

KONCEPCE SYSTÉMŮ NADŘAZENÉHO ŘÍZENÍ

Dobromil NENUTIL

Dobromil NENUTIL, UniControls a.s, Praha
Adresa pro korespondenci: Křenická 2257, Praha 10, 100 00, E-mail: nenutil@unicontrols.cz
Fax: +420 272 011 488, Telefon: +420 272 011 420

Drážní vozidla obsahují řadu řídicích systémů, které jsou přes definovaná rozhraní připojena k systému nadřazenému řízení vozidla/vlaku. Příspěvek představuje současnou koncepci systému nadřazeného řízení, uvádí základní požadavky na něj kladené a popisuje jeho architekturu. Dále charakterizuje jednotlivé komponenty systému včetně komunikační infrastruktury vozidla/vlaku a naznačuje integraci řídicích systémů vlaku do informačních systémů železnice.

Klíčová slova: Kolejové vozidlo, vlak, inteligentní systém, systém nadřazeného řízení, TCMS, Train Communication Network, TCN, sběrnice

Rail vehicles contain range of control systems which are connected by means of well defined interfaces with Train Control and Monitoring System. The article describes a progressive concept of the TCMS, expresses the basic requirements it shall meet and outlines its architecture. It briefly describes the TCMS components including the communication infrastructure of the train and outlines the integration of on-board system into the information systems of the railways

Keywords: Rail vehicle, Train, Intelligent system, Train Control and Monitoring System, TCMS, Train Communication Network, TCN, bus.

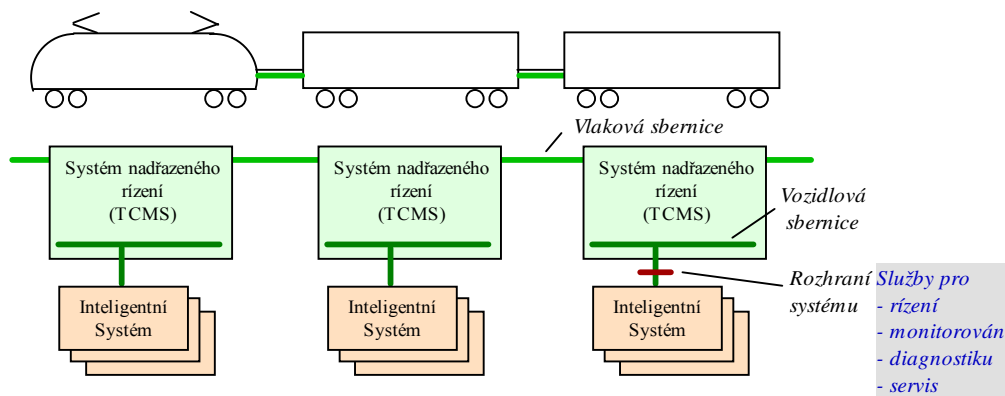
1 Úvod

Moderní kolejové vozidlo obsahuje řadu inteligentních systémů, tj. systémů, které jsou vybaveny vlastním řídicím systémem nebo řídicí jednotkou. Tyto systémy nepracují izolovaně, ale svoje funkce realizují ve spolupráci se systémem nadřazeného řízení vozidla, který zajišťuje funkce na úrovni vozidla jako celku a na úrovni vlakové soupravy. Obr. 1 znázorňuje základní architekturu vlakové soupravy z hlediska řízení. Spolupráce systému nadřazeného řízení s inteligentními systémy je realizována přes vozidlovou komunikační sběrnici. Na svém rozhraní nabízejí inteligentní systémy obvykle služby pro řízení, monitorování, diagnostiku a servis. Pro realizaci vlakové úrovně funkcí komunikují spolu systémy nadřazeného řízení prostřednictvím vlakové sběrnice.

Příspěvek se soustředí na popis moderní koncepce systému nadřazeného řízení. Uvádí základní požadavky na něj kladené, představuje jeho architekturu a podává stručnou charakteristiku jeho komponent včetně komunikační infrastruktury vlaku.

Použití termínu *Systém nadřazeného řízení* namísto termínu *Řídicí systém vlaku* vyplývá z následujícího: komplexní funkce řízení vlaku jsou realizovány dvěma palubními systémy – standardizovaným European Train Control System (ETCS), který se omezuje na zajištění bezpečné jízdy vlaku, a systémem nadřazeného řízení, pro který se ustálil název Train Control and Monitoring System (TCMS). Názvem *Řídicí systém vlaku* je v drážní oblasti myšlen systém ETCS. Systém ETCS je jedním z inteligentních systémů vozidla, systému TCMS poskytuje diagnostické rozhraní.

Řídicí systémy vozidla musí pohlížet na vlak jako na systém s proměnnou konfigurací a musí být připraveny, že se tato konfigurace kdykoliv změní – vlaky se spojují, rozpojují, přechod strojvedoucího na stanoviště na opačném konci vlaku způsobí mimo jiné, že pravá strana vlaku se z pohledu systémů stane levou, směr vpřed směrem vzad, vůz, který řídil soupravu se stává řízeným a naopak. Současně jsou na řídicí systémy vozidla kladeny vysoké nároky na bezporuchovost, pohotovost, udržovatelnost a bezpečnost (RAMS). Je tedy zřejmé, že tyto systémy musí splňovat mnoho specifických požadavků a že jsou složitější než řídicí systémy používané v řadě jiných aplikačních oblastí.



