



AŽD Praha s.r.o.

Problematika určení správného směru jízdy vozidla

Daniel Kolář

ZTE VAV

Novotného lávka, 24. 05. 2023

Určení polohy vlaku 1

- RBC v základu zjišťuje polohu čela vlaku na základě hlášení mobilní části (OBU), která ji hlásí periodicky (obvykle po 5 s) pomocí PR (position report)
- Pro svoje potřeby pak může RBC polohu dále upřesňovat na základě volnosti/obsazení kolejových úseků a postavených vlakových cest

Určení polohy vlaku 2

- Každá balízová skupina (BG) má v kolejišti svou orientaci, která udává nominální a reverzní směr:
 - u dvoubalízové BG jej OBU pozná z posloupnosti čísel balíz, které náleží té samé BG
 - u jednobalízové BG jej OBU identifikuje podle tzv. vazební informace (paket 5), která se odesílá spolu s oprávněním k jízdě (MA), nebo očekává, že ji RBC sdělí orientaci prostřednictvím zprávy 45

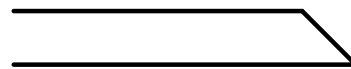
Určení polohy vlaku 3

- Position report odesílá OBU buď jako paket 0 nebo jako paket 1
 - paket 0 odešle, pokud zná orientaci poslední načtené balízové skupiny (LRBG = Last Relevant Balise Group) a dokáže určit skutečný směr jejího minutí (nominální nebo reverzní)
 - paket 1 odešle, pokud nezná orientaci poslední načtené balízové skupiny (LRBG) a nedokáže určit skutečný směr jejího minutí; tj. jedná se buď o BG, která je jednobalízová nebo je sice dvoubalízová, ale jedna balíza se nenačetla (porucha balízy); pro vyplnění paketu 1 se uvažuje jako referenční směr pohybu od PRVLRBG k LRBG

Určení polohy vlaku 4

- Důležité proměnné v paketu 0 a v paketu 1:
 - NID_LRBG – číslo poslední načtené BG
 - NID_PRVLRBG – číslo předposlední načtené BG – tato proměnná je jen v paketu 1
 - Q_DIRLRBG – určuje orientaci vlaku vůči orientaci LRBG (0 = reverse, 1 = nominal)
 - Q_DLRBG – určuje polohu odhadovaného čela vlaku vůči LRBG (0 = reverse, 1 = nominal)
 - Q_DIRTRAIN – určuje směr pohybu vlaku vůči orientaci LRBG – tato proměnná se v RBC nezpracovává

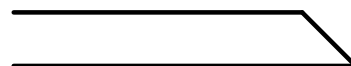
Příklady hlášení polohy s paketem 0



Q_DIRLRBG = 1 (NOM), Q_DLRBG = 1 (NOM)



Q_DIRLRBG = 0 (REV), Q_DLRBG = 0 (REV)



