

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

ZAVEDENÍ ECM DO PROCESU ÚDRŽBY KOLEJOVÝCH VOZIDEL

Albert Urban

Bakalářská práce

2024

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Albert Urban**
Osobní číslo: **D20426**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Kolejová vozidla**
Téma práce: **Zavedení ECM do procesu údržby kolejových vozidel**
Zadávající katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Zásady pro vypracování

Sjednocení podmínek pro přístup k trhu služeb železniční dopravy definováním společných zásad pro řízení a regulaci bezpečnosti a dozor nad nimi v rámci celé EU je aktuálním trendem a dotýká se i oblasti údržby kolejových vozidel. Účelem tohoto kroku bylo zavedení jednotného rámce tak, aby byly uplatňovány rovné požadavky a podmínky pro subjekty odpovědné za údržbu vozidel (ECM). Cílem práce je zmapovat současný stav v oblasti údržby vozidel se zaměřením na aplikaci metod hodnocení bezpečnosti.

Vypracujte:

1. popis vývoje údržby a systému ECM,
2. rozbor uplatnění společné bezpečnostní metody (CSM),
3. příklady aplikace CSM v oblasti ECM.

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**
Rozsah grafických prací: **dle pokynů vedoucího práce**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] MICHÁLEK T., LIBEROVÁ S.: *Provoz a údržba železničních vozidel v kontextu technických specifikací pro interoperabilitu*. In: *Perners Contacts*, Vol. 18, No. 2, (2023). DOI: 10.46585/pc.2023.2.2488.
[2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/798 ze dne 11. května 2016 o bezpečnosti železnic (přepracované znění).
[3] Prováděcí nařízení komise (EU) 2019/779 ze dne 16. května 2019, kterým se přijímají podrobná ustanovení o systému udělování osvědčení pro subjekty odpovědné za údržbu vozidel podle směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/798 a zrušuje nařízení Komise (EU) č. 445/2011.
[4] Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 402/2013 ze dne 30. dubna 2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik a o zrušení nařízení (ES) č. 352/2009.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Stanislava Liberová, Ph.D.**
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Martin Elstner, Ph.D.**
České dráhy, a.s.

Datum zadání bakalářské práce: **9. února 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **10. května 2024**

L.S.

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

Ing. Jakub Vágner, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlašuji:

Práci s názvem Zavedení ECM do procesu údržby kolejových vozidel jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Pardubicích dne 25. července 2024

Albert Urban

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Stanislavě Liberové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady poskytnuté při vypracování této bakalářské práce.

Albert Urban

Anotace

Bakalářská práce se věnuje opatřením Evropské unie zaměřeným na zvýšení bezpečnosti železniční dopravy. Cílem práce je zmapovat současný stav v oblasti údržby železničních vozidel a poskytnout ucelený přehled o této problematice ve formě literární rešerše. Práce obsahuje historický vývoj údržby železničních vozidel, popis údržby prováděné subjektem odpovědným za údržbu a společné bezpečnostní metody. Řešení problematiky bude založeno na studiu a analýze odborných informačních zdrojů a právních předpisů.

Klíčová slova

Údržba, Železniční vozidlo, Subjekt odpovědný za údržbu, Společné bezpečnostní metody

Title

Implementation of ECM into the maintenance process of rail vehicles

Annotation

The bachelor's thesis focuses on measures implemented by the European Union aimed at enhancing railway transportation safety. The aim of the thesis is to map the current state in the field of railway vehicle maintenance and to provide a comprehensive overview of this issue in the form of a literature review. The thesis covers the historical development of railway vehicle maintenance, a description of the maintenance carried out by the entity in charge of maintenance, and common safety methods. The approach will be based on studying and analyzing expert information sources and legal regulations.

Keywords

Maintenance, Railway vehicle, Entity in Charge of Maintenance, Common Safety Methods

Obsah

Seznam obrázků	8
Seznam tabulek	9
Seznam symbolů a zkratk	10
1 Úvod	11
2 Údržba	12
2.1 Historický vývoj údržby železničních vozidel v českých zemích	16
2.2 Původní systém údržby v rámci Českých drah.....	17
2.2.1 Princip systému údržby	18
2.2.2 Plánování údržby ŽKV	19
3 Subjekt odpovědný za údržbu	20
3.1 Údržba železničních vozidel subjektem odpovědným za údržbu	21
3.2 Osvědčení subjektu odpovědného za údržbu	23
4 Společné bezpečnostní metody	26
4.1 Společná bezpečnostní metoda pro hodnocení a posuzování rizik	27
4.1.1 Posouzení významnosti změny.....	27
4.1.2 Analýza a hodnocení rizik	30
4.1.3 Zásady pro hodnocení přijatelnosti rizik	33
5 Příklady aplikace CSM v oblasti ECM	35
5.1 Technické změny	35
5.2 Provozní změny.....	36
5.3 Organizační změny.....	39
6 Závěr	40
Literatura	41

Seznam obrázků

Obr. 1 Základní členění údržby dle ČSN EN 13306	13
Obr. 2 Údržba po poruše.....	14
Obr. 3 Seskupování údržbových zásahů	15
Obr. 4 Diagram procesu hodnocení a posuzování rizik	28
Obr. 5 Identifikace a klasifikace nebezpečí.....	31
Obr. 6 Odhad a hodnocení rizik	32

Seznam tabulek

Tab. 1 Posouzení významnosti změny	29
Tab. 2 Změna značení účinku zajišťovací brzdy	35
Tab. 3 Náhrada stávajícího maziva	36
Tab. 4 Revize nápisů na vozech	37
Tab. 5 Zavedení nové verze provozované řady hnacího vozidla	37
Tab. 6 Změna provozních programů údržby hnacích vozidel	38
Tab. 7 Změna provozních předpisů.....	39

Seznam symbolů a zkratek

Zkratky

ČD	České dráhy, a. s.
ČR	Česká republika
CSM	Common Safety Method (angl.) – společná bezpečnostní metoda
DFJP	Dopravní fakulta Jana Pernera
DÚ	Drážní úřad
DVK	Depo kolejových vozidel
ECM	Entity in Charge of Maintenance (angl.) – subjekt odpovědný za údržbu drážního vozidla
EK	Evropská komise
ERA	European Union Agency for Railways (angl.) – Agentura Evropské unie pro železnice
EU	Evropská unie
PBN	Prohlášení navrhovatele o bezpečnosti
RCM	Reliability Centred Maintenance (angl.) – údržba zaměřená na bezporuchovost
SPB	Subjekt pro posuzování bezpečnosti
TSI	Technická specifikace pro interoperabilitu
ZPB	Zpráva o posouzení bezpečnosti
ŽKV	Železniční kolejové vozidlo

1 Úvod

Bezpečnost je jedním z hlavních aspektů každého druhu dopravy, jinak tomu není ani na železnici. Klíčovou roli při zachování a zvyšování bezpečnosti železniční dopravy hraje údržba vozidel. Zásadní vliv má údržba i na schopnost dopravce realizovat smluvené výkony v dané době, jakosti a ceně. Náklady na údržbu a vícenásobné výdaje způsobené využíváním suboptimálního systému údržby, např. neplánované prostoje, poruchy, smluvní penalizace, ztráta dobrého jména u zákazníků atd., tvoří významnou část celkových nákladů podniku. Využívání vhodného systému údržby a jeho optimalizace umožňují v tržním prostředí zvyšovat ziskovost a získat konkurenční výhodu.

S postupným koncem monopolů státních železničních dopravců a otevíráním trhu vyvstala potřeba nezávislého státního dozoru nad údržbou vozidel. Z důvodu rozdílné jakosti údržby v jednotlivých členských státech bylo rozhodnuto řešit tuto problematiku na unijní úrovni. V rámci sjednocování pravidel železničního odvětví byla bezpečnost řešena již na přelomu století, první směrnice zabývající se bezpečností na železnici byla přijata v roce 2004.

Příprava chystané unijní certifikace subjektů odpovědných za údržbu byla urychlena tragickými nehodami nákladních vlaků, ke kterým na evropských kolejích došlo. Pozornost se zpočátku soustředila na nákladní dopravu, protože údržba nákladních vozů byla v této době na značně nižší úrovni, než tomu bylo u vozů osobních. Povinnost certifikace subjektů odpovědných za údržbu byla v roce 2022 rozšířena na téměř všechna železniční vozidla.

Cílem bakalářské práce bude zmapovat současný stav v oblasti údržby železničních vozidel a poskytnout ucelený přehled o této problematice v podmínkách technických specifikací pro interoperabilitu a implementace technického pilíře 4. železničního balíčku. Metodika práce bude založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů, právních předpisů a praktických aplikací.

2 Údržba

Údržba technického objektu je kombinace všech technických, administrativních a manažerských činností během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení nebo navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci. Cílem údržby je zajištění požadované bezpečnosti provozu, spolehlivosti, hospodárnosti provozu, kultury cestování a šetrnosti k životnímu prostředí podle aktuální úrovně poznání vědy a techniky. [1]

Na začátku provozu objektu vždy údržba vychází z pokynů výrobce. V průběhu provozu dochází k úpravám systému údržby na základě znalostí a zkušeností z provozu. Údržbu je možno dělit podle:

- rozsahu prováděných údržbových zásahů; a
- stanovení okamžiku pro provedení údržby.