Obr. 1- Architektura vozidla z hlediska jeho řízení

2 Funkce TCMS

Funkce, které TCMS realizuje, vyplývají z následujících základních vysokoúrovňových funkčních požadavků:

- Zajistit řízení (např. předání požadovaného tahu/brzdy z řídicí páky do všech řídicích jednotek pohonů vlaku)
- Zajistit monitorování
- Zajistit diagnostiku
- Umožnit preventivní údržbu (např. uchováváním dat informujících o stavu elektrických a jiných komponent subsystémů jako jsou doba provozu, počet sepnutí/vypnutí apod.)
- Uchovávat a poskytovat data (např. diagnostická data v diagnostické databázi)
- Kontrolovat integritu systému (monitorovat celistvost vlaku)
- Radit strojvedoucímu v řízení vlaku (např. zobrazením informací na displejích)
- Umožnit provozování vlaku v různých provozních režimech včetně nouzových
- Zajistit dostupnost, spolehlivost a bezpečnost provozování vlaku použitím zálohování a izolace vadných zařízení
- Zajistit spojení vlaku s pozemním systémem za účelem jeho monitorování a obsluhy
- Napomáhat ve fázích integrace, uvedení do provozu a validace (např. implementace servisních služeb, které mohou být vyžádány ze servisního prostředí připojeného do komunikační sítě vlaku)
- Zajistit funkce TCMS v různých typech vlaků (v pevné jednotce, spojených pevných jednotkách, lokomotivě s vagony)

TCMS provádí své funkce obvykle ve spolupráci s dalšími inteligentními systémy vozidla (Systém pohonů, Brzdový systém, ETCS, atd.). Jinými slovy, aplikace implementující některou z funkcí TCMS je distribuovanou aplikací. To znamená, že její části běží v jedné nebo více komponent TCMS a řídicí elektronice příslušných inteligentních systémů. Příkladem funkce, která je distribuovaná do všech subsystémů vozidla, je diagnostika.

3 Rozhraní TCMS

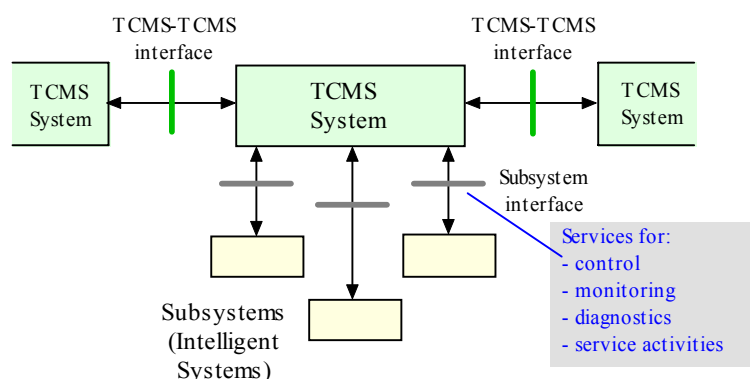
Pro systém nadřazeného řízení jsou definovány dva typy externích rozhraní (Obr. 2):

- Rozhraní k inteligentním systémům vozidla
- Rozhraní k dalším systémům TCMS ve vlaku

Inteligentní systémy vozidla připojené k TCMS musí splňovat následující požadavky:

- Mají jedno (případně zálohované) připojení ke komunikační síti vozidla – k vozidlové sběrnici
- Na svém rozhraní poskytují služby pro řízení, monitoring, diagnostiku a servis (např. nastavení parametrů, download softwaru)

