

Ladislav Kovář¹, Josef Koukol²

Využití dat z diagnostiky jedoucích vozidel

Klíčová slova: diagnostika, horkoběžnost, indikátor, nekorektnost jízdy, vozidlo

Úvod

Současný trend volného přístupu dopravců na železniční dopravní cestu sebou přináší i některá negativa. Jedním z nich je provozní kontrola technického stavu železničních vozidel. Primárně za vozidla zodpovídá dopravce, případně vlastník vozů. Ti zaručují, že provozují prostředky, které splňují závazné předpisy a normy. Neopominutelné jsou rovněž jejich pravidelné prohlídky a revize. I při největší pečlivosti však mohou vzniknout závady na vozidlech během jejich běžného provozu, které mohou ohrozit plynulost a bezpečnost železničního provozu a které nejsou při absenci provozních pracovníků na tratích a stanicích snadno zjistitelné.

Tato situace není typická jen pro naši republiku. Obdobně je tomu i u jiných železničních správ. Na různých úrovních tak vznikají snahy o technická řešení tohoto problému za pomoci diagnostických zařízení. Systémům používaným v České republice a jejich fyzikálním principům byl věnován minulý příspěvek na toto téma, který vyšel ve Vědeckotechnickém sborníku ČD č. 37 v roce 2014. Tento článek na něj navazuje a zabývá se využitím získaných dat z těchto systémů.

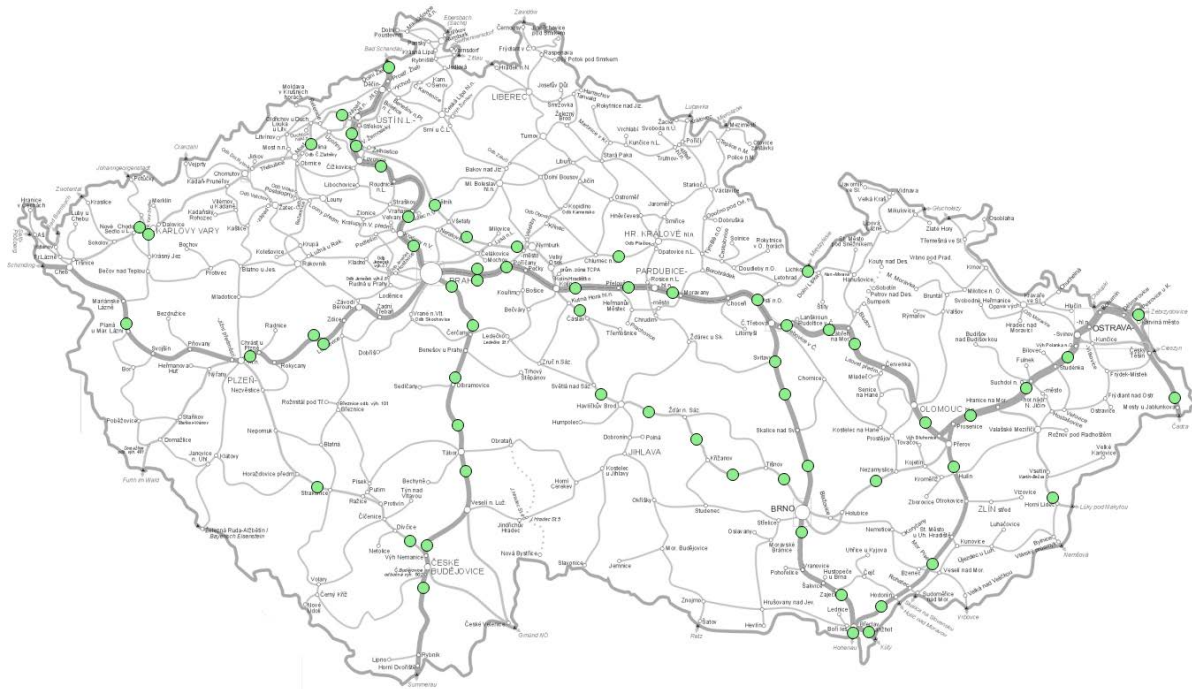
Situace v České republice

V roce 2016 dokončila SŽDC, s.o. v oblasti diagnostiky vozidel významnou investiční akci, která v zásadě naplnila představy správce infrastruktury o vybavení železniční sítě touto technikou, které jsou formulovány ve Směrnici SŽDC, s.o. č. 36 z roku 2008 [1].

Původních 15 lokalit bylo doplněno dalšími 45 systémy tak, aby se pokryla železniční síť ČR na hlavních tratích, příjezdech do republiky, před dlouhými tunely a velkými železničními uzly (viz Obr. 1). Nově instalovaná zařízení jsou kompatibilní se stávajícími technologiemi, čímž je zajištěna návaznost dat, minimalizace nákladů na provoz a servis zařízení. Současně s výstavbou zařízení diagnostiky byl rovněž vybudován Řídicí systém diagnostiky jedoucích železničních vozidel (ŘSDV), který soustřeďuje data ze všech lokalit (i původních) a umožňuje kvalitativně vyšší a efektivnější využití celého systému, jak je popisováno v následujících kapitolách.