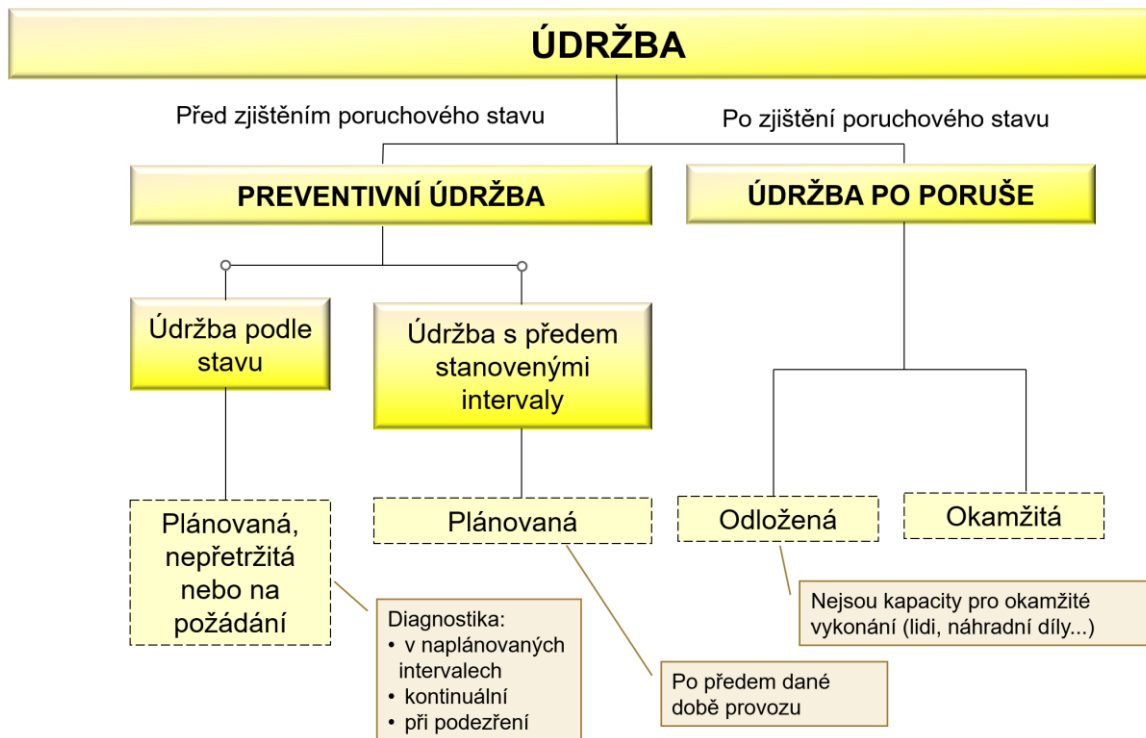
Norma ČSN EN 13306 o terminologii údržby definuje celkem 13 druhů údržby. Výrazně zjednodušeně je možné údržbu obecně dělit podle rozsahu prováděných činností na následující tři základní druhy:

- běžná oprava – odstranění náhodných poruch a předcházení dosažení mezního fyzického stavu při částečné demontáži;
- střední oprava – běžná oprava, při které dojde ke generální opravě jedné nebo více strojních skupin; a
- generální oprava – úplná demontáž stroje a kontrola všech prvků a jejich výměna, oprava nebo renovace, seřízení a záběh. [2]

Podle stanovení okamžiku pro provedení je možné údržbu dělit na:

- údržbu po poruše – provádí se po zjištění poruchy; a
- preventivní údržbu, jež se dále dělí na:
 - preventivní periodickou údržbu – provádí se v předem daných intervalech; a
 - diagnostickou údržbu – provádí se na základě skutečného technického stavu objektu. [2]

Toto dělení je znázorněno na obr. 1.

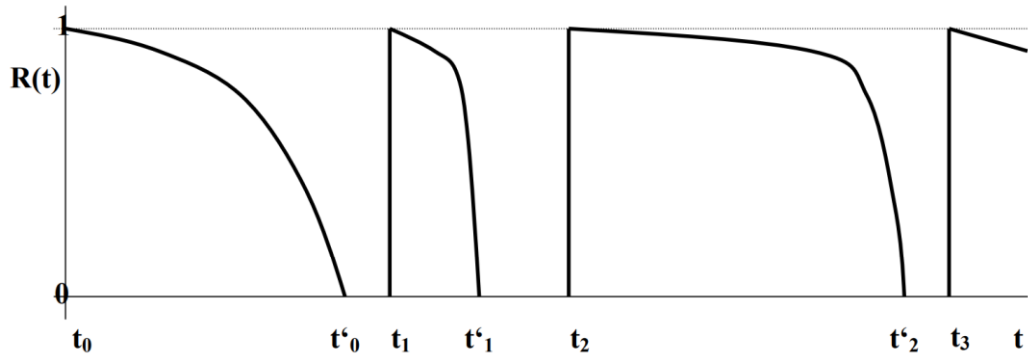


Obr. 1 Základní členění údržby dle ČSN EN 13306

Zdroj: převzato z [2]

Údržba po poruše

Údržba po poruše je nejstarší systém. Údržbové zásahy se provádí na základě vzniku poruchy. Doba do poruchy je neznámá náhodná veličina, porucha proto nastává nečekaně. Výhodou je absence plánování údržby a evidence diagnostických signálů. Je žádoucí omezit údržbu po poruše na minimum, protože tento systém může být velice nákladný (prostojí jsou neplánované, je nutné držet větší zásobu náhradních dílů, porucha jednoho prvku může způsobit poškození dalších prvků). Údržba po poruše by se měla používat pouze u těch prvků, které neovlivňují bezpečnost, životní prostředí, provozuschopnost vozidla a stav dalších prvků. Obecný průběh pravděpodobnosti bezporuchového stavu při využití systému údržby po poruše je zachycen na obr. 2. [1] [2]



Obr. 2 Údržba po poruše

Zdroj: převzato z [1]

Kde: $R(t)$ je pravděpodobnost bezporuchového stavu;

t'_0, t'_1, t'_2 doba vzniku neprovozního stavu vlivem vzniku poruchy; a

t_1, t_2, t_3 doba ukončení opravy a navrácení objektu do provozního stavu.

Preventivní údržba

Systém preventivní údržby zajišťuje, že jsou údržbové zásahy provedeny před vznikem poruchy, což umožňuje dosažení požadované bezpečnosti, spolehlivosti, hospodárnosti a ekologičnosti provozu. Preventivní údržba se dělí na:

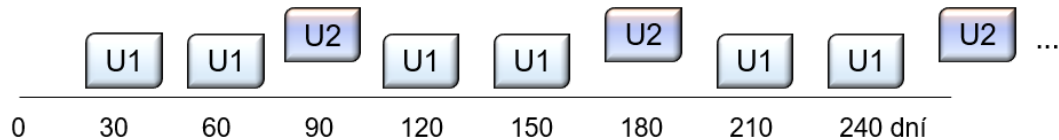
- preventivní periodickou údržbu; a
- diagnostickou údržbu. [2]

Preventivní periodická údržba

Údržbové zásahy se provádí preventivně v pravidelných, pevně stanovených intervalech. Diagnostickým signálem může být např. časová lhůta, ujeté kilometry nebo motohodiny.

Preventivní periodická údržba se běžně dělí na několik stupňů podle rozsahu prováděných činností. Interval vyššího stupně údržby se volí jako násobek intervalu nižšího stupně údržby, čímž dochází k seskupování údržbových zásahů. Např. údržba U1 se provádí po ujetí 5 000 km, údržba U2 se provádí po ujetí 15 000 km. Výsledkem jsou menší náklady na prostoje a nadřazené operace – činnosti, které se musí vykonat vždy ve stejném rozsahu nezávisle na rozsahu údržby. Nadřazené operace jsou např. přistavení do údržby, čištění, kontrola kompletnosti, demontáž, návrat z údržby atd. Příklad seskupování údržbových zásahů dvou stupňů je zachycen na obr. 3. [1] [2]

Výhodou je snadné zjištění doby používání nebo doby provozu a snazší plánování a organizace než u diagnostické údržby. Nevýhodou je méně přesné určení technického stavu objektu, např. ujeté kilometry nereflktují skutečné provozní namáhání, proto se skutečné provozní opotřebení dvou jinak shodných vozidel po stejném kilometrickém proběhu může výrazně lišit. [1] [2]



Obr. 3 Seskupování údržbových zásahů

Zdroj: převzato z [2]

Diagnostická údržba

Při diagnostické údržbě se v pravidelných intervalech provádí diagnostika, při které se zjišťuje skutečný technický stav objektu. Na základě výsledků diagnostiky se následně stanoví další postup. Běžné výstupy jsou:

- naměřené hodnoty jsou v tolerančním poli – další diagnostika proběhne v základním intervalu;
- naměřené hodnoty překračují varovnou mez diagnostického signálu – příští diagnostika se provede ve zkráceném intervalu nebo je naplánován údržbový zásah; a
- naměřené hodnoty překračují dovolenou mez – je proveden údržbový zásah. [2]

Hlavní výhodou je, že při diagnostické údržbě se údržbové zásahy provádí na základě skutečného technického stavu objektu. Nevýhodou jsou náklady na diagnostické přístroje, personál, vyhodnocování, evidenci atd. Nejistota, kdy bude jaký údržbový zásah potřeba, komplikuje organizaci systému údržby. Řešením je zabudování kontinuálního diagnostického zařízení přímo do objektu, které včas upozorní na potřebnost provedení údržby. [1] [2]

Reliability-Centered Maintenance

Reliability-Centered Maintenance (RCM) se česky nazývá údržba zaměřená na bezporuchovost. Podle normy ČSN EN 60300-3-11 se jedná o metodu pro zavedení programu preventivní údržby, který umožní účelně a účinně dosáhnout požadované úrovně bezpečnosti a pohotovosti zařízení a konstrukcí. Cílem je zlepšení celkové bezpečnosti, pohotovosti a hospodárnosti provozu. [3]

Při využití metody RCM se údržba provádí na základě konstrukčního řešení objektu, přípustné meze únavy a poškození, zkoušek a informací o skutečné poruchovosti a míře opotřebení. V rámci RCM se provádí pouze ty údržbové zásahy, jež jsou nutné pro splnění stanovených cílů. Dochází k minimalizaci zbytečných údržbových zásahů, což zmenšuje prostoje a náklady na údržbu. [3]

2.1 Historický vývoj údržby železničních vozidel v českých zemích

Společně s železniční dopravou vznikla i potřeba zajištění údržby železničních vozidel. V počátcích železniční dopravy byla využívána animální trakce, zejména koně na koněspřežných drahách, údržba se tedy zaměřovala pouze na vozy. Omezené provozní zkušenosti a poznání vědy a techniky vedly ke vzniku údržbového systému s úzkou vazbou mezi vozidlem a obslužným personálem, který zajišťoval provoz i údržbu vozidel. V podmínkách nízkých požadavků na proběh vozidel tento systém nabízel značné výhody, např. nižší potřebný počet provozních pracovníků a dobrou znalost okamžitého technického stavu vozidla. Dnes bychom tento systém označili jako údržbu po poruše. Byl schopný zajistit tehdy přijatelnou míru bezpečnosti provozu, ale z hlediska spolehlivosti a hospodárnosti provozu byl nedostatečný. [1]