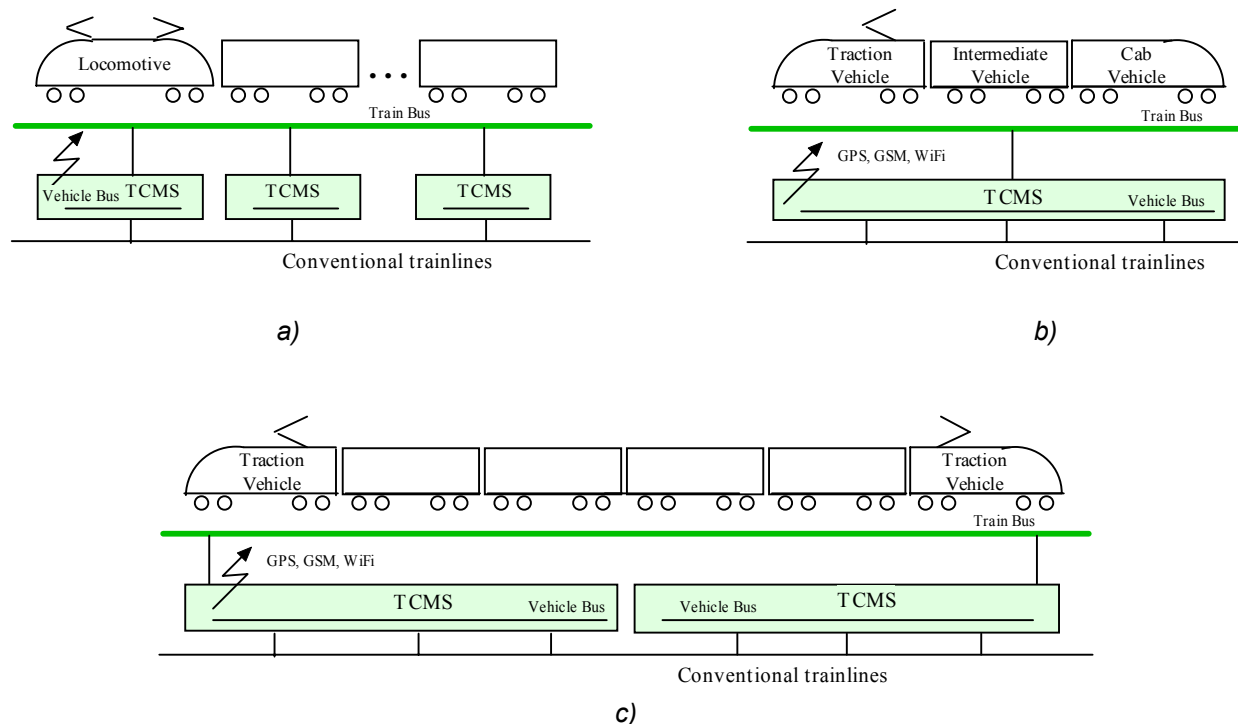
- Jsou vybaveny vlastní diagnostikou



Obr. 2 - Rozhraní systému nadřazeného řízení

Ve vlakové soupravě, v závislosti na jejím typu, pracuje jeden nebo více systémů TCMS, které jsou fyzicky spojeny vlakovou sběrnicí, a které spolupracují. Vlaková souprava sestává z lokomotivy a jí tažených vozů (Obr. 3a) nebo z jedné nebo více spojených motorových jednotek (Obr. 3b,c). Motorovou jednotkou (MJ) rozumíme skupinu vozů tvořící pevně spojenou formaci, která obsahuje alespoň jedno trakční vozidlo. Motorovými jednotkami jsou například soupravy Pendolino a příměstské jednotky EMJ 471, které jsou provozovány jak samostatně, tak i ve spřaženém režimu.

Z hlediska TCMS je důležitý pojem trainset, což je pevně spojená skupina vozů s jediným připojením k vlakové sběrnicí. Motorová jednotka s malým počtem vozů je obvykle tvořena jedním trainsetem, MJ s větším počtem vozů, jako jsou například soupravy Pendolino a ICE, sestávají ze dvou trainsetů, minimální trainset je tvořen jedním vozem. Systém TCMS řídí jeden trainset vlaku.



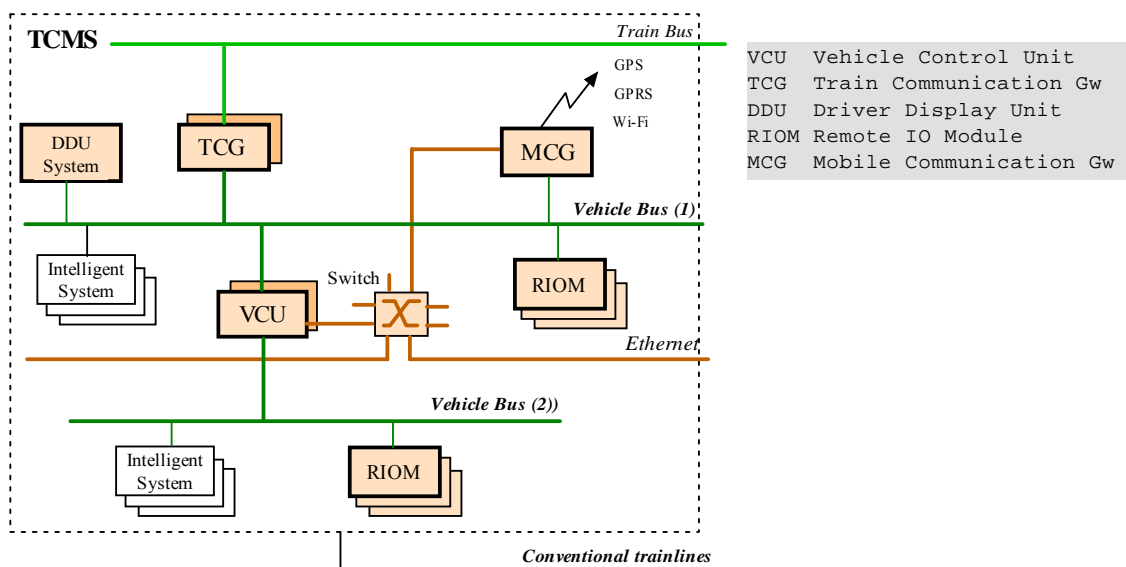
Obr. 3 - TCMS v různých typech vlaků

Rozhraní mezi systémy TCMS, které je rozhodující pro interoperabilitu vozidel, je standardizováno (IEC 61375, UIC 556). UIC kabely dle UIC 558 a UIC 541-5 jsou přenášeny signály, jež se vztahují k funkcím se vztahem k bezpečnosti. Na standardizaci rozhraní jednotlivých inteligentních systémů se v současné době pracuje.