¹ Ing. Ladislav Kovář, nar. 1948, Vysoká škola dopravy a spojů Žilina, obor: Bloky a spoje, důchodce STARMON s.r.o.

² Ing. Josef Koukol, nar. 1988, Univerzita Pardubice, obor: Technologie a řízení dopravy, Analytik IS, OLTIS Group a.s.



Obrázek 1: Síť diagnostiky železničních vozidel v ČR

Instalovaná zařízení jsou vybavena snímači teploty a snímači nekorektností jízdy. Pomocí nich jsou sledovány tyto závady na vozidlech:

Indikátor horkoběžnosti:

- Teplota ložisek.
- Teplota obroucí železničních kol.
- Teplota brzdových špalků.
- Teplota kotoučových brzd.

Uvedené teploty jsou měřeny přímo pomocí vysoce citlivých pyrometrů, umožňujících měření teploty bez přímého kontaktu s měřeným objektem.

Indikátor nekorektností jízdy:

- Plochy na jízdni ploše, způsobené tažením zablokované nápravy.
- Návarky na jízdni ploše, rovněž způsobené tažením zablokované nápravy.
- Vydrolený materiál na jízdni ploše.
- Polygonizace jízdni plochy.
- Znečištěný povrch jízdni plochy.

Kromě toho jsou indikovány i další závady na kolech, nápravách nebo na souvisejících konstrukčních prvcích podvozku:

- Ovalizace kola.
- Rozdíl průměrů kol na jedné nápravě.
- Nesouosost kol jedné nápravy.
- Vadné tlumiče na podvozku.

Tento výčet příčin výskytu detekce závad na kole, označovaných pod dříve používaným názvem „ploché kolo“, je způsoben nemožností přímého měření kvality povrchu kola za jízdy. Všechny metody, které se zabývají detekcí „plochých kol“ pracují na fyzikálních principech, které jsou schopné zachytit následné efekty těchto poruch – jako např. dynamické účinky, přerušování kontaktu kola s kolejnici, akustické účinky apod. Tato skutečnost znesnadňuje praktické ověřování detekovaných závad v provozu, protože ve stanicích, kde dochází k zastavování vlaků z důvodu detekce závady tohoto druhu, není většinou potřebný technický personál, který by mohl indikovanou poruchu kvalifikovaně posoudit. Používané náhradní řešení, při kterém je rozhodující osobou strojvedoucí zastaveného vlaku, je svým způsobem nelogické z toho důvodu, že strojvedoucí je zaměstnancem dopravce, na kterého dopadá povinnost zjištěnou závadu řešit, což v mnoha případech není žádoucí s ohledem na potíže se zpožděním, odstavením vozu apod.

Některé ze závad nemůže potvrdit ani zkušený technický pracovník. Ty je možné odhalit až ve speciálně vybavených dílnách – například na podúrovňovém soustruhu. Z výše uvedených důvodů vyplývá, že na výsledky detekce závad na pojížděné ploše kola je nutno přistupovat z jiného pohledu, než jak je zvykem u detekce horkých ložisek nebo brzd. V případě přehřátých ložisek a brzd je detekce jednoznačná a snadno ověřitelná. Rovněž nebezpečí toho, že závada bude provozními pracovníky bagatelizována nebo přehlížena je minimální, protože následky by mohly být katastrofální, což si všichni zúčastnění pracovníci plně uvědomují.

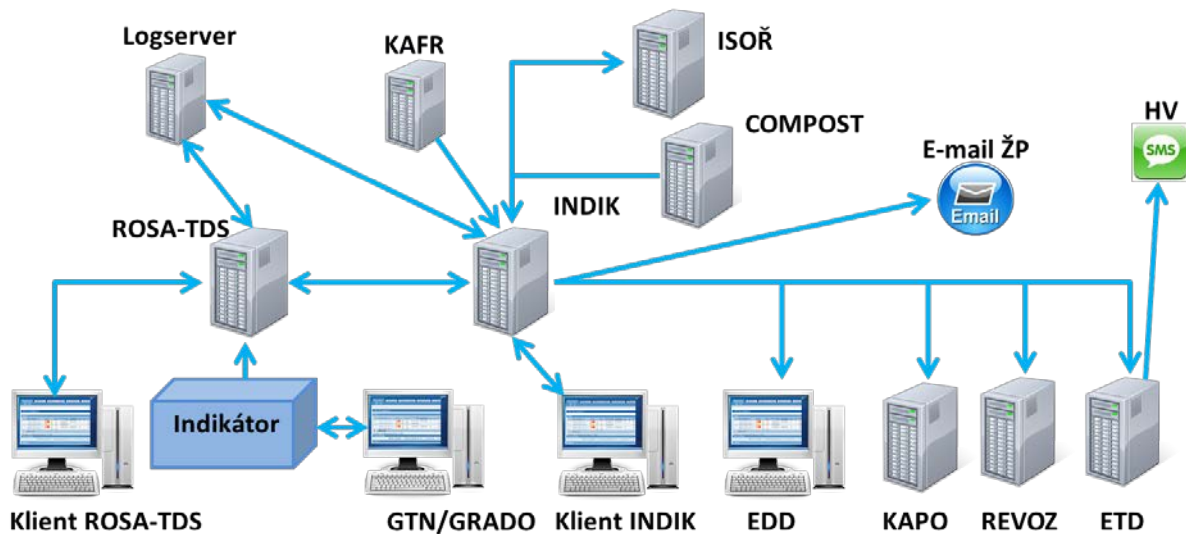
Jinak je tomu u „plochých kol“, kdy s ohledem k nejednoznačnosti detekce a nesnadného ověřování závady dochází často k přehlížení indikovaných poplachů v případě, že se jedná o nižší stupeň výstrahy. Pro vlastní železniční provoz není také žádoucí, aby se mimořádně zastavovaly vlaky z důvodu např. ovality nebo nečistoty na kole. V případě vyššího stupně výstrahy je naopak žádoucí, aby vlak byl zastaven v nejbližší vhodné stanici, závada vyhodnocena a vůz případně odstaven. Tak se dá předejít poškození železničního svršku jeho další jízdou.