Postupem času došlo k rozvolnění vazby mezi vozidlem a obslužným personálem. Důvodů pro tuto změnu přístupu bylo více, např.:

- rostoucí počet a technická složitost kolejových vozidel;
- rostoucí požadavky na proběh vozidel;
- nahrazení zvířecí síly hnacími vozidly – lokomotivami, vznikla tedy nová a technicky výrazně složitější kategorie železničních vozidel; a
- rostoucí standardy provozu a údržby. [1]

Výsledkem byl vznik údržby jakožto samostatné specializace s vlastními dílenskými pracovišti, jež byla vybavena odpovídajícími technologiemi pro rozsáhlé údržbové zásahy. Původní přístup založený na intuici a praktických zkušenostech byl změněn a dostal přesnou podobu. Byly zavedeny první údržbové plány, např. mazací plán. Zavedeny byly prvky preventivní údržby, tedy pravidelné kontroly technického stavu vozidel formou prohlídek. Ke stanovení intervalů periodických prohlídek se využívaly zejména praktické zkušenosti. [1]

Rozvoj moderní údržby nastal po druhé světové válce. Dříve běžný pohled na údržbu jakožto nákladnou a neproduktivní činnost se změnil a vznikl samostatný vědní obor spolehlivost. Náplní výzkumu byly příčiny a mechanismy poruchových procesů. Poznatky se začaly uplatňovat už v návrzích konstrukcí vozidel a ve výrobních procesech. [1]

Preventivní periodická údržba byla od svého počátku plánována zejména na základě ujetých kilometrů, hodin provozu a časové lhůty. V závěru 20. století se začala uplatňovat technická diagnostika, jež umožnila zjišťovat skutečný technický stav vozidel. Vznik a rozvoj moderních technologií, např. informačních systémů, umožňují neustálou optimalizaci údržby a zvyšování bezpečnosti železničního provozu.

V dobách, kdy na jednotlivých vnitrostátních sítích operovali převážně státem vlastnění dopravci, byly předpisy pro údržbu vytvářeny na národní úrovni. Tyto vnitrostátní předpisy obvykle ztěžovaly přístup potenciálních dopravců na vnitrostátní síť a nebyly interoperabilní. Dnes unijní opatření zajišťují postupnou náhradu starých předpisů novými, které jsou založeny na společných normách a specifikacích.

2.2 Původní systém údržby v rámci Českých drah

Původní systém údržby největšího českého provozovatele železničních vozidel, Českých drah, vycházel z principů užívaných jejich předchůdcem, Československými státními drahami. Základem všech údržbových systémů byla prevence, tedy předcházení vzniku poruch, pomocí pravidelné kontroly technického stavu kolejových vozidel. Základní koncepce údržby byla rozdělena do dvou skupin:

- technické prohlídky; a
- obnova technického stavu. [4]

Při technických prohlídkách byl zjišťován skutečný technický stav vozidel podle předepsaných postupů. Technické prohlídky byly rozděleny do několika stupňů, jež měly různé intervaly a rozdílně širokou škálu činností od vizuálních kontrol až po demontáž vybraných konstrukčních celků nebo jejich částí. [4]

Předepsané údržbové zásahy vedoucí k obnově technického stavu železničního vozidla následovaly po provedení technické prohlídky. Tyto zásahy byly technologicky náročné, vyžadovaly značný rozsah demontáže vozidla, kontrolu dílů a jejich opravu nebo výměnu a zpětnou montáž na vozidlo. Údržbové zásahy byly rozděleny do několika stupňů podle předepsaného rozsahu demontáže, který ovlivňoval požadovanou vybavenost pracoviště. [4]

Intervaly údržbových zásahů byly běžně určeny podle skutečných provozních výkonů železničního vozidla – kilometrickým proběhem. Každá řada měla dáno rozpětí kilometrického proběhu pro daný stupeň údržby. [4]

Údržba ŽKV byla organizována tak, aby byly vytvořeny podmínky pro co nejvyšší využití ŽKV při zajištění potřebné bezpečnosti provozu, spolehlivosti ŽKV, kultury cestování a ekologičnosti provozu podle tehdy aktuální úrovně poznání vědy a techniky. Pro zefektivnění údržby a provozu ŽKV se využívalo vzájemné vyměnitelnosti dílů a celků.

Oprávkenské rozměry byly odstupňovány tak, aby vzájemně spolupracující díly (např. čep – ložisko, píst – pouzdro válce) byly vzájemně vyměnitelné bez dalšího přizpůsobování. [4]

2.2.1 Princip systému údržby

Předpis V 25 určoval jako účel údržby ŽKV zajištění bezpečnosti a spolehlivosti jejich provozu, proto měla údržba ŽKV preventivní charakter. V rámci údržby se prováděly kontroly stavu jednotlivých částí. Pokud se preventivní údržbou nepodařilo předejít poruchám jednotlivých částí ŽKV, vzniklé poruchy se odstranily. Předpis V 25 dělil údržbu na:

- preventivní údržbu, která sestávala z těchto stupňů:
 - provozní ošetření;
 - periodické prohlídky – malá, velká;
 - periodické opravy – vyvazovací, hlavní, generální; a
 - plánované opravy.
- neplánované opravy; a
- provádění změn schváleného stavu ŽKV. [4]

Provozní ošetření a periodické prohlídky se skládaly z:

- povinné části; a
- preventivních prací. [4]

Povinnou část tvořily bezpečnostní prohlídky dílů a uzlů ŽKV, jež měly přímý vliv na bezpečnost dopravy a byly předpokladem pro to, že po prohlídce nedošlo ke vzniku závady. [4]

Preventivní práce zajišťovaly spolehlivost provozu, kulturu cestování a ostatní parametry ŽKV, jež neměly přímý vliv na bezpečnost provozu. Rozsah preventivních prací stanovovalo DKV, které vycházelo z doporučení výrobce ŽKV, z vlastních zkušeností, z ustanovení předpisu ČD V 25 a z příkazů svých nadřízených organizačních složek. Údržbové zásahy prováděla organizační složka ČD nebo externí opravna podle stanovených rozsahů prací, zjištěného technického stavu ŽKV a příslušných technologických postupů. [4]

Plánované opravy prováděla DKV nebo externí opravny buď současně s provozním ošetřením, periodickou prohlídkou či periodickou opravou, nebo samostatně. Plánovaná oprava zahrnovala takové údržbové zásahy, jež sice bylo možné naplánovat předem, ale nešlo u nich ve všech případech použít normy ujetých kilometrů jako u periodické údržby, např. tlakové zkoušky vzduchojemů, oprava jízdního obrysu dvojkolí, výměna oleje spalovacího motoru, defektoskopické zkoušky atd. [4]

Změny schváleného stavu byly jakékoliv zásahy do technického stavu vozidla, jež měly za následek změnu v jejich schválené technické dokumentaci. Výjimkou byla změna typu provozních hmot (maziva, kvalita uhlíkových kartáčů apod.). Změny schváleného stavu

se prováděly pouze po zavedení dané změny schváleného stavu zaváděcím příkazem, který vydával Odbor kolejových vozidel Divize obchodně provozní ČD. [4]

Nedílnou součástí provozního ošetření, periodické prohlídky a periodické opravy byla bezpečnostní prohlídka těch částí hnacích železničních vozidel, které měly bezprostřední vliv na bezpečnost provozu a ekologii. Jednalo se např. o kontrolu brzdného ústrojí, signalizace otevření nástupních dveří, upevnění kola na nápravě, upevnění nápravových převodovek, protipožárního zařízení nebo úniku ropných produktů. [4]

2.2.2 Plánování údržby ŽKV

Údržbové zásahy se u ŽKV podle předpisu V 25 prováděly na základě:

- ujetých kilometrů;
- časové lhůty;
- doby provozu; nebo
- skutečného technického stavu ŽKV. [4]

Předpis podle konstrukční podobnosti dělil jednotlivé řady vozidel do údržbových skupin, kterým určoval intervaly jednotlivých údržbových zásahů v závislosti na jejich skutečných provozních výkonech, jež se měřily kilometrickým proběhem vozidel v tzv. lokomotivních kilometrech (lokkm). U hnacích kolejových vozidel zařazených v traťové službě, osobních, přípojných a řídicích vozů byly lokomotivní kilometry rovny skutečně ujetým kilometrům. U hnacích kolejových vozidel zařazených pouze na posunu se vycházelo ze skutečné doby provozu, jež se přepočítávala na lokomotivní kilometry následujícím způsobem:

$$1 \text{ hodina posunu} = 10 \text{ lokkm}$$

U hnacích kolejových vozidel zařazených částečně v traťové službě a částečně na posunu byly lokomotivní kilometry počítány jako součet skutečně ujetých kilometrů v traťové službě a lokomotivních kilometrů přepočtených ze skutečné doby posunu. [4]

Pro ŽKV zařazená na výkony, u kterých byly sice agregáty v činnosti, ale vozidlo nazdilo minimální počet lokomotivních kilometrů, se používaly pro přistavení do údržby časové intervaly. Jednalo se např. o vozidla na manipulačních vlcích, hnací kolejová vozidla zařazená na přetahy mezi jednotlivými dopravními jednoho uzlu, služební vozy pro nákladní vlaky, kmenové vozy sanitárního vlaku atd. [4]

Železniční vozidla a na nich provedená údržba se musí pro zpětnou dohledatelnost evidovat. Pro tento účel se využívaly udržovací doklady. Jednalo se o protokol o předání drážního vozidla do/z opravy, protokol o zkušební jízdě vozidla, knihu oprav, provozní knihu, záznam o změnách schváleného stavu ŽKV a měrové listy. [4]

3 Subjekt odpovědný za údržbu

S postupným koncem monopolů státních železničních dopravců a otevíráním trhu začal růst počet subjektů působících v železničním odvětví. Jakost údržby se významně lišila mezi různými vozidly, subjekty a členskými státy Unie. Pro zajištění jednotného a rovného přístupu bylo rozhodnuto řešit tuto problematiku na unijní úrovni. První ustanovení bylo přijato ve směrnici 2004/49 o bezpečnosti železnic z roku 2004.