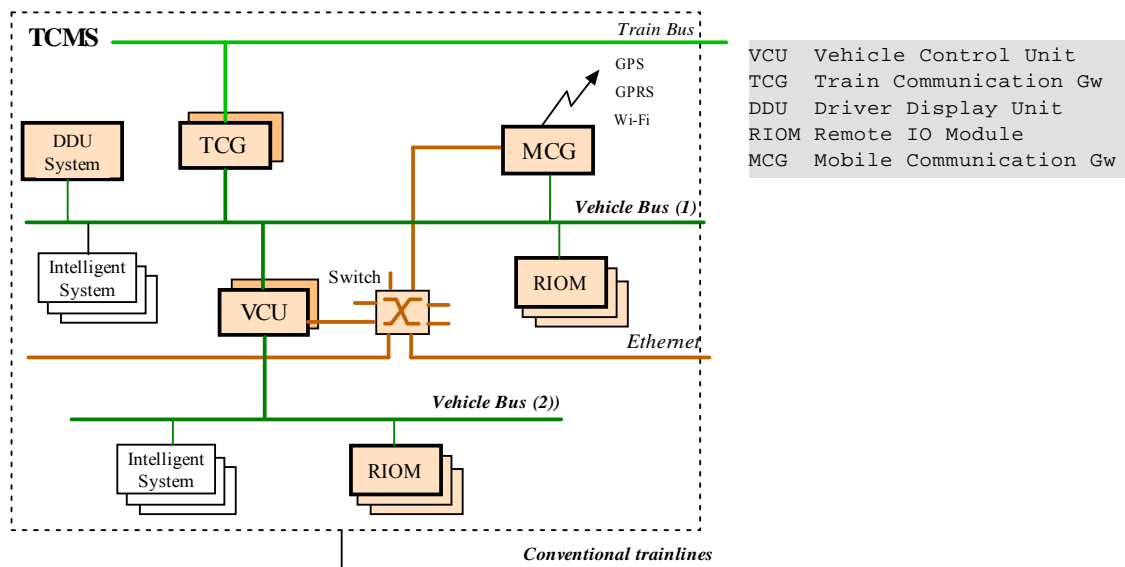
4 Architektura TCMS

Systém nadřazeného řízení sestává z následujících komponent:

- Řídicí jednotka vozidla (Vehicle Control Unit – VCU)
- Displeje strojvedoucího (Driver Display Unit – DDU), které tvoří inteligentní displejový systém strojvedoucího
- Moduly vzdálených I/O (Remote I/O Modules – RIOM) umožňující přístup k zařízením, která nejsou připojena ke komunikační síti TCMS
- Diagnostická jednotka (Diagnostic Unit – DU), která může být samostatným zařízením nebo její funkcionality je implementována ve VCU nebo MCG
- Komunikační síť, která propojuje VCU, DU, inteligentní systémy a moduly vzdálených I/O uvnitř vozidla, přes komunikační uzel (Train Communication Gateway – TCG) se zařízeními v jiných vozidlech soupravy a pomocí mobilního komunikačního uzlu (Mobile Communication Gateway – MCG) s pozemními systémy



Obr. 4 znázorňuje generickou architekturu TCMS, tj. architekturu, ze které lze odvodit řešení TCMS pro konkrétní lokomotivu nebo jednotku. Z této architektury nyní vycházejí, kromě japonských, všichni významní výrobci kolejových vozidel (Bombardier, Alstom, Siemens, Ansaldo-Breda, CAF, atd.) a tato architektura je také zákazníky požadována. Na ní je založeno i řešení TCMS nové třísystemové lokomotivy ze Škody Plzeň. Příklad architektury systému TCMS jednotky rychlovlaku je uveden na obr. 5.



Obr. 4 - Generická architektura systému TCMS

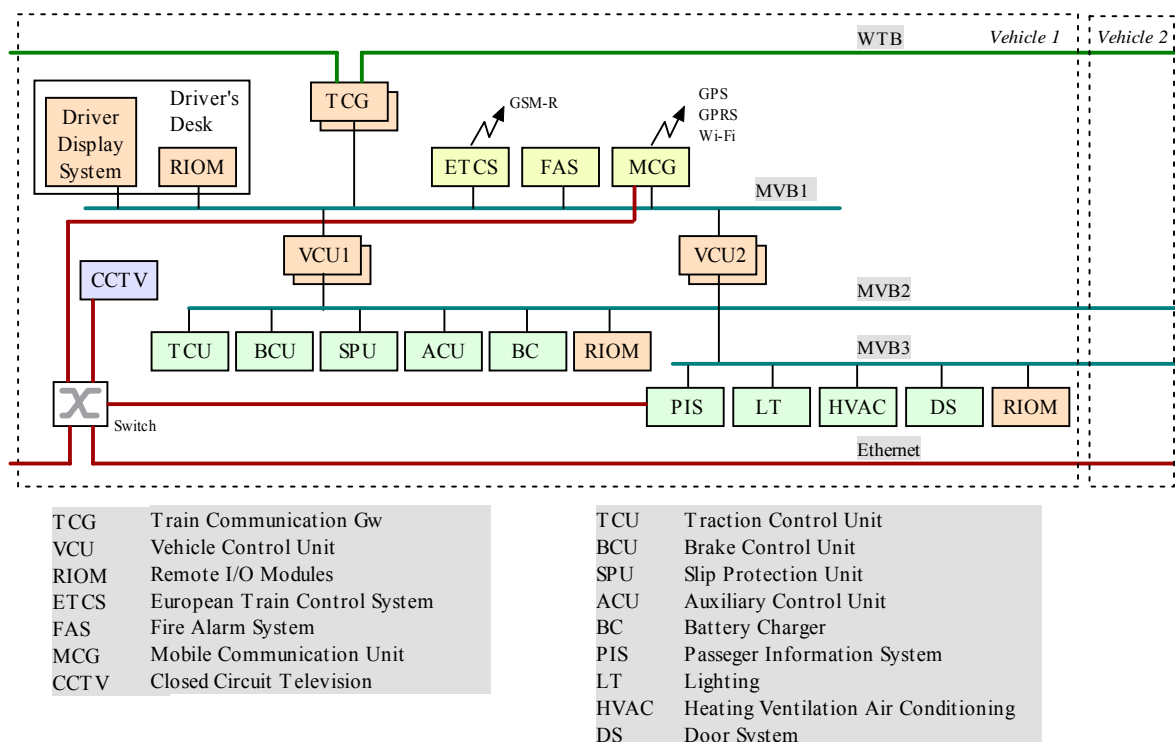
Všechny komponenty TCMS a inteligentní systémy jsou připojeny na komunikační síť vlaku. Tato síť je standardizována (IEC 61375), její název je Train Communication Network (TCN). Síť TCN má hierarchickou strukturu. Na nižších úrovních jsou vozidlové sběrnice (Vehicle Bus) propojující zařízení uvnitř vozu, nejvyšší úroveň představuje vlaková sběrnice (Train Bus) spojující jednotlivé vozy případně trainsety soupravy. Síť TCN tak umožňuje přímou komunikaci mezi zařízeními připojenými k vozidlovým sběrnicím různých vozů. Standardizovaná TCN vozidlová sběrnice se nazývá Multifunction Vehicle Bus (MVB), TCN vlaková sběrnice Wire Train Bus (WTB). Obvykle je TCN síť dvouúrovňová, někdy však mohou systémové požadavky vést na víceúrovňovou síť (Obr. 5).