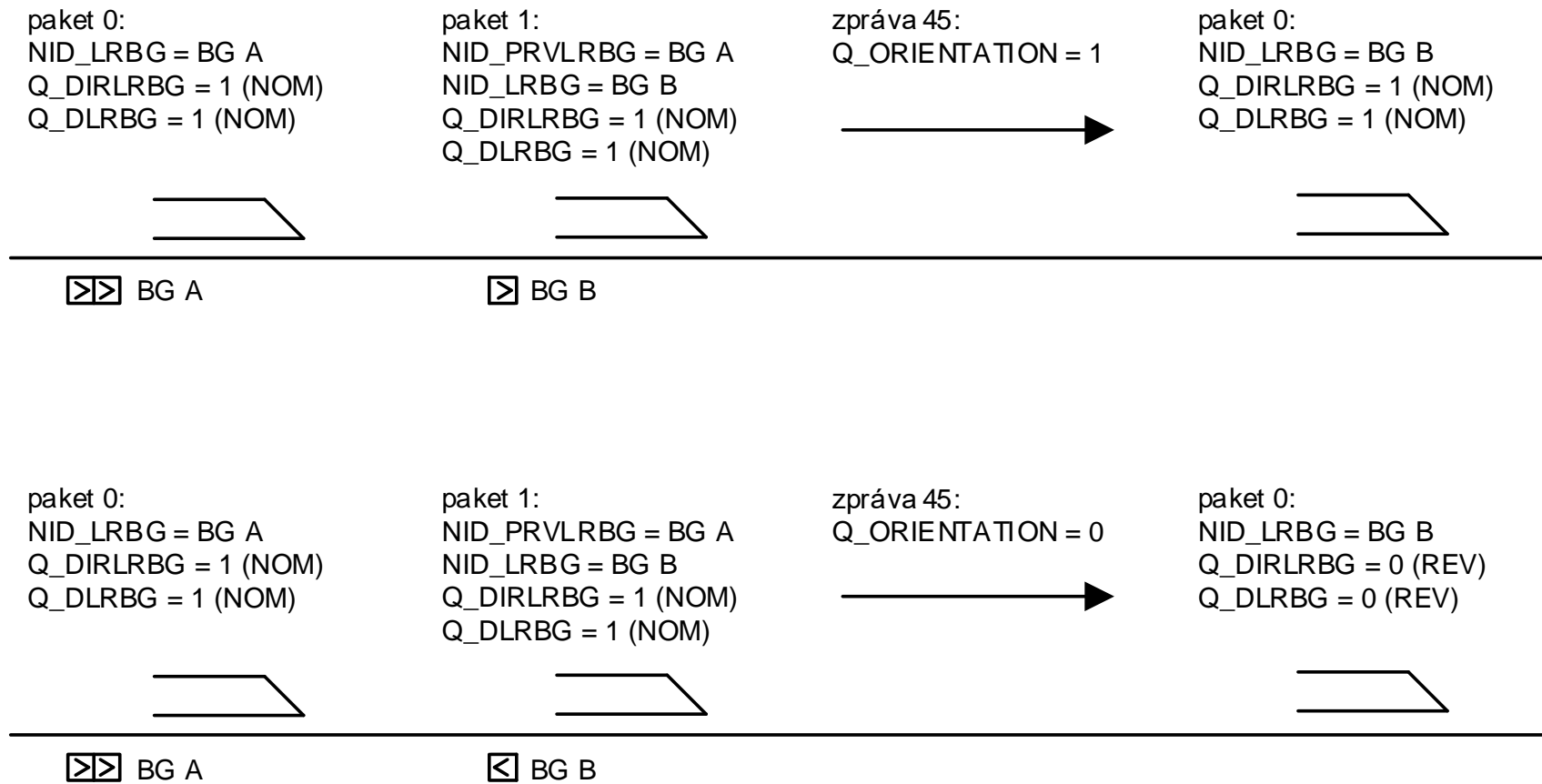
Q_DIRLRBG = 1 (NOM), Q_DLRBG = 0 (REV)



Q_DIRLRBG = 0 (REV), Q_DLRBG = 1 (NOM)