Zatímco údržba lokomotiv a osobních vozů byla relativně dobrá, údržba železničních nákladních vozů byla nedostatečná, proto se zpočátku pozornost soustředila zejména na nákladní dopravu, konkrétně na nákladní vozy. Potřebu systematického zajištění bezpečného stavu vozidel prostřednictvím údržby prokázala např. nehoda v Rickerscote ve Spojeném království. V březnu 1996 vykolejila část nákladního vlaku a narazila do poštovního vlaku. Jedna osoba zemřela, 20 dalších bylo zraněno. Při vyšetřování se zjistilo, že nehodu zapříčinil nákladní vůz, jež od poslední prohlídky najezdil přes 111 000 km. Tehdejší pravidla předpokládala prohlídku každých cca 38 600 km. Po privatizaci britských železnic byly používány různé standardy údržby, proto Railtrack, tehdejší správce infrastruktury, nemohl zjistit, zda jsou všechna vozidla provozovaná na jeho síti bezpečná. Hlavním výstupem vyšetřování bylo doporučení, aby byl používán jeden standardizovaný systém údržby. [5]

Zásadní zrychlení příprav chystané unijní certifikace subjektů odpovědných za údržbu přinesla nehoda ve stanici Viareggio v italském Toskánsku. V červnu 2009 vykolejilo sedm vozů nákladního vlaku převážejícího zkapalněný ropný plyn (LPG), dva z nich se převrátily a vzplály. 32 lidí zemřelo, dalších 26 bylo zraněno. Pravděpodobnou příčinou neštěstí bylo selhání nápravy prvního vozu. [5] [6]

Pojem „subjekt odpovědný za údržbu“, Entity in Charge of Maintenance (ECM), byl zaveden v roce 2011 nařízením Evropské komise 445/2011 o systému udělování osvědčení pro subjekty odpovědné za údržbu nákladních vozů. ECM je subjekt, který zajišťuje bezpečný provozuschopný stav vozidel, za jejichž údržbu odpovídá. ECM hrají klíčovou roli v zajišťování bezpečnosti v unijním železničním systému. V ČR došlo k certifikaci prvního ECM v roce 2012. [6] [7]

Významné rozšíření povinné certifikace ECM zavedlo prováděcí nařízení Komise 2019/779. Tímto nařízením bylo zavedeno, že každé železniční vozidlo v EU, až na stanovené výjimky, musí být přiděleno některému z certifikovaných ECM. Tato povinnost vystoupila v platnost 16. června 2022. [6] [7]

Předpisy a nařízení Evropské komise mají za cíl vytvořit jednotný rámec uplatňující rovné požadavky a podmínky pro ECM, čímž bude zajištěno, že:

- každé železniční vozidlo bude udržováno tak, jak je pro něj předepsáno, což zajistí rozvoj a zvyšování bezpečnosti;
- systém údržby železničních vozidel v EU bude jednotný; a
- dojde ke zlepšení přístupu k trhu služeb železniční dopravy. [7]

Úkolem ECM je:

- stanovení plánů údržby vozidla;
- zajišťování údržby vozidla v souladu s jeho knihou údržby a platnými pravidly;
- vyhodnocování a posuzování rizik;
- předávání všech informací důležitých pro kontrolu provozuschopnosti vozidla relevantním subjektům; a
- zajišťování zpětné vysledovatelnosti provedených údržbových zásahů. [7]

ECM nemusí být majitel ani držitel vozidla, může jím být externí podnik. Předmětem certifikace jsou samotné systémy údržby, které ECM vytvořil. [6]

3.1 Údržba železničních vozidel subjektem odpovědným za údržbu

Současná evropská legislativa předepisuje, že každé železniční kolejové vozidlo musí mít před použitím na železniční síti přiděleny mj. tyto údaje:

- vlastník – osoba vlastnící dané vozidlo;
- držitel – osoba, která má právo vozidlo užívat; a
- ECM – subjekt odpovědný za údržbu.

Tyto osoby musí být evidovány v národním (National Vehicle Register, NVR), nebo evropském registru vozidel (European Vehicle Register, EVR). Všechny tři tyto pozice může zastávat stejná organizace, ale v praxi je běžné, že se jedná o dvě až tři organizace. [6]
[8]

Subjekt odpovědný za údržbu musí zajistit, aby vozidla, za jejichž údržbu odpovídá, byla v bezpečném provozuschopném stavu, proto pro ně musí zřídit systém údržby a jeho prostřednictvím:

- zajišťuje údržbu vozidel v souladu s knihou údržby každého vozidla, platnými pravidly pro údržbu a příslušnými ustanoveními TSI;

- zavádí potřebné metody vyhodnocování a posuzování rizik stanovené v CSM, což může činit ve spolupráci s dalšími subjekty;
- zajišťuje, aby jeho subdodavatelé prováděli opatření ke snížení rizik použitím CSM; a
- zajišťuje zpětnou vysledovatelnost provedených údržbových zásahů. [8]

Systém údržby sestává z těchto funkcí:

- a) funkce řízení – dohlíží na funkce údržby uvedené v písmenech b), c) a d), tyto funkce koordinuje a zajišťuje bezpečný stav vozidla;
- b) funkce rozvoje údržby – spočívá v odpovědnosti za vedení a uspořádání dokumentace o údržbě na základě údajů o konstrukci a provozu, výkonnosti a využívání zkušeností;
- c) funkce řízení údržby vozidlového parku – řídí vyjímání vozidel z provozu za účelem provedení údržby a jejich následné vracení do provozu po provedení údržby; a
- d) funkce provádění údržby – zajišťuje provádění požadované technické údržby vozidla nebo jeho částí, včetně dokumentace o uvolnění z provozu. [8]

Funkci řízení údržby, písmeno a), provádí přímo subjekt odpovědný za údržbu. Funkce uvedené v písmenech b) až d) nebo jejich části může subjekt odpovědný za údržbu zadat jiným subjektům, např. údržbářským dílnám. Za systém údržby jako celek, tedy i za činnosti zadané jiným subjektům, je odpovědný subjekt odpovědný za údržbu. [8] [9]

Osvědčení subjektů odpovědných za údržbu jsou platná v celé Unii. [8]

Funkci provádění údržby (písmeno „d“) dělí DÚ na základě doporučení ERA do následujících pěti úrovní:

- první úroveň – zahrnuje kontrolní činnosti a zkoušky, které obvykle provádí provozní personál dopravce před odjezdem či během jízdy vlaku. Z hlediska certifikace ECM se nebere v úvahu.
- druhá úroveň – zahrnuje prohlídky, kontroly, zkoušky, rychlé výměny vyměnitelných dílů (např. brzdových zdrží) a preventivní nebo nápravná opatření krátkodobého trvání mezi dvěma plánovanými jízdami, tedy bez vlivu na plánované provozní využití vozidla.
- třetí úroveň – činnosti prováděné převážně v dílnách údržbářského centra nebo za využití mobilní dílny při krátkodobém odstavení vozidla z provozu. Zahrnuje provádění preventivní a nápravné údržby a plánované výměny dílů.
- čtvrtá úroveň – zahrnuje hlavní údržbářské činnosti, tedy vyvazovací opravy (modulárních subsystémů nebo kompletního vozidla). Vyžaduje těžkou mechanizaci (zvedáky, jeřáb atd.), proto se provádí v údržbářských dílnách.

- pátá úroveň – zahrnuje opravy nejvyšších stupňů: generální opravy, opravy vozidel po násilném poškození, celkové rekonstrukce, úpravy a modernizace s výjimkou případů, kdy se provádí nové schvalování podle TSI. [9]

3.2 Osvědčení subjektu odpovědného za údržbu

Prováděcí nařízení Evropské komise 2019/779, kterým se přijímají podrobná ustanovení o systému udělování osvědčení pro subjekty odpovědné za údržbu vozidel, definuje požadavky a hodnotící kritéria, jež musí každý ECM splňovat. Soulad s požadavky se prokazuje buď osvědčením pro subjekt odpovědný za údržbu, prostřednictvím osvědčení o bezpečnosti pro železniční podniky nebo v případě provozovatelů infrastruktury postupem schválení z hlediska bezpečnosti. Nařízení požadavky a kritéria dělí podle funkce systému údržby, na kterou se vztahují. [7]

Požadavky a hodnotící kritéria pro funkci řízení

Na funkci řízení systému údržby se vztahují následující požadavky a kritéria:

- vedení – rozvoj, zefektivňování a provádění údržby prostřednictvím mj. zavedení politiky údržby, stanovení bezpečnostních cílů a vytvoření plánů a postupů pro jejich dosažení, posouzení celkové úrovně bezpečnosti a zajištění potřebných zdrojů;
- řízení rizik – strukturovaný přístup k posuzování rizik souvisejících s údržbou;
- sledování – zaručení, že opatření k řízení rizik jsou implementována, fungují správně a plní nastavené cíle prostřednictvím mj. analyzování údajů o bezpečnosti, analyzování výsledků auditů a zavádění nápravných opatření;
- neustálé zlepšování – strukturovaný přístup pro analýzu informací získaných během sledování a v rámci provedených auditů za účelem neustálého zlepšování systému údržby a zachování nebo zvyšování úrovně bezpečnosti;
- struktura a odpovědnost – strukturovaný přístup pro definování odpovědnosti osob a funkcí tak, aby bylo zajištěno plnění nastavených bezpečnostních cílů;
- řízení způsobilosti – strukturovaný přístup pro zajištění takové úrovně způsobilosti pracovníků, že budou vždy schopni bezpečně, účinně a efektivně plnit stanovené cíle;
- dokumentace – strukturovaný přístup pro zajištění zpětné vysledovatelnosti informací;
- informace – strukturovaný přístup pro zajištění přístupu osob provádějících rozhodnutí k důležitým informacím; a
- uzavírání smluv – strukturovaný přístup pro zajištění vhodného řízení subdodavatelských činností za účelem dosažení stanovených cílů. [7]

