	1.12.2014	Dopravní nehoda - Vykolejení 15. vozu vlaku	Mezi Počejovem a Horažďovicemi	9 - Technická porucha / seřhlání 2 - Pochybení zaměstnance železnice	12 184 150,-Kč
72	15.12.2014	Dopravní nehoda - Srážka nákladu s návěstidlem a následná srážka vlaku s překážkou	Prosenice	2 - Pochybení zaměstnance železnice 4 - Pochybení osoby třetí strany	2 137 900,-Kč

ROK 2014 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po-řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
73	30.12.2014	Dopravní nehoda - Srážka dvou vlaků (projetí návěstidla)	Poříčany	2 - Pochybení zaměstnance železnice	6 680 000,-Kč

ROK 2015 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po-řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
74	11.1.2015	Dopravní nehoda - Srážka vlaku se dvěma stromy	Mezi Rožnou a Nedvědicemi	6 - Překážka v důsledku nedostatečného zajištění ochranného pásma	1 zraněná osoba 500 000,-Kč
75	28.1.2015	Dopravní nehoda - Srážka vlaku se sesunutým skalním masivem	Mezi Poniklá a Hrabačov	19 - Sesuvy půdy a skalních bloků	12 zraněných osob 1 750 000,-Kč
76	16.2.2015	Srážka vlaku s odstavenými vagóny	Bakov nad Jizerou	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 3 100 000,-Kč
77	19.2.2015	Dopravní nehoda - Nekontrolována jízda 21 vagónů, následné vykolejení	Paskov	2 - Pochybení zaměstnance železnice	21 734 806,-Kč
78	27.2.2015	Dopravní nehoda - Vlečení cestujícího přivřeného nástupními dveřmi vlaku	Černotín	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 5 400,-Kč
79	24.3.2015	Dopravní nehoda - Střet vlaku s nákladním vozidlem	Mezi Obratáním a Chýnovem	4 - Pochybení osoby třetí strany	12 zraněných osob 7 878 862,-Kč
80	28.3.2015	Dopravní nehoda - Srážka dvou vlaků (projetí návěstidlem)	Mezi Velkými Žernoseky a Litoměřicemi	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 24 488 311,-Kč

ROK 2015 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
81	4.5.2015	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Hanušovice	2 - Pochybení zaměstnance železnice	46 443,-Kč
82	25.5.2015	Dopravní nehoda - Střet vlaku s nákladním automobilem	Mezi Velkými Pavlovicemi a Kobylí na Moravě	4 - Pochybení osoby třetí strany	19 zraněných osob 3 400 409,-Kč
83	24.6.2015	Dopravní nehoda - Střet drážního vozidla s dodávkou	Sudoměřice nad Moravou	4 - Pochybení osoby třetí strany	1 usmrcená osoba 2 zraněné osoby
84	29.6.2015	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Mez Hranicemi na Moravě a Drahotuší	8 - Mechanické poškození	26 007 791,-Kč
85	3.7.2015	Dopravní nehoda - Vykolejení drážního vozidla	Horní Cerekev	9 - Technická porucha / selhání	868 000,-Kč
86	14.7.2015	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku, ohrožení prostoru cestujících	Praha Masarykovo nádraží	2 - Pochybení zaměstnance železnice	3 zraněné osoby 82 313 083,-Kč
87	22.7.2015	Dopravní nehoda - Střet drážního vozidla a nákladního automobilu	Studénka	4 - Pochybení osoby třetí strany	3 usmrcené osoby 25 zraněných osob 156 700 000,-Kč
88	4.8.2015	Dopravní nehoda - Střet dvou vlaků	Horažďovice	2 - Pochybení zaměstnance železnice	16 zraněných osob 8 108 221,-Kč
89	7.9.2015	Dopravní nehoda - Střet drážního vozidla a nákladního automobilu	Šluknov	4 - Pochybení osoby třetí strany	7 zraněných osob 14 898 826,-Kč
90	9.9.2015	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Mezi Vlkaněč a Golčův Jeníkov	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 usmrcená osoba 1 zraněná osoba

ROK 2015 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
91	12.9.2015	Poškození trakčního vedení	Ústí nad Orlicí	2 - Pochybení zaměstnance železnice	393 557,-Kč
92	14.9.2015	Dopravní nehoda - Vykolejení vlaku	Mezi Vlkaneč a Golčův Jeníkov	8 - Mechanické poškození	83 000,-Kč
93	30.9.2015	Dopravní nehoda - Srážka drážního vozidla s překážkou	Ledvice	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 usmrcená osoba 2 621 896,-Kč
94	30.10.2015	Dopravní nehoda - Srážka vlaků (pro- jetí odjezdovým návěstidlem)	Řehlovice	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 usmrcená osoba 20 837 339,-Kč
95	3.11.2015	Dopravní nehoda - Náraz drážního vo- zidla do stojícího drážního vozidla	Česká Třebová	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 7 680 500,-Kč
96	4.12.2015	Dopravní nehoda - Střet drážního vo- zidla s osobním automobilem	Mezi Žďárcem u Skutče a Hlinskem v Čechách	4 - Pochybení osoby třetí strany	3 usmrcené osoby 1 zraněná osoba 202 500,-Kč
97	11.12.2015	Dopravní nehoda - Střet drážního vo- zidla s nákladním automobilem	Frýdek – Místek	4 - Pochybení osoby třetí strany	868 436,-Kč

ROK 2016 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
98	21.3.2016	Dopravní nehoda - Střet drážního vo- zidla s nákladním automobilem	Frýdek-Místek	4 - Pochybení osoby třetí strany	868 436,-Kč

ROK 2016 - Mimořádné události, u kterých vydala drážní inspekce závěrečnou zprávu					
Po- řadí	Datum	Popis	Umístění	Vznik působením rizika (číslo – popis)	Způsobená újma
99	19.4.2016	Dopravní nehoda - Sřet drážního vozidla s osobním automobilem	Golčův Jeníkov	2 - Pochybení zaměstnance železnice 4 - Pochybení osoby třetí strany	2 usmrcené osoby 100 000,-Kč
100	25.6.2016	Dopravní nehoda - Srážka drážních vozidel při posunu (projetí návěstidla)	Brno hl. nádraží	2 - Pochybení zaměstnance železnice	1 zraněná osoba 18 083 000,-Kč
101	26.5.2016	Dopravní nehoda - Vykolejení dvou vagónů nákladního vlaku	Mezi Dobronínem a Jihlavou	8 - Mechanické poškození	1 zraněná osoba 7 319 094,-Kč
102	10.7.2016	Dopravní nehoda - Srážka vlaků	Dopravna Rotava	2 - Pochybení zaměstnance železnice	5 zraněných osob 3 109 340,-Kč
103	24.7.2016	Dopravní nehoda - Vypadnutí nezletilé cestující z nástupních dveří vlaku	mezi Olomoucí a Štěpánovem	2 - Pochybení zaměstnance železnice 3 - Pochybení cestujícího 9 - Technická porucha / selhání	1 usmrcená osoba