

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Definice vztahů mezi významovými daty systému ETCS L2  
a konfigurací a stavy železniční infrastruktury s využitím  
metodiky UML**

**Bc. Tomáš Martínek**

**Diplomová práce**  
**2011**

Rozsah grafických prací: Univerzita Pardubice  
Rozsah pracovní zprávy: Dopravní fakulta Jana Pernera  
Forma zpracování diplomové práce: Akademický rok: 2010/2011

Seznam odborné literatury:

1. UNISIG. ERTMS/ETCS - Class 1: System Requirements Specification: SIG, 2006. 100 s. (Document-Register)
2. GR CD. TNZ 34 2620: Železniční zabezpečovací zařízení: Staniční a tratové zabezpečovací zařízení. Technická norma železnic. Generální

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Tomáš MARTÍNEK  
Osobní číslo: D09788  
Studijní program: N3708 Dopravní inženýrství a spoje  
Studijní obor: Dopravní infrastruktura-Elektrotechnická zařízení  
Název tématu: Definice vztahů mezi významovými daty systému ETCS L2 a konfigurací a stavy železniční infrastruktury s využitím metodiky UML  
Zadávací katedra: Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Oufedníček, Ph.D.  
Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: 7. ledna 2011

Termín odevzdání diplomové práce: Z á s a d y p r o k v y p r a c o v á n í :

1. UML charakteristika této semi-formální metodiky a popis vybraných diagramů
2. Analýza významových dat ETCS přenášených mezi RBC a OBU, popis klíčových objektů jazyka ETCS
3. Analýza základních typových částí topologie kolejiště a tomu odpovídajících konfigurací a stavů stávajících stacionárních zabezpečovacích systémů
4. Určení závislostí struktur a hodnot objektů jazyka ETCS na statických a dynamických vlastnostech stávající infrastruktury

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. UNISIG. ERTMS/ETCS - Class 1: System Requirements Specification: SUBSET-026 version 2.3.0 [soubory formátu \*.doc]. UNISIG, 2006 02 24. Dostupné na: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/SUBSET-026-SRS%20230.zip>
2. GŘ ČD. TNŽ 34 2620: Železniční zabezpečovací zařízení: Staniční a traťové zabezpečovací zařízení. Technická norma železnic. Generální Ředitelství ČD. 2002
3. KANISOVÁ, Hana MÜLLER, Miroslav. UML srozumitelně. 2., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2006. 176 s. ISBN 80-251-1083-4 (brož.).
4. <http://www.objects.cz>

Souhlasím s prezentací, zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13.5.2011

Bc. Tomáš Martinek

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Jan Ouředníček, Ph.D.**

Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: **7. ledna 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **31. května 2011**

prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.

doc. Ing. Radovan Doleček, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 10. března 2011

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsme 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., autorský zákon, 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 její skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13.5.2011

Bc. Tomáš Martínek

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji panu Ing. Janu Ouředníkovi, Ph.D. za odbornou pomoc a ochotu za poskytnutí podkladů a odborných rad během tvorby diplomové práce.

## **ANOTACE**

Práce se zabývá popisem a implementací moderního vlakového zabezpečovače ETCS L2 na současné zabezpečovací systémy užívané v České republice. Byla stanovena podoba hlavních aplikačních dat přenášených mezi vozidly a traťovou částí ETCS v souvislosti s topologií kolejiště, včetně jejich popisu. K popisu bylo využito modelovací techniky UML a na jejím základě byly definovány dvě možné podoby implementace z pohledu aplikačních dat – jednosměrná a obousměrná komunikace mezi RBC a IXL.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

ETCS L2, jazyk ETCS, železniční zabezpečovací systémy, UML

## **TITLE**

Definition of relations between the significant data of ETCS L2 and railway infrastructure configuration and states by means of UML methodology

## **ABSTRACT**

This work deals with the description and implementation of a modern train control system ETCS L2 on the current signalling systems used in the Czech Republic. The main aim of this work is to establish a significant data transmitted between the trains and trackside of ETCS in connection with a railway infrastructure. For the description were used UML modeling techniques and thanks to this method were defined two possible forms of the implementation - one-way and two-way communication between RBC and IXL.

## **KEYWORDS**

ETCS L2, ETCS language, railway signalling systems, UML

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ETCS .....</b>	<b>2</b>
1.1 STRUKTURA KOMUNIKACE .....	3
1.2 JAZYK ETCS.....	4
1.2.1 <i>Proměnné</i> .....	4
1.2.2 <i>Pakety</i> .....	4
1.2.3 <i>Zprávy</i> .....	5
<b>2 JAZYK ETCS – ZÁKLADNÍ VÝZNAMOVÁ DATA .....</b>	<b>7</b>
2.1 OPRÁVNĚNÍ K JÍZDĚ MA.....	7
2.1.1 <i>Základní pojmy</i> .....	7
2.1.2 <i>Prodloužení MA</i> .....	8
2.1.3 <i>Krácení MA</i> .....	9
2.1.4 <i>Časovače v MA</i> .....	10
2.1.5 <i>Zpráva a pakety v MA</i> .....	13
2.2 STATIC SPEED RESTRICTIONS.....	14
2.2.1 <i>Static Speed Profile (SSP)</i> .....	15
2.2.2 <i>Axle load Speed Profile (ASP)</i> .....	17
2.2.3 <i>Temporary Speed Restriction (TSR)</i> .....	17
2.2.4 <i>Další rychlostní omezení</i> .....	17
2.2.5 <i>Skládání rychlostních profilů</i> .....	19
2.3 GRADIENT .....	20
2.4 EMERGENCY MESSAGES.....	22
2.5 TRAIN DATA .....	24
2.6 POSITION REPORT L2 .....	25
2.7 DALŠÍ PODPŮRNÁ DATA.....	30
2.7.1 <i>Track Conditions</i> .....	30
2.7.2 <i>Text Transmission</i> .....	31
<b>3 ANALÝZA APLIKACE ETCS VE VZTAHU KE STÁVAJÍCÍM STACIONÁRNÍM ZABEZPEČOVACÍM SYSTÉMŮM.....</b>	<b>33</b>
3.1 ANALÝZA ZÁKLADNÍCH TYPOVÝCH ČÁSTÍ TOPOLOGIE KOLEJIŠTĚ A JC .....	33
3.1.1 <i>Vlaková cesta VC</i> .....	34
3.1.2 <i>Posunová cesta PC</i> .....	34
3.2 POPIS VLASTNOSTÍ ETCS METODOU VÝVOJOVÝCH DIAGRAMŮ .....	35
3.2.1 <i>Jednosměrná komunikace IXL – RBC</i> .....	35
3.2.2 <i>Obousměrná komunikace IXL – RBC</i> .....	37
3.3 VYUŽITÍ UML PŘI ŘEŠENÍ ZADANÉHO PROBLÉMU .....	41
3.3.1 <i>Diagram případů užití</i> .....	41
3.3.2 <i>Diagram tříd</i> .....	43
3.3.3 <i>Sekvenční diagram</i> .....	45
3.3.4 <i>Stavový diagram</i> .....	46
3.3.5 <i>Diagram aktivit</i> .....	47
3.4 UML - POPIS STAVOVÝCH DIAGRAMŮ .....	48
3.4.1 <i>Popis zvolené syntaxe</i> .....	48
3.4.2 <i>IXL</i> .....	49
3.4.3 <i>RBC</i> .....	53
3.4.4 <i>OBU</i> .....	59

<b>4 VZTAHY MEZI PŘENÁŠENÝMI INFORMACEMI ETCS A SITUACÍ NA INFRASTRUKTUŘE .....</b>	<b>63</b>
4.1 PŘIDĚLOVÁNÍ MA, JEHO DÉLKA A MÍSTO EOA .....	63
4.1.1 Vjezdová VC a pohyb v dopravnách .....	63
4.1.2 Odjezdová VC a pohyb v mezistaničním úseku .....	63
4.2 DĚLENÍ MA NA SEKCE .....	64
4.2.1 Vjezdová VC .....	64
4.2.2 Odjezdová VC .....	65
4.2.3 Přejezdy .....	65
4.3 ČASOVAČE MA .....	66
4.3.1 Časovač v sekcích „Section Timer“ .....	66
4.3.2 Časovač poslední sekce „End Section Timer“ .....	66
4.3.3 Časovač prokluzového úseku „Timer of Overlap“ .....	67
4.4 OBNOVENÍ MA .....	67
4.4.1 RBC pravidelně zasílá nové MA .....	68
4.4.2 OBU se pravidelně dotazuje na nové MA .....	68
4.4.3 OBU žádá o nové MA před koncem EOA .....	68
4.4.4 OBU žádá o nové MA před vypršením časovače $t_{sectiontimer}$ .....	69
4.5 HLÁŠENÍ POLOHY PR .....	69
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>71</b>
<b>POJMY .....</b>	<b>73</b>
<b>ZKRATKY .....</b>	<b>77</b>
<b>ZDROJE .....</b>	<b>80</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>82</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>83</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>85</b>



## ÚVOD

Cílem práce je přispět k rozvoji a implementaci systému ETCS do reálného provozu. Práce se zabývá především podobou přenášených zpráv v souvislosti s topologií kolejiště, dále strukturou jazyka ETCS a také vybranými základními typy zpráv, které jsou nutné k řádnému dohledu ETCS nad jízdou vozidla.

K úspěšnému zvládnutí tématu je nutné nashromáždit potřebné údaje, data a principy používané nejenom v systému ETCS, ale také v současném provedení již používané zabezpečovací techniky v ČR. K tomuto popisu je v práci použita technika UML s jejíž pomocí je i navrhována vhodná podoba implementace ETCS na stávající zabezpečovací zařízení.

## 1 ETCS

Pro zajištění bezpečné železniční dopravy vznikla během dvacátého století řada velmi dobře propracovaných systémů staničních, traťových a přejezdových zabezpečovacích zařízení. Bezpečnost těchto systémů je limitována lidským faktorem. U staničních a traťových zabezpečovacích zařízení, které jsou autonomní, je chyba dopravního nebo obsluhujícího zaměstnance podchycena. Dalším článkem řetězu systému bezpečnosti železniční dopravy je drážní vozidlo a strojvedoucí. Pokud se strojvedoucí nebude bezesbytku povely od SZZ a TZZ řídit, pak je celý systém bezpečnosti tímto zcela zásadním způsobem narušen. Proto byla již v minulosti snaha vytvořit další zabezpečovací systém na vozidlech, který by porovnával vydávané pokyny k jízdě se skutečností a mohl, v případě jejich nedodržení, zasáhnout do jízdy vlaku.

Během let vznikla řada různých systémů, lišících se od země k zemi a vlivu tehdejších výrobců zabezpečovací techniky. Tyto systémy i přes jejich velmi dobře propracovanou koncepci, umožňují pouze omezenou kontrolu nad jízdou vlaku. Většinou se kontroluje pouze bdělost strojvedoucích nebo se přenášejí návěstní znaky na blížícím se návěstidle, nikdy však není přenesených informací tolik, aby bylo možné plně a po celou dobu jízdy dohlížet vedení vlaku. Tomu brání nízká přenosová kapacita komunikačních prostředků používaných tehdejší technologií, kódování do kolejí, trámce s principem elektrokontaktního přenosu informací nebo induktivní přenos informací v určitých místech tratě.

Kvalitnější dohled nad jízdou vozidla s úplnou kontrolou rychlosti však potřebuje na jedoucí vozidla přenášet velké množství dat a informací o stavu infrastruktury. K tomu je potřeba vysokokapacitní přenosový systém. Jedním z prvních takových systémů byl švédský vlakový zabezpečovač EBICAB 700 vyvinutý firmou ERICSON v 80. letech. Přinesl řadu významných změn, jako první využil ve svých systémech procesorovou techniku a díky ní i vysokokapacitní kanál mezi vozidlem a tratí. Tuto možnost přinesly tzv. balízy umístěné mezi kolejnicemi a rozmístěné po celé délce tratí. EBICAB a jeho principy se staly základem pro budoucí systém ETCS (European Train Control System), který byl od roku 1991 vyvíjen pod záštitou evropské komise. Jeho vývoj později převzala, na popud evropské komise, organizace UNISIG, známá

také jako „Velká šetka“, tj. sdružení tehdejších šesti nejvýznamnějších výrobců zabezpečovacích systémů.

ETCS během let dospěla do několika úrovní rozdělených podle stupně implementace. *L0* – nevybavená trať systémem ETCS ani národním vlakovým zabezpečovačem; *L1* – bodový přenos informací; *L2* – liniový přenos informací; *L STM* – Informace jsou poskytovány národním zabezpečovačem pro vozidla vybavená systémem ETCS; a poslední typ, teoreticky nejvyšší úroveň *L3* – který převezme funkce všech současných zabezpečovacích systémů.

Ve své práci se zabývám systémem *L2*, který byl Výzkumným Ústavem Železničním (VUŽ) doporučen pro aplikaci v ČR, zároveň probíhá i jeho testování na části 1. tranzitního koridoru. V současné době SŽDC zvažuje v brzké době vypsaní soutěže k jeho nasazení na celý 1. koridor (Kolín – Břeclav, Děčín – Kolín) a v pozdějších letech podle požadavků technických specifikací interoperability i na zbývající tranzitní koridory v České republice.

## **1.1 Struktura komunikace**

ETCS v úrovni *L2* se skládá ze systému, který sbírá informace z konvečních zabezpečovacích zařízeních a na základě jejich stavů informuje vlaky ve svém okolí. Tento systém se skládá z řady dílčích radioblokových centrál (RBC), které jsou rozmístěny po trati, shromažďují z ní data a zasílají adekvátní zprávy jednotlivým vlakům ve svém přiděleném úseku.

Vlak, který nese palubní jednotku, která je součástí ETCS (OBU „On Board Unit“), pak na základě takovýchto zpráv kontroluje dodržování rychlosti a v případě jejího překročení adekvátně zakročí. OBU nenahrazuje systémy automatického vedení vlaků, zajímá se o dodržování rychlostních a jiných omezení souvisejících s bezpečnou jízdou vlaků po trati.

Systém ETCS v úrovni *L2* se skládá ze tří částí. K nim patří provozované současné zabezpečovací systémy, koncentrátoři dat RBC a vlaky vybavené OBU. Propojení mezi současnými zabezpečovacími zařízeními a příslušnou RBC se provádí formou datové přenosové sítě. RBC pak podle aktuálního stavu infrastruktury

generuje zprávy a povely pro vlaky. Tyto zprávy jsou zasílány na dohlížené vlaky radiovou cestou přes standard GSM-R.