Sběrnice MVB a WTB jsou propojeny komunikačním uzlem (TCG). Vůz nebo trainset má pouze jediné připojení k vlakové sběrnici. Součástí komunikační infrastruktury vlaku je také mobilní komunikační uzel (MCG), který zajišťuje přenos dat mezi aplikacemi vozidla a pozemními systémy.

Obecně si IEC standard nevyžaduje implementaci kompletní sítě (WTB + MVB). V soupravě může být použita pouze vozidlová nebo pouze vlaková sběrnice nebo například vlaková sběrnice doplněná jinou, zatím pro TCN nestandardizovanou, vozidlovou sběrnicí (např. CAN).

V současné době se do nových vozidel projektují systémy a služby, které vyžadují přenos většího objemu dat. Typicky to jsou kamerové systémy, nové služby informačního systému pro cestující, speciální diagnostika, případně centrální distribuce nových verzí softwaru z pozemního systému do zařízení ve vlaku. Přenos většího množství dat neoperačního charakteru je zajišťován sítí Ethernet. Většinou je to síť s přenosovou rychlostí 100 Mbit/s s přepínači (síť Fast Ethernet). To znamená, že každé zařízení je připojeno na samostatný segment sítě a nekoliduje tedy s jinými zařízeními. Řešení jsou zatím firemní, standardizační proces byl zahájen. V otevřených vlcích (lokomotiva s vagony) se síť Ethernet omezuje na jeden vůz. Většinou se přenos většího objemu dat týká i komunikace s pozemními systémy. Proto je k síti Ethernet obvykle připojen i mobilní komunikační uzel MCG.

V rámci vozidla a vlaku je třeba přenášet signály, které se vztahují k funkcím se vztahem k bezpečnosti. Tyto signály jsou přenášeny drátovými vodiči.



Obr. 5 - Architektura TCMS jednotky rychlovlaku, příklad

4.1 Komunikační síť TCN

Síť TCN kombinuje přenos dat dvou tříd s odlišnými časovými nároky:

- Procesní data - časově kritická data - např. řízení pohonů, brzd; jejich délka je omezena, doba jejich doručení je garantována; data jsou přenášena periodicky a nepotvrzována

- Zprávy - např. události, diagnostické zprávy, informace pro cestující; jejich délka není omezena, doba doručení není garantována; jsou potvrzovány

Z hlediska dostupnosti musí TCN síť splňovat požadavek, že závada jedné její komponenty nezpůsobí nefunkčnost celé sítě. Proto jsou obě sběrnice sítě řešeny jako zálohované, s důrazem na zajištění integrity přenášené informace. Dále, protože jsou sběrnice koncipovány jako master-slave, kde kritickým prvkem jsou master uzel (WTB) a bus administrátor (MVB), je možno na sběrnici WTB určit další uzly sítě jako potenciální master uzly (v případě poruchy master uzlu se síť automaticky rekonfiguruje a pokračuje v činnosti s novým masterem) a na sběrnici MVB další zařízení s funkcí bus administrátoru (zařízení s touto schopností si periodicky předávají řízení sběrnice). Pro splnění požadavku dostupnosti jsou i komunikační uzly TCG řešeny jako zálohované.

WTB – vlaková sběrnice

Protokol WTB zajišťuje řadu funkcí, které jsou specifické pro vlakové soupravy. Náleží k nim například automatická konfigurace soupravy a rekonfigurace při jejím zkrácení nebo prodloužení, zjištění orientace uzlů, změna master uzlu. Fyzická vrstva protokolu specifikuje např. fritting - čišťení kontaktů sběrnice ve spráhlech podloženým stejnosměrným proudem tekoucím sběrnici, způsob ošetření zkratu sběrnice a odstavení stále vysílajícího uzlu.

Přenosové medium je kroucený metalický pár, max. délka 860 m (22 vozů), 32 uzlů, přenosová rychlost 1 Mbit/s, délka datového rámce max. 132 Byte. Minimální perioda přenosu procesních dat je 25 ms, pro více než 7 uzlů je tato hodnota 100 ms.

MVB – vozidlová sběrnice

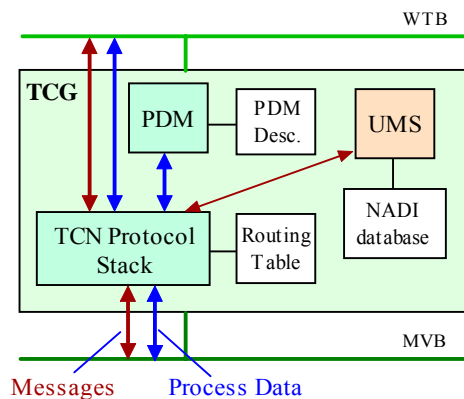
Sběrnice MVB spojuje zařízení uvnitř vozu nebo v neseparovatelné skupině vozů (trainset). Umožňuje připojení až 256 zařízení. V praxi bývá minimální požadovaná perioda přenosu rámců procesních dat 8 ms.

Přenosové medium je kroucený metalický pár nebo optický vodič, délka 200/2000m (metalický/optický vodič), přenosová rychlost 1.5 Mbit/s, délka datového rámce max. 32 Byte.

