

Libor Lochman

## Vlak CDT 680 a ERTMS

*Klíčová slova: vlakový zabezpečovač, ETCS, traťové rádio, GSM-R, interoperabilita.*

Jednotky řady 680, tak jako každý jiný vlak, který se má pohybovat na síti Českých drah a také tratích sousedních železnic, musí být vybaven odpovídajícím sdělovacím a zabezpečovacím zařízením na palubě. Odpovídajícím se pochopitelně myslí takové zařízení, které je v souladu s traťovou částí těchto zařízení, která jsou na určených tratích v provozu.

Celou situaci kolem sdělovacích a zabezpečovacích systémů dále činí komplexnější časové období, do kterého vlaky 680 přicházejí. Na rozdíl od původních předpokladů, že vlaky budou v provozu od roku 2000, budou podle současných záměrů k dispozici na přelomu let 2003 a 2004. To je však období, do kterého spadá také začátek

přísného vyžadování shody s požadavky technických specifikací interoperability (TSI) pro síť transevropských vysokorychlostních tratí.

Z hlediska sdělovacích a zabezpečovacích zařízení se tak jedná o komerční nástup systémů ERTMS – GSM-R a ETCS.

Vlaky 680 jsou určeny pro rameno Berlin – Praha – Wien. Úsek Berlin – Dresden je zařazen do systému transevropských vysokorychlostních koridorů a jako takový bude v letech 2005 – 2007 rekonstruován na rychlost 200 km/h a vybaven zařízeními v souladu s požadavky TSI včetně GSM-R a ETCS. Aby se vlaky 680 mohly bez omezení na takto vybavené trati pohybovat, je nutné je těmto novým požadavkům přizpůsobit.



**Obr. 1: Určená trasa vlaku 680**

## ***Původní technické podmínky***

Jako v mnoha jiných případech projektů rozsáhlých systémů, ani vlak 680 se nevyhnul změnám v průběhu času, a to tím spíše, že jeho realizace byla poznamenána tříletým odkladem. Původní technické podmínky vlaku 680 proto – v souladu s požadavky tehdejší doby – uvažovaly s poněkud jiným souborem palubních zařízení, nežli je tomu zapotřebí dnes.

Technické podmínky na jednotku 680, které byly připraveny pro podpis kontraktu ČD – konsorcium Fiat-SIEMENS-ČKD, požadovaly instalovat na palubu vlaků následující sdělovací a zabezpečovací systémy:

1. Radiostanice analogových systémů Kōllea , TESLA TRS a Kapsch podle doporučení UIC 751-3 pro provoz na sítích DB, ČD a ÖBB
2. Vlakové zabezpečovací zařízení
  - a) PZB 90, LZB 80 a ZUB 122 pro DB
  - b) LS 90 pro ČD
  - c) Indusi 80 pro ÖBB

Jak již uvedeno výše, v polovině roku 2000 začalo být zřejmé, že s posunem termínu dodávky vlaků bude nutné přehodnotit skladbu sdělovacích a zabezpečovacích zařízení na palubě, neboť tratě, po kterých se vlak bude po roce 2004 pohybovat, budou modernizovány a postupně vybavovány interoperabilním zařízením.

## ***Požadavky na interoperabilitu***

V souladu s Technickými specifikacemi pro interoperabilitu evropských železničních systémů je jediným přípustným zabezpečovacím systémem budoucnosti ERTMS/ETCS. Vedoucí železniční správy Evropské unie již dnes ověřují na pilotních úsecích instalace ERTMS/ETCS a ERTMS/GSM-R a v roce 2002 zahájí jeho sériovou implementaci.

Železniční společnosti, na jejichž území se nachází severní a střední část IV. transevropského koridoru – DB, ČD a ÖBB, se vzájemně dohodly na jeho postupné modernizaci s cílem vybavit jej ETCS a GSM-R v blízké budoucnosti. Finanční zdroje, ze kterých bude přestavba zajišťována, však zatím neumožňují přesné stanovení termínů realizace, a proto vlak 680 bude muset být vybaven jak systémy současnými, tak i ERTMS.