## 1.2 Jazyk ETCS

Jazyk ETCS jednotně definuje aplikační data předávaná mezi RBC a OBU a mezi balízkami a OBU. Je založen na *proměnných*, nesoucí konkrétní hodnoty, *paketech*, shromažďující proměnné spadající pod stejnou kategorii informace a *zprávy* tvořící přenosovou obálku celého sdělení. Jejich podrobný popis je uveden v následujících kapitolách.

### 1.2.1 Proměnné

Proměnné v sobě kódují konkrétní hodnoty vztahující se k určitému parametru tratě, rychlosti, vzdálenosti a podobně. Jsou to elementární stavební kameny celého sdělení. Jazyk ETCS zná 179 různých proměnných [1].

Proměnné můžeme pro názornost rozdělit do tříd podle typu jejich sdělení: zrychlení, vzdálenost, gradient, délka a další. Ke snadnému odlišení všech tříd a rychlému pochopení významu jakékoliv proměnné jsou používány v jejich názvu předpony z latinské abecedy viz tab. 1

tab. 1 Třídy proměnných a jejich rozlišení podle předpon [1]

Předpona	Anglický název třídy	Třída
A_	<u>A</u> cceleration	Zrychlení
D_	<u>D</u> istance	Vzdálenost
G_	<u>G</u> radient	Gradient
L_	<u>L</u> ength	Délka
M_	<u>M</u> iscellaneous	Různé
N_	<u>N</u> umer	Číslo
NC_	<u>C</u> lass <u>N</u> umber	Třídní znak
NID_	<u>I</u> dentify <u>N</u> umer	Identifikační číslo
Q_	<u>Q</u> ualifier	Identifikátor
T_	<u>T</u> ime/Date	Čas/datum
V_	<u>V</u> elocity	Rychlost
X_	<u>X</u> text	Text

### 1.2.2 Pakety

Několik proměnných patřících do jedné skupiny, informujících například o rychlostních limitech v dané části tratě (SSP tab. 5, str. 16), se seskupují do jedné jednotky označované jako paket. Pakety tedy shromažďují různé proměnné

nesoucí data o jedné významové události. Pakety jsou pak přiřazovány k jednotlivým zprávám a zasílány na vozidlo. Paketů je celkem definováno 58 [1].

Každý paket obsahuje hlavičku, tvořenou opět z proměnných, informující o podobě paket, jeho délce, identifikátoru a dalších podpůrných informací vztahujících se k dešifrování zbytku proměnných v něm obsažených. Hlavičky paketů se liší podle směru komunikace *RBC – vozidlo* a *vozdlo – RBC*.

Hlavička paketu *RBC – vozidlo* (obecně: *trať – vozidlo*), obsahuje unikátní identifikační číslo paketu, proměnná NID\_PACKET; dále specifikuje platnost zprávy ve vztahu ke směru jízdy vozidla, proměnná Q\_DIR; délku celého paketu v bitech L\_PACKET a volitelně i měřítko vzdáleností Q\_SCALE, použitých v délkových proměnných uvnitř paketu. Zbytek paketu pak vyplňují jednotlivé proměnné.

Druhý typ hlavičky paketu *vozdlo - trať* obsahuje tyto proměnné také, vyjma Q\_DIR. Podoba obou hlaviček je znázorněna v tab. 2.

tab. 2 Obecná hlavička paketu [1]

Proměnná	Délka [bity]	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	2	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB.
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	2	Měřítko vzdáleností
V_LOA		Ostatní proměnné v paketu
⋮	⋮	⋮

### 1.2.3 Zprávy

Zprávy, jako poslední součást jazyka ETCS, vytvářejí definitivní obálku pro všechny pakety a jsou zasílány na vozidla. Do jedné zprávy je možné zařadit několik paketů. Každá zpráva obsahuje různé druhy paketů. Jazyk ETCS zná 17 různých typů zpráv vyměřovaných mezi vozidly a RBC a 22 zpráv zasílaných z RBC na vozidla [1].

Stejně jako každý paket i zpráva obsahuje hlavičku s identifikací zprávy a podpůrnými informacemi. Hlavičky jednotlivých typů zpráv se však liší daleko výrazněji než ty u paketů. Lze však vysledovat některé shodné prvky (proměnné), které se v nich opakují. Unikátní číselný identifikátor NID\_MESSAGE, délka zprávy

v bitech L\_MESSAGE a čas zaslání T\_TRAIN. Pokud zprávu vygeneruje vlak, bude obsahovat identifikátor OBU NID\_ENGINE. Pokud je zpráva vytvořena traťovou částí ETCS, bude v hlavičce zprávy určeno místo odkud daná zpráva platí, tedy místo kde došlo k poslednímu kontaktu vlaku s balízovou skupinou (tzv. poslední platná balízová skupin LRBG – Last Relevant Balise Group), proměnná NID\_LRBG. Podoba zprávy může být např. následující, jak je tomu u obecné zprávy č. 24 obr. 1.

### Message 24: General message

č. buňky	PROMĚNNÁ, Paket	Popis
1	NID_MESSAGE	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení
5	NID_LRBG	Identifikátor poslední minuté LRBG
6	Optional packets	Volitelné pakety

obr. 1 Formát zprávy č. 24: Obecná zpráva [1]

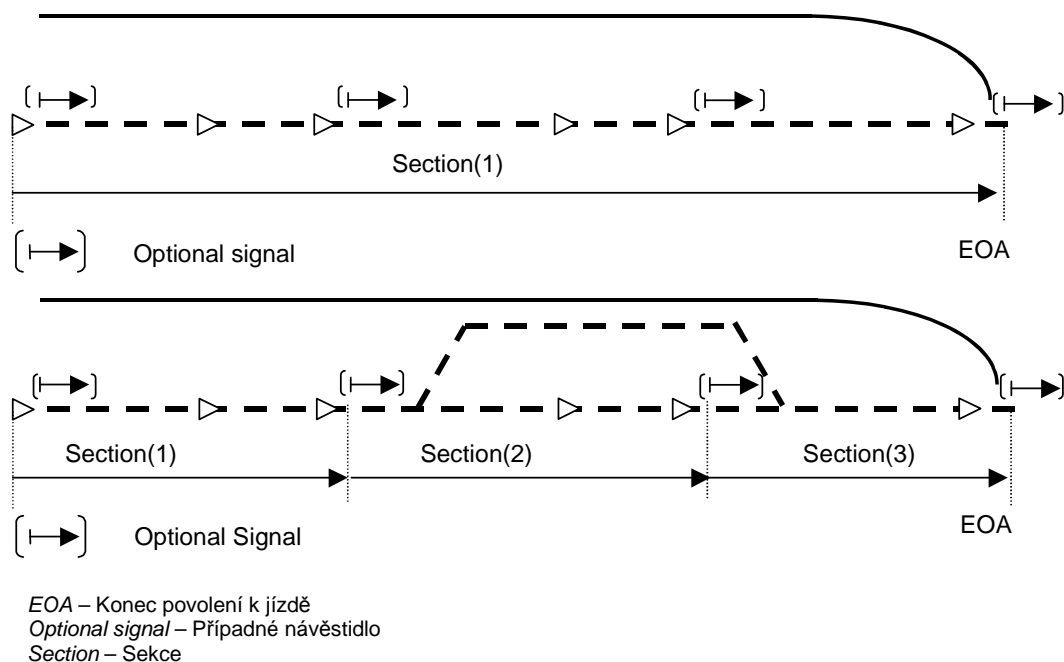
## 2 JAZYK ETCS – ZÁKLADNÍ VÝZNAMOVÁ DATA

### 2.1 Oprávnění k jízdě MA

#### 2.1.1 Základní pojmy

Aby bylo možné dohlížet nad bezpečným pohybem vlaku, je nutné vhodným způsobem přenášet parametry infrastruktury a řadu dalších doplňkových informací na vlak. K tomuto účelu slouží zpráva tzv. „Movement Authority“ neboli oprávnění k jízdě zkráceně pak MA. To v sobě obsahuje informace o stavu a parametrech infrastruktury, doplňkové informace o trati a dovoluje jízdu vlaku. Palubní jednotka OBU na základě této zprávy dohlíží nad dodržováním rychlostních limitů, vypočítává brzdné křivky, čímž zajišťuje bezpečnou jízdu vlaku.

Každé MA platí pro úsek tratě, na který byl vydán. Má svůj počátek (poslední platná balízová skupina LRBG) a konec, který se označuje jako EOA, tj. End of Authority, případně LOA, tj. Limit of Authority. Pro LOA platí, že na konci MA je povolena nenulová cílová rychlost. Oprávnění k jízdě MA může být předáno vozidlu jako jedno-sekční, případně může být rozdělen na několik dílčích částí (úseků či sekcí) jak je patrné na obr. 2.



obr. 2 Jedno a více sekční MA [1]

V případě, že je MA rozdělena na více sekcí, ty jsou číslovány vzestupně. První sekce je vztažena k poloze poslední platné balízové skupiny LRBG definované ve stejné zprávě jako NID\_LRBG. Další sekce navazuje na konec sekce předchozí a tak postupně dále až na konec MA. Konce resp. začátky jednotlivých sekcí jsou děleny podle konkrétních vlastností infrastruktury. Poslední sekce se nazývá „End Section“ a platí pro ni jisté odlišnosti.

Pro každou sekci, včetně poslední, je možné volit časové omezení platnosti „Section Timer“ (kap. 2.1.4.1), u poslední sekce ještě další dva typy „End Section Timer“ (kap. 2.1.4.2) a „Timer of Overlap“ (časovač prokluzového/pojistného úseku kap. 2.1.4.3). Poslední sekce v MA může obsahovat i další informace vztahující se ke konci MA k EOA, například tzv. „Danger point“ a „Overlap“ obr. 4, str. 11.

„Danger point“ se nemusí ve zprávě MA vyskytovat vždy, označuje však nejbližší místo za koncem cesty, kde může reálně dojít ke střetu s jiným drážním vozidlem, tj. např. námezník první výhybky pojížděné po hrotu. Tento bod, pokud je definován, slouží ke generování nouzových brzdných křivek.

Prokluzový úsek „Overlap“ se u některých provozovatelů dráhy zavádí z důvodu vyšší bezpečnosti, kdy je vyžadováno, aby jedoucí vlak i při nedodržení rychlostních limitů zastavil právě alespoň nejpozději do této vzdálenosti. Tento úsek musí být volný, aby nedošlo ke střetu s jiným drážním vozidlem (je záležitostí správné konstrukce stávajících systémů nikoli systému ETCS). Prokluzový úsek stejně jako sekce v MA má i svůj vlastní časovač, během něhož smí být tento úsek využit viz kap. 2.1.4.3.

## 2.1.2 Prodloužení MA

Oprávnění k jízdě MA se nemusí na vozidlo přenášet pro celou délku fakticky dostupné infrastruktury (řetězec vlakových cest a volných traťových oddílů), ale pouze na její nezbytnou část a postupně jej pak vozidlu prodlužovat.

Jedoucí vozidlo si během své jízdy může samo požádat o nové MA a to v případech, kdy mu brzy vyprší libovolný časovač v MA (kap. 2.1.4.1; kap. 4.3.1), pokud vyhodnotí, že se blíží ke konci MA (kap. 4.4.3), nebo může žádat cyklicky. Podmínky žádosti o nové MA jsou definovány v paketu č. 57 (tab. 3, str. 13)



zasílaného spolu s povolením k jízdě. Ve všech těchto případech žádá RBC o nové MA pomocí zprávy č. 132 (obr. 3).

Taktéž RBC si hlídá vypršení časovačů v zaslaných MA a zároveň podle polohy vlaku vydává, pokud tomu nebrání dopravní situace, nová povolení k jízdě.

Každé takové nové MA pak musí na hnacím vozidle nahradit předešlé oprávnění k jízdě i se všemi jeho původními hodnotami a daty.

### Message 132: MA Request

č. buňky	PROMĚNNÁ, <b>Paket</b>	Popis
1	NID_MESSAGE	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	Identifikátor OBU (vlaku)
5	Q_MARQSTREASON	Důvod žádosti o nové MA
6	Packet 0 or 1	<b>Poloha vlaku, position report (PR)</b>
7	Optional packets	<b>Volitelné pakety</b>

obr. 3 Žádost OBU o prodloužení MA [1]

### 2.1.3 Krácení MA

MA můžeme nejen prodlužovat, ale také jej lze za jistých okolností krátit, musí být však splněny jisté podmínky. Toho lze využít pouze omezeně a nejlépe se souhlasem palubní jednotky OBU (kooperativní zkrácení MA), neboť jedoucí vlak je již obtížné zastavit v libovolném místě na trati.

Krácení MA se využije například v případě rušení ještě neprojeté jízdni cesty (JC). Tato problematika je však natolik složitá, že vyžaduje samostatnou analýzu a její výsledky jsou uvedeny v kapitolách 3.2.1.2 a 3.2.2.2 .

Další situací, kdy je nutné krátit MA, je například nouzový zásah operátora k odvrácení srážky protijedoucích vlaků tzv. „General Stop“, nebo výskyt kritických chyb v systému. V těchto případech musí být kráceno MA okamžitě tzv. „natvrdo“ bez ohledu na souhlas OBU. K tomuto účelu slouží nepodmíněná nouzová zpráva pro

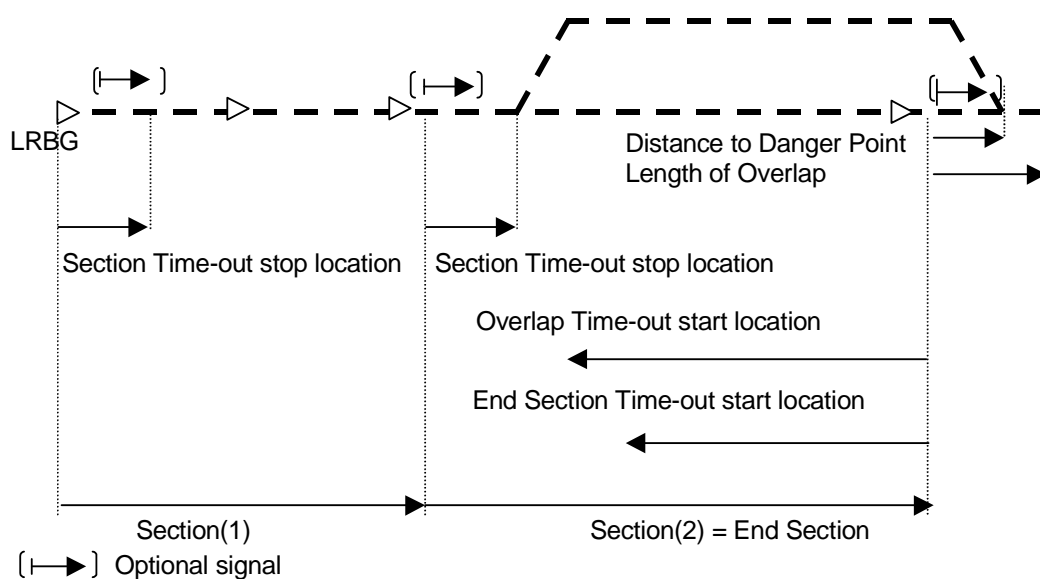
zastavení č. 16 (kap. 2.4 str. 22, obr. 9 str. 23), kdy vlak po příjmu takovéto zprávy začne okamžitě nouzově brzdit.