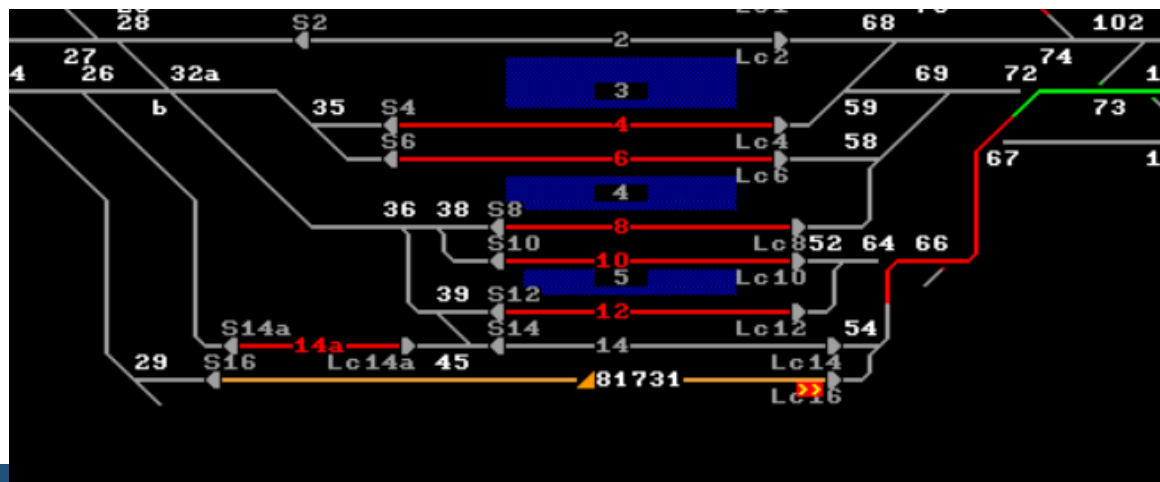


Příklady hlášení polohy s paketem 1

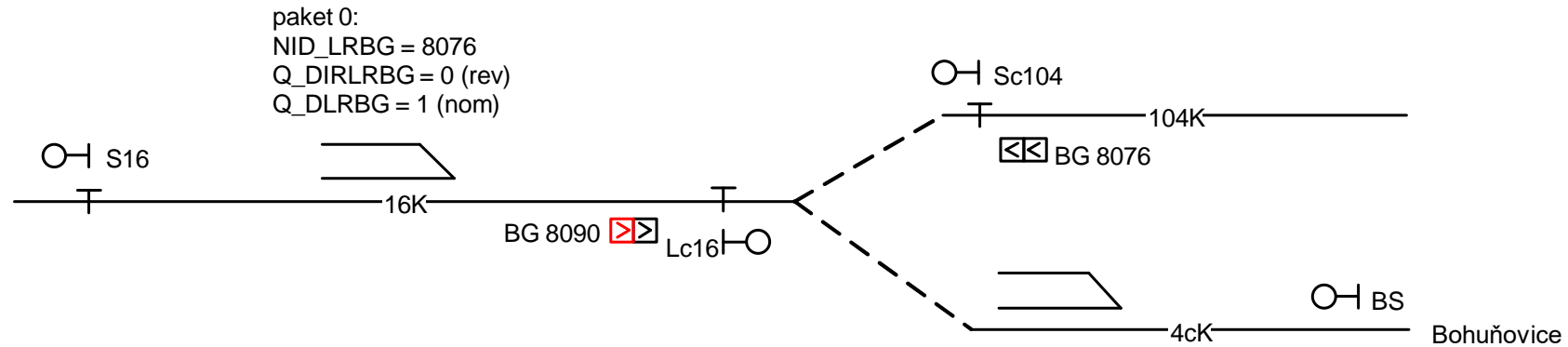


Olomoucká mimořádnost

- Dne 17. 01. 2023 oznámil strojvedoucí vlaku 81731, který byl veden HDV 742 712-3, následující:
 - „Při odjezdu vlaku došlo u postaveného návěstidla na 40 a volno k přepnutí z módu SR do módu OS a v tomto módu se začala zkracovat vzdálenost k EOA a bez vazby na skutečnou polohu odjezdového návěstidla (cca 200 m před skutečnou polohou odjezdového návěstidla). Pro další jízdu vlaku použito potlačení.“
 - Při pohledu do diagnostiky bylo zjištěno, že vlak odjížděl ze 16. koleje lichým směrem na Bohuňovice, ale zobrazený směr vlaku byl sudý a MA OS bylo vydáno sudým směrem