Požadavky a hodnotící kritéria pro funkci rozvoje údržby

Organizace musí mít v rámci funkce rozvoje údržby postupy pro:

- určování a řízení – pro určování a řízení všech činností údržby a konstrukčních částí důležitých pro bezpečnost;
- zaručení souladu se základními parametry interoperability prostřednictvím:
 - zajištění souladu s TSI;
 - ověřování souladu knihy údržby se schválením týkajícím se vozidla, vnitrostátními bezpečnostními požadavky, technickou dokumentací a druhem záznamů podle Evropského registru povolených typů vozidel (ERATV);
 - řízení jakékoli výměny v rámci údržby;
 - určení potřebnosti posouzení rizik potenciálního dopadu změny na bezpečnost prostřednictvím společných bezpečnostních metod (CSM) pro hodnocení a posuzování rizik;
 - řízení konfigurace všech technických změn ovlivňujících systémovou integritu vozidla.
- plánování a podporu zavádění údržbářských zařízení, vybavení a nástrojů speciálně vyvinutých a potřebných pro provádění údržby a následnou kontrolu, že jsou používány, skladovány a udržovány v souladu s příslušnými plány údržby;
- uvádění vozidel do provozu pro:
 - získání přístupu k výchozí dokumentaci vozidla a v ní uvedeným doporučením o údržbě;
 - provedení analýzy uvedených doporučení o údržbě;
 - poskytnutí první knihy údržby a zajištění jejího správného vedení.
- zajištění aktualizací knihy údržby během celého životního cyklu vozidla – vedení údajů o nehodách, mimořádných událostech, selháních konstrukčních částí, druhu a rozsahu činností, provedené údržbě, provedených změnách a sledování účinnosti změn; a
- dokumentaci – zaručují zpětnou vysledovatelnost mj. výměn v rámci údržby, konfigurace vozidla a provedené údržby. [7]

Požadavky a hodnotící kritéria pro funkci řízení údržby vozového parku

Organizace musí mít v rámci funkce řízení údržby vozového parku postupy pro:

- kontrolu způsobilosti, dostupnosti a možností ECM před vydáním příkazu k provedení údržby;
- sestavení pracovního balíčku a vydání příkazu k provedení údržby;
- včasné odeslání vozidla do plánované (preventivní) údržby;

- řízení vyjímání vozidel, která nelze dále bezpečně provozovat, z provozu do neplánované (korektivní) údržby; a
- kontrolní procesy objednatele při provádění údržby a přejímání vozidla z údržby; a
- návrat vozidla do provozu po jeho převzetí z údržby, včetně omezení jeho použití pro zajištění bezpečného provozu zohledněním dokumentace týkající se uvolnění do provozu. [7] [10]

Požadavky a hodnotící kritéria pro funkci provádění údržby

Organizace musí mít v rámci funkce provádění údržby postupy pro:

- kontrolu úplnosti a dostatečnosti informací poskytnutých funkcí řízení údržby vozového parku – zadavatel údržby musí jasně definovat objednávané činnosti;
- ověření použití příslušných dokumentů a norem o údržbě;
- zajištění určeného používání, přepravování, skladování a používání součástí a materiálů tak, aby se předcházelo opotřebením a poškozením;
- zajištění, že všechny součásti a materiály vyhovují příslušným pravidlům;
- zajištění, že její měřicí vybavení je kalibrováno, ověřeno či seřizeno v souladu s příslušnými normami a postupy;
- kontrolu souladu prováděných prací s příkazy k provedení údržby;
- vydávání dokladů o uvolnění vozidel do provozu včetně informací o případném omezení použití; a
- sdílení informací s funkcemi řízení údržby vozového parku a rozvoje údržby minimálně v následujícím rozsahu:
 - provedené práce v souladu s příkazy k údržbě;
 - zjištěné poruchy a závady související s bezpečností;
 - uvolnění do provozu.

Po činnostech funkce provádění údržby následuje uvolnění vozidla do provozu. Jedná se o dokumentovaný proces předání vozidla funkci řízení údržby (objednateli údržby), která posléze vozidlo předá vozidlo uživateli (např. dopravci). [7] [10]

Kontrolu systémů údržby ECM v ČR zajišťuje DÚ prostřednictvím státních dozorů. Mezi nejčastější nedostatky patří např. nedostatečné vyplňování dokumentace, nedodržování zásad pro skladování, nedodržování stanovených postupů a nevyhovující technický stav vozidel. [6]

4 Společné bezpečnostní metody

Prvním opatřením k zajištění bezpečnosti železniční dopravy na unijní úrovni byla směrnice 2004/49 o bezpečnosti železnic z roku 2004. Směrnice stanovila základní pravidla zajišťování bezpečnosti železniční dopravy a byla zřízena Agentura Evropské unie pro železnice (European Union Agency for Railways, ERA), jež koordinuje činnosti členských států v této oblasti. [11]

Již ve směrnici 2004/49 bylo požadováno zavedení společných bezpečnostních metod (Common Safety Methods, CSM). Jedná se o jednotná opatření sjednocující kritéria, postupy a metody používané při zajišťování bezpečnosti v oblasti železniční dopravy. V roce 2016 byla výše uvedená směrnice zrušena a nahrazena směrnicí 2016/798, jež nadále vypracování a zavedení CSM podporovala. V návaznosti na novou směrnici postupně vznikl soubor prováděcích nařízení EK, která vymezují CSM v jednotlivých oblastech a vytváří podmínky pro sjednocení postupů v rámci bezpečnosti železniční dopravy napříč Unií. [8] [11]

CSM jsou opatření zavedená za účelem zajištění udržování vysoké úrovně bezpečnosti a ve vhodných oblastech i k jejímu zvyšování. Poskytují nástroje pro posuzování úrovně bezpečnosti a výkonnosti provozovatelů na úrovni Unie i jednotlivých členských států. CSM popisují, jak má být dosahováno plnění bezpečnostních cílů a dodržování dalších bezpečnostních požadavků. [8]

CSM stanovují způsoby posuzování úrovně bezpečnosti, stupně plnění bezpečnostních cílů a souladu s ostatními bezpečnostními požadavky. Posuzuje se na základě vypracování a stanovení:

- metod pro hodnocení a posuzování rizik;
- metod pro posuzování shody s požadavky danými jednotným osvědčením o bezpečnosti a schvalováním provozovatelů infrastruktury z hlediska bezpečnosti;
- metod pro dohled používaných vnitrostátními bezpečnostními orgány a metod pro sledování používaných železničními dopravci, provozovateli infrastruktury a subjekty odpovědnými za údržbu;
- metod pro posuzování dosažení bezpečnostních cílů na úrovni členských států i Unie;
- metod pro posuzování úrovně bezpečnosti a stavu bezpečnosti provozovatelů železnic na úrovni členských států i Unie; a
- všech dalších metod potřebných pro jakýkoli proces v rámci systému zajišťování bezpečnosti, které je potřeba sjednotit na unijní úrovni. [8]

Vypracování a úpravy CSM zajišťuje ERA. Úroveň bezpečnosti je zachovávána a pokud možno soustavně zvyšována prostřednictvím pravidelných revizí CSM, jež zohledňují zkušenosti získané při používání CSM a celkový vývoj bezpečnosti železnic. Nově vypracované i upravené CSM jsou členské státy povinny neprodleně přijímat do svých vnitrostátních předpisů. [8]

4.1 Společná bezpečnostní metoda pro hodnocení a posuzování rizik

Problematika jednotného hodnocení a posuzování rizik je na unijní úrovni řešena prováděcím nařízením Komise (EU) č. 402/2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik. Tato CSM ukládá navrhovatelům (tedy dopravcům, provozovatelům infrastruktury a ECM) za určitých podmínek provést proces řízení rizik v souvislosti s navrhovanou změnou. [12]

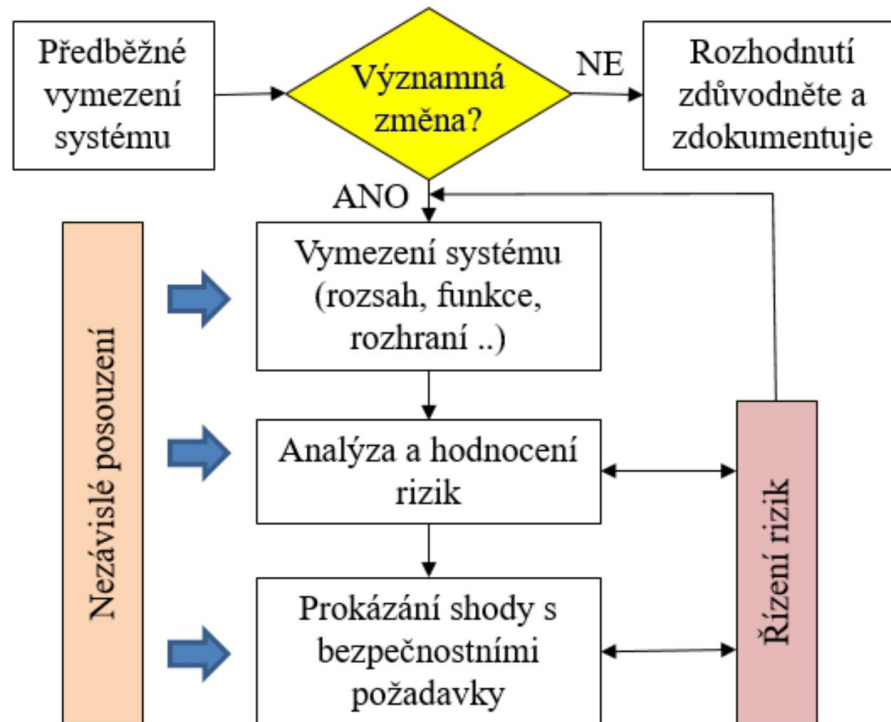
Objektivní hodnocení významnosti navrhované změny je náročný proces, protože je složité přesně určit významnost navržené změny. Obdobně obtížné je i definovat hranici mezi změnami významnými a nevýznamnými. Reálné hodnocení významnosti je tedy vždy zatíženo určitou mírou nejistoty vyplývající ze subjektivního přístupu hodnotitele. Pro minimalizaci negativních vlivů subjektivního hodnocení a zjednodušení a sjednocení procesu byla zavedena CSM pro hodnocení a posuzování rizik. Pro zvýšení objektivity se předpokládá nezávislý přezkum všech kroků hodnocení a posuzování. [11]