TCG – komunikační uzel

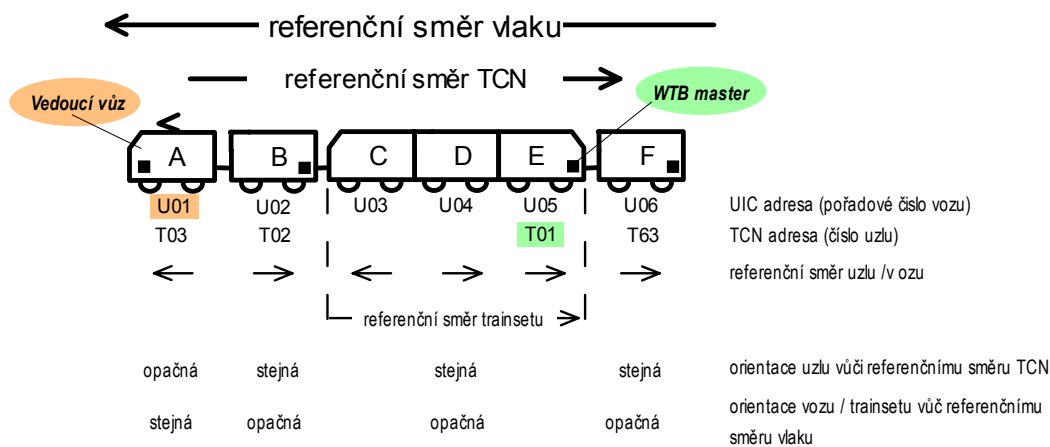
TCN komunikační uzel (Obr. 6) je zařízení s funkcemi definovanými standardy IEC 61375 a UIC 556, které je konfigurováno pro použití v konkrétním typu vozu. Obsahuje tyto hlavní funkční komponenty:

- TCN komunikační subsystém (TCN protocol stack) dle IEC 61375-1.
- Process Data Marshalling (PDM) – aplikace přenášející procesní data mezi WTB a MVB sběrnici dle seznamů exportovaných a importovaných proměnných (PDM Desc.) vytvořených konfiguračním nástrojem. Na rozdíl od přenosu zpráv, kdy přenos zprávy ze zdrojového do cílového zařízení zcela zajistí TCN komunikace (její síťová vrstva řídící se údaji ve směrovací tabulce), zajišťuje protokol TCN přenos procesních dat pouze v rámci téže sběrnice. Proto je jejich přenos mezi sběrnici záležitostí aplikační úrovně. Formáty WTB telegramů jsou standardizovány (například hodnota požadovaného tahu musí být umístěna v Byte 49). To je podmínkou pro dosažení interoperability na úrovni procesních dat mezi jednotlivými vozidly.
- UIC Mapping Server (UMS) – aplikace řídící činnost uzlu dle událostí v soupravě, které vedou ke změně konfigurace soupravy nebo dynamických vlastností některého z vozů (např. orientace, jsem vedoucí vůz, jsem WTB master uzel). UMS vytváří a udržuje databázi údajů popisujících soupravu v daném okamžiku (NADI database). Databáze obsahuje statické vlastnosti vozů (čím je vozidlo vybaveno), dynamické vlastnosti vozů, topografii (konfiguraci) soupravy a stavové informace. Tuto databázi udržuje UMS shodnou ve všech uzlech, kde je k dispozici všem aplikacím daného vozu/trainsetu.



Obr. 6 - TCG – komunikační uzel

UMS řeší jednu ze základních úloh TCMS: vztah adresy uzlu (TCN adresa) a čísla vozu (UIC adresa). Komunikační systém pracuje s uzly, aplikace s vozy. Mapování není triviální, neboť např. jeden uzel je pro více vozů, více uzlů je v jednom voze, uzel není při sestavování soupravy nalezen, vůz není vůbec připojen k TCN, atd.). Obr. 7 ukazuje stanovení směrů a přidělení TCN a UIC adres. Směr vozidla je určen staticky zapojením TCG do sítě TCN (který segment sběrnice je zapojen ke konektoru 1 a který ke konektoru 2 TCG). WTB master má vždy TCN adresu 1, adresy dalších uzlů jsou 63, 62, ... a 2, 3, ... v závislosti na tom, v jakém směru vzhledem k WTB master uzlu se nalézají. Vedoucí vůz je vůz, ze kterého je souprava řízena a určuje směr jízdy soupravy (referenční směr vlaku). Jeho UIC adresa je 1, je-li čelním vozem. Při přechodu strojvedoucího na opačné stanoviště vlaku se změní UIC adresy (nový vedoucí vůz bude mít adresu 1) ne však TCN adresy. Změní se i referenční směr vlaku a tedy i orientace vozidel vůči němu.



Obr. 7 - Adresy uzlů/vozů a orientace

MCG – mobilní komunikační uzel

Mobilní komunikační uzel MCG zajišťuje bezpečnou výměnu dat mezi aplikacemi vozidla a pozemním systémem. Pro zabezpečení používá existující standardní protokoly. Přenosové protokoly si volí železniční podnik z těch, pro které je vybudována infrastruktura. V ČR to jsou v současné době GSM-P/GPRS a WiFi. Jako protokoly vyšších vrstev jsou používány protokoly z množiny IP protokolů – HTTP, SOAP, FTP, SSH, ... MCG může být zdrojem času a informace o pozici; tyto údaje musí distribuovat do subsystémů vozidla, které je vyžadují. Úkolem MCG je také monitorování komunikačních sítí. Monitorují a zaznamenávají se například síla pole, chyby komunikace, přenosový výkon. V MCG bývá často umístěna diagnostická jednotka DU.