Pohyb vozidla v Olomouci



paket 1:
 NID_PRVLRBG = 8076
 NID_LRBG = 8090
 Q_DIRLRBG = 0 (rev)
 Q_DLRBG = 0 (rev)

zpráva 45:
 Q_ORIENTATION = 0

paket 0:
 NID_LRBG = 8090
 Q_DIRLRBG = 0 (rev)
 Q_DLRBG = 0 (rev)

Správně však mělo být
 NID_PRVLRBG = neznámé
 NID_LRBG = 8090
 Q_DIRLRBG = 2 (neznámé)
 Q_DLRBG = 2 (neznámé)

Správně však mělo být
 NID_LRBG = 8090
 Q_DIRLRBG = 1 (nom)
 Q_DLRBG = 1 (nom)

Důvody vedoucí k nesprávnému určení polohy 1

▪ K danému stavu vedla sekvence následujících událostí:

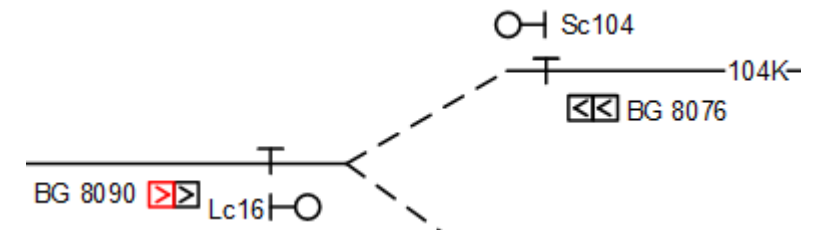
- Vozidlo provedlo zahájení mise (SOM) na 16K, ovšem s LRBG = 8076, což je BG na 104K, která je ve střední části žst. Olomouc (ve směru na Štěpánov); tj. vozidlo ze 104K na 16K dojelo, aniž by načetlo BG na 16K, což není v pořádku.
- BG na začátku 16K byla zkontrolována a je v pořádku; zdá se tedy, že nenačtení BG 8090 je chyba OBU.
- Vlak se rozjel směr Bohuňovice, minul BG 8090, která je u návěstidla Lc16, ale ačkoliv je daná BG dvoubalízová, odeslalo OBU paket 1; pokud bychom předpokládali, že jedna balíza byla porouchaná a **kdyby ji vlak kontaktoval podruhé**, byl tento paket vyplněn správně:
 - $NID_PRVLRBG = 8076$, $NID_LRBG = 8090$, $Q_DLRBG = rev$, $Q_DIRLRBG = rev$

Důvody vedoucí k nesprávnému určení polohy 2

- reverzní hodnoty obou proměnných by mohly být teoreticky správně, neboť v případě pk 1 je jako referenční směr uvažován směr od PRVLRBG k LRBG, přičemž vlak se již pohyboval zpět k PRVLRBG

20:19:24.000	7646810	980636	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:19:39.000	7646822	981136	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:19:39.000	7646823	981188	17357	Zpráva 24	
20:19:41.000	7646828	981366	17357	Zpráva 146	T2 = 981188
20:19:44.000	7646835	981636	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:19:49.000	7646847	982136	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:19:54.000	7646860	982636	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:19:59.000	7646872	983136	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:20:04.000	7646885	983636	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:20:08.000	7646894	984016	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SB, 0km/h
20:20:13.000	7646907	984516	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 559m, L2/SR, 0km/h
20:20:18.000	7646919	985016	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 556m, L2/SR, 5km/h
20:20:23.000	7646932	985516	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8076, 548m, L2/SR, 5km/h
20:20:27.000	7646943	985976	17357	Zpráva 136 (1, 4)	PR = 513-8090, 22m, L2/SR, 10km/h
20:20:27.000	7646943	985978	17357	Zpráva 45	
20:20:31.000	7646953	986378	17357	Zpráva 24	
20:20:32.000	7646956	986476	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8090, 38m, L2/SR, 10km/h
20:20:32.000	7646956	986497	17357	Zpráva 3 (15, 80, 21, 27, 5, 68)	L = 353m + L_80 = 353m
20:20:33.000	7646958	986566	17357	Zpráva 146	T2 = 986378
20:20:34.000	7646961	986696	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8090, 45m, L2/OS, 15km/h
20:20:39.000	7646974	987196	17357	Zpráva 136 (0)	PR = 513-8090, 65m, L2/OS, 15km/h