Navržená změna může podle své povahy být:

- technická – uvedení strukturálního subsystému nebo železničního vozidla do provozu nebo jeho změna;
- provozní – změna týkající se provozu na železnici, která vyvolá změnu vnitřních předpisů navrhovatele; nebo
- organizační – změna řídicích nebo provozních struktur navrhovatele. [6] [12] [13]

4.1.1 Posouzení významnosti změny

Prvním krokem procesu hodnocení a posuzování rizik, jehož diagram je znázorněn na obr. 4, je posouzení významnosti navržené změny. Je-li rozhodnuto, že se jedná o změnu nevýznamnou, dojde k ukončení procesu. Rozhodnutí se řádně zdůvodní a zdokumentuje. Následně dojde k nezávislému přezkumu výsledku. V případě, že je změna shledána jako významná, proces pokračuje. [11]



Obr. 4 Diagram procesu hodnocení a posuzování rizik

Zdroj: převzato z [11]

Prováděcí nařízení 402/2013 umožňuje definovat postup posouzení významnosti změny vnitrostátním předpisem nebo metodickým pokynem. Drážní úřad v roce 2018 vydal Metodický pokyn pro uplatňování prováděcího nařízení Komise (EU) č. 402/2013. Metodický pokyn stanovuje relativně jednoduché vyhodnocení významnosti navržené změny. Navrhovatel rozhodne na základě odborného posouzení o významnosti změny prostřednictvím těchto kritérií:

- důsledek selhání – nejhorší věrohodný případ, ke kterému může dojít v případě selhání posuzovaného systému;
- novost prvku použitého při zavádění změny – v rámci železničního odvětví nebo v rámci organizace;
- složitost změny;
- sledovatelnost – možnost sledovat navrhovanou změnu v průběhu celé životnosti řešeného systému;
- vratnost změny – možnost provést navrácení systému do původního stavu; a
- doplňkovost změny – posouzení významnosti navrhované změny s ohledem na aktuální změny řešeného systému související s bezpečností, jež nebyly vyhodnoceny jako změny významné. [6] [11] [12]

Každé kritérium má obvykle vymezeny čtyři úrovně, do kterých se zařadí na základě své míry významnosti viz tab. 1. [11]

	0	0,25	0,5	1
Důsledek selhání	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nový prvek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Složitost změny	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Možnost sledování změny	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vratnost změny	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doplňkovost	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nemá dopad na bezpečnost	Nevýznamná změna	Nevýznamná/významná změna	Významná změna
PNB typu	A (organizační) B (ostatní)	C	C, popř. D	D

Tab. 1 Posouzení významnosti změny

Pro každou navrženou změnu navrhovatel vydává prohlášení navrhovatele bezpečnosti (PNB). Jsou stanoveny následující 4 typy PNB:

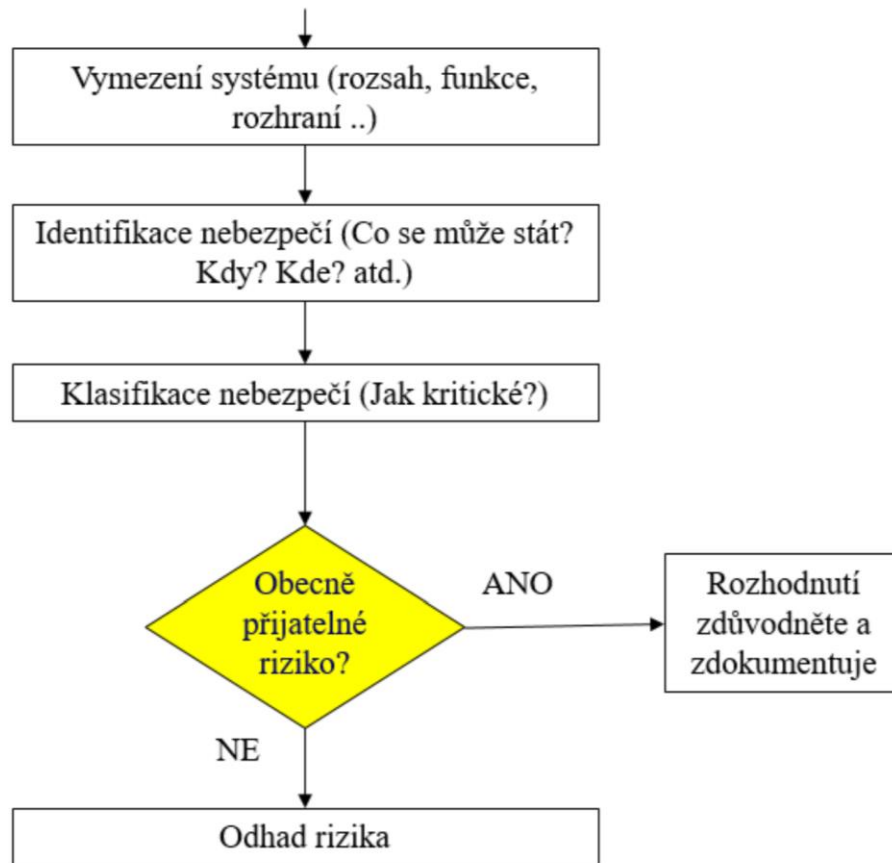
- typ A (změna nemající dopad na provozní nebo údržbové postupy) – platí pouze pro organizační změny, analýza ani řízení rizik se neprovádí, jen se archivuje dokumentace změny;
- typ B (změna nemající dopad na bezpečnost) – změna, která zaručeně nemá vliv na bezpečnost, analýza ani řízení rizik se neprovádí, pouze se archivuje dokumentace změny;
- typ C (změna mající nevýznamný dopad na bezpečnost) – výsledek analýzy rizik, na jehož základě není nutné provádět řízení rizik; a
- typ D (významná změna) – výsledek analýzy rizik, na jehož základě je nutné stanovit a aplikovat proces řízení rizik včetně nutnosti ověření správnosti použité metodiky, výsledných zjištění a přijatých opatření nezávislým subjektem.

Typ PNB je navržené změně přiřazen na základě výsledku posouzení její významnosti. Závisí na nejvyšší hodnotě významnosti dílčího kritéria a druhu navržené změny. Technické a provozní změny obvykle mají PNB typů B, C a D. Organizační změny obvykle mají PNB typů A, C a D. Výsledek procesu posouzení významnosti změny určuje, jakým způsobem bude pokračovat proces hodnocení a posuzování rizik. [6] [13]

Je-li změna vyhodnocena jako nevýznamná (PNB typu A nebo B), dojde k ukončení procesu. Rozhodnutí se řádně zdůvodní a zdokumentuje. Má-li navržená změna dopad na bezpečnost, jež je vyhodnocen jako nevýznamný (PNB typu C), provede se analýza rizik a proces se ukončí. Je-li navržená změna vyhodnocena jako významná (PNB typu D), musí být proveden proces řízení rizik a vydána zpráva o posouzení bezpečnosti (ZPB) viz kapitola 4.1.2 a proces se ukončí. [13]

4.1.2 Analýza a hodnocení rizik

Je-li změna vyhodnocena jako významná, je nutné provést analýzu a hodnocení rizik a prokázat shodu s bezpečnostními požadavky. Nejprve se provádí identifikace a klasifikace všech se změnou souvisejících nebezpečí, jejichž diagram je znázorněn na obr. 5. Zjištěná rizika se klasifikují dle potenciálu jejich nebezpečnosti. Riziko je klasifikováno jako obecně přijatelné, pokud není technicky nebo ekonomicky přiměřené realizovat jakékoli další bezpečnostní opatření. Je-li riziko klasifikováno jako obecně přijatelné, dojde k ukončení analýzy. Rozhodnutí se řádně zdůvodní a zdokumentuje. [11]