## ***Přehled situace a souvisejícího technického řešení***

V dalším textu je detailněji představena současná a předpokládaná situace v oblasti sdělovacích a zabezpečovacích systémů u železnic, na jejichž tratích se bude jednotka 680 pohybovat.

### **Česká republika**

Hlavní tratě jsou vybaveny systémem vlakového zabezpečovače LS. V loňském roce České dráhy vyhlásily výběrové řízení na dodávku pilotní instalace GSM-R v úseku

Děčín – Kolín včetně vybavení Experimentální základny Cerhenice. Její realizace by se měla uskutečnit v druhé polovině roku 2002, po níž by měl následovat šestiměsíční ověřovací provoz specifických aplikací. Výzkumný ústav železniční pro České dráhy zpracoval technickou dokumentaci pro přípravu výběrového řízení na ověření ETCS 2. úrovně v rámci pilotního projektu na trati Praha – Kolín. Na základě výsledků pilotního projektu se předpokládá jeho rozšíření na celou českou část evropského koridoru IV.

Maximální rychlost přitom zůstává 160 km/h. Pro provoz jednotek s naklápacími skříněmi, umožňující průjezd oblouky většími rychlostmi, nebude před implementací ETCS použito žádného technického systému pro bezpečnou kontrolu rychlosti. Odpovědnost za korektní vedení vlaku bude spočívat na strojvedoucím, jež bude vybaven příslušným jízdním řádem.

Situace se zásadně změní instalací ETCS; informace, které budou mezi traťovou částí a vlakem přenášeny, budou palubní části ETCS soužit ke kontinuální bezpečné kontrole rychlosti po celou dobu jízdy.

### Technické řešení pro vlak 680

- Vlak 680 bude vybaven kompletním systémem LS-90
- Vlak 680 bude vybaven systémem ETCS 2. úrovně od firmy ALSTOM, jež bude aktivní v první etapě na pilotním úseku ČD
- Komunikační podporu vlaku zajistí dvě radiostanice GSM-R, určené pro přenos dat ETCS 2. úrovně

České dráhy přitom budou perspektivně požadovat instalaci STM pro LS-90, jehož vývoj bude součástí dodávek pilotní sekce ETCS. ČD předpokládají uplatnění STM pro LS na většině hnacích vozidel včetně vlaků 680. Z toho důvodu bude vlak 680 disponovat prostorem pro umístění STM a potřebnou kabelizaci.

### **Německo**

Na celé síti Německé dráhy je instalován systém bodového vlakového zabezpečovacího zařízení Indusi. Na tratích s rychlostí větší než 160 km/h je v provozu systém liniového vlakového zabezpečovacího zařízení LZB. Pro kontrolu větší rychlosti jednotek s naklápacími skříněmi v obloucích je předepsáno použití technického zařízení – obvykle ZUB 262 (nelze tedy použít řešení ČD – výlučná odpovědnost strojvedoucího).

DB nepředpokládá – z ekonomických důvodů – nahrazení systému Indusi (a jeho vylepšené, „bezpečnější“ varianty PZB90) zařízením ETCS 1. úrovně. Naproti tomu je vypracována koncepce postupného přechodu od LZB k ETCS 2. úrovně, která je podmíněna schválením systému ETCS. Z tohoto pohledu se zahájení sériové implementace předpokládá od roku 2004. Předpokladem pro instalaci ETCS 2. úrovně je samozřejmě pokrytí sítě signálem GSM-R, infrastruktura nové radiové sítě v rozsahu 27.000 km tratí by měla být uvedena do komerčního provozu v roce 2003.

Pilotní stavba ETCS 2. úrovně na úseku Berlin – Halle/Leipzig má být uvedena do provozu s cestujícími na začátku roku 2003.

Co se týče dnešního stavu ramena Berlin – Schöna, zde je v provozu traťová část zařízení Indusi. V tomto úseku nejsou žádná další zařízení pro přenos informací na vlak (ZUB ani LZB).

Při rekonstrukci tratě Berlin – Dresden (2007) na rychlost 200 km/h nepředpokládá DB instalaci LZB, neboť její prioritou je rozšiřovat uplatnění ETCS 2. úrovně. Pouze v případě, že systém ETCS by nebyl certifikován orgány EBA a EBC do konce roku 2004, bylo by jako nouzové řešení diskutováno nasazení LZB.