#### **2.1.4 Časovače v MA**

V každém komunikačním řetězci je nutné zajistit, aby předávané informace a zprávy byly co nejaktuálnější. To platí stejně i pro oprávnění k jízdě MA.

Vlaku se běžně předává oprávnění k jízdě až na několik kilometrů tratě. V takovém případě bude MA obsahovat informace o vlakové cestě vždy k okamžiku odeslání zprávy z RBC. Když se vlak vydá na cestu, bude jeho povolení k jízdě s časem stárnout a ztrácet na aktuálnosti předaných informací. V případě výpadku komunikace a výskytu dodatečných restrikcí, vztahujících se na danou VC, nebude vozidlo o těchto změnách nijak informováno. Z tohoto důvodu je nutné přidělené MA, jeho dílčí sekce, jsou-li definovány, a případně další v něm obsažené informace vhodným způsobem časově omezit. Zavedla se tak řada tzv. časovačů (obr. 4, str. 11), které mají zajistit, aby při jejich vypršení bylo předané MA považováno za již neaktuální a jednotka OBU mohla přijmout jistá opatření k zajištění bezpečnosti. Například OBU požádá o nové MA nebo aktivuje brzdy.

Na následujícím obr. 4 je znázorněn příklad všech typů časovačů používaných v MA a zároveň jsou zde znázorněny i tzv. „Danger point“ a „Overlap“ prokluzový úsek.

**Časovače:**

*End Section Time-out start location* - Pozice začátku odpočítávání časovače poslední sekce (End Section)

*Overlap Time-out start location* - Pozice začátku odpočítávání časovače Overlap

*Section Time-out stop location* - Pozice konce odpočítávání časovače příslušné sekce

**Názvy:**

*Distance to Danger point* - Vzdálenost k místu tzv. Danger point

*End Section* - Poslední sekce v MA

*Length of Overlap* - Délka tzv. prokluzného úseku

*Optional signal* - Případné návěstidlo

*Section* - Sekce

**Zkratky:**

*EOA* - Konec povolení k jízdě

obr. 4 Struktura MA a její časovače [1]

#### 2.1.4.1 Časovač v sekcích „Section Timer“

Tento typ časovače slouží k zajištění bezpečnosti v případě výpadku komunikace RBC s jedoucím vozidlem a výskytu dodatečných restrikcí týkajících se dané VC. Tento časovač může být přítomen v každé sekci MA, jeho velikost je definována proměnnou T\_SECTIONTIMER a všechny časovače se začnou sledovat od okamžiku příjmu zprávy MA. Konec odpočítávání a zánik každého časovače nastává v každé sekci „k“ při minutí předepsané polohy, označené jako „Section Time-out stop location“ (proměnná D\_SECTIONTIMERSTOPLOC), čelem vlaku. Ještě před vypršením každého časovače, zašle OBU do RBC žádost o nové MA. V případě fungující komunikace zašle RBC na OBU nové nebo původní MA, v případě výpadku komunikace, neobdrží OBU žádnou odpověď a po čase dojde

k vypršení tohoto časovače. V takovém případě bude vlaku následující sekce odepřena a prvotní EOA přejde na začátek této sekce, ve které vypršel časovač.

#### **2.1.4.2 Časovač poslední sekce „End Section Timer“**

Tento časovač slouží spolu s časovačem protisměrných posunových cest ve stavědle k zajištění bezpečnosti příjíždějícího vlaku a posunového vozidla. V případě povelu k postavení protisměrného posunu na již vyhrazenou staniční kolej vlakovou cestou, je nutné vyčkat na zastavení příjíždějícího vlaku. Teprve po jeho zastavení (vypršení časovače) provede SZZ závěr posunové cesty a posun se uskuteční. Tento časovač se spustí okamžitě po obsazení staniční koleje, pro ETCS, a zároveň v MA, je toto místo označeno jako „End Section Time-out start location“ (vzdálenost daná proměnnou D\_ENDTIMERSTARTLOC). Velikost tohoto časového limitu a zároveň časovače „End Section Timer“ (proměnná T\_ENDTIMER) je stanovena normou TNŽ 34 2620 [9]. K jeho spuštění dojde při obsazení staniční koleje, resp. při minutí spouštěcího bodu čelem vlaku. Pokud tento časovač vyprší, bude EOA zkrácena k aktuální poloze čela vlaku.

#### **2.1.4.3 Časovač prokluzového úseku „Timer of Overlap“**

V případě využívání prokluzových/pojistných úseků je nutné vlak v MA informovat nejen o délkových a rychlostních parametrech tohoto úseku, ale také o možných časových omezeních vztahujících se právě na jeho využití. Počátek takového omezení leží ve vzdálenosti D\_STARTOL před EOA a nazývá se „Overlap Time-out start location“. Zahájení odpočítávání se děje stejně jako u časovače „End Section Timer“, při minutí tohoto místa čelem vlaku. V případě vypršení časovače, tedy neprojetí za EOA bude konec prokluzového/pojistného zkrácen až k poloze Danger point, pokud neexistuje, zkrátí se úplně až k EOA. Stejná situace nastane i v případě, že se vlak po minutí spouštěcího bodu časovače zcela zastavil.

## 2.1.5 Zpráva a pakety v MA

Fyzická podoba zprávy č. 3 dovolující jízdu je uvedena na obr. 5.

### Message 3: Movement Authority

č. buňky	PROMĚNNÁ, <b>Paket</b>	Popis
1	NID_MESSAGE	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení
5	NID_LRGB	Identifikátor poslední minutě LRGB
6	Packet 15	<b>Move ment Authority MA, Povolerní k jízdě</b>
7	Optional packets	<b>Volitelné pakety</b>

obr. 5 Formát zprávy č. 3: Povolení k jízdě MA [1]

Volitelné pakety ve zprávě č. 3 uvádějí již další konkrétní parametry tratě, rychlostní limity SSP (kap. 2.2.1), gradient GP (kap. 2.3) a jiné informace o stavu trati, případně další doplňková sdělení. Kompletní výčet těchto volitelných paketů je uveden na konci práce (Příloha č. 1).

Informace povolení k jízdě MA jsou, ve zprávě č. 3, uvedeny v paketu č. 15. Tento paket nese přesné informace o oprávnění k jízdě MA a jeho konkrétní podoba je uvedena v následující tab. 4.

tab. 3 Paket č. 57: Parametry žádosti o nové MA [1]

Číslo paketu 57: Movement Authority Request Parametres		
Paket určuje podmínky, kdy má OBU žádat o nové MA		
Proměnná	Délka bity	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	2	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci vlaku k LRGB.
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
T_MAR	13	Čas kdy má OBU požádat o nové MA, ještě před dosažením polohy blízké konci MA (Pre-indicated loc.)
T_TIMEOUSRQST	10	Čas kdy má OBU požádat o nové MA, ještě před vypršením libovolného časovače v MA
T_CYCRQST	8	Čas mezi dvěma cyklickými žádostmi o nové MA.

tab. 4 Paket č. 15: Struktura MA oprávnění k jízdě [1]

Číslo paket 15: Level 2/3 Movement Authority MA		
Oprávnění k jízdě v úrovni L2/3.		
Proměnná	Délka [bity]	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	2	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB.
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	2	Měřitko vzdáleností
V_LOA	7	Povolená rychlost v LOA
T_LOA	10	Čas, pro který je platná cílová rychlost v LOA
N_ITER	5	Počet sekcí v MA (k), které nejsou posledním úsekem
L_SECTION(k)	15	Délka sekce "k" v MA
Q_SECTIONTIMER(k)	1	Identifikátor časového omezení MA v sekci "k"
T_SECTIONTIMER(k)	10	Časové omezení MA v sekci "k"
D_SECTIONTIMERSTOPLOC(k)	15	Vzdálenost od začátku sekce "k" do "time-out stop location"
L_ENDSECTION	15	Délka poslední sekce v MA
Q_SECTIONTIMER	1	Identifikátor časového omezení poslední sekce MA
T_SECTIONTIMER	10	Časové omezení poslední sekce MA
D_SECTIONTIMERSTOPLOC	15	Vzdálenost, od počátku dané sekce, kde se přestane počítat T_SECTIONTIMER
Q_ENDTIMER	1	Identifikátor časového omezení EOA v poslední sekci MA
T_ENDTIMER	10	Časové omezení EOA pro poslední sekci MA
D_ENDTIMERSTARTLOC	15	Vzdálenost od konce EOA k počátku „End Section Time-out start location“
Q_DANGERPOINT	1	Identifikátor nebezpečného místa "danger point"
D_DP	15	Vzdálenost od EOA k nebezpečnému místu "danger point"
V_RELEASEDP	7	Povolená rychlost k dosažení nebezpečného místa - "danger point"
Q_OVERLAP	1	Identifikátor "Overlap"
D_STARTOL	15	Vzdálenost od místa spuštění časovače "Overlap Time-out start location" do EOA
T_OL	10	Časová platnost pro "Overlap"
D_OL	15	Vzdálenost od EOA do konce "Overlap"
V_RELEASEOL	7	Rychlost v "Overlap"

## 2.2 Static Speed Restrictions

Pro správný dohled nad jízdou vlaku je nutné palubní jednotce OBU sdělit omezující rychlostní podmínky pro jízdu v daném úseku tratě. Rychlostních omezení existují stálá (SSP, ASP, aj.), daná konstrukčním provedením tratě. A omezení rychlosti dočasná (TSR), aplikovaná např. v případě prováděných oprav na trati. Podrobný popis všech rychlostních restrikcí je následující.

### 2.2.1 Static Speed Profile (SSP)

Statický rychlostní profil, zkráceně jen SSP, je soubor dat, který obsahuje informace o maximálních dovolených rychlostech v různých úsecích tratě. Se změnou traťové rychlosti se běžně setkáme na trati z důvodu jejího konstrukčního provedení, podle jejího sklonu, konstrukcí oblouků, výskytu tunelů, mostů a dalších jejích omezeních. Běžně jsou strojvedoucí na změnu traťové rychlosti upozorněni venkovním značením pomocí rychlostníků. Rychlostník udává maximální dovolenou rychlost v následném traťovém úseku. SSP přejímá funkci osamocených rychlostníků a vytváří celistvý přehled nad maximálními rychlostmi v délce vydaného MA.

Tak jak je trať rozdělena do úseků podle maximální rychlosti, tak je i SSP rozděleno do jednotlivých dílčích úseků. Každý úsek je charakterizován dovolenou maximální rychlostí  $V\_STATIC$  a délkou do další změny rychlosti  $D\_STATIC$ . Základní rychlost  $V\_STATIC$  je možné doplnit v každém úseku ještě sadou dalších dovolených rychlostí  $V\_DIFF$  podle kategorií typů vlaků. Pokud je přítomno několik hodnot rychlostí, vybere si vlak vždy pro daný úsek pouze jednu a to takovou, která mu podle jeho specifikací náleží.

Širší spektrum rychlostí pokryje lépe potřeby různých typů vlaků. Vlakům je umožněno si sestavit pro sebe ideální rychlostní profil tratě na základě svých specifikací. To v jistých případech může nejen zrychlit dopravu, ale také dopomoci její větší plynulosti.

RBC přenáší na vlak pro každý úsek vedle jednoho základního rychlostního profilu, i jedno vnořené (speciální) SSP. Speciální SSP se dělí do dvou následujících typů.

- **Cant Deficienty SSP**

Toto speciální SSP je děleno podle velikosti převýšení kolejnic v oblouku, obsahuje 10 kategorií (proměnná  $NC\_CDDIFF$ ), a umožňuje určitým typům vlaků pohyb jinou rychlostí než základní.

- **Další specifické SSP**

Obsahuje maximální dovolené rychlosti (rychlostní profily) pro různé kategorie vlaků rozdělené dle mezinárodního třídění. Těchto kategorií bylo stanoveno 15 a v paketu SSP jsou charakterizovány proměnnou NC\_DIFF.

Kompletní struktura paketu SSP, přenášeného spolu s MA, je v tab. 5.

**tab. 5 Paket č. 27: Struktura statického rychlostního profilu SSP [1]**

Číslo paketu 27: Static speed profile SSP		
Statický rychlostní profil		
Proměnná	Délka bity	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	2	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB.
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	2	Měřítka vzdálenosti
D_STATIC	15	Vzdálenost do změny rychlosti v prvním úseku
V_STATIC	7	Maximální dovolená rychlost od místa daného v proměnné D_STATIC
Q_FRONT	1	Identifikátor rychlostního omezení, zda při změně na vyšší rychlost bude tato změna uplatněna již pro čelo vlaku nebo až po přejetí celého vlaku.
N_ITER	5	Počet "n" dalších možných maximálních povolených rychlostí v prvním úseku podle dalších specifikací (speciální SSP)
Q_DIFF(n)	2	Identifikátor, typu speciálního SSP v daném úseku podle: převýšení kolejnic nebo kategorií vlaku
NC_CDDIFF(n)	4	{If Q_DIFF(n) = 0} Kategorie převýšení kolejnic v oblouku, na kterou se vztahuje jiná rychlost V_DIFF(n).
NC_DIFF(n)	4	{If Q_DIFF(n) = 1 or 2} Kategorie vlaku, na kterou se vztahuje jiná rychlost V_DIFF(n).
V_DIFF(n)	7	Maximální povolená rychlost v prvním úseku (speciální SSP), nahrazuje V_STATIC
N_ITER	5	Počet "k" dalších rychlostních změn/úseků v SSP
D_STATIC(k)	15	Vzdálenost do další změny rychlosti
V_STATIC(k)	7	Maximální dovolená rychlost od místa daného v proměnné D_STATIC (k)
Q_FRONT(k)	1	Identifikátor rychlostního omezení, zda při změně na vyšší rychlost bude tato změna uplatněna již pro čelo vlaku nebo až po přejetí celého vlaku.
N_ITER(k)	5	Počet "m" dalších možných maximálních povolených rychlostí úseku(k) podle dalších specifikací (speciální SSP)
Q_DIFF(k,m)	2	Identifikátor, typu speciálního SSP v daném úseku podle: převýšení kolejnic nebo kategorií vlaku
NC_CDDIFF(k,m)	4	{If Q_DIFF(n) = 0} Kategorie převýšení kolejnic v oblouku, na kterou se vztahuje jiná rychlost V_DIFF(k,m).
NC_DIFF(k,m)	4	{If Q_DIFF(n) = 1 or 2} Kategorie vlaku, na kterou se vztahuje jiná rychlost V_DIFF(k,m).
V_DIFF(k,m)	7	Maximální povolená rychlost v úseku(k) (speciální SSP), nahrazuje V_STATIC(k)



### 2.2.2 Axle load Speed Profile (ASP)

Nápravový rychlostní profil, dále jen ASP, je stejně jako SSP souborem dat o maximálních dovolených traťových rychlostí, rozdělených na jednotlivé úseky. ASP vychází z omezení rychlosti podle maximálního nápravového zatížení v úsecích tratě.