Je plánováno, že MCG, jež je považována za součást komunikační infrastruktury vozidla, bude standardizována.

Pro úplnost uvedme, že systém ETCS používá pro komunikaci s řídicím střediskem radiovou síť GSM-R (GSM for Railway), přenos zabezpečený protokolem Euroradio a vlastní komunikační jednotku.

Funkční adresace

Aplikace vidí vozy soupravy jako množinu funkcí (Dveře, Osvětlení, Sanitární zařízení, Klimatizace, Řízení trakce, Brzdy, Stanoviště strojvedoucího, atd.). Pro implementaci interoperabilních řešení je podstatné, že komunikační síť TCN-UIC556 umožňuje tzv. funkční adresaci. To znamená, že lze adresovat funkce v cílovém voze nebo skupině vozů a není třeba adresovat konkrétní zařízení, která tyto funkce realizují. Zasílá-li např. funkce z řídicího vozu požadovaný tah funkci „Trakce“ lokomotivy, nemusí ji zajímat, zda je to lokomotiva Siemens nebo Škoda, každá se zcela odlišným subsystémem řízení pohonů. Identifikátory funkcí, kterými se tyto adresují, jsou specifikovány ve standardu, např. 10 - Dveře.

Aplikace adresují zprávu buď konkrétnímu vozu, což je méně časté, nebo skupině vozu uvedením kolektivní nebo skupinové adresy. Kolektivní adresou volí vozy s určitými statickými (např. všechny trakční vozy, všechny spací vozy) nebo dynamickými (např. vedoucí vůz, koncový vůz) vlastnostmi. Kolektivní adresy jsou definovány standardem UIC 556, zatímco skupinovou adresu určuje a vozy do skupiny vybírá aplikace (např. skupina vozů jedoucích do Kolína, skupina vozů jedoucích až do Pardubic).

4.2 Jednotka VCU

VCU integruje jednotlivé subsystémy vozidla a v závislosti na tom, zda vozidlo, ve kterém pracuje je právě vedoucím vozidlem nebo není, řídí buď celou soupravu nebo pouze svůj vůz či trainset. Vzhledem k tomu, že VCU komunikuje přes řadu rozhraní, provádí řídicí algoritmy a často je také centrální jednotkou pro diagnostický systém, je požadována jeho vysoká výkonnost. Je také požadována možnost zálohování.

VCU obvykle obsahuje tzv. soft PLC, to znamená, že řídicí algoritmy jsou psány v jazycích pro PLC programování, tj. jazycích specifikovaných ve standardu 61131-3 (jazyky FBD, SFC, ST, ...). Pro aplikační programátory jsou často připraveny speciální funkční bloky.

Obr. 8 ukazuje VCU v zálohované konfiguraci a TCG v zálohované konfiguraci (vlevo) umístěné ve standardní kazetě 19". Přepínání na záložní modul je v obou zařízeních řízeno jednotkou řízení redundance. Tento kompaktní přístroj je produktem firmy UniControls a.s. Jednotka VCU je dvouprocesorová a disponuje následujícími rozhraními: 2x MVB, 3x CAN, 2x Ethernet, 2x RS232, 3x RS485/RS422.



Obr. 8 - Kazeta s TCG a VCU firmy UniControls a.s., zálohované provedení

4.3 Displejový systém strojvedoucího

Displejový systém představuje jednu z částí DMI (Driver Machine Interface). Jeho dalšími částmi jsou řídicí páka, ovládací prvky a indikátory umístěné na pultu strojvedoucího. Dle připravovaného standardu může displejový systém obsahovat až čtyři displeje, které jsou určeny pro:

- Zobrazení provozního stavu vozidel a vlaku, zobrazení diagnostických informací – Technický a diagnostický display (TDD)
- Řízení jízdy vlaku a zobrazení informací o jízdě – Display řízení a ovládání vlaku (CDD)
- Ovládání vlakového radia – Display vlakového radia (TRD)

- Zobrazení elektronického jízdního řádu a informací o trati a pro interakci dispečera a strojvedoucího (příkazy) – Displej elektronického jízdního řádu (ETD)

Jednotlivé funkce nejsou pevně přiřazeny k displejům. Funkce displeje v poruše mohou být poskytnuty jiným displejem. Tento displej pracující v záložním režimu zobrazí informace původně určené pro zobrazení na dvou displejích.

Je-li ve vozidle instalován systém ETCS, pak displeje CDD a TRD jsou jeho součástí.