L_PACKET	138
Q_SCALE	1 m (1)
NID_LRBG	513-8090
NID_PRVLRBG	8413068
D_LRBG	22
Q_DIRLRBG	Reverse (0)
Q_DLRBG	Reverse (0)
L_DOUBTOVER	15
L_DOUBTUNDER	15
Q_LENGTH	No Integrity Info (0)
L_TRAININT	
V_TRAIN	2
Q_DIRTRAIN	Reverse (0)
M_MODE	SR (2)
M_LEVEL	L2 (3)
NID_STM	
▼ Paket 4	
NID_PACKET	4
L_PACKET	29
M_ERROR	1



- na tento paket 1 RBC reagovala odesláním zprávy 45, ve které byla Q_ORIENTATION = rev, protože orientace LRBG = 8090 je vůči referenčnímu směru reverzní
- na zprávu 45 reagovalo OBU tak, že začalo odesílat paket 0, ve kterém bylo chybně:
 - Q_DIRLRBG = rev a Q_DLRBG = rev
- protože z daných údajů vyplynulo, že vlak jede sudým směrem po 16K a ne lichým z 16K a současně byly v sudém směru splněny podmínky pro vydání MA OS, RBC MA OS odeslala a OBU toto MA použilo

První chyba: úvrat' vozidla

- Podle požadavku 3.4.2.3.3.4 Subsetu-026, pokud dojde k úvrati vozidla a kontaktování jiné jednobalízové BG cestou zpět, má OBU hlásit všechny polohové údaje (kromě čísla LRBG) jako neznámé.
 - to se však nestalo a OBU i přes provedou úvrat' polohu vlaku nesmazalo; kdyby ji bývalo bylo OBU smazalo, nedošlo by k vydání MA.

3.4.2.3.3.4 If a new single balise group (BG2), different from the current LRBG (BG1), becomes LRBG while the running direction of the train is opposite to the running

direction when this current LRBG (BG1) was last passed, the "previous LRBG" and all directional information of the position report based on two balise groups shall be reported as "unknown" (see Figure 2a).

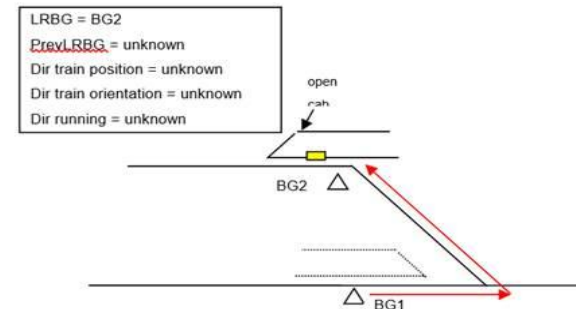


Figure 2a: Position report based on two balise groups versus train running direction

Druhá chyba: chybná interpretace zprávy 45

- Proměnná **Q_ORIENTATION** ve zprávě 45 vyjadřuje orientaci LRBG vůči referenčnímu směru, kterým je směr od PRVLRBG k LRBG (články 3.4.2.3.3.2 a 3.4.2.3.3.6), a nikoli směr, kterým se vlak zrovna pohybuje, a jak se zdá, že si ji OBU interpretuje
 - nutno podotknout, že existuje CR 1164 „Ambiguity in assignment of coordinate system“, který výklad Q_ORIENTATION více ozřejmuje, ale nemění jej, a který byl založen právě na základě podobné události

3.4.2.3.3.2 When a single balise group is detected and the previous LRBG is known, the position report based on two balise groups shall use as direction reference a move from the “previous LRBG” towards this single balise group (being the new LRBG): directional information in the position report pointing in the same direction as the direction reference shall be reported as “nominal”, otherwise as “reverse”.