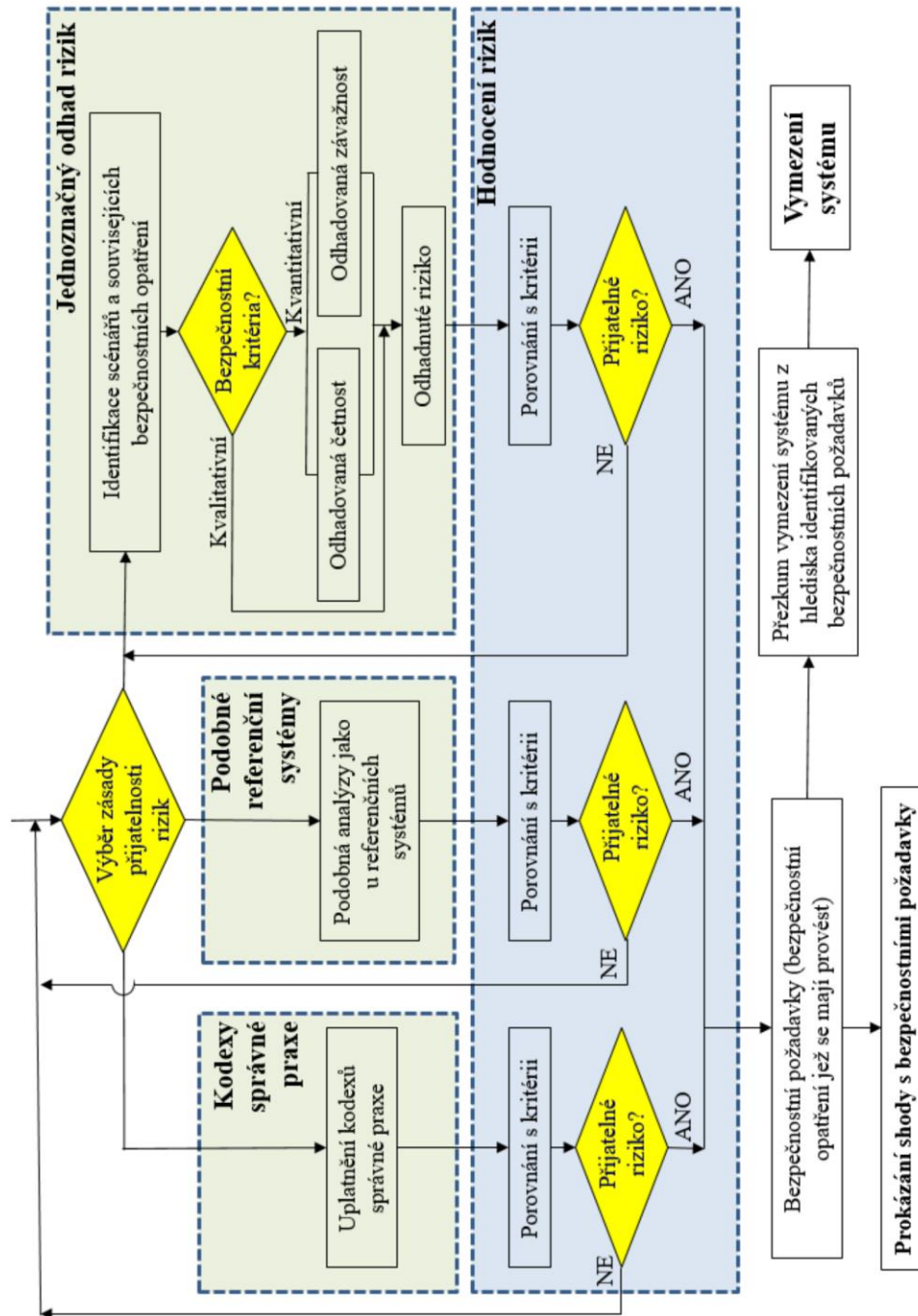
Obr. 5 Identifikace a klasifikace nebezpečí

Zdroj: převzato z [11]

Není-li riziko klasifikováno jako obecně přijatelné, provádí se odhad a hodnocení rizika na základě postupů daných CSM. Proces je znázorněn na obr. 6. Prvním krokem je výběr zásady, podle které se bude přijatelnost rizik hodnotit. Obecně se doporučuje postupovat nejjednodušší cestou. Použití složitější zásady se doporučuje až po selhání zásahy jednodušší. V rámci CSM se používají tyto tři zásady:

- kodexy správné praxe;
- obdobné referenční systémy; a
- jednoznačný odhad rizik.

Zásady jsou v seznamu řazeny se vzrůstající obtížností. [6] [11]



Obr. 6 Odhad a hodnocení rizik

Zdroj: převzato z [11]

Úkony provedené navrhovatelem musí být objektivně vyhodnoceny nezávislým akreditovaným subjektem, tím je subjekt pro posuzování bezpečnosti (SPB). Ten vydává zprávu o posouzení bezpečnosti (ZPB). Jedná se o dokument, kterým SPB potvrzuje, že navrhovatel provedl proces řízení rizik u navržené změny správně. SPB kontroluje, že navrhovatel identifikoval všechna relevantní nebezpečí, zvolil vhodnou metodu hodnocení přijatelnosti rizik, dosáhl usměrnění rizik na přijatelnou úroveň a dospěl ke shodě s bezpečnostními požadavky. PBN a ZPB tvoří tzv. bezpečnostní dokumentaci navržené změny. [13]

4.1.3 Zásady pro hodnocení přijatelnosti rizik

Kodexy správné praxe

Kodexy správné praxe (Codes of Practice, CoP) jsou soubory široce uznávaných pravidel v železniční dopravě. Jsou jimi např. normy nebo standardy. Splňuje-li posuzovaný systém prokazatelně všechny požadavky daného kodexu, je to dostatečný důkaz shody s bezpečnostními požadavky v oblasti působnosti daného kodexu. [11]

Je-li riziko usměrňováno kodexy správné praxe, považuje se za přijatelné a nemusí být dále analyzováno. Použití kodexu se zapisuje do záznamu o nebezpečí. Jsou-li všechna rizika usměrňována pomocí kodexů správné praxe, je možné proces řízení rizik omezit na:

- identifikaci nebezpečí;
- zápis použití kodexů správné praxe do záznamu o nebezpečí;
- dokumentaci použití procesu řízení rizik; a
- nezávislé posouzení. [12]

Referenční systém

Referenční (obdobný) systém je systém, při jehož používání bylo prokázáno zajištění přijatelné úrovně bezpečnosti. Porovnáním referenčního a hodnoceného systému je možné vyhodnotit přijatelnost rizik. Referenční a posuzovaný systém musí:

- mít podobné funkce a rozhraní;
- být používány za obdobných provozních podmínek; a
- být používány v obdobných environmentálních podmínkách.

Plní-li referenční systém uvedené požadavky, považují se na něj vztahovaná rizika za přijatelná. [12]

Odchyluje-li se posuzovaný systém od referenčního, musí být při hodnocení rizik prokázáno, že posuzovaný systém dosahuje minimálně stejné úrovně bezpečnosti jako systém referenční. K prokázání se používá jiný referenční systém nebo jiné zásady přijatelnosti rizik. Rizika, na která se vztahuje referenční systém, se považují za přijatelná. [12]

Není-li možné prokázat minimálně stejnou úroveň bezpečnosti jako u referenčního systému, musí být určena bezpečnostní opatření pro odchylky s využitím jiné zásady přijatelnosti rizik. [12]

Jednoznačný odhad rizik

Nevztahuje-li se na nebezpečí žádný kodex správné praxe ani referenční systém, prokázání přijatelnosti rizik musí být provedeno jednoznačným odhadem rizik. Odhad rizik se s ohledem na stávajících bezpečnostních opatřeních provádí:

- kvalitativně – pomocí odborného posudku; nebo
- kvantitativně – pomocí odhadu četnosti výskytu a závažnosti nehody. [11] [12]

Jednoznačný odhad rizik musí splňovat tyto požadavky:

- použité metody musí správně odrážet posuzovaný systém a jeho parametry ve všech provozních režimech; a
- taková přesnost výsledků, aby mohly být využity jako přesvědčivý podklad pro rozhodnutí. [12]

Je-li riziko považováno za přijatelné, zapíše se určená bezpečnostní opatření do záznamu o nebezpečí. Pokud není odhadnuté riziko přijatelné, je nutné realizovat bezpečnostní opatření ke snížení rizika na přijatelnou úroveň. [12]

5 Příklady aplikace CSM v oblasti ECM

V následujících podkapitolách jsou uvedeny příklady jednotlivých druhů navrhovaných změn a posouzení jejich významnosti.

5.1 Technické změny

Technickou změnou je změna nebo uvedení do provozu jakéhokoliv strukturálního subsystému nebo drážního vozidla.

Změna značení účinku zajišťovací brzdy

V souvislosti se změnami norem a předpisů může být nutné změnit značení účinku zajišťovací brzdy na starších hnacích vozidlech. Na základě posouzení významnosti změny v tab. 2 bylo vyhodnoceno, že změna nemá vliv na bezpečnost. Jedná se o změnu technickou, proto je PNB typu B. Nebyla identifikována žádná relevantní nebezpečí, tudíž nebylo nutné přijímat opatření.

	0	0,25	0,5	1
Důsledek selhání	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nový prvek	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Složitost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Možnost sledování změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vratnost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doplňkovost	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 2 Změna značení účinku zajišťovací brzdy

Náhrada stávajícího maziva

V případě nemožnosti nadále používat stávající mazivo, např. z důvodu ukončení výroby, je nutné posoudit významnost použití nového maziva. Předpokládaným řešením je výběr nového maziva, které je komerčně dostupné a schválené pro použití v železničním odvětví. Taková změna má dopad na bezpečnost ve dvou kritériích – nový prvek a vratnost

změny. Na základě posouzení významnosti změny v tab. 3 bylo vyhodnoceno, že změna má vliv na bezpečnost, ale je nevýznamná. PNB je typu C.

	0	0,25	0,5	1
Důsledek selhání	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nový prvek	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Složitost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Možnost sledování změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vratnost změny	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doplňkovost	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 3 Náhrada stávajícího maziva

Jako potenciální nebezpečí byla identifikována mísitelnost stávajícího a nového maziva. Pro eliminaci rizik byla přijata 2 opatření. V případě jakékoli závady, jež může souviset s novým mazivem, bude neprodleně informován odbor údržby. Bude uchován vzorek nového maziva pro případný budoucí laboratorní rozbor.

Dalšími technickými změnami jsou např. náhrada litinových špalíků kompozitními, změna parametrů vozu, změna provedení uhlíkových kartáčů atd. Významnou technickou změnou (PNB typu D) je např. zvýšení maximální schválené rychlosti.

5.2 Provozní změny

Provozní změna je změna železničního systému týkající se provozu na železnici, která vyvolá změnu vnitřních předpisů navrhovatele.

Revize nápisů na vozech

Obsah a forma nápisů na vozech musí odpovídat platným právním předpisům, normám a standardům, proto se nápisy musí aktualizovat v návaznosti na příslušnou novelizaci. Na základě posouzení v tab. 4 bylo vyhodnoceno, že změna nemá vliv na bezpečnost. Jedná se o změnu provozní, proto je PNB typu B. Nebyla identifikována žádná relevantní nebezpečí, proto není nutné přijímat opatření.