Řešení problému indikací nižší úrovně závady nabízí právě vybudovaný systém indikátorů a jejich řídicí nadstavba, která umožňuje spárování dat o závadách s konkrétním vozem – jeho číslem. Tato funkcionalita nepokrývá ještě celou strukturu systému z důvodu nedostupnosti informací o složení všech vlaků, ale postupně se na ní pracuje. Současné možnosti však již poskytují aspoň částečné sledování vozu se zjištěnou závadou, trend jejího vývoje a možnost pracovat se získanými daty nejen pracovníky infrastruktury, ale i technickými pracovníky dopravce, což přináší výhody jak pro provoz, správce infrastruktury, tak pro samotné dopravce, kteří tak získávají informace o technickém stavu svých vozidel s předstihem a mohou podle nich plánovat případné opravy nebo revize.

Řídicí systém diagnostiky vozidel

Vznik Řídicího systému diagnostiky vozidel (ŘSDV) znamená doplnění, dlouhou dobu, chybějící vazby mezi technickým systémem (zařízení ASDEK/systém ROSA) a provozními systémy (ISOŘ a další), a tím se z lokální úrovně podařilo přejít na centrální.

ŘSDV se skládá především ze systému ROSA–TDS (nástupce systému ROSA), nově vzniklého systému INDIK a potřebných úprav v návazných systémech. Celkové pojetí a vazby mezi jednotlivými systémy jsou zobrazeny na následujícím schématu.