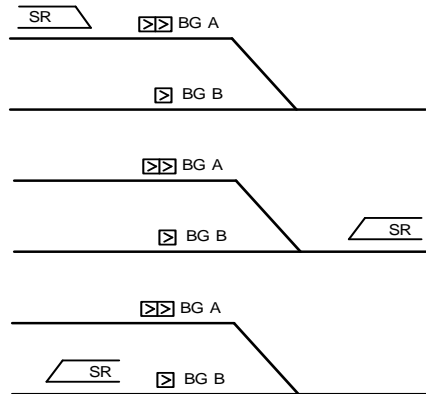
3.4.2.3.3.6 The assignment of a co-ordinate system received from the RBC shall identify the balise group for which the assignment is given, and shall assign a balise group orientation “nominal” or “reverse” to this balise group relative to the on-board direction reference reported in the position report based on two balise groups (see 3.4.2.3.3.2).

Testy s OBU různých výrobců

- **Pro ověření chování OBU a ověření správnosti chování traťové části bylo připraveno celkem pět zkušebních scénářů**
 - dva zaměřené na chování vozidla při úvrati
 - dva na interpretaci proměnné Q_ORIENTATION
 - jeden smíšený
- **Testy byly provedeny s OBU BL3 výrobců A, B a C:**
 - u výrobce A nebyl zajištěn žádný problém a reakce OBU byly přesně takové, jak scénáře předpokládaly
 - u výrobce B (Olomoucký případ) bylo zjištěno chybné chování ve všech situacích a navíc byl zjištěna ještě jedna další chyba (v to nepočítaje opakované pády OBU)
 - u výrobce C bylo zjištěno správné chování při úvrati (smazání polohy), ale nesprávná interpretace Q_ORIENTATION; chyba byla výrobcem uznána, opravena a opakované testování s upraveným SW bylo již v pořádku

Testovací scénáře

1) Úvrat' s dvoubalízkovou BG A – očekává se reset po načtení jednobalízkové BG B (SRS 3.4.2.3.3.4)

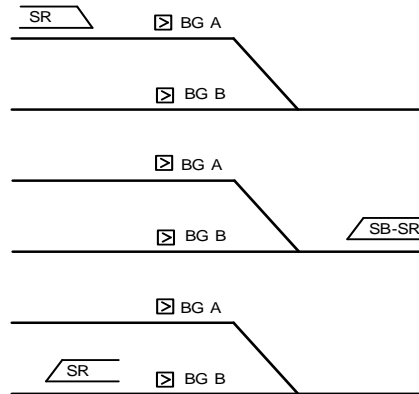


Pk 0:
NID_LRBG = BG A
Q_DLRBG = nom
Q_DIRLRBG = rev

Pk 1:
NID_PRVLRBG = unknown
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = unknown
Q_DIRLRBG = unknown

Bude se muset resetovat OBU, aby poloha byla neznámá, aby nám RBC neposlalo hned zprávu 45 po načtení BG A.

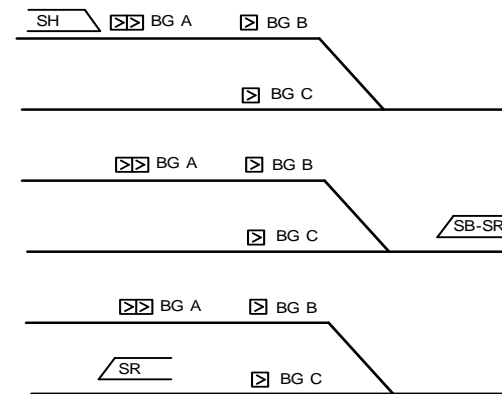
2) Úvrat' s jednobalízkovou BG A - očekává se reset po načtení jednobalízkové BG B (3.4.2.3.3.4)