ASP, je-li uvedeno, zavádí pro každý úsek hmotnostní limit nápravového zatížení a nařizuje všem vlakům, které přesahují tuto hodnotou, přizpůsobit svoji rychlost dle omezení ASP.

Pokud není z tratě určeno jinak, výchozí hodnota ASP je „No Restriction“ (bez omezení) a rychlost vlaku je dohlížena na základě SSP. V případě, že je pro daný úsek nebo trať stanoveno nápravové omezení, budou vlaky přesahující daný limit omezeny rychlostí dle ASP, v opačném případě nebude na ASP brán zřetel.

### 2.2.3 Temporary Speed Restriction (TSR)

Dočasné omezení rychlosti, dále jen TSR (paket č. 65), se používá pro informování vlaku o dodatečném snížení rychlosti, než udává SSP pro daný úsek tratě. Jedná se především o situace a úseky, na kterých se provádí opravy nebo jiné okolnosti, které vyžadují dočasně snížit rychlost (například PZ v poruše).

Každé toto omezení TSR má svoje jedinečné identifikační číslo, z důvodu jeho případného rušení nebo změn dispozic (paket č. 66). Pokud se dva TSR překrývají, tak v úseku překrytí platí více omezující TSR.

### 2.2.4 Další rychlostní omezení

- **Mode related Speed Restriction**

Pokud je vozidlo dohlíženo některým z degradovaných režimů OBU, tedy situace, kdy je odpovědnost za vedení vlaku převedena z jisté části i na strojvedoucího, je vhodné omezit maximální rychlost vlaku. Zabrání se tak vedení vlaku nepřiměřeně velkou rychlostí pro určité degradované režimy, například lze omezit rychlost při posunu.

Oproti tomu u režimu plného dohledu FS, kdy OBU přebírá veškerou odpovědnost za dohled nad jízdou, takováto omezení být nemusí a maximální dovolená rychlost bude odvozována od SSP (kap. 2.2.1)

Velikost rychlostních omezení pro jednotlivé režimy jsou definovány národními předpisy každého provozovatele dráhy.

- **Maximum Train Speed**

Na základě informací o vlaku (kap. 2.5) je účelné vytvořit i rychlostní omezení vzhledem k jeho aktuální konfiguraci a brzdým schopnostem.

- **LX speed restriction**

Rychlostní omezení vztahující k nezabezpečeným přejezdovým zařízením.

- **Override function related Speed restriction**

Rychlostní omezení související s případným kontrolovaným projetím konce oprávnění k jízdě EOA.

- **Speed restriction to ensure permitted breaking distance**

Vlaky se smí po trati pohybovat pouze takovou rychlostí, aby při brzdění nepřesáhly daný limit zábrzdě vzdálenosti. Ten je závazný pro všechny kategorie vlaků bez rozdílu. Rozlišujeme několik vzdálenostních limitů rozdělených podle traťové rychlosti. Například vlak jedoucí rychlostí 60 km/h musí bezpodmínečně zastavit do 400 m, vlak jedoucí rychlostí 160 km/h pak do vzdálenosti 2000 m atd.

RBC může v jistých úsecích tratě, nebo situacích, vyžadovat po drážním vozidle, aby upravil aktuální rychlost právě podle požadavků na zábrzdě vzdálenost. V takovém případě zašle RBC na dané drážní vozidlo paket č. 52 [1], ten může být součástí nové zprávy MA, nebo může být zaslán v obecné zprávě č. 24 (obr. 1, str. 6). Paket č. 52 informuje vozidlo o parametrech zábrzdě vzdálenosti vůči které má upravit svoji aktuální rychlost. V tomto paketu jsou následující informace:

- Začátek a konec tohoto omezení.
- Povolená zábrzdňá vzdálenost pro výpočet rychlostního omezení.
- Profil tratě, sklonové poměry pro výpočet rychlostního omezení.
- Výběr druhu brzdy, zda má vlak použitím provozní nebo nouzové brzdy k zastavení.

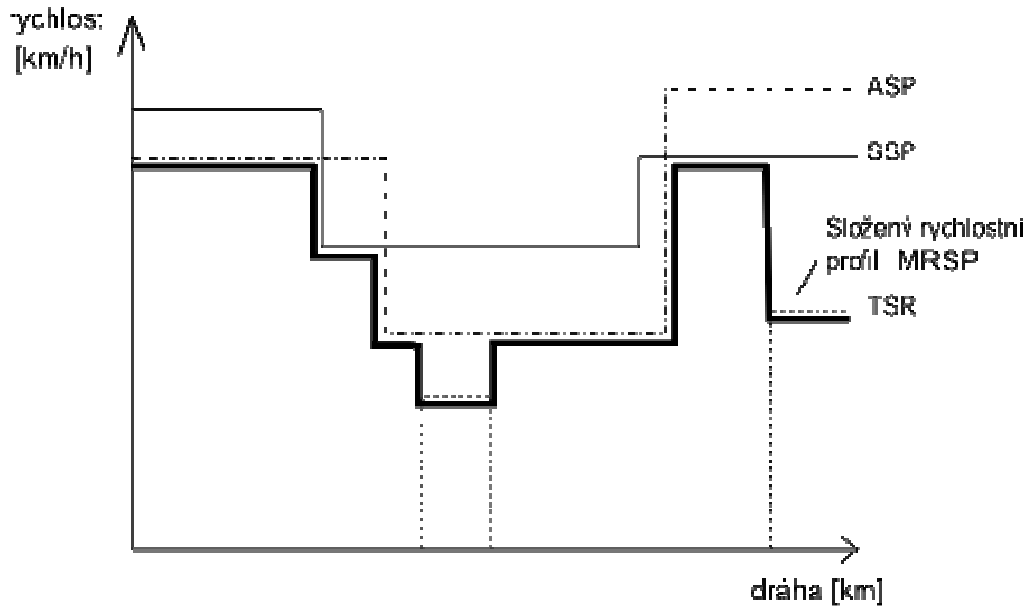
OBU podle předaných informací a své konfigurace, hlavně podle svých brzdňých schopností, určí aktuální délku zábrzdňé vzdálenosti. V případě, že vypočtená zábrzdňá vzdálenost neodpovídá limitům, bude adekvátně snížena rychlost vlaku.

Tento princip lze využít v místech konce MA, případně před přejezdy. Vozidlo i RBC se na základě tohoto omezení rychlostí ujistí, že vlak nejede příliš rychle a je schopen včas zastavit.

### **2.2.5 Skládání rychlostňých profilů**

Vlak obdrží od RBC celou řadu různých rychlostňých omezení vztahujících se na právě projížděnou část tratě. Pokud se některé rychlostňé profily překrývají, tak OBU vybere vždy ten nejvíce omezující. Vznikne tak jeden složený rychlostňé profil pokrývající celou délku vyhrazené tratě (MRSP – „Most Restrictive Speed Profile“ nejvíce omezující rychlostňé profil obr. 6).

Na základě složeného rychlostňého profilu OBU vypočte dynamický rychlostňé profil DSP. Podle DSP pak OBU dohlíží nad dodržováním rychlosti vlaku.

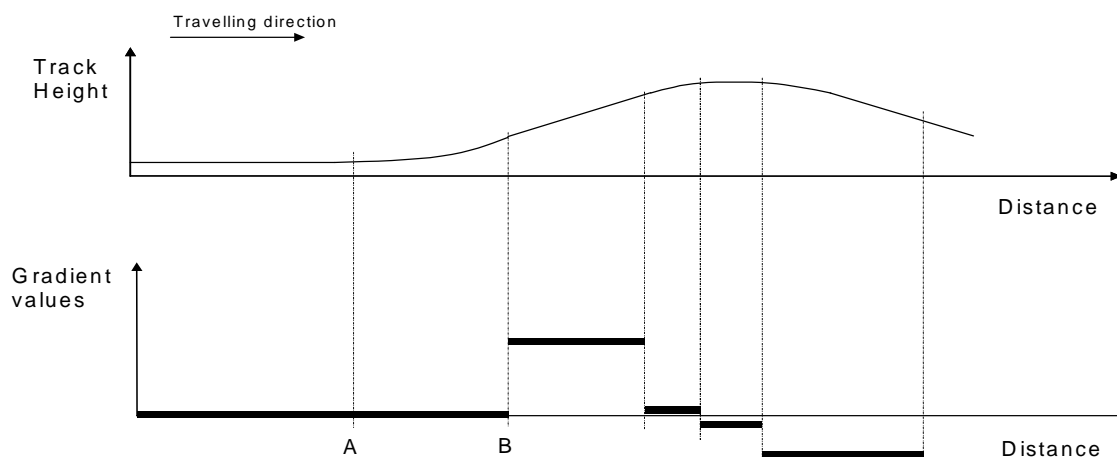


obr. 6 Ukázka výběru nejvíce omezujícího rychlostního profilu

### 2.3 Gradient

Další důležitou informací o trati jsou její sklonové poměry neboli gradient. Na změnu stoupání nebo klesání jsou v současné době upozorněni strojvedoucí pomocí venkovního značení, které udává velikost stoupání/klesání a délku tohoto úseku. Velikost sklonu a délka takového úseku je pro strojvedoucí důležitá pro dodržování maximální dovolené traťové rychlosti. Bez této znalosti, by se například na dlouhém klesání, mohl vlak nebezpečně rozjet a strojvedoucí by velice těžko řídil vlak.

Pro úplnou kontrolu rychlosti je nutné, aby měl vlakový zabezpečovač nejen přehled nad dovolenými rychlostmi na trati, ale také musí znát její sklonový profil. Ten se přenáší na vlak spolu s rychlostními profily, nejčastěji s SSP (kap. 2.2.1 a umožňují tak jednotce OBU řádně vypočítat dynamický jízdní profil (DSP).



*Distance* – Vzdálenost  
*Gradient values* – Hodnoty gradientu  
*Track Height* – Převýšení tratě  
*Travelling direction* – Směr jízdy

**obr. 7 Příklad použití gradientu a hodnot zasílaných jednotce OBU [1]**

Stoupání/klesání je rozděleno do dílčích úseků tak, aby každý úsek co nejdříve sledoval skutečný sklon tratě (obr. 7). O velikosti gradientu informuje proměnná  $G\_A$ , ta značí pouze absolutní hodnotu velikosti gradientu v promilích. Rozlišení stoupání trati od klesání zajišťuje proměnná  $Q\_GDIR$ , kladné hodnoty značí stoupání a záporné klesání.

Popis paketu nesoucí informaci o gradientu části tratě je paket č. 21, ten je spolu s povolením k jízdě přenášen ve zprávě č. 3 (obr. 5, str. 13). Struktura paketu GP je uvedena v následující tab. 6.

**tab. 6 Paket č. 21: Struktura gradientu [1]**

Číslo paketu 21: Gradient profile GP		
Informace o stoupání/sklonu trati		
Proměnná	Délka bity	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	2	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB.
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	2	Měřítka vzdálenosti
D_GRADIENT	15	Vzdálenost do další změny hodnoty sklonu
Q_GDIR	1	0 = klesání 1= stoupání; Identifikátor, zda jde o stoupání/klesání
G_A	8	Velikost stoupání/klesání (gradient) od místa daného proměnnou D_GRADIENT
N_ITER	5	Počet "k" dalších úseků s jiným sklonem
D_GRADIENT(k)	15	Vzdálenost do další změny hodnoty sklonu
Q_GDIR(k)	1	0 = klesání 1= stoupání; Identifikátor, zda jde o stoupání/klesání v úseku "k"
G_A(k)	8	Velikost stoupání/klesání (gradient) od místa daného proměnnou D_GRADIENT(k)

## 2.4 Emergency Messages

V případě ohrožení bezpečnosti vlaku, nebo v jistých situacích při krácení povolení k jízdě MA, musí být možné vlak na dálku zastavit. K tomuto účelu slouží v ETCS speciální nouzové zprávy „Emergency Messages“. Vlak po jejich příjmu zašle na RBC potvrzovací zprávu č. 147 a tím vyrozumí RBC, že nouzovou zprávu přijal.

Nouzové zprávy mají vždy přednost před jakýmikoliv jinými informacemi vyměňovanými mezi RBC a OBU z důvodu rychlého zásahu palubního systému do řízení vlaku. RBC u tohoto typu zprávy nepoužívá šifrování, což urychluje proces jejich zaslání na vozidlo. Byly zavedeny dvě kategorie, podmíněná a nepodmíněná nouzová zpráva, obě popsané v následujících odstavcích.

Prvním typem je podmíněný příkaz k nouzovému zastavení, zpráva č. 15. Tento typ zprávy se používá k zastavení vlaku v určitém místě tratě. Podmíněnost zprávy znamená, že je vlaku ve zprávě předáno místo zastavení a OBU podle vzdálenosti do tohoto místa a aktuální rychlosti stanoví formu brzdění. Pokud je bod zastavení příliš blízko, vlak by nedokázal dobrzdit provozní brzdou, aktivuje se okamžitě brzda nouzová. V opačném případě, kdy je bod zastavení dostatečně vzdálen od čela vlaku, zařadí OBU tento nový konec do dynamického rychlostního profilu a bude pokračovat v jízdě až do tohoto místa, kde dobrzdí provozní brzdou. Pokud je bod zastavení již za čelem vlaku pak vlak tuto zprávu odmítne a bude pokračovat v jízdě. Podoba zprávy č. 15 je uvedena na obr. 8.