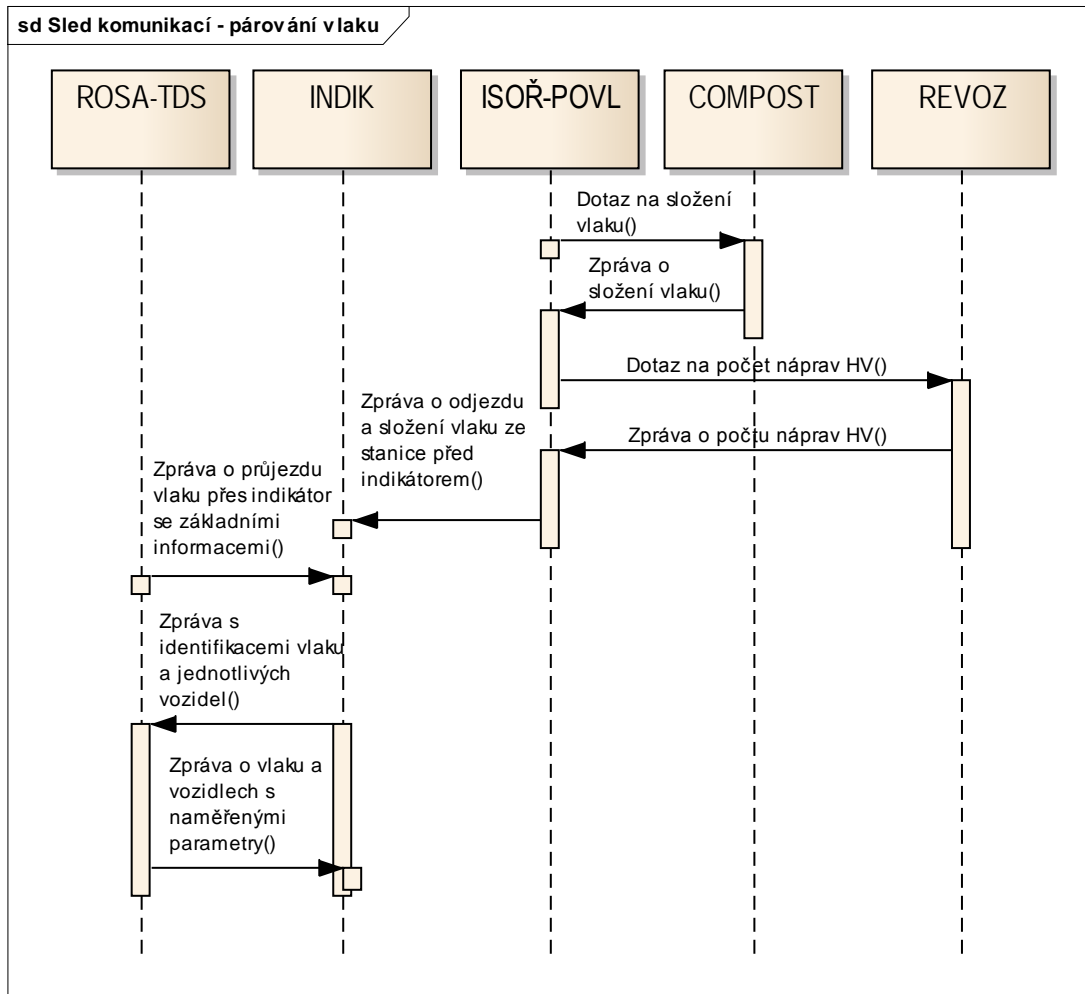


Obrázek 2: Řídící systém diagnostiky vozidel

Princip párování vlaku

Stěžejní úlohou ŘSDV je vytvoření vazby mezi daty provozních systémů s daty zjištěnými indikátory jedoucích železničních vozidel. Jedná se o přiřazení jedinečné identifikace vlaku k průjezdu vlaku přes indikátor a naměřeným datům. Pokud existuje u vlaku informace o jeho složení, dochází k přiřazení změřených dat nejen k vlaku, ale i k jednotlivým vozidlům. Vytvoření této vazby se nazývá párování vlaku a tento algoritmus vychází z časoprostorové incidence vlaku na dopravní cestě s daným indikátorem. Vlastní párování probíhá jako vzájemná komunikace mezi provozními IS, INDIK a ROSA–TDS:

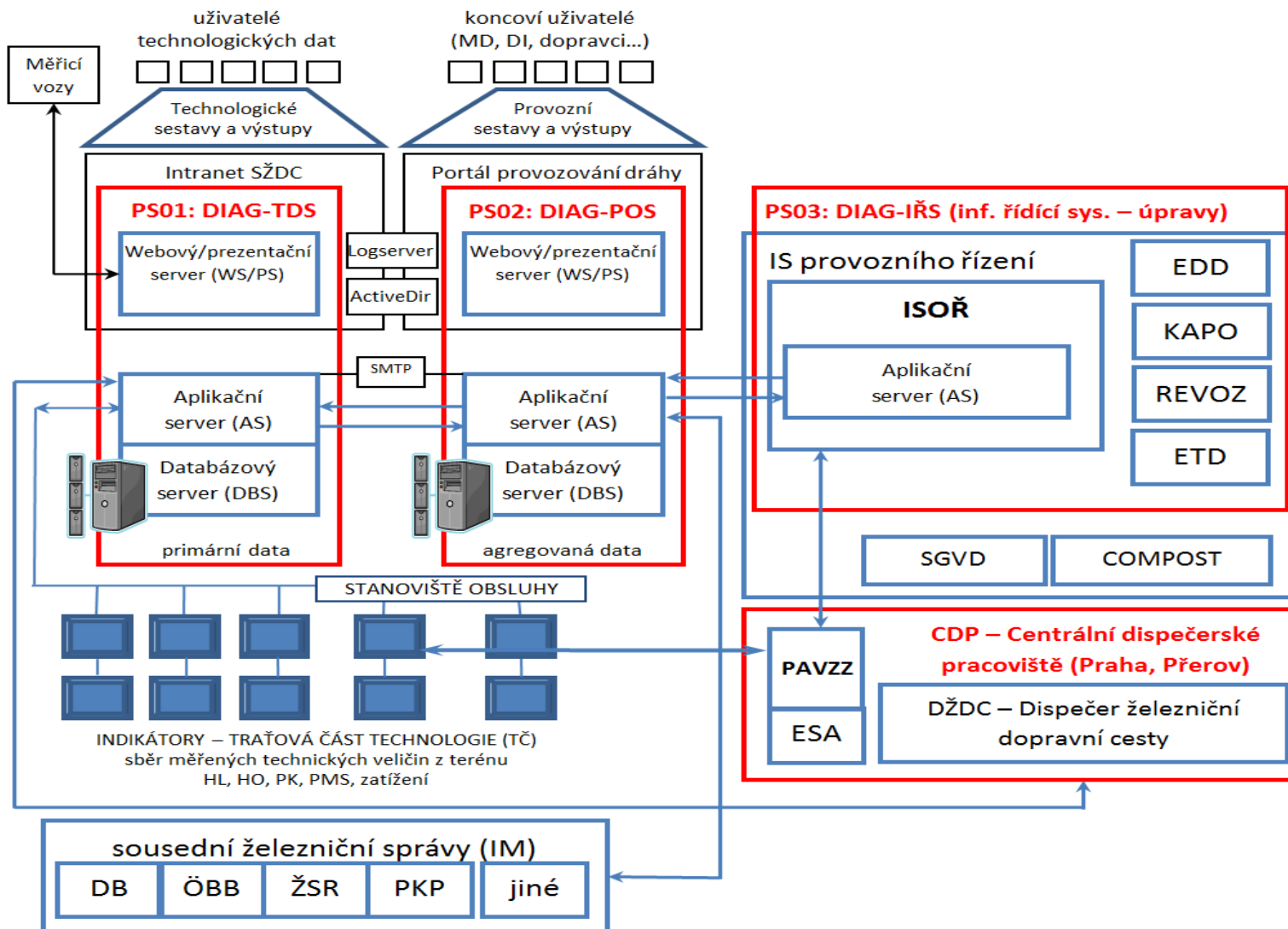
1. Zpráva z ISOŘ-POVL o složení a odjezdu vlaku ze stanice před indikátorem. ISOŘ-POVL zjistí požadované informace ze systémů Compost (o složení vlaku) a REVOZ (o činných hnacích vozidlech na vlaku).
2. Zpráva z ROSA–TDS do INDIK o průjezdu vlaku přes indikátor se základními informacemi.
3. Zpráva z INDIK do ROSA–TDS s identifikacemi vlaku a jednotlivých vozidel.
4. Zpráva z ROSA–TDS do INDIK o vlaku a vozidlech s naměřenými parametry.