Na úseku Dresden – Pirna probíhají právě nyní modernizační práce; z hlediska zabezpečovacích zařízení se však nic nezmění. Jiná situace bude na úseku Pirna – Schöna, který jako jediný na německém území může znamenat výhodu pro vlaky s naklápěcími skříněmi. Jelikož však DB vyžadují technické zabezpečení kontroly vyšší rychlosti takových vlaků, diskutuje se se zástupci Německé dráhy o možné instalaci ETCS 1. nebo 2. úrovně.

#### Technické řešení pro vlak 680

- Vlak 680 bude vybaven palubním zařízením PZB 90 (Indusi)
- Vlak 680 bude vybaven zařízením ETCS 2. úrovně a radiostanicemi GSM-R (viz odstavec ČD)

V Německu probíhají v současné době práce na vývoji STM pro Indusi. Na každém vlaku 680 bude proto připraven prostor pro instalaci STM pro Indusi včetně potřebné kabelizace.

Pro nouzový případ instalace traťové části LZB na úseku Berlín – Drážďany, jakož i pro případnou potřebu provozu na jiných tratích DB, bude na vlaku 680 připraven prostor také pro instalaci STM pro LZB, včetně kabelizace a antén.

#### **Rakousko**

V Rakousku je obecně uplatňován z hlediska vlakových zabezpečovacích zařízení obdobný princip jako u DB. Tratě jsou vybaveny bodovým zařízením Indusi a v případě rychlostí větších než 160 km/h je instalován LZB. V oblasti sdělovacích zařízení se zatím nepřepokládá plošná instalace systému GSM-R, neboť ÖBB mají kompletně vybudovanou relativně novou analogovou síť s datovým přenosem, vyhovujícím stávajícím řídicím systémům ÖBB. Uvedené principy jsou a budou platné i pro nově budovanou vysokorychlostní trať St. Pölten – Attnang-Puchheim a nové lokomotivy typu „Taurus“.

V Rakousku používaný systém Indusi nevyužívá všech funkcí v Německu zdokonaleného PZB 90, je však s tímto zařízením plně kompatibilní. Namísto implementace zdokonaleného Indusi předpokládá ÖBB od roku 2002 postupnou k Indusi paralelní instalaci ETCS 1. úrovně.

V současné době se předpokládá doplnění ETCS 1. úrovně na úseku Wien – Nickelsdorf (- Budapest) již v roce 2002. Vybavení tratě Wien – Bernhardsthal (- Břeclav) závisí na strategickém rozhodnutí ÖBB o prioritních tratích. ÖBB budou v každém případě postupně implementovat ETCS zejména na tratích a vlcích pro rychlost 160 km/h, a to jako paralelní systém k Indusi.

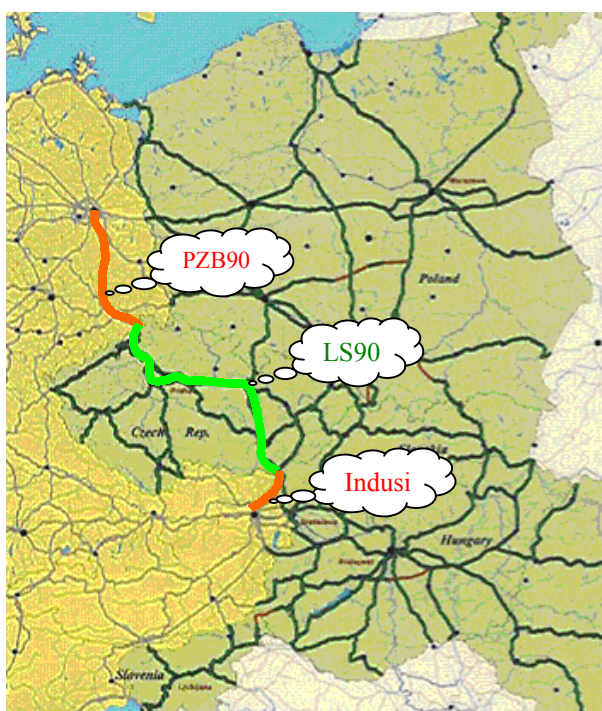
Na Severní dráze ÖBB Wien – Bernhardsthal (délka 80 km) je v současnosti instalována traťová část zařízení Indusi a maximální rychlost bude i v budoucnu max. 160 km/h; vzhledem k parametrům tratě se zde možnost naklápění souprav neuplatní.