**Message 15: Conditional Emergency Stop**

č. buňky	PROMĚNNÁ	Popis
1	NID_MESSAGE	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení
5	NID_LRGB	Identifikátor poslední minuté LRGB
6	NID_EM	Identifikační číslo nouzové zprávy
7	Q_SCALE	Měřítko vzdálenosti
8	D_REF	Vzdálenost od LRGB do nového referenčního bodu
9	Q_DIR	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB.
10	D_EMERGENCYSTOP	Vzdálenost od referenčního bodu do místa nouzového zastavení

**obr. 8 Formát zprávy č. 15: Podmíněný příkaz k nouzovému zastavení [1]**

Druhým typem je nouzová zpráva nepodmíněná, zpráva č. 16. Po obdržení této zprávy vydá OBU příkaz k okamžité aktivaci nouzové brzdy. Podoba této zprávy je uvedena na obr. 9.

**Message 16: Unconditional Emergency Stop**

č. buňky	PROMĚNNÁ	Popis
1	NID_MESSAGE	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení
5	NID_LRGB	Identifikátor poslední minuté LRGB
6	NID_EM	Identifikační číslo nouzové zprávy

**obr. 9 Formát zprávy č. 16: Nepodmíněný příkaz k nouzovému zastavení; a zpráva č. 18: Rušení příkazu k nouzovému zastavení [1]**

Stejně jako je potřeba vlak zastavit, tak je nutné, aby měla RBC možnost, již zaslouanou nouzovou zprávu, odvolat. Na odvolání zprávy se používá zpráva č. 18, která číslem v proměnné NID\_EM určí, která z nouzových zpráv má být zrušena. Složení zprávy č. 18 je shodné s nepodmíněnou nouzovou zprávou č. 16 viz obr. 9, str. 23. Rozdílným parametrem je zde proměnná NID\_MESSAGE, která v případě

nouzové zprávy nabývá hodnoty 16, pro rušení předchozích nouzových zprávy má hodnotu 18.

## **2.5 Train Data**

Pro správný dohled nad jízdou vlaku, musí znát OBU důležité parametry vlaku. Tato data jsou zadána strojvedoucím okamžitě po startu systému a to v době, kdy je hnací vozidlo v klidové poloze. Na žádost RBC musí OBU tato data poskytnout i jí, jedná se o následující parametry vlaku:

- Kategorie vlaku
- Délka vlaku
- Maximální rychlost vlaku
- Průjezdny průřez
- Hmotnost na nápravu
- Požadavky na napájení hnacího vozidla
- Zda je vlak vybaven klimatizační jednotkou.
- Seznam STM, tj. druhy národních zabezpečovačů na hnacím vozidle propojené s OBU.
- Počet náprav na hnacím vozidle

RBC po příjmu těchto informací zašle zpět na OBU potvrzení přijetí, pokud je tato zpětná informace, z důvodu výpadku komunikace, ztracena, bude OBU zasílat tato data do doby, než se opět naváže spojení s RBC a OBU obdrží zmíněné potvrzení.

V případě změny některých parametrů, například kategorie vlaku, hmotnost na nápravu, průjezdny průřez nebo změna napájení hnacího vozidla, bude nutné přidělené oprávnění k jízdě MA okamžitě upravit. Aktuálně používané MA a popis tratě, musí být neprodleně zkráceny k aktuální pozici vlaku a další jízda bude možná až po příjmu nového MA.



OBU zasílá tyto informace na RBC pomocí paketu č. 11, který je součástí zprávy č. 129. Spolu s předešlými parametry vlaku je ve stejné zprávě zaslána i informace o aktuální poloze vlaku „zpráva PR“ (kap. 2.6) přesněji paket 0 a 1. Podoba zprávy č. 129 je uvedena na obr. 10 a paket s informacemi o vlaku je v tab. 7.

### Message 129: Validated Train Data

č. buňky	PROMĚNNÁ, Paket	Popis
1	NID_MESSAGE	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	Identifikátor OBU (vlaku)
5	Packet 0 or 1	Poloha vlaku, position report (PR)
6	Packet 11	Train data

obr. 10 Formát zprávy č. 129: Potvrzení vlakových dat [1]

tab. 7 Paket č. 11: Struktura Potvrzení vlakových dat do RBC [1]

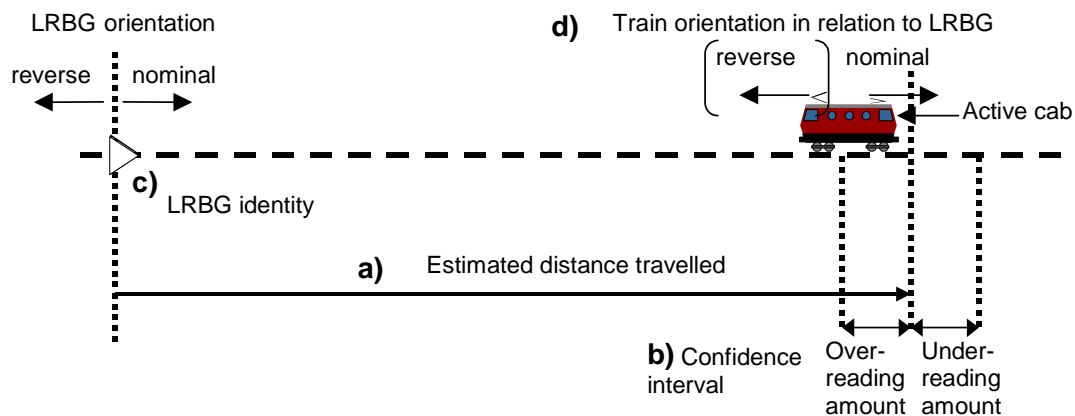
Číslo paketu 11: Validated train data		
Informace o kategorii a dalších parametrech vlaku		
Proměnná	Délka bity	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NC_CDTRAIN	4	Kategorie vlaku podle převýšení kolejí "Cant Deficiency"
NC_TRAIN	15	Kategorie vlaku podle mezinárodního třídění
L_TRAIN	12	Délka vlaku
V_MAXTRAIN	7	Nejvyšší dovolená rychlost vlaku, s ohledem na nejvyšší rychlost každého vozu
M_LOADINGGAUGE	8	Průjezdový průřez vlaku
M_AXLELOAD	7	Nápravový tlak
M_AIRTIGHT	2	Určení, zda je vlak vybaven vzduchotěsným systémem
N_AXLE	10	Počet náprav na hnacím vozidle
N_ITER	5	Počet "k" trakčních systémů na hnacím vozidle
M_TRACTION (k)	8	Typ trakčního systému "k" na hnacím vozidle
N_ITER	5	Počet "k" národních vlakových zabezpečovacích zařízení
NID_STM (k)	8	Typ národního vlakového zabez. systému "k" (typ STM)

## 2.6 Position Report L2

RBC musí mít přehled nejen nad stavy a činnostmi stacionárních zabezpečovacích zařízení, ale také musí znát aktuální polohy všech vlaků ve svém

přiděleném úseku. Pokud se jedná o vlaky vybavené zabezpečovačem ETCS, získá RBC polohu daného vlaku přímo od něj pomocí zprávy „PR“ (Position Report), zpráva č. 136 (obr. 12, str. 28) a v ní obsaženého paketu č. 0 (tab. 8, str. 29). V případě, že se nejedná o vlak vybavený zabezpečovačem ETCS, bude se jeho poloha RBC jevit pouze jako obsazený kolejový úsek.

Pozice vlaku na trati se stanoví na základě ujeté vzdálenosti od poslední minuté platné balízové skupiny LRBG, která tvoří v kolejišti pevnou souřadnou síť. RBC zná přesné pozice balízových skupin ve své oblasti a na základě zprávy PR, která obsahuje identifikační číslo poslední minuté LRBG (NID\_LRBG) a údaj o ujeté vzdálenosti od ní (D\_LRBG), pozná, v jakém místě se vlak vyskytuje.



- a) Estimated distance travelled** – Odhadovaná ujetá vzdálenost  
**b) Confidence interval** – Bezpečnostní interval  
*Overreading amount* – Minimální vzdálenost ovlivněna odchylkou odometrie  
*Underreading amount* – Maximální vzdálenost ovlivněna odchylkou odometrie  
**c) LRBG identity** – Identifikátor balízové skupiny  
*LRBG orientation* – směr, orientace balízové skupiny  
*Reverse* – revezní, obrácená  
*Nominal* – nominální, základní  
**d) Train orientation in relation to LRBG** – orientace vlaku ve vztahu k LRBG  
*Reverse* – reverzní, obrácená  
*Nominal* – Nominální, základní  
*Active cab* – Aktivní kabina strojvedoucího, odkud řídí vlak

**obr. 11** Informace podávaná v hlášení polohy „PR“ [1]

Při každém minutí balízové skupiny dojde na vozidle nejen k zahájení nového měření vzdálenosti, ale také ke kalibraci odometru. Odometrie se realizuje na základě měření otáček několika dvojkolí na hnacím vozidle a zároveň podle dopplerovského radaru. U hnacích dvojkolí dochází k prokluzům, proto je účelné měřit aktuální rychlost na nehnacích dvojkolích, nicméně u moderních lokomotiv se

setkáváme s koncepcí (Bo)' (Bo)', kde jsou všechna čtyři dvojkolí hnací. U těchto typů je možné osadit čidly všechna dvojkolí, případně ušetřit a umístit jen dvě čidla a rozdělit je mezi oba hnací podvozky.

Balízové skupiny v úrovni L2, poskytují vozidlům už jen své identifikační údaje, v úrovni L1 měly k této funkci ještě za úkol přenášet zprávy na vozidla a tím vlastně tvořily celou přenosovou síť. V úrovni L2 a výše je přenosová síť tvořena už jen radiovou cestou pomocí GSM-R sítě.

Hlášení o své pozici musí OBU vždy provést, pokud nastane alespoň jedna z uvedených podmínek:

- Když hnací jednotka dosáhne klidové polohy.
- V případě změny úrovně dohledu, přechod na jiný druh dohledu nad jízdou vozidla.
- Při přejetí hranic mezi dvěma sousedními RBC.
- Během přechodu mezi různě vybavenými tratěmi s ohledem na jejich klasifikaci v úrovni ETCS. Přechod mezi úrovněmi L0, L1, L2, L3, L STM.
- Po úspěšném navázání komunikace s RBC.
- Na požadavek RBC a pokynů dle paketu č. 58 – specifikace hlášení polohy. (tab. 9, str. 29)
- Při minutí balízové skupiny BG. To pouze v případě, že OBU nezískalo od RBC paket se specifikacemi hlášení polohy č. 58 (tab. 9, str. 29).

Jednotka RBC, pomocí paketu č. 58 (tab. 9, str. 29) zasílaného jako volitelný paket v MA, může požadovat po vlaku, aby hlášení o poloze prováděl:

- *Periodicky v čase*, doba tohoto intervalu je dána v paketu proměnnou T\_CYCLOC.
- *Periodicky po ujeté vzdálenosti* (hodnota proměnné D\_CYCLOC).
- V případě *projetí vlaku specifickým/specifickými místy* na trati. V paketu jsou tato místa definována přírůstkovou vzdáleností (D\_LOC(k)) a zda mají reportovat svoji polohu při projetí tímto místem čelem nebo koncem vlaku (Q\_LGTLOCK(k)).
- *Okamžitě* po příjmu paketu s parametry pro hlášení polohy, proměnná M\_LOC = 000
- *Při každém minutí BG*, M\_LOC = 001.

Poznámka: poslední dva body nelze kombinovat.

### Message 136: Train Position Report

č. buňky	PROMĚNNÁ, Paket	Popis
1	NID_MESSAGE	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	Identifikátor OBU (vlaku)
5	Packet 0 or 1	Poloha vlaku, position report (PR)
6	Optional packets	Volitelné pakety

obr. 12 Formát zprávy č. 136: Hlášení polohy vlaku [1]

tab. 8 Paket č. 0: Struktura hlášení polohy "PR" [1]

Číslo paketu 0: Position Report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Délka bity	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	2	Měřítka vzdálenosti
NID_LRGB	10+14	Identifikátor poslední minuté referenční balízy LRGB
D_LRGB	15	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRGB
Q_DIRLRGB	2	Orientace vlaku ve vztahu k LRGB
Q_DLRBG	2	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRGB
L_DOUBTOVER	15	Hodnota minimální odchylky tolerance ujeté vzdálenosti od LRGB z odometru
L_DOUBTUNDER	15	Hodnota maximální odchylky tolerance ujeté vzdálenosti od LRGB z odometru
Q_LENGTH	2	Informace o integritě vlaku (jeho celistvosti)
L_TRAININT	15	Bezpečná délka vlaku. Pouze v případě, že Q_LENGTH = "Integrita vlaku potvrzena strojvedoucím nebo bezpečným zařízením"
V_TRAIN	7	Aktuální rychlost vlaku
Q_DIRTRAIN	2	Směr minutí referenční balízy LRGB
M_MODE	4	Režim dohledu jízdy OBU
M_LEVEL	3	Označení ševlu ETCS (L0, L1, L2, L3, L STM)
NID_STM	8	Označení národního vlakového zabezpečovače, v případě, že je M_LEVEL = STM

tab. 9 Paket č. 58: Struktura volitelného paketu určující kdy má OBU posílat „PR“ [1]

Číslo paketu 58: Position Report Parametres		
Paket určuje podmínky, kdy má OBU zaslat hlášení o poloze		
Proměnná	Délka bity	Popis
NID_PACKET	8	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	2	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB.
L_PACKET	13	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	2	Měřítka vzdálenosti
T_CYCLOC	8	Časový interval mezi dvěma hlášeními polohy
D_CYCLOC	15	Vzdálenostní interval mezi dvěma hlášeními polohy
M_LOC	3	Speciální místo/událost kdy poslat PR (000 – nyní; 001 – po minutí BG; 010 – neposílat při minutí BG)
N_ITER	5	Počet "k" dalších míst, odkud OBU nahlásí svoji polohu
D_LOC(k)	15	Přírůstková vzdálenost mezi dvěma místy „k“ a (k+1) odkud nahlásí OBU svoji polohu
Q_LGTLOC(k)	1	Identifikátor kdy má OBU nahlásit polohu v případě projetí (0 – koncem vlaku; 1 – čelem vlaku) místo D_LOCK(k)

## **2.7 Další podpůrná data**

### **2.7.1 Track Conditions**

Používá se k informování OBU a strojvedoucího o doplňkových informacích o trati. Tyto informace zasílané RBC mají podobu příkazů umožňujícího strojvedoucímu pohodlnější vedení vlaku. Řadu těchto příkazů může vykonávat samo OBU prostřednictvím rozhraní k ostatním systémům vozidla bez zásahu strojvedoucího. Bezpečná jízda vlaku však musí být umožněna i bez těchto dodatečných zpráv. Jedná se o upozornění na:

- „Tunel“ (zastavení není povoleno). OBU znemožní použití nouzové brzdy pro cestující.
- „Most“ (zastavení není povoleno). OBU zabrání použití nouzové brzdy pro cestující.
- „Zastavení není na trati povoleno“. OBU zabrání použití nouzové brzdy pro cestující.
- „Radiová odmlka“ (Radio Hole). Této funkce se využívá v oblastech se špatným pokrytím signálu GSM-R. OBU přestane dohlížet a pokoušet se o opětovné navazování komunikace s RBC do doby, než vlak vyjede z této oblasti.
- „Změna trakčního napětí“. Strojvedoucí nebo OBU přepne na jiný trakční systém na hnacím vozidle z důvodu jiného typu trakčního napájení.
- „Stáhnout/zvednout sběrač“. V úsecích tratě, kde je to nařízeno.
- „Změna maximálních limitů pro odebíraný proud“. Úprava této hodnoty na hnacím vozidle.
- „Zavření klimatizace“. OBU uzavře klimatizační jednotku všech osobních vozů. Při vjezdech do tunelů vzniká totiž drobný přetlak, který mohou někteří cestující pociťovat jako diskomfort. Přepnutím na vnitřní cirkulaci vzduchu lze tento jev omezit.