Obrázek 3: Princip párování vlaku

Struktura datové sítě

Základem datové sítě jsou prvotní systémy sběru technologických dat – indikátory horkoběžnosti, indikátory nepravidel na jízdni ploše kola, případně další zařízení. Hlavní účel, kterým je přenos dat o průjezdu vlaku a poplachové zprávy do nejbližší určené stanice zůstává zachován. Pracovník řídící dopravu tak může zasáhnout v případě detekce nebezpečného stavu. Tam, kde je trať řízena z centrálního dispečerské pracoviště CDP, jsou informace o průjezdu vlaku a poplachové zprávy přenášeny na monitor řídicího dispečera pomocí graficko-technologické nadstavby (GTN) zabezpečovacího zařízení. Dopravní opatření potom provádí dispečer. Pomocí GTN jsou zpětně do systému diagnostiky přenášeny informace o čísle vlaku ze zabezpečovacího zařízení.



Obrázek 4: Datová síť diagnostiky

V nadstavbové části datové struktury jsou zřízeny servery:

- Technologický a dohledový systém DIAG–TDS s obchodním názvem ROSA–TDS
- Provozně-operativní systém DIAG–POS s obchodním názvem INDIK.

Technologický a dohledový server

Hlavním úkolem serveru, v projektu řídicího systému diagnostiky označovaném jako DIAG–TDS, je sběr dat od diagnostických zařízení na tratích a jejich uložení. Umožňuje rovněž vzájemnou výměnu dat se sousedními železničními správami.

Uložená data, která obsahují informace o technickém stavu jednotlivých náprav jsou doplněna údaji o složení vlaku, které přicházejí ze serveru DIAG–POS, tím dojde ke spárování diagnostických dat s konkrétním vozem. Takto doplněná data jsou potom předána zpět do serveru DIAG–POS k dalšímu zpracování v oblasti řídicích systémů dopravy.

Na úrovni serveru TDS jsou doplněná data ještě vyhodnocována v modulu zpracování událostí a generování alarmů a předávána uživatelům správce infrastruktury. Výstupem jsou výstrahy a alarmy, vyhodnocení trendů závad na jednotlivých vozech, administrace termínů pravidelných prohlídek jednotlivých zařízení na trati a odesílání zpráv e-mailovou službou. Ověření uživatele je řešeno službou centrálního systému SŽDC, s.o. pro správu uživatelů a jejich rolí.

Pro údržbu a servis zařízení na trati slouží dohledový modul, který zprostředkuje příjem diagnostických dat o vlastním zařízení, možnost změny limitních hodnot pro poplachy, plánování prohlídek apod.

Jednou z funkcionalit serveru TDS je možnost validace funkce indikátorů horkoběžnosti měřícím vozem.

Prezentace dat ze serveru TDS

Seznamy průjezdů

Údaje o průjezdech vlaků a diagnostice vozů jednotlivými stanovišti diagnostiky jsou uživatelům prezentována v několika podobách. Jedním z nich je „Seznam průjezdů“, který formou tabulky poskytuje přehled o datu, času, lokalitě a směru projíždějícího vlaku, dále o jeho čísle (pokud se jedná o úsek trati pokrytý informací GTN – dálkově ovládané úseky), počtu náprav, délce vlaku a jeho rychlosti. Technický stav vozů ve vlaku – horká ložiska, brzdy a závady na jízdni ploše kola - jsou indikovány jednotlivě podle typů závad třemi stupni:

- Bez závad – zeleně
- Výstraha – žlutě
- Stop – červeně.