#### Technické řešení pro vlak 680

- Vlak 680 bude vybaven palubním zařízením PZB 90 (Indusi)
- Komunikace vlaku bude zajištěna radiostanicí Kapsch, pracující v traťové radiové síti ÖBB

V okamžiku dostupnosti STM pro Indusi může být vlak 680 doplněn o toto zařízení (viz popis pro DB).

#### **Současná vybavenost tratí a střednědobý výhled**



Následující tabulka shrnuje současný stav tratí z hlediska jejich vybavenosti vlakovým zabezpečovacím zařízením.

Představitelé železnic DB a ÖBB potvrdili, že v souladu se strategickým záměrem Evropské komise bude na páteřních evropských tratích instalován systém ERTMS/ETCS + GSM-R. Do doby realizace ERTMS bude ovšem nutné komunikovat se stávajícími zařízeními. Na jednotlivých úsecích

trasy vlaku 680 je současná situace následující:

**Obr. 2: Současné zabezpečovací systémy**

	Tratě v ≤ 160 km/h (klasický provoz)	Obloukovité tratě v ≤ 160 km/h (s naklápěcími skříněmi)	Tratě v > 160 km/h (s/bez nakláp.)	Hranice drah (automatické přepnutí systému)	Středně- dobý výhled
DB	PZB 90 (Indusi)	PZB 90 + ZUB 262	LZB nebo ETCS Level 2	Eurobalízy	PZB 90 + ETCS AL2
ČD	LS	LS	nejsou	Eurobalízy	ETCS AL2
ÖBB	Indusi	Nejsou relevantní	LZB	Eurobalízy	Indusi + ETCS AL1

**Tabulka 1: Vybavenost sítí vlakovými zabezpečovacími zařízeními**

Traťový úsek	Zabezpečovací zařízení	Sdělovací zařízení
Berlin – Schöna st. hr.	Indusi	Kölleda
Schöna st. hr. – Kolín Kolín - Břeclav st. hr.	LS	dosluhující Kölleda bez traťového radia
Břeclav st. hr. – Wien	Indusi	Kapsch

**Tabulka 2: Současný stav sdělovacích a zabezpečovacích zařízení  
na trase vlaku 680**

Výhled do roku 2007 je následující:

Traťový úsek	Zabezpečovací zařízení	Sdělovací zařízení
Berlin – Dresden	ETCS 2. úrovně <sup>1</sup>	GSM-R
Dresden – Schöna st. hr.	Indusi (ETCS 1./2. úrovně) <sup>2</sup>	GSM-R
Schöna st. hr. – Kolín	ETCS 2. úrovně	GSM-R
Kolín – Břeclav st. hr.	LS	GSM-R + GSM
Břeclav st. hr. – Wien	Indusi (ETCS 1. úrovně) <sup>3</sup>	Kapsch