- „Big Metal Masses“ (Velké ocelové konstrukce). V případě výskytu například ocelových mostů nebo jiných železných konstrukcí, bude OBU ignorovat výstrahy o neúplnosti přenášených zpráv z balíz a zároveň vypne energetický signál pro jejich napájení. Tento stav bude trvat do doby, než vlak vyjede z této oblasti.
- „Vypni rekuperační brzdění“. Strojvedoucí nebo OBU vypne rekuperační brzdu, pokud je jí hnací vozidlo vybaveno.
- „Vypni napájení vířivé servisní brzdy“. Příkaz vypnutí tohoto typu brzdy, je-li jím hnací vozidlo vybaveno.
- „Vypni napájení vířivé nouzové brzdy“. Příkaz vypnutí tohoto typu brzdy, je-li jím hnací vozidlo vybaveno.
- „Vypni kolejnicovou brzdu (Shoe Brake)“. Příkaz vypnutí tohoto typu brzdy, je-li jím hnací vozidlo vybaveno.
- „Zajištění výstupu cestujících“. OBU umožní otevření dveří pro cestující na správné straně soupravy, případně aktivuje schody s ohledem na výšku nástupiště.

### 2.7.2 Text Transmition

V některých případech je dobré informovat strojvedoucího o situaci na trati pomocí krátkých zpráv. Například o prováděné opravě vedlejší traťové koleje, výskytu pracovních čet, oznámení o blížící se železniční stanici, nefunkčním návěstidla atd.. Zprávy jsou rozděleny do dvou skupin rozdělených podle důležitosti svého obsahu.

Prvním typem jsou doplňkové zprávy a informace, které jsou zobrazovány strojvedoucímu na jeho pultu DMI. V případě příchodu několika zpráv najednou, jsou tyto zprávy seřazeny v pořadí v jakém na OBU přišly. Tento typ zprávy slouží zejména k informování o méně důležitých událostech, například o blížící se železniční stanici, tunelu atd..

Druhým typem jsou důležité zprávy a sdělení. Vzhledem ke své naléhavosti je tento typ zpráv upřednostňován před běžnými zprávami a jsou strojvedoucím

zobrazovány vždy přednostně. Většina těchto zpráv požaduje zpětné potvrzení od strojvedoucího (definuje proměnná M\_ACK), který svým souhlasem, dává RBC na srozuměnou, že danou zprávu četl. Pokud neodpoví, může v závislosti na povaze zprávy jednotka OBU zastavit vlak.

Poslaná textová zpráva obsahuje:

- Typ zprávy „Doplňková/Důležitá“ (Auxiliary/Important).
- Samotný text sdělení, případně pořadové číslo zprávy. OBU zná několik předdefinovaných zpráv, které jsou, v případě příjmu pořadového čísla zprávy, vybrány z paměti a zobrazeny strojvedoucímu. Jazyková verze předdefinovaných zpráv musí být vždy minimálně v anglickém jazyce, volitelně pak v jazyce provozovatele drážního vozidla.
- Podmínky pro spuštění zprávy.
- Podmínky pro konec zobrazení zprávy.
- Zda je nutné potvrzení o přečtení od strojvedoucího.

Je na uvážení každého provozovatele dráhy do jaké míry bude nutit strojvedoucí odvádět pozornost od vedení vlaku a čtení textových zpráv. Každý provozovatel dráhy si musí určit do jaké míry a které nezbytné informace budou železničním vozidlům takto poskytovat. Náš provozovatel dráhy SŽDC již vydala specifikace a požadavky na konkrétní podobu zasílaných zpráv, ty jsou součástí publikace Implementace ERTMS/ETCS L2 – na české části Koridoru E - Technické požadavky [5].



## **3 ANALÝZA APLIKACE ETCS VE VZTAHU KE STÁVAJÍCÍM STACIONÁRNÍM ZABEZPEČOVACÍM SYSTÉMŮM**

K popisu systému ETCS a jeho aplikace na současné zabezpečovací systémy jsem použil metody UML a vývojových diagramů, pomocí nichž jsem stanovil významová data, které je nutné přenášet pro bezpečný dohled vlaků.

Pro budoucí analýzu je nutné rozdělit aplikaci ETCS L2 na dvě kategorie. Jednosměrná a obousměrná varianta komunikace stavědlo (IXL) – RBC.

U jednosměrné komunikace je RBC připojeno ke stavědlu tak, že informační tok aplikačních dat jde pouze jedním směrem a to ze stavědla do RBC, RBC nijak nezasahuje do činnosti stavědla a jeho funkce je převádět povely stavědla do jazyka ETCS, zasílat patřičné zprávy vlakům a dohlížet nad jejich bezpečnou jízdou.

Naopak u obousměrné komunikace je umožněno RBC nejen primárně přijímat povely ze stavědla, ale v některých situacích se i podílet na řízení dopravy. Při určitých situacích, například při rušení neprojeté JC, je stavědlem dotazováno na uskutečnění této operace, RBC pak na základě aktuální polohy vlaků a dalších okolnostech povolí nebo naopak zakáže stavědlu danou operaci provést. RBC v těchto situacích slouží jako neopomenutelný rozhodovací element systému.

### **3.1 Analýza základních typových částí topologie kolejíště a JC**

Kolejiště se skládá z řady prvků, například z výhybek, výkolejek, kolejových úseků a návěstidel. Pomocí výhybek a výkolejek (jejich poloh, stavů aj.) se přesně definuje provedení a profil každé jízdni cesty v dopravně. Kompletní přehled všech možných jízdni cest, včetně jejich přesného provedení, je vždy uvedeno v závěrové tabulce dané dopravně.

Jízdni cesta je tedy část tratě, která je vyhrazena pro jízdu právě jednomu konkrétnímu drážnímu vozidlu. Rozlišujeme dva typy jízdni cest: *vlaková cesta* a *posunová cesta*.

### **3.1.1 Vlaková cesta VC**

Vlaková cesta, dále jen VC, je určena pouze pro jízdu vlaků a umožňuje jim bezpečný pohyb v dopravnách s kolejovým rozvětvením. VC je většinou ohraničena hlavními návěstidly, jedno na jejím začátku (informuje o možnosti vjezdu do vlakové cesty a rychlostních omezeních) a další na jejím konci (zakazující další jízdu). VC dále tvoří již jmenované výhybky, výkolejky, a běžné kolejové úseky (bez pohyblivých prvků). Pouze v případě, že budou veškeré tyto prvky ve VC dostupné, pod závěrem, výhybky a výkolejky budou ve správných polohách a budou splněny další nutné podmínky, smí být postavena vlaková cesta a vydána dovolující návěst na návěstidle na začátku VC. Podrobnější popis a analýza byla provedena již v ročníkovém projektu II [13].

### **3.1.2 Posunová cesta PC**

Posunová cesta, dále jen PC, je jízdní cesta určená pro speciální akce uskutečňované většinou v dopravnách z důvodu organizace žel. dopravy, např. sestavování vlaků, výměny vozů a jiné operace. Posun je tedy ze zabezpečovacího hlediska svým charakterem značně odlišný od jízdy vlaků. Během posunu se mění počet vozů, posunový díl může být sunut a častá je i změna směru jízdy. Zejména první a druhá vlastnost jsou důvodem, proč dnes ani nelze pomocí ETCS L2 zabezpečit posun v takové míře jako pohyb vlaků. Úloha zabezpečit posun zůstává i při aplikaci ETCS L2 stejně jako doposud na stávajícím stacionárním zabezpečovacím zařízení a na dopravních zaměstnancích. Systém ETCS L2 může bezpečnost posunu zvýšit pouze omezeně. Z tohoto důvodu je v této práci a analýzách kladen důraz převážně na vlakové cesty.

Zabezpečení posunu v ETCS spočívá v kontrole rychlosti a dohledu, zda se vozidlo nenachází mimo oblast vyhrazenou pro posun (vozidlo obdrží seznam balíz v posunové cestě a v případě minutí jiné BG vozidlo zastaví).

## **3.2 Popis vlastností ETCS metodou vývojových diagramů**

Popisem vlastností ETCS pomocí vývojových diagramů jsem se z části zabýval již v ročníkové projektu II [13]. V této práci byla provedena podrobná analýza zejména rušení VC včetně navrhovaných řešení tohoto problému. Z těchto výsledků jsem pochopitelně vycházel i při celkové analýze principů stavění a rušení VC.

### **3.2.1 Jednosměrná komunikace IXL – RBC**

#### **3.2.1.1 Stavění VC**

V této variantě implementace RBC, kde jde informační tok z hlediska aplikačních dat pouze jedním směrem, se situace nijak od současného stavu neliší. Při jakékoliv operaci stavědla, tedy i stavění VC, se po dokončení stavění VC a po rozsvícení dovolující návěsti na jejím začátku, přenese do RBC patřičná zpráva informující logiku RBC o postavené JC. RBC tuto informaci zaznamená, stanoví MA a zašle jej spolu s dalšími podpůrnými daty na vozidlo.

#### **3.2.1.2 Rušení VC**

V případě rušení VC je situace obdobná. Například při vydání povelu k rušení již postavené např. vjezdové vlakové cesty převezme RBC tuto informaci ze stavědla, přesune dosavadní EOA tzv. „natvrdo“ k vjezdovému návěstidlu dopravní a pošle vlaku podmíněnou nouzovou zprávou o zastavení č. 15 (kap. 2.4 str. 22, obr. 8 str. 23). Situace rušení VC je znázorněna na obr. 13 str. 36.

Bezpečnost je závislá především na třech činitelích: *dostatečně dlouhé době zpoždění rušení VC* při obsazení rozhodného úseku (VC – 180 s; PC – 60 s), na *dostatečně dlouhém rozhodném úseku*, který je minimálně tak dlouhý, jak je dlouhá zábrzdňá vzdálenost nejhůře brzdících vozidel (160 km/h – 2000 m). a na *dostatečně krátkém časovači* sekce MA (T\_SECTIONTIMER kap. 2.1.4.1, kap. 4.3).

Rozhodný úsek je, podle analýzy v ročníkovém projektu II [13], nutné u jednosměrné varianty komunikace prodloužit o jistý úsek „s“ (vzorec 3.1 níže) tak, aby i v případě výpadku komunikace vozidla s RBC v těsné blízkosti rozhodného úseku, měl vlak dostatek času na vyhodnocení ztráty komunikace (vypršení časovače T\_SECTIONTIMER kap. 2.1.4.1) a zastavení ještě před návěstidlem

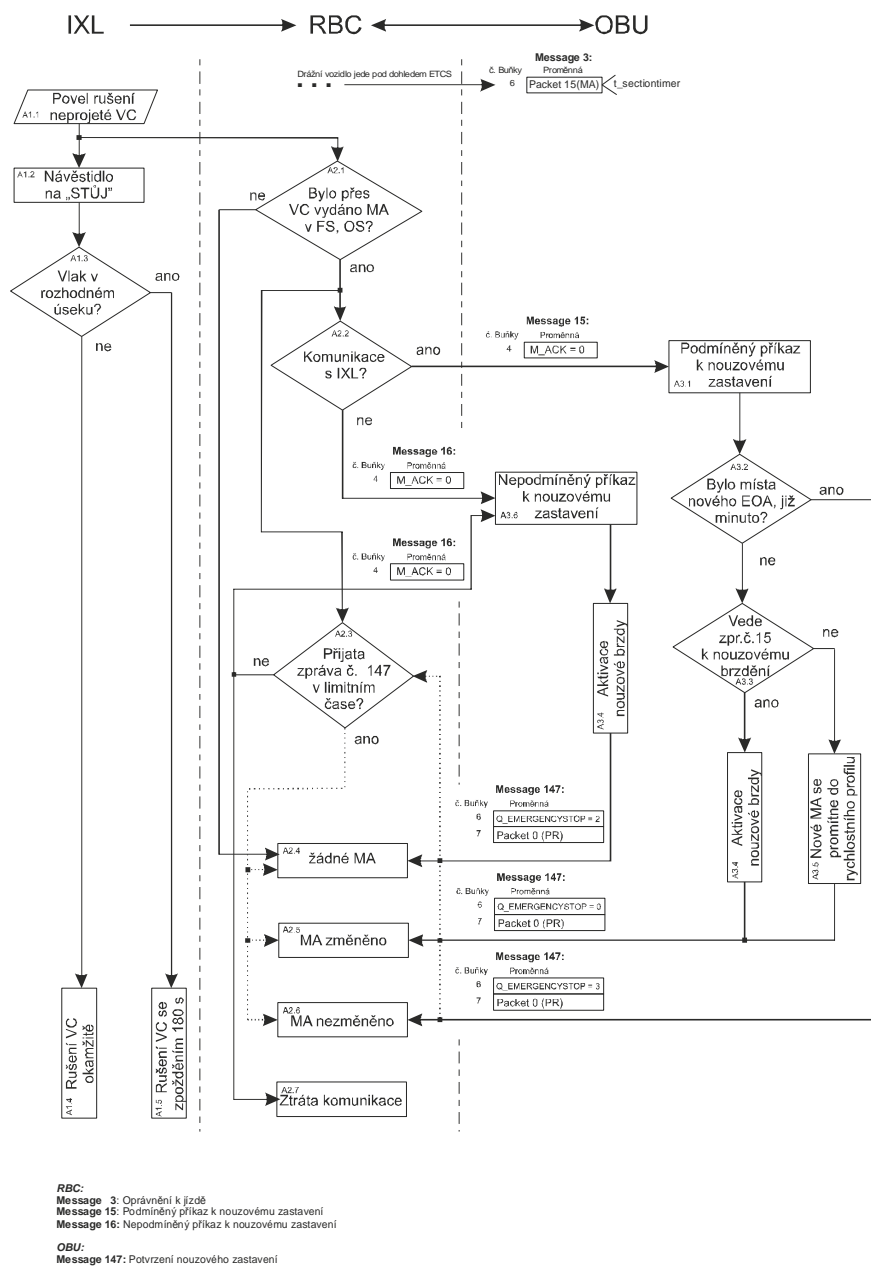
rušené JC. Prodloužení tohoto úseku bohužel vede ke zvýšení četnosti rušení vlakových cest se zpožděním a tím i k určitému snížení dostupnosti zhlaví stanice. Vzorec na stanovení přídatného úseku je následující:

$$s = V_{\max} \cdot T\_SECTIONTIMER / 3,6 \quad (3.1)$$

Kde:  $s$  Přídatná délka k rozhodnému úseku (m)

$V_{\max}$  Maximální povolená rychlost v rozhodném úseku (km/h)

$T\_SECTIONTIMER$  Délka časovače v rušené sekci MA (kap. 4.3.1) (s)



obr. 13 Rušení neprojeté VC – jednosměrná komunikace IXL – RBC

Podrobný popis obr. 13 včetně popisu jeho jednotlivých částí je na konci této práce (Příloha č. 2).