Informace o každém vlaku lze pro přehlednost zobrazit i graficky pomocí sloupcových grafů – viz Obr. 5.



Obrázek 5: Teploty ložisek

Sledování vozidel

Další užitečnou funkcí je „Sledování vozidel“. Ta umožňuje zvolit pomocí filtrů konkrétní datum, místo, vlak a vozidlo a získat tak přehled o naměřených teplotách ložisek, brzd a plochých kolech na konkrétním voze. Kromě toho jsou zobrazovány i hodnoty tlaku kola na kolejnici, které se používají při výpočtu „ekvivalentní délky plochy“ – číselné vyjádření výsledného efektu zařízení pro zjišťování nekorektností jízdy. Příklad zobrazení viz Obr. 6.

Záznamy

Export

Nastavit filtr

Aplikované filtry:

Výchozí

Období od: 1. 2. 2017 0:00

TR	Indikátor	Číslo vozu	Čas průjezdu	Číslo průjezdu	Číslo nápravy	Horká ložiska		Horké obruce		Plochá kola - měření		Plochá kola - zatížení	
						L [°C]	P [°C]	L [°C]	P [°C]	1. [cm]	2. [cm]	L [t]	P [t]
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	91 54 7 163 252 - 0	2. 2. 2017 12:39:56	771266	1	15	15	82	0	0	10,608	10,14	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	91 54 7 163 252 - 0	2. 2. 2017 12:39:56	771266	2	11	13	82	0	0	9,048	10,452	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	91 54 7 163 252 - 0	2. 2. 2017 12:39:56	771266	3	13	15	82	0	0	11,544	12,324	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	91 54 7 163 252 - 0	2. 2. 2017 12:39:56	771266	4	15	16	82	0	0	10,14	11,856	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	23 87 4292 098 - 2	2. 2. 2017 12:39:56	771266	5	32	34	82	0	0	4,524	4,212	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	23 87 4292 098 - 2	2. 2. 2017 12:39:56	771266	6	35	29	82	0	0	8,736	6,084	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	23 87 4292 098 - 2	2. 2. 2017 12:39:56	771266	7	29	33	82	0	0	4,368	4,68	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	23 87 4372 038 - 1	2. 2. 2017 12:39:56	771266	8	32	32	82	0	0	6,24	4,212	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	23 87 4372 038 - 1	2. 2. 2017 12:39:56	771266	9	34	30	82	0	0	4,524	4,056	
TR/2154/----0047347A/00/2017/20170201	Mělník	23 87 4372 038 - 1	2. 2. 2017 12:39:56	771266	10	32	33	82	0	0	5,304	3,276	

« 1 2 3 4 5 ... 16581 16582 »

Počet řádků na stránku: 10 ▾

Záznamy: 1-10 / 165817

Obrázek 6: Sledování vozidel

Trendy

Na podkladě předem stanovených pravidel jako je počet průjezdů, prahové hodnoty, nárůst hodnoty a další, lze také sestavit seznamy vyhodnocených trendů, které slouží pro vyhodnocení progresu závady na vozidle, což je v případech, kdy se jedná o přehřáté ložisko důležité pro včasné předejití havarijního stavu.

Měřicí vůz

V souvislosti s rozšířením sítě indikátorů vznikl také požadavek na vývoj prostředků pro kontrolu těchto zařízení pomocí měřicího vozu. Z toho důvodu byl vybaven měřicí vůz TÚDC pro zabezpečovací zařízení, konkrétně ETCS, zařízením pro imitaci zahřátí ložisek a brzd na předem nastavené hodnoty a jejich následná kontrola při průjezdu místem snímání na trati. Na Obr. 7 je příklad nastavení topných těles na měřicím voze před zahájením měření.

The screenshot shows the 'Měřicí vůz - ERTMS' software interface. It has three tabs: 'Měření', 'Graf', and 'ROSA'. The 'Měření' tab is active, displaying 'Aktuální teploty topných těles'. It includes a table for current temperatures and a section for setting required temperatures.

	horká ložiska požad. °C	hor.ložiska 1 aktuální °C	hor.ložiska 2 aktuální °C	horká kola požad. °C	horká kola aktuální °C
pravá:		87	86		244
levá:	84	85	84	250	243

venkovní teplota: °C

Výsledky měření ukládat do souboru:

Směr jízdy: Počet náprav celého vlaku:

Pořadí nápravy na které se bude měřit:
(první náprava ve směru od stanoviště 2 / nebo 4 náprava ve směru od stanoviště 1)

Nastavení požadované teploty topných těles

Horká ložiska: °C Horká kola: °C

Při nastavování teplot došlo k chybě, teploty je nutné nastavit ještě jednou!

Obrázek 7: Nastavení topných těles na měřicím voze

Statistické přehledy

Systém umožňuje sestavovat různé statistické přehledy zaměřené například na počty průjezdů vlaků nebo náprav v určitém úseku trati, počty zjištěných závad nižší nebo vyšší kategorie, zatížení tratí v tunách a další.