**Tabulka 3: Očekávaný stav vybavenosti trasy vlaku 680 v roce 2007**

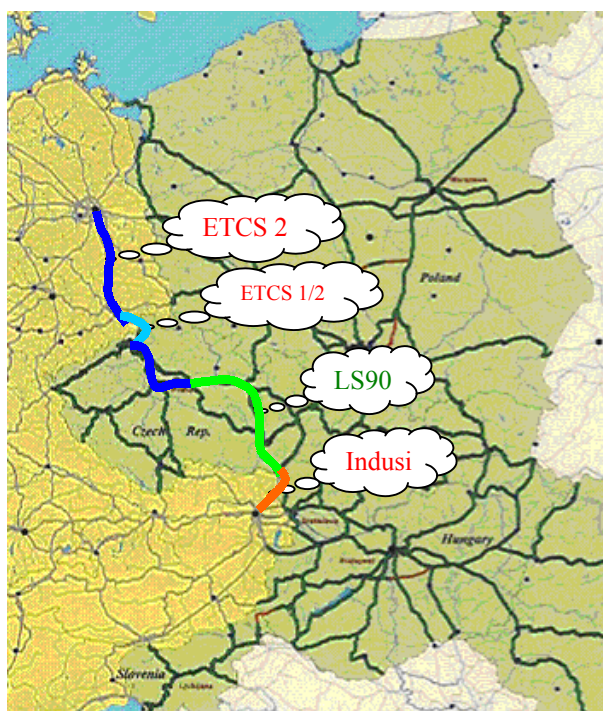
---

<sup>1</sup> Pouze v případě, že by ETCS nebyl schválen do konce roku 2004 a současně by DB byla nucena dodržet termín modernizace 2007 by mohlo dojít k instalaci LZB. Vzhledem k současnému stavu projektů ETCS se ovšem tento vývoj nepředpokládá.

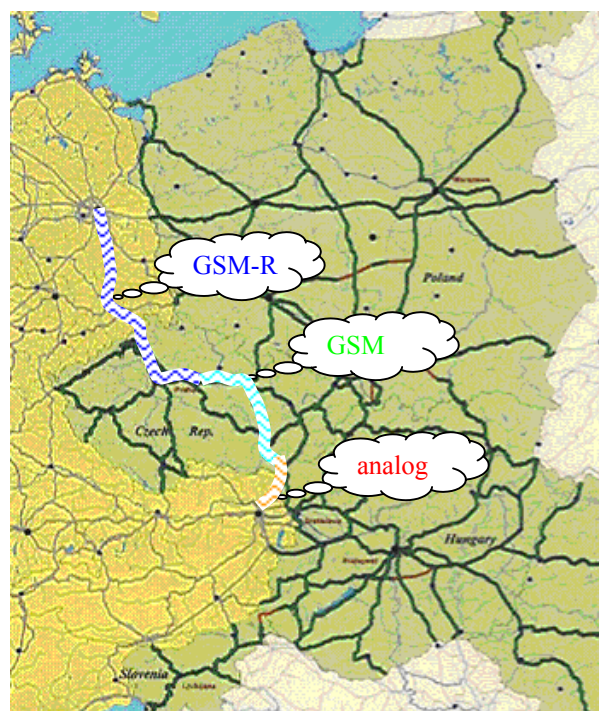
<sup>2</sup> V současné době probíhají rozhovory s DB o možnosti vybavit úsek Pirna – Schöna ETCS 1. nebo 2. úrovně v rámci implementace ETCS na konvenčních tratích.

<sup>3</sup> Zástupci ÖBB se vyjádřili, že v nejbližších měsících se budou nově určovat prioritní tratě z hlediska implementace ETCS 1. úrovně.





Obr. 3: Zabezpečovací systémy v roce 2007



Obr. 4: Sdělovací systémy v roce 2007

### Slovensko

Přestože vlak 680 je určen pro trasu Berlin – Praha – Wien, pro řešení nouzových situací na úseku Břeclav – Wien je potřeba mít připravenou náhradní trasu. Její vedení je ovšem možné jen slovenským územím, a to v úseku Břeclav – Kúty – Bratislava – Kittsee – Parndorf – Wien. Za tímto účelem byla vedena diskuse i se zástupci ŽSR.

Co se týče sdělovacích a zabezpečovacích systémů na palubě vlaku 680, zástupci odvětví zabezpečovací techniky nemají výhrad, LS 90 zajišťuje potřebný stupeň bezpečnosti. Pro nová hnací vozidla je však vyžadována instalace systému (buď nezabezpečeného) s kontrolou rychlosti, např. MIREL nebo AVV.

Na palubě vlaků 680 se s instalací žádného z uvedených zařízení nepočítá, jejich absence může nicméně v nejméně příznivém případě vést k omezení rychlosti vlaku na tratích ŽSR na 120 km/h (ačkoliv dnes se jezdí s LS 90 až 140 km/h).