Pk 1:
NID_PRVLRBG = unknown
NID_LRBG = BG A
Q_DLRBG = unknown
Q_DIRLRBG = unknown

Pk 1:
NID_PRVLRBG = unknown
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = unknown
Q_DIRLRBG = unknown

3) Jízda přes BG A a B v SH, přiřazen koordinčního systému po SOM ve zhlaví (3.4.2.3.3.4)



Pk 1 after SOM:
NID_PRVLRBG = BG A
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = nom
Q_DIRLRBG = rev

RBC sends msg 45 with Q_ORIENTATION = nom

Pk 0:
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = nom
Q_DIRLRBG = rev

Pk 1:
NID_PRVLRBG = unknown
NID_LRBG = BG C
Q_DLRBG = unknown
Q_DIRLRBG = unknown

4) Úvrat' s opětovným načtením LRBG s pk 1. směr BG nominální



Pk 1:
NID_PRVLRBG = BG A
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = rev
Q_DIRLRBG = rev

RBC sends msg 45 with Q_ORIENTATION = rev

Pk 0:
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = nom
Q_DIRLRBG = nom

Nutno provést v L0 aby RBC neposlala zprávu 45 v SB před autorizací módu SH. Druhá možnost je to provést v PS.

5) Úvrat' s opětovným načtením LRBG s pk 1. směr BG reverzní



Pk 1:
NID_PRVLRBG = BG A
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = rev
Q_DIRLRBG = rev

RBC sends msg 45 with Q_ORIENTATION = nom

Pk 0:
NID_LRBG = BG B
Q_DLRBG = rev
Q_DIRLRBG = rev

Nutno provést v L0 aby RBC neposlala zprávu 45 v SB před autorizací módu SH. Druhá možnost je to provést v PS.



Opatření Správy železnic

- **Na základě uvedených zjištění vydala Správa železnic dočasné opatření pro výrobce B a C:**
 - „Toto opatření spočívá v povinnosti provést restart mobilní části ETCS před zadáním vlakových dat pro novou misi. Restart mobilní části ETCS není nutné provádět po zapnutí mobilní části ETCS a v případech, kdy je jistota, že hnací vozidlo od skončení předchozí mise nevykonalo úvrat’.“
 - vzhledem k malé pravděpodobnosti výskytu dané situace se považuje za menší zlo nařídit restarty OBU než provoz úplně zakázat;
 - opatření platí jen na tratích, kde byla zahájena třetí etapa ověřovacího provozu ETCS
- **Testy byl provedeny jen se čtyřmi vozidly a jen pro BL3; není tedy jasné, jaké je chování u OBU s jinými verzemi SW byť stejného výrobce**

Závěry

- **Byť je pravděpodobnost výskytu relativně malá a v daném případě nebyl projev nebezpečný, lze z dlouhodobého hlediska stěží danou situaci akceptovat**
 - Nařízené restarty OBU mají za následek smazání polohy vozidla, což vede k tomu, že po zahájení mise není vlak nijak hlídán až do doby, kdy načte novou BG.
 - Na druhou stranu bez restartu je zde riziko vydání chybné informace traťovou částí, která, když nebude vyloženě nebezpečná, může být matoucí a může vést k menšímu dohledu nad pohybem vozidla.
 - **Vydané nařízení vede (jako již tradičně) k mylným závěrům osob povolaných (viz Zájmy strojuvůdce, kde jsou chybné domněnky opakovaně prezentovány jako fakta), a i osob nepovolaných (viz reportáž České televize).**
 - **To vede k nesmyslnému odsuzování systému jako celku místo poukázání na konkrétní špatnou implementaci konkrétního dodavatele, příčemž na straně traťové části realizované AŽD jen řešíme (dokládáním rozborů archivů, ale též úpravami instalace) chyby jiných (a to opakovaně!).**

Děkuji za pozornost

Daniel Kolář

kolar.daniel@azd.cz



Žirovnická 3146/2, Záběhlice, 106 00 Praha 10

www.azd.cz