Servisní služby

Správa indikátorů

Oprávněný uživatel systému má možnost změnit prahové hodnoty naměřených údajů pro stanovení poplachů na jednotlivých lokalitách, jak pro indikátory horkoběžnosti,

tak pro indikátor nepravidelností na jízdni ploše. Tuto funkci je vhodné použít při počátečním ladění systému.

Pro správce systému je velmi důležitá funkce „Aktuální stav indikátorů“, která přehlednou formou prezentuje základní informace o funkčnosti nebo poruchách jednotlivých zařízení.

Správa prohlídek

Podle doporučení výrobce je nutné provádět dvakrát do roka prohlídku indikátorů a kontrolu jejich nastavení za účasti správce systému a servisní organizace. Pro plánování této činnosti slouží modul „Správa prohlídek“, která kromě pravidelných prohlídek umožňuje organizovat i prohlídky mimořádné, generovat záznam prohlídky podle zjištěných skutečností a ukládat je pro pozdější použití.

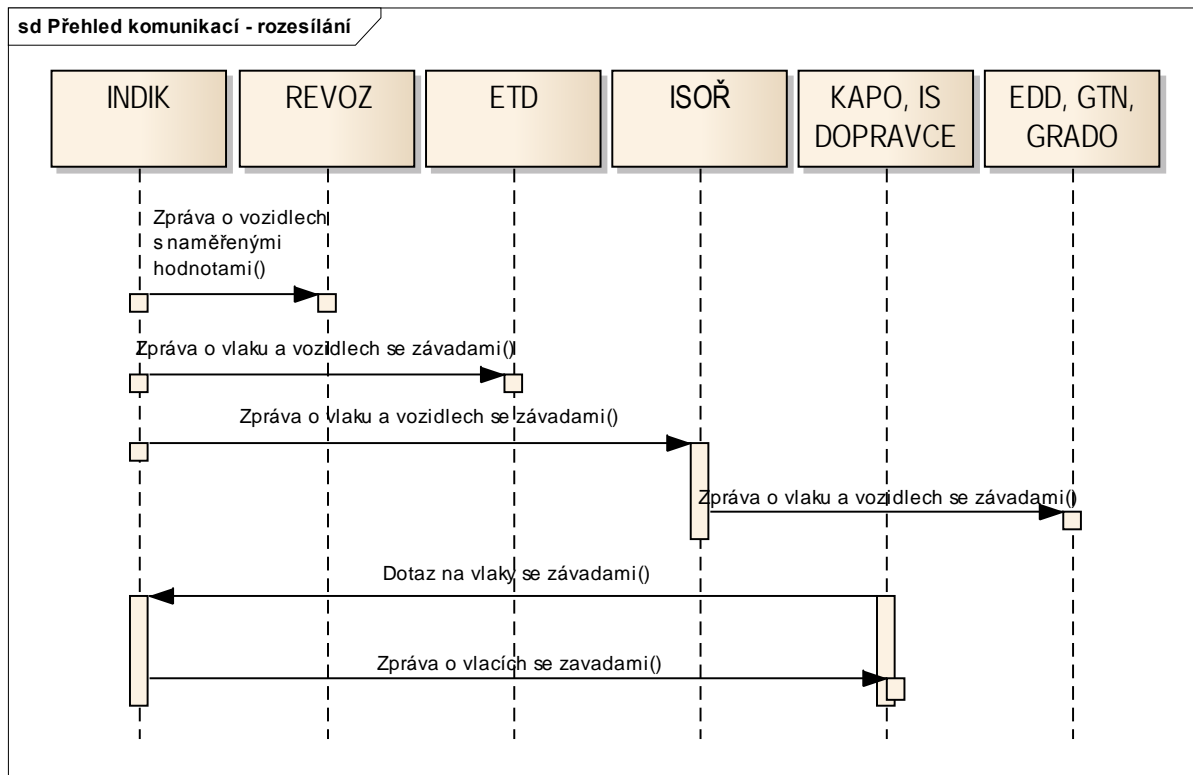
Vazby na informační systémy OLTIS

Vazby mezi Řídicím systémem diagnostiky vozidel (ŘSDV) a provozními informačními systémy SŽDC, dodávanými společností OLTIS Group a.s., zajišťuje provozně-operativní server, INDIK.

Po spárování vlaku a za předpokladu splnění nastavených podmínek dochází k exportu získaných informací do systémů REVOZ, ETD a ISOŘ, ze kterého je možné informace posílat do aplikací staniční úrovně (EDD, GTN, GRADO). INDIK nabízí WCF službu, na kterou se dotazuje IS KAPO. Tuto službu mohou využívat i dopravci. Uvedenými komunikacemi dochází k distribuci získaných informací, a tím je umožněno následné zpracování a využití dat z diagnostických systémů na železnici.