### ***Nynější sestava palubních zařízení vlaku 680***

Z výše uvedených tabulek je zřejmé, že bylo nutno přehodnotit strukturu sdělovacích a zabezpečovacích systémů na palubě 680. Nyní dohodnutá sestava je následující:

- a) Sdělovací zařízení:
  - a. 2 moduly GSM-R pro datový přenos ETCS
  - b. 1 modul GSM-R pro hlasovou komunikaci na sítích DB a ČD s roamingem do sítě veřejného operátora v ČR do ukončení výstavby GSM-R podél I. koridoru

- c. analogové rádio Kapsch pro provoz na ÖBB
- b) Vlakové zabezpečovací zařízení
  - a. ETCS 2. úrovně pro DB a ČD
  - b. PZB 90 (Indusi)<sup>4</sup> pro DB a ÖBB
  - c. LS pro ČD

### **Komponenty zařízení ETCS na palubě vlaku**

Systém ETCS 2.úrovně, dodávaný firmou ALSTOM pod označením ATLAS předpokládá, že do každé kabiny strojvedoucího ve vlaku budou instalovány následující zařízení:

- 1 EVC (European Vital Computer) složený z různých elektronických komponent, z nichž jeden bude sloužit jako rozhraní s přístroji vlaku CDT – 680
- 1 JRU (Juridical Recorder Unit) pro záznam údajů ETCS.
- 1 MMI (Man Machine Interface) na ovládacím pultu
- 2 Dopplerovy radary
- 2 moduly rádia GSM-R pro datové přenosy ETCS v elektronickém bloku
- 2 antény GSM-R pro datové přenosy ETCS na střeše vlaku

Situování antén pro vlaková zabezpečovací zařízení je předpokládáno následujícím způsobem:

1. podvozek: 2 snímače pro LS-90 před podvozkem vlevo a vpravo
  - 1 anténa Indusi na pravé straně podvozku vzadu
  - 2 antény ETCS ve střední části podvozku
2. podvozek: 1 anténa pro LZB (nouzové umístění)
3. podvozek: 1 anténa pro LZB (nouzové umístění)
4. podvozek: 1 anténa pro LZB (nouzové umístění)

Situování antén pro LZB na vlaku 680 je shodné s umístěním antén na vlacích Cisalpino, které jsou v provozu na tratích DB od roku 1997.

Pro účely ETCS budou navíc na spodku skříně hlavového vozu instalovány dva Dopplerovy radary.

Takto vstrojený vlak bude schopen provozu na úseku Berlin – Praha – Wien po celou dobu své životnosti bez jakýchkoliv úprav, bez ohledu na postupnou

---

<sup>4</sup> PZB 90 je vlaková část zařízení Indusi, vybavená přídatnými funkcemi, požadovanými u DB



modernizaci infrastruktury<sup>5</sup>. Upravená technická specifikace byla uzavřena na konci června 2001.

### **Nouzová řešení pro provoz na tratích DB:**

Pro současný provoz na DB je samozřejmostí PZB 90 (Indusi), který lze uplatnit i v podobě STM (nyní jej vyvíjí pouze Bombardier; Siemens a Alcatel s ohledem na LZB 80E o vývoj zájem nemají). Pro nouzový případ instalace LZB na úseku Berlin – Dresden existují tři možnosti:

- a) vlak 680 nebude vybaven LZB a bude i nadále jezdit do 160 km/h
- b) vlak bude doplněn o STM pro LZB (dnes vyvíjí opět jen Bombardier)
- c) vlak bude doplněn o kompletní LZB.

Varianty b) a c) ovšem předpokládají, že ČD budou schopny doplnění LZB nebo STM LZB zaplatit.