### **3.2.2 Obousměrná komunikace IXL – RBC**

V případě obousměrné komunikace, kde je možné zasílat aplikační data oběma směry, lze RBC začlenit do určitých rozhodovacích procesů stavědla, a tím zlepšit současné poměry, např. zvýšit dostupnost zhlaví stanice, zmenšit počet rušení JC se zpožděním na minimum a mnoho další vylepšení, a to díky spolupráci všech členů v řetězci IXL - RBC - OBU.

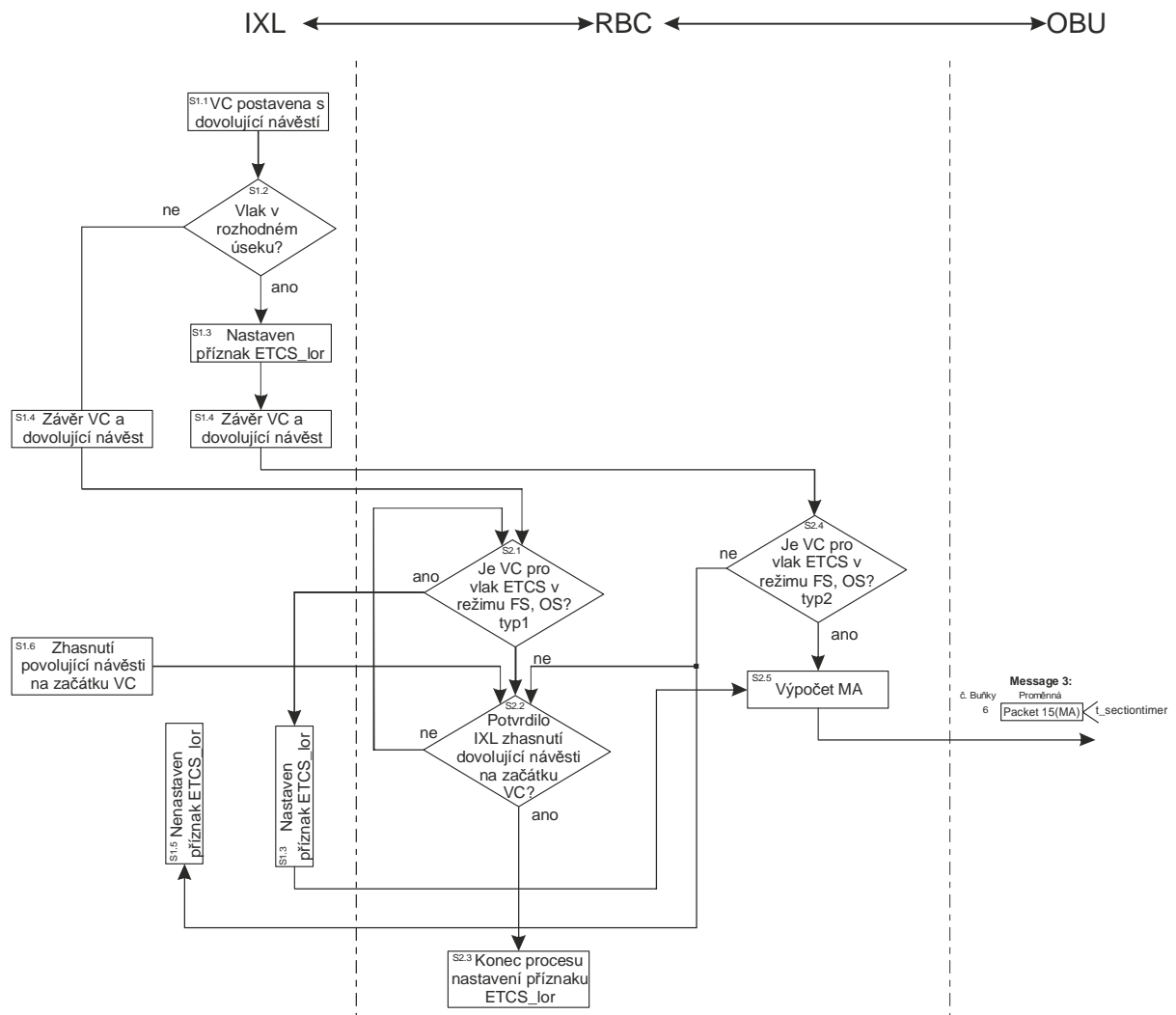
#### **3.2.2.1 Stavění VC - Příznak ETCS\_lor**

Příznak ETCS\_lor (lor – locking of route) se přiřazuje jako jeden z atributů k těm vlakovým cestám, které jsou pro vlaky ETCS. Informuje totiž stavědlo o skutečnosti, že postavená VC je pro vozidlo ETCS v režimu dohledu FS nebo OS. Tento příznak se zavedl, aby bylo možné urychlit vydávání MA z RBC a také, aby bylo možno zabránit zbytečnému omezování provozu tím, že se bude, v případě ztráty komunikace IXL – RBC, závěr jakékoliv neprojeté vlakové cesty rušit vždy se zpožděním. Tento poznatek vyplývá z analýzy v ročníkovém projektu II [13]. Koncept příznaku ETCS\_lor vychází z publikace [4].

Nastavení, či smazání příznaku podléhá zvláštním pravidlům, neboť ho nastavuje nejen primárně RBC, ale za jistých okolností i samotné stavědlo.

RBC nastaví příznak, pokud bylo vlaku vydáno MA a OBU dohlíží nad jízdou v režimu FS nebo OS (obr. 22, str. 53; obr. 26, str. 57). Druhý kdo může příznak nastavit je za jistých okolností i stavědlo (obr. 14, str. 38; obr. 22, str. 53; obr. 26, str. 57). To smí nastavit příznak v případě, že při stavění vlakové cesty se již vlak nachází v jejím rozhodném úseku (je obsazen kolejový obvod). Jedná se o funkční vylepšení, které neovlivňuje bezpečnost, pouze urychluje vydání MA z RBC vozidlu. Pokud RBC zjistí, že je v této situaci příznak ETCS\_lor nastaven zbytečně, přikáže stavědlu jeho zrušení. Princip stavění VC a nastavení příznaku v součinnosti s RBC je na obr. 14, jeho podrobný popis je uveden v přílohách na konci práce (Příloha č. 3).

Zrušení nastavení příznaku ETCS\_lor pak může nastat současně se zánikem dané VC (maže stavědlo), nebo pokud tak určí RBC, a to na základě informací z vlaku, který přešel na režim dohledu jiný než FS, OS.



obr. 14 Stavění VC – obousměrná komunikace - Nastavení příznaku ETCS\_lor

### 3.2.2.2 Rušení VC

Princip kooperativního krácení MA (obr. 15, str. 40) při rušení VC je následující. Pokud obsluha stavědla vydá povel k rušení VC, zašle stavědlo dotaz na RBC, zda VC může zrušit. RBC okamžitě odešle příslušnému vlaku žádost o zkrácení MA (zpráva č. 9) spolu s novým MA. OBU na základě nové polohy konce EOA a svých brzdných schopností vyhodnotí, zda nové MA přijme nebo nikoliv.

Pokud je nový konec dostatečně vzdálen od čela vlaku, vlak je schopen do tohoto místa dobrzdit provozní brzdou, přijme toto nové MA a vyrozumí o této skutečnosti RBC zprávou č. 137. RBC pak na základě této zprávy dovolí IXL zrušit VC bez zpoždění.

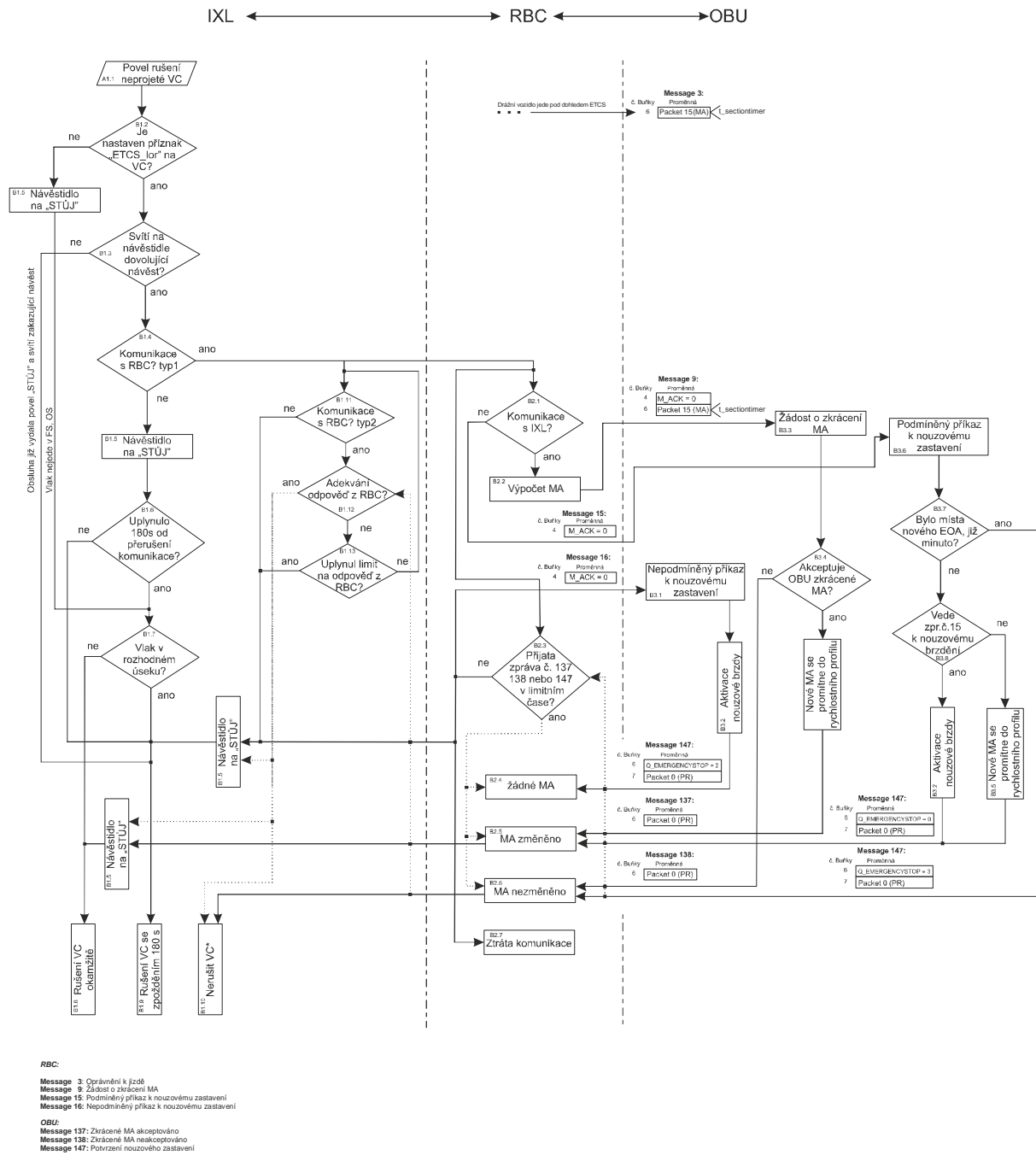
Pokud je však nový konec MA příliš blízko, vlak by nedokázal dobrzdit provozní brzdou a vlastně by přešel do rušené VC, není nutné takto rozjetý vlak nutit do nouzového brzdění. Vlak se totiž v této situaci nachází již tak blízko, že rušení VC probíhá jednak se zpožděním a také při nevyhnutelném obsazení prvního úseku této VC se okamžitě ukončí její rušení a VC zůstane pod závěrem. V tomto případě nebude OBU akceptovat zkrácené MA a bude se nadále řídit původním. O této skutečnosti vyrozumí vlak svoji RBC zprávou č. 138 a RBC pak přikáže IXL ukončit rušení VC a ponechat dovolující návěst pro tuto VC.

Pokud dojde k přerušení komunikace IXL – RBC a obsluha stavědla bude chtít zrušit VC, dojde k porovnání, zda je rušená VC určena pro vlak jedoucí pod dohledem ETCS. Pokud vlak jede pod dohledem ETCS v režimu FS nebo OS bude také u jeho přidělené VC nastaven příznak ETCS\_lor (kap. 3.2.2.1). Pokud je příznak přítomen u VC a výpadek komunikace nastal v době kratší než 180 vteřin od povelu rušení, musí se VC rušit pouze se zpožděním. Je-li přerušení od výpadku komunikace delší než 180 vteřin, vyvodili již všechny systémy a vozidla bezpečnou reakci a je možné pokračovat v rušení standardním postupem podle obsazenosti rozhodného úseku. Není-li příznak nastaven (nejedná se o vlak pod dohledem ETCS v FS nebo OS režimu) bude se VC rušit také současným způsobem podle obsazenosti rozhodného úseku.