Přehled komunikací mezi INDIK a ostatními systémy – při rozesílání informace o vlaku se závadou nebo chybným rozbořem

- Zpráva z INDIK do REVOZ o vozidlech se závadami.
- Zpráva z INDIK do ETD o vlaku a vozidlech se závadami.
- Zpráva z INDIK do ISOŘ o vlaku a vozidlech se závadami (a jeho prostřednictvím i do příslušných EDD, GTN a GRADO).
- Dotaz KAPO na INDIK na vlaky se závadami.
- Zpráva z INDIK do KAPO o vlacích se závadami.



Obrázek 8: Přehled komunikací

REVOZ

Zasíláním dat z INDIK do REVOZ je naplňována část Závady, kde jsou zobrazena všechna vozidla, na kterých byla zjištěna technická závada ve stavu Výstraha nebo Stop. Data do REVOZ se zasílají jen v případě identifikace konkrétního železničního vozidla.

ETD

Komunikace INDIK – ETD slouží k předání informace o technické závadě strojvedoucímu. Předávají se informace o závadách typu horké ložisko nebo horká obruč ve stavu Výstraha nebo Stop. INDIK nejprve odešle datovou zprávu do ETD. ETD následně vytvoří SMS a odešle na mobilní telefon strojvedoucího. Strojvedoucí je povinen podle stavu závažnosti závady učinit odpovídající úkony.

ISOŘ a IS staniční úrovně

Komunikace INDIK – ISOŘ slouží k předání informací o vlaku s technickou závadou, nebo s chybně zadaným rozbohem. Za chybně zadaný rozbor se v tomto případě uvažuje rozdíl mezi zadanou a naměřenou délkou vlaku větší než 30 m. Zasláné informace se zobrazují provozním dispečerům v klientech CDS.

ISOŘ umožňuje přeposílání informací na IS staniční úrovně. V současné době se informace přeposílají pouze do EDD. Systémy GTN a GRADO komunikují přímo s ASDEK.

KAPO

Předávání dat z INDIK do KAPO umožňuje vytvořit podklady pro postih dopravce za opakované použití drážního vozidla, u kterého byla diagnostickým zařízením

indikována závada způsobující poškození kolejnic a dále za chybně zadané informace o rozboru vlaku.

Data do systému KAPO zasílá INDIK na základě dotazu KAPO. V dotazu je mimo jiné uveden interval, za který se mají vrátit vlaky s průjezdem přes indikátor v odpovídajícím čase.

Komunikace pro KAPO lze využít i pro předávání informací do IS dopravců. V takovém případě se odesílají jen vlaky daného dopravce. Dopravce na základě obdržených dat má možnost upravit plánované oběhy svých vozidel a na vozidlech se závadou provést odpovídající údržbu.

Závěr

Instalovaná zařízení diagnostiky jedoucích železničních vozidel s nadstavbou Řídicího systému diagnostiky vozidel umožňují správci infrastruktury železniční dopravy účinně nahradit ubývající pracovníky v železničních stanicích, kteří by mohli sledovat projíždějící vlaky a reagovat na zjevné závady a poruchy na vozidlech. Podstatnému zvýšení využití těchto zařízení účinně napomáhá centrální sběr všech diagnostických dat, jejich zpracování, spárování s čísly vozidel, třídění a vyhodnocování trendů poruch v jejich počátcích.

Významná možnost využití získaných údajů se naskýtá i dopravcům a vlastníkům vozů pro jejich interní potřeby.

Literatura:

- [1] Směrnice SŽDC,s.o. č. 36/2008 – Koncepce diagnostiky závad na jedoucích kolejových vozidlech železniční sítě České republiky

Seznam zkratk:

ASDEK	-	Technologické zařízení pro sběr dat
CDP	-	Centrální dispečerské pracoviště
CDS	-	Centrální dispečerský systém
ComposT	-	Composition Train (IS pro evidenci složení vlaku)
ČD a.s.	-	České dráhy, akciová společnost
ESA	-	elektronické stavědlo AŽD
EDD	-	Elektronický dopravní deník
ETCS	-	European Train Control System
ETD	-	Elektronické jízdní řády
GRADO	-	Grafická dokumentace
GTN	-	Graficko - technologická nadstavba
IM	-	Infrastructure manager
INDIK	-	Provozně-operativní systém, součást ŘSDV
IS	-	Informační systém
ISOŘ	-	Informační systém operativního řízení
ISOŘ-POVL	-	Informační systém operativního řízení, Poloha vlaku
KAFR	-	Kartotéka firem
KAPO	-	Kalkulace poplatků za užití dopravní cesty
PAVZZ	-	Provozní aplikace s vazbou na zabezpečovací zařízení
POS	-	Provozně operativní server
REVOZ	-	Registr vozidel
ROSA	-	Systém sběru dat z indikátorů
ŘSDV	-	Řídicí systém diagnostiky vozidel
SGVD	-	Splněný grafikon vlakové dopravy
SŽDC,s.o.	-	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
TDS	-	Technologický a dohledový server
TÚDC	-	Technická ústředna dopravní cesty
WCF	-	Windows Communication Foundation

Praha, únor 2017

Lektorovali: Ing. Jan Plomer
České dráhy, a.s.

doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc.
Univerzita Pardubice