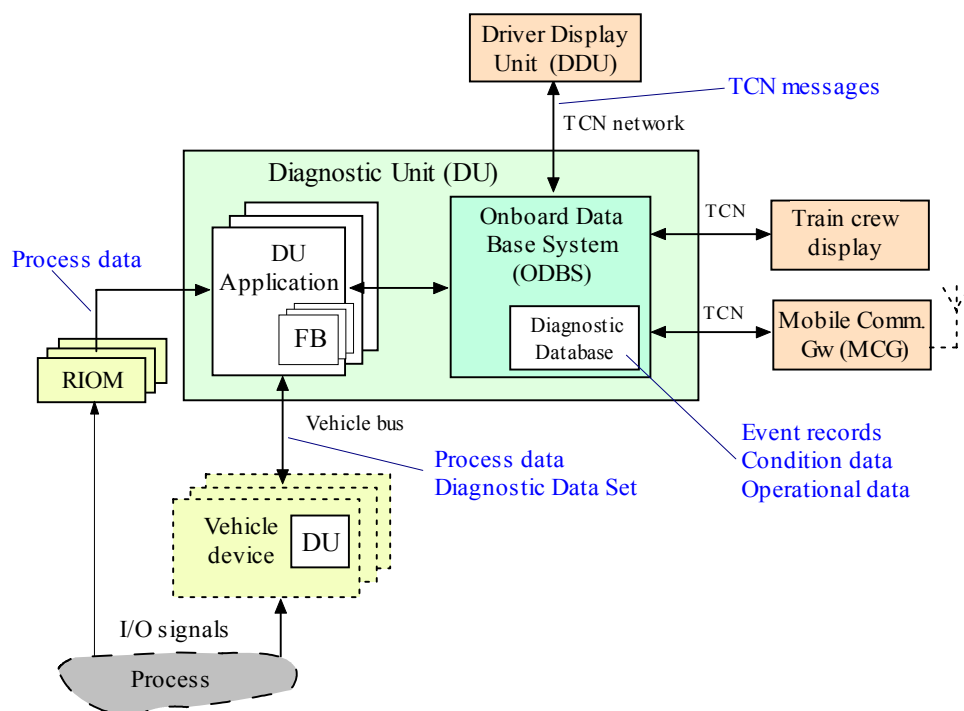
4.4 Diagnostická jednotka

Diagnostická jednotka (DU) je funkční komponenta, která je obvykle umístěna ve VCU nebo v MCG, ale může být i samostatnou HW jednotkou. Základní funkce Diagnostické jednotky jsou, jak je patrné z Obr. 9, následující:

- Získává diagnostická data z inteligentních subsystémů vozidla. Těmito daty jsou data informující o stavu elektrických a jiných komponentů subsystému, např. doba provozu, počet sepnutí/vypnutí (condition and operational data) a záznamy o událostech vyhodnocené lokálními DU subsystémů (Diagnostic Data Set).
- Prostřednictvím RIOM získává procesní data ze zařízení, která nejsou přístupná přes vozidlovou sběrnici, a jejich zpracováním získává diagnostická data. Do tohoto zpracování může zahrnout i diagnostická data získaná z inteligentních systémů
- Generuje diagnostické záznamy a ukládá je do diagnostické databáze
- Poskytuje data uložená v diagnostické databázi zejména pro zobrazení na displejích systému strojvedoucího (displej TDD) a případně na displejích vlakové čety a pro přenos do pozemního systému

Zpracování vstupních dat DU provádí obvykle PLC program (DU Application). Pro tuto činnost mívá k dispozici specializované funkční bloky (FB). Diagnostické algoritmy mohou využívat i údaje uložené v diagnostické databázi.

Záznamy událostí uložené v diagnostické databázi obsahují kromě atributů jako jsou kód poruchy, popis poruchy, čas vzniku poruchového stavu, čas zániku, prioritou také údaje o pozici v okamžiku detekce poruchového stavu (je-li vozidlo vybaveno GPS), a dále tzv. environmentální data, tj. data zaznamenaná s danou periodou v určitém časovém intervalu před a po vzniku a zániku poruchového stavu.



Obr. 9 - Diagnostická jednotka TCMS

5 Závěry a souhrn

Koncepce systému nadřazeného řízení založená na komunikační infrastruktuře Train Communication Network je v současné době již všeobecně přijata. Takto koncipované systémy se projektují do lokomotiv, osobních vozů, jednotek rychlovlaků i jednotek pro regionální dopravu. V souvislosti s TCMS lze zmínit následující probíhající a plánované aktivity:

- restrukturalizace a rozšíření TCN standardu (IEC 61375) – začlenění mobilního komunikačního uzlu MCG a nových vozidlových sběrnic jako alternativy MVB a zahrnutí obsahu UIC 556. Konkrétně se jedná o sběrnice CAN (Controller Area Network) a Ethernet (se standardními protokoly TCP/IP sady). Tyto sběrnice se úspěšně používají v oblasti průmyslového řízení.
- specifikace homogenní a výkonné komunikační infrastruktury ve vozidlech, kterou lze snadno integrovat s pozemní komunikační infrastrukturou, a která umožní realizovat služby vyžadující přenos velkého objemu dat. Znamená to především adaptaci IP (Internet Protocol) technologií do prostředí železnice. V takové infrastruktuře by bylo možné například adresovat funkce ve vozidle i v pozemním systému jednotným způsobem, např. *displej@vedouci_vuz.vlak0244.cd*.
- Specifikace funkcí jednotlivých inteligentních subsystémů vozidla a specifikace rozhraní těchto funkcí. Tyto specifikace jsou pro některé subsystémy výsledkem EU projektu ModTrain.

Dále jsou připravovány aplikace vyžadující interakci mezi vozidlem a pozemním systémem, které mají vést k úspoře energie, zefektivnění provozu a zvýšení komfortu pro cestující.

6 Literatura

- [1] IEC 61375-1, Train Communication Network, International Standard, 1999
- [2] Leaflet UIC 556, Information Transmission in the Train, 2. Edition, 01.05. 1999
- [3] IGR-X-SIE-048-03, ModTrain TCMS Generic Requirement Specification, 2006
- [4] Liška, P. ERTMS-jednotný standard pro evropské železnice. In *Automatizace* 2006/12
- [5] Gernot, H. Improving Train Operation and Traveling Experience by Use of the Latest Communication Technology, Bombardier materials

Adresní údaje o autorech

<i>Plné jméno s tituly:</i>	Ing. Dobromil Nenutil
<i>Pracoviště a jeho začlenění do instituce / firmy:</i>	Technický rozvoj
<i>Adresa pro korespondenci:</i>	Křenická 2257, Praha 10, 100 00
<i>E-mail:</i>	nenutil@unicontrols.cz
<i>Fax:</i>	+420 272 011 488
<i>Telefon:</i>	+420 272 011 420