Co se týče průjezdu oblouků Pirna – Schöna, nepřístupí-li zde DB k implementaci traťové části ETCS, jsou zde teoreticky dvě možnosti:

- a) vlak 680 bude jezdit „klasicky“, nezvýšenou rychlostí, bez naklápění – úsek je 34 km dlouhý, časová ztráta tedy nepřekročí ca. 5 min. – pravděpodobná varianta
- b) podaří se přesvědčit DB, že rychlost nebude dohlížena technickými prostředky, ale jen strojvedoucím, za pomoci sešitového jízdního řádu (dnes není na DB povoleno; jezdí se tak ovšem u SBB a FS) – skutečně pouze teoretická možnost

### ***Náklady na nové palubní systémy***

Přes očekávání, spojená s ETCS v souvislosti s předpokládanými nižšími pořizovacími i provozními náklady jsou první implementace systému naopak dražší než srovnatelná zařízení dnešní. Důvody jsou nasnadě – současná zařízení byla dosud jsou vyráběna jako sériové produkty, ETCS takový krok teprve čeká a na první instalace jsou proto přeneseny náklady na národní úpravu systému a jeho aplikaci do konkrétního vozidla.

Z hlediska jednotlivých komponentů palubních systémů se jedná o následující nové položky:

1. zabezpečovací zařízení
  - a. materiál:
    - i. náhrada LZB 80 a ZUB 122 za ETCS 2. úrovně; LS-90 a Indusi zůstávají beze změny
    - ii. SW řízení brzdového systému
    - iii. Tělesa a kryty nových senzorů rychlosti
  - b. projekt

---

<sup>5</sup> I přesto je pro případ nouze na vlaku vyhrazen prostor pro antény, kabely a STM (překladač pro ETCS) pro LZB.

- c. instalace a testování
- 2. sdělovací zařízení
  - a. materiál:
    - i. náhrada TRS/Köllda za GSM-R
    - ii. rádio Kapsch
  - b. projekt
  - c. instalace a testování

Skutečné navýšení nákladů, zohledňujících změny ve struktuře palubních systémů, není naštěstí nijak zásadní – jedná se především o cenu projekční práce se změnami spojené a náklady na testy nové sestavy palubních systémů. Určitou výjimkou jsou sdělovací zařízení, kde se negativně projevil požadavek Rakouských spolkových drah na analogové rádio. Firma ALSTOM tak musela respektovat cenovou nabídku dodavatele analogového radiového systému, se kterým v původní specifikaci jako se samostatným zařízením nebylo počítáno. Diskutována byla proto i možnost obrátit se na ÖBB s žádostí o zapůjčení palubních radiostanic; takové řešení se však nejevilo jako schůdné, neboť ÖBB nepředpokládají implementaci GSM-R na úseku Břeclav st. hr. – Wien před rokem 2010.

### ***Závěrem***

Oběma stranami (ČD i ALSTOM) bylo deklarováno, že uplatnění ETCS na palubách 680 bude první komerční instalací palubního ETCS firmy ALSTOM (ATLAS) a současně první komerční instalací ETCS na palubě vlaku typu „pendolino“ firmy ALSTOM Ferroviaria. Obě strany proto usilují a budou usilovat o dosažení úspěšné realizace tohoto ambiciózního projektu v určených termínech.

Implementace ERTMS samozřejmě není levnou záležitostí. Její postupnou instalaci u Českých drah si však vynucují dva rozhodující faktory: potřeba provozovat interoperabilní systém a nutnost nahradit nevyhovující LS.

Uplatnění ERTMS na palubách vlaků 680 by proto mělo být chápáno jako významný krok k postupnému začleňování do systému interoperabilních transevropských koridorů. Tento krok není pochopitelně osamocen. Na úseku Děčín – Praha – Kolín bude v roce 2002 instalován GSM-R a od roku 2003 by v úseku Poříčany – Pečky – Velim (včetně ŽZO Cerhenice) mělo být zahájeno nasazování systému ETCS 2. úrovně. Již v okamžiku zahájení provozu vlaků 680 tak budou aktivní nové sdělovací a zabezpečovací systémy na jejich palubách; zpočátku pro účely pilotního ověřování (bez jakéhokoliv narušení jízdního řádu jednotek), později pak v plném provozu.

Rozšířením instalace traťové části ETCS a GSM-R na celý 1. a 2. koridor ČD dojde okolo roku 2010 k propojení ČD s DB a ÖBB (předpoklad je i u PKP a ŽSR) na bázi unifikovaného sdělovacího a zabezpečovacího systému ve smyslu Směrnice 2001/16 o interoperabilitě konvenčních tratí transevropského železničního systému.