ZAVEDENÍ ECM DO PROCESU ÚDRŽBY KOLEJOVÝCH VOZIDEL

	0	0,25	0,5	1
Důsledek selhání	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nový prvek	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Složitost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Možnost sledování změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vratnost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doplňkovost	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 4 Revize nápisů na vozech

Zavedení nové verze provozované řady hnacích vozidel do lokomotivního parku

V rámci rozšiřování nebo průběžné obnovy lokomotivního parku zavádí dopravci nová hnací vozidla. Běžným případem je zavedení jiné verze řady hnacího vozidla, kterou již navrhovatel provozuje a má pro ni vytvořený systém údržby. Systémy údržby se běžně tvoří na základě dokumentace poskytnuté dodavatelem hnacího vozidla, případně je údržba zasmluvněna u dodavatele společně s pořízením vozidla. Hnací vozidla se mohou lišit např. podporovanými napěťovými systémy, instalací pomocného spalovacího motoru, instalací trakčního akumulátoru atd. Posouzení významnosti zavedení jiné verze řady hnacího vozidla, kterou již navrhovatel provozuje, je uvedeno v tab. 5. Bylo vyhodnoceno, že navržená změna nemá vliv na bezpečnost. Jedná se o změnu provozní, proto je PNB typu B.

	0	0,25	0,5	1
Důsledek selhání	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nový prvek	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Složitost změny	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Možnost sledování změny	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vratnost změny	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doplňkovost	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 5 Zavedení nové verze provozované řady hnacího vozidla

Nebyla identifikována žádná relevantní nebezpečí, ale pro zajištění bezpečnosti byla stanovena následující opatření:

- zpřístupnění výrobní dokumentace příslušným pracovníkům;
- přidání jednotlivých komponent systému údržby do interního informačního systému;
- zajištění školení pro pracovníky údržby; a
- zajištění odborného dohledu ze strany výrobce na provádění údržby.

Změna programů údržby hnacích vozidel

Programy údržby hnacích vozidel je vhodné průběžně aktualizovat. Důvodem může být např. zavedení nové verze provozované řady hnacího vozidla do lokomotivního parku navrhovatele, změna údržby na základě nových poznatků, zohlednění nově přijatých právních předpisů, norem nebo standardů, doplnění nových strojů a zařízení, doplnění nových nebo úprava stávajících postupů atd. Jedná se o změny, jež mají potenciál ovlivnit bezpečnost, proto je nutné provést posouzení významnosti změny.

Častým případem je doplnění programů údržby o nově zavedenou verzi provozované řady hnacího vozidla. Program údržby vozidla je převzat od výrobce beze změn tak, jak je v oboru běžné. Na základě posouzení v tab. 6 bylo vyhodnoceno, že taková změna nemá vliv na bezpečnost. Jedná se o změnu provozní, proto je PNB typu B. Nebyla identifikována žádná relevantní nebezpečí, proto není nutné přijímat opatření.

	0	0,25	0,5	1
Důsledek selhání	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nový prvek	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Složitost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Možnost sledování změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vratnost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doplňkovost	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 6 Změna provozních programů údržby hnacích vozidel

Dalšími provozními změnami jsou např. změna evidence dílů, změna technických kontrol vozidel atd. Provozní změnou, jež má nevýznamný vliv na bezpečnost (PNB typu C) je např. změna intervalu preventivní periodické údržby.

5.3 Organizační změny

Organizační změnou je změna řídicích nebo provozních struktur dopravce, provozovatele infrastruktury nebo ECM. Nejběžnějšími organizačními změnami jsou úpravy stávajících a zavádění nových předpisů a postupů. Tyto změny obvykle nemají vliv na bezpečnost a jakožto organizační změny mají PNB typu A. Mezi změny mající nevýznamný vliv na bezpečnost (PNB typu C) patří např. změny organizační struktury organizace nebo změny informačních toků.

Změna provozních předpisů

Provozní předpisy je nutné průběžně aktualizovat. Důvodem může být např. zohlednění nově přijatých právních předpisů, norem nebo standardů, doplnění nových strojů a zařízení, doplnění nových a úprava stávajících postupů, zohlednění technického a vědeckého pokroku, aktualizace literatury atd. Jedná se o změny, jež mají potenciál ovlivnit bezpečnost, proto je nutné provést posouzení významnosti změny.

Příkladem je změna provozního bezpečnostního předpisu pro kovářnu, která zahrnuje aktualizaci seznamu použitých značek a zkratek, doplňuje vazbu na nové nařízení Evropské komise, doplňuje nové zařízení a provádí drobné stylistické úpravy. Na základě posouzení v tab. 7 bylo vyhodnoceno, že tato změna nemá vliv na bezpečnost. Jedná se o změnu organizační, proto je PNB typu A. Nebyla identifikována žádná relevantní nebezpečí, proto není nutné přijímat opatření.

	0	0,25	0,5	1
Důsledek selhání	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nový prvek	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Složitost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Možnost sledování změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vratnost změny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doplňkovost	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 7 Změna provozních předpisů

6 Závěr

Navzdory konzervativní povaze železniční dopravy prochází tento obor v rámci Evropské unie v uplynulých dvou dekádách, na drážní poměry, dynamickým vývojem. Evropské instituce, včetně Evropské komise a Agentury Evropské unie pro železnice založené v roce 2004, jsou hybnými silami a realizátory těchto změn. Hlavními cíli unijních opatření jsou sjednocení železniční sítě, její otevření dalším železničním dopravcům a zvýšení úrovně bezpečnosti provozu. V minulosti bylo obvyklé, že na jednotlivých vnitrostátních sítích operovali převážně státem vlastnění dopravci a předpisy byly vytvářeny na národní úrovni. Vnitrostátní předpisy obvykle ztěžovaly přístup potenciálních dopravců na vnitrostátní síť a neumožňovaly vzájemnou spolupráci různých systémů. Evropská opatření zajišťují postupnou náhradu starých předpisů novými, které jsou založeny na společných normách a specifikacích.

Mnohá z přijatých opatření se týkají údržby železničních kolejových vozidel, což vedlo k zásadní proměně tohoto oboru. Cílem bakalářské práce bylo zmapovat současný stav v oblasti údržby železničních vozidel a poskytnout ucelený přehled o této problematice v podmínkách technických specifikací pro interoperabilitu a implementace technického pilíře 4. železničního balíčku.

V oboru údržby železničních vozidel byl definován tzv. subjekt odpovědný za údržbu (ECM). Jeho úkolem je zajišťování bezpečného provozuschopného stavu vozidel, za jejichž údržbu odpovídá, prostřednictvím certifikovaného systému údržby. Tento systém není v oblasti údržby dopravních prostředků nový, protože vychází z principů používaných v letecké dopravě. Model řízení údržby vychází ze systémů managementu jakosti (na bázi procesního přístupu), ale narozdíl od něj se zaměřuje na neustálé zvyšování bezpečnosti. V roce 2011 byla v reakci na tragické nehody zavedena povinnost přiřadit ECM každému nákladnímu vozu. V roce 2022 byla tato povinnost rozšířena na všechna železniční vozidla v EU. Za účelem zvýšení bezpečnosti železniční dopravy na unijní úrovni byly zavedeny tzv. společné bezpečnostní metody (CSM). Jedná se o jednotná opatření sjednocující kritéria, postupy a metody používané při zajišťování bezpečnosti v oblasti železniční dopravy. CSM popisují, jak má být dosahováno plnění bezpečnostních cílů a dodržování dalších bezpečnostních požadavků.

Unijní opatření postupně transformují jednotlivé vnitrostátní železniční systémy v jednotnou unijní železniční síť, která bude propojená, bezpečná, otevřená konkurenci, spolehlivá, efektivní a ohleduplná vůči životnímu prostředí. Zajištěn bude systematický dohled nad plánováním, prováděním a dokumentováním údržby s cílem maximalizovat bezpečnost.

Literatura

- [1] FRAMFULÍK, Jan, Jana MÍKOVÁ a Radek KRZYŽANEK. *Teorie údržby*. Ostrava: Ediční středisko VŠB – TUO, 2007. ISBN 978-80-248-1509-1.
- [2] JURČA, Vladimír. Jakost, spolehlivost a obnova strojů 9. přednáška [přednáška]. Praha: ČZU v Praze, 5. 4. 2021
- [3] JURČA, Vladimír. Jakost, spolehlivost a obnova strojů 5. přednáška [přednáška]. Praha: ČZU v Praze, 9. 3. 2021
- [4] ČESKÉ DRÁHY; A. S. *Předpis ČD V 25 pro organizaci údržby elektrických a motorových hnacích vozidel, osobních, vložených přípojných a řídicích vozů*. 2000
- [5] KEIR, Russell J. *Entities in Charge of Maintenance (ECM) – How did we get here?* [online]. 2022. [cit. 2024-5-9] Dostupné z: <https://www.railpro.co.uk/railpro-magazine/july-2022/entities-in-charge-of-maintenance-ecm-how-did-we-get-here>
- [6] KOLMAČKA, Rostislav. Certifikace subjektů odpovědných za údržbu (ECM) a úvod do problematiky systémů údržby železničních vozidel [přednáška]. Pardubice: Univerzita Pardubice, 9. 11. 2022
- [7] EVROPSKÁ KOMISE. *Prováděcí nařízení Komise Evropské unie 2019/779 kterým se přijímají podrobná ustanovení o systému udělování osvědčení pro subjekty odpovědné za údržbu vozidel*. 2019
- [8] EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropské unie 2016/798 o bezpečnosti železnic*. 2016
- [9] DRÁŽNÍ ÚŘAD. *Metodický pokyn pro získání, změnu, nebo obnovení Osvědčení pro subjekty odpovědné za údržbu železničních kolejových vozidel a Osvědčení pro funkce údržby (osvědčení SOÚ a FÚ)*
- [10] MICHÁLEK, Tomáš a Stanislava LIBEROVÁ. Provoz a údržba železničních vozidel v kontextu technických specifikací pro interoperabilitu. *Perners Contacts, Vol. 18, No. 2* [online]. 2023. Dostupné z: doi:10.46585/pc.2023.2.2488
- [11] VINTR, Zdeněk, Michal VINTR a Martin ELSTNER. *RAMS drážních aplikací – Vybraná témata*. Brno: Univerzita obrany, 2021. ISBN 978-80-7582-396-0.
- [12] EVROPSKÁ KOMISE. *Prováděcí nařízení Komise Evropské unie 402/2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik*. 2013
- [13] DRÁŽNÍ ÚŘAD. Metodický pokyn pro uplatňování prováděcího nařízení Komise (EU) č. 402/2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik a o zrušení nařízení (ES) č. 352/2009. 2018.