V případě přerušení komunikace RBC – OBU, kdy není zaveden příznak ETCS\_lor nebo uplynulo již více než 180 s od výpadku komunikace, je bezpečnost zajištěna shodně jako u jednosměrné komunikace na třech činitelích: *dostatečně dlouhé době zpoždění rušení VC* při obsazení rozhodného úseku (VC – 180 s; PC – 60 s), na *dostatečně dlouhém rozhodném úseku*, který je minimálně tak dlouhý, jak je dlouhá zábrzdňá vzdálenost nejhůře brzdících vozidel (160 km/h – 2000 m). a na *dostatečně krátkém časovači* sekce MA (T\_SECTIONTIMER kap. 2.1.4.1, kap. 4.3).

Podrobnější analýza byla již provedena v ročníkovém projektu II [13]

Oproti jednosměrné komunikaci se zde nemusí prodlužovat rozhodný úsek, snižuje se počet rušení vlakových cest se zpožděním a tím se i zvětšuje dostupnost zhlaví stanice. Jedná se tak o velice výhodou variantu implementace, která by měla mít přednostní místo ve všech stanicích.



obr. 15 Rušení neprojeté VC – obousměrná komunikace IXL – RBC

Popis jednotlivých částí na obr. 15 je v přílohách na konci práce (Příloha č. 4).



### **3.3 Využití UML při řešení zadaného problému**

UML (Unified modeling language) je způsob jak přehledně zapsat a analyzovat sledované systémy. V softwarovém inženýrství je používán jako grafický nástroj pro modelování, vizualizaci, navrhování a dokumentaci softwarových produktů, lze ho však s úspěchem využít také při analýze řady jiných nepočítačových úloh.

UML bylo standardizováno v roce 1997 a nahradilo velké množství standardů, které se do té doby používaly. V roce 2004 byla standardizována již verze 2.0, pomocí které jsou vytvořeny veškeré diagramy v této diplomové práci. V blízké době lze očekávat i nástupce současné verze, verzi 2.1.

Modelovací jazyk UML umožňuje modelovat jak jednoduché, tak i složité aplikace pomocí stejných nástrojů, principů a výstupy z něj lze velmi dobře použít v dalších metodách vývoje a tvorby softwaru. UML obsahuje desítky různých typů diagramů, které jsou velmi srozumitelné, a to například i pro samotné zadavatele neprofesionály. Jednotlivé grafické modely nezachycují navrhovaný systém jako celek, ale zaměřují se vždy právě na jeden pohled či problém ve vyvíjeném systému.

Popis jednotlivých diagramů UML a mnou použitých modelovacích metod je v následujících kapitolách, vždy včetně konkrétního příkladu k ETCS. Popis vybraných diagramů z této analýzy je uveden v kap. 3.4. Kompletní přehled všech diagramů vytvořených metodami UML je v přílohách na konci této diplomové práce (Příloha č. 5 - Příloha č. 11).

#### **3.3.1 Diagram případů užití**

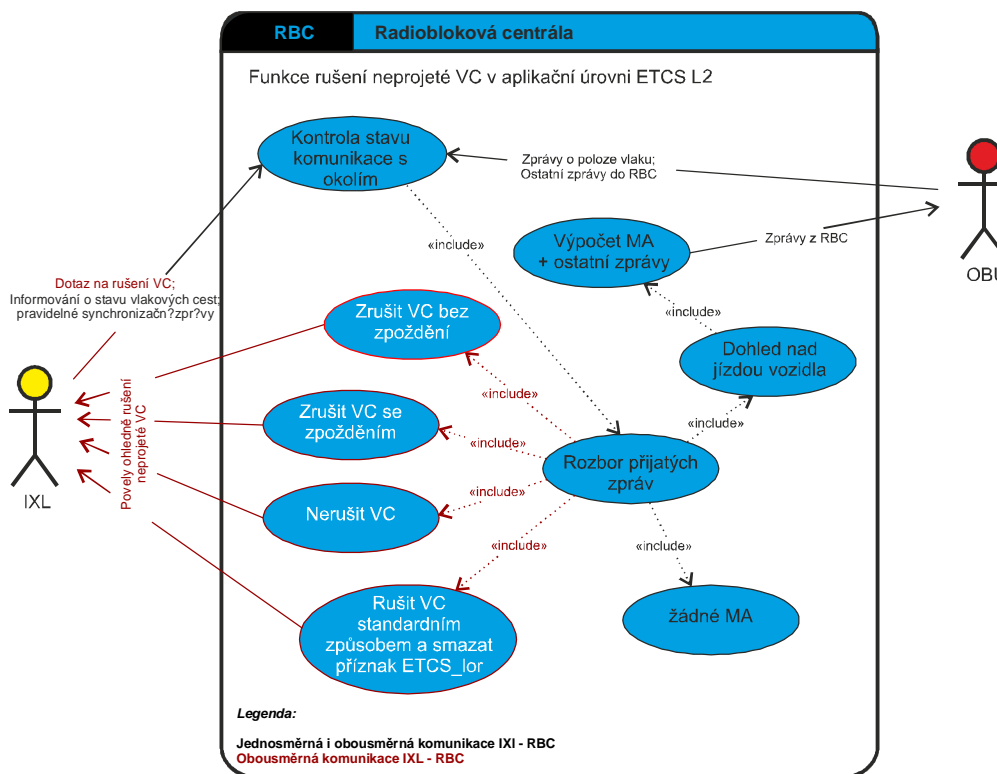
Diagram případů užití (Use Case Diagram), nebo častěji používaný slovní popis případů užití, se využívají k prvotnímu popisu a seskupení nutných informací o sledovaném systému. Pomocí této techniky se v počátcích analýzy stanoví, co má daný systém dělat a co je od něj očekáváno. Na jejich základě je pak možné provádět další kroky UML modelování. U analýzu aplikace ETCS jsem přistoupil k alternativnímu popisu pomocí vývojových diagramů namísto scénářů případů užití (obr. 14 Stavění VC – obousměrná komunikace - Nastavení příznaku ETCS\_lor, str. 38; obr. 15 Rušení neprojeté VC – obousměrná komunikace IXL – RBC, str. 40; obr. 13 Rušení neprojeté VC – jednosměrná komunikace IXL – RBC, str. 36).

Jako příklad diagramu případu užití může sloužit prvotní návrh popisu ETCS na obr. 16 str. 43, kde je zachycen popis radioblokové centrály (RBC). Tento diagram je proveden pro dvě varianty - obousměrné a jednosměrné komunikace mezi IXL – RBC.

Do systému RBC vstupují dva typy aktérů, stavědlo (IXL) a palubní počítač drážního vozidla (OBU). V rámci jedné RBC může být vnějších aktérů hned několik. Počet IXL se odvíjí podle pevně připojených stavědel k RBC pomocí datové přenosové sítě (jako u dálkového ovládní), počet drážních vozidel je naopak proměnlivý a odpovídá momentálně se vyskytujícím vlakům v oblasti dohledu RBC.

Stavědlo do systému vstupuje skrze povely vydávané obsluhou pomocí obslužného pracoviště ovládající dané stavědlo. Do RBC zasílá stavědlo informace o stavu jednotlivých jízdních cest, synchronizační zprávy a další informace nutné pro vytvoření obrazu aktuálního dění v dopravně, které RBC potřebuje k výpočtu MA a dohledu drážních vozidel v této oblasti.

Druhým aktérem je drážní vozidlo, konkrétněji jeho palubní počítač OBU, do kterého RBC zasílá zprávy, podle kterých pak OBU dohlíží, zda se strojvedoucí řídí v mezích vydaného povolení k jízdě MA a dodržuje povely ostatních zabezpečovacích systémů. Komunikační metodou mezi OBU a RBC jsou zprávy zasílané radiovou cestou GSM\_R.



obr. 16 Diagram případů užití pro RBC v systému ETCS L2

### 3.3.2 Diagram tříd

Diagram tříd (Class Diagram) popisuje statickou strukturu systému, znázorňuje jeho jednotlivé dílčí části (třídy) a souvislosti mezi nimi. Každá třída představuje jednotlivé funkční struktury, které jsou popsány svými atributy a operacemi, které v daném systému provádí. Vhodným doplňkem diagramu tříd jsou stavové diagramy (kap. 3.3.4) jeho jednotlivých částí. Tyto dvě metody umožňují snazší pochopení co který prvek v systému dělá a jaké sousední objekty svoji činností ovlivňuje.

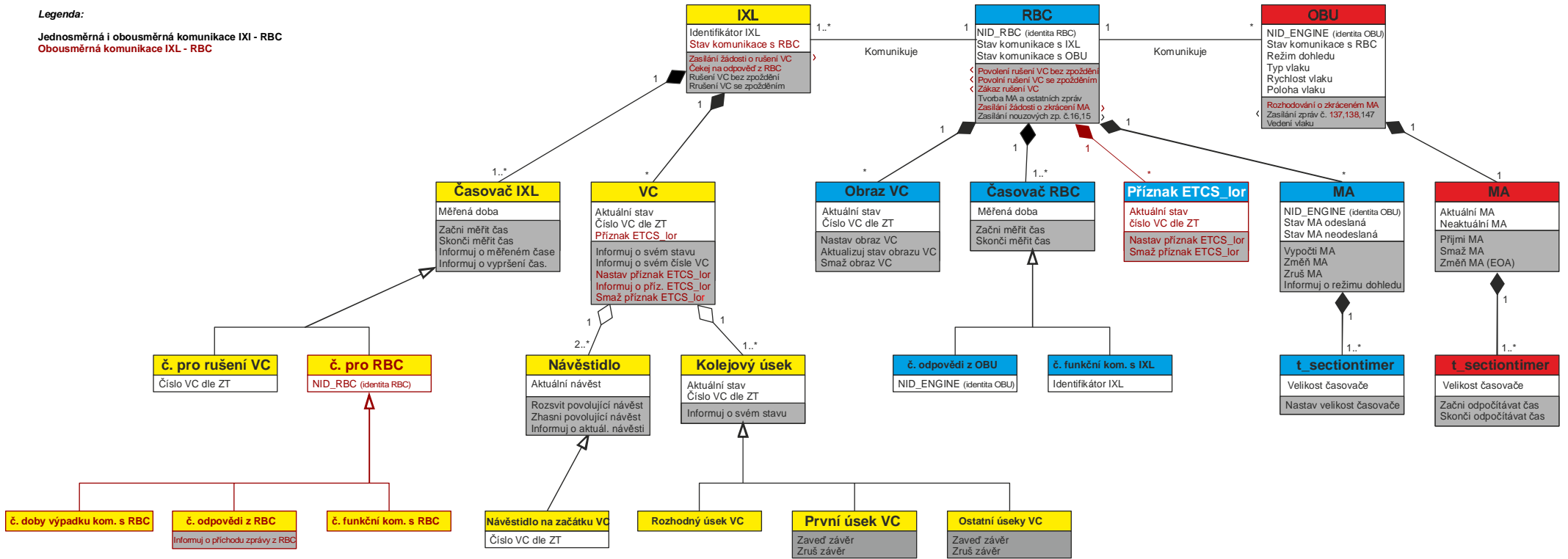
Diagram tříd pro systém ETCS L2 je znázorněna na obr. 17. Barevné provedení je voleno tak, aby bylo na první pohled patrné, které třídy a související podtřídy („podtřídy“) kam patří. Žluté provedení odpovídá všem objektům a třídám tvořící stavědlo IXL. Modrá barva reprezentuje třídy RBC a červená pak jednotku OBU na drážním vozidle.

Každá uvedená třída má vždy stanoven ještě minimálně jeden svůj stavový diagram (kap. 3.3.4), ty jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 9 - Příloha č. 11).

### 3 Analýza aplikace ETCS ve vztahu ke stávajícím stacionárním zabezpečovacím systémům

**Legenda:**

Jednosměrná i obousměrná komunikace IXL - RBC  
**Obousměrná komunikace IXL - RBC**

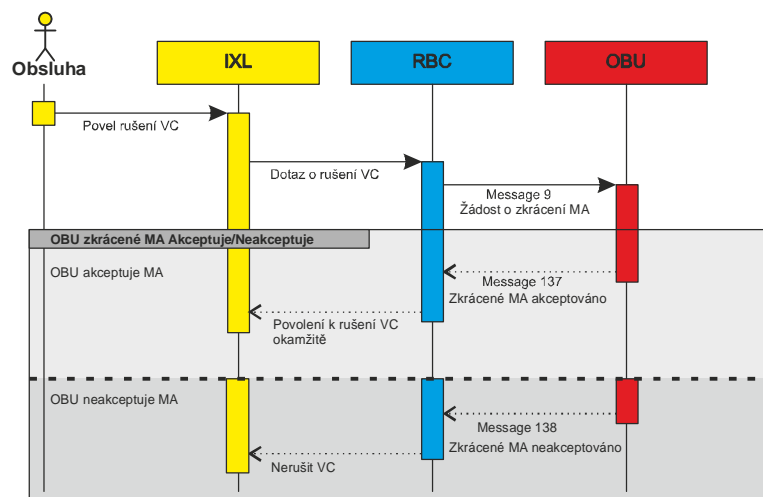


obr. 17 Diagram tříd systému ETCS L2

### 3.3.3 Sekvenční diagram

Sekvenční diagram (Sequence Diagram) popisuje interakci mezi jednotlivými objekty systému v závislosti na čase. Jedná se v podstatě o grafický náhled na spolupráci mezi jednotlivými částmi (třídami) systému v rámci jednoho případu užití v tomto případě tedy v rámci části vývojového diagramu. Pro popis chování jednoho objektu napříč více případy užití se používají stavové diagramy (kap. 3.3.4).

Na obr. 18 je znázorněn sekvenční diagram pro případ rušení neprojeté VC v systému ETCS L2 pro obousměrnou komunikaci IXL – RBC. Na horizontální ose jsou zobrazeni všichni aktéři v komunikačním řetězci. Vertikální osa představuje čas, který plyne od shora dolů. Měřítko času není rozhodující, pouze dokresluje představu plynoucího času a aktivitu jednotlivých členů v řetězci.



obr. 18 Sekvenční diagram rušení neprojeté VC v systému ETCS L2, obousměrná komunikace IXL – RBC

Další vybrané sekvenční diagramy, včetně detailního popisu interakcemi mezi jednotlivými třídami systému, jsou uvedeny v přílohách na konci diplomové práce. Zde je stručný seznam:

- Rušení VC: Vlak je/není ETCS (Příloha č. 5) (Pozn. modré šipky bez textu znamenají periodické zprávy z RBC )
- *Rušení VC: Dotaz o zkrácení MA* (Příloha č. 6); (Pozn. modré šipky bez textu znamenají periodické zprávy z RBC, žluté periodické zprávy z IXL)
- *Rušení VC: Ztráta kom. IXL – RBC* (Příloha č. 7)
- *Rušení VC: Ztráta kom. RBC – OBU* (Příloha č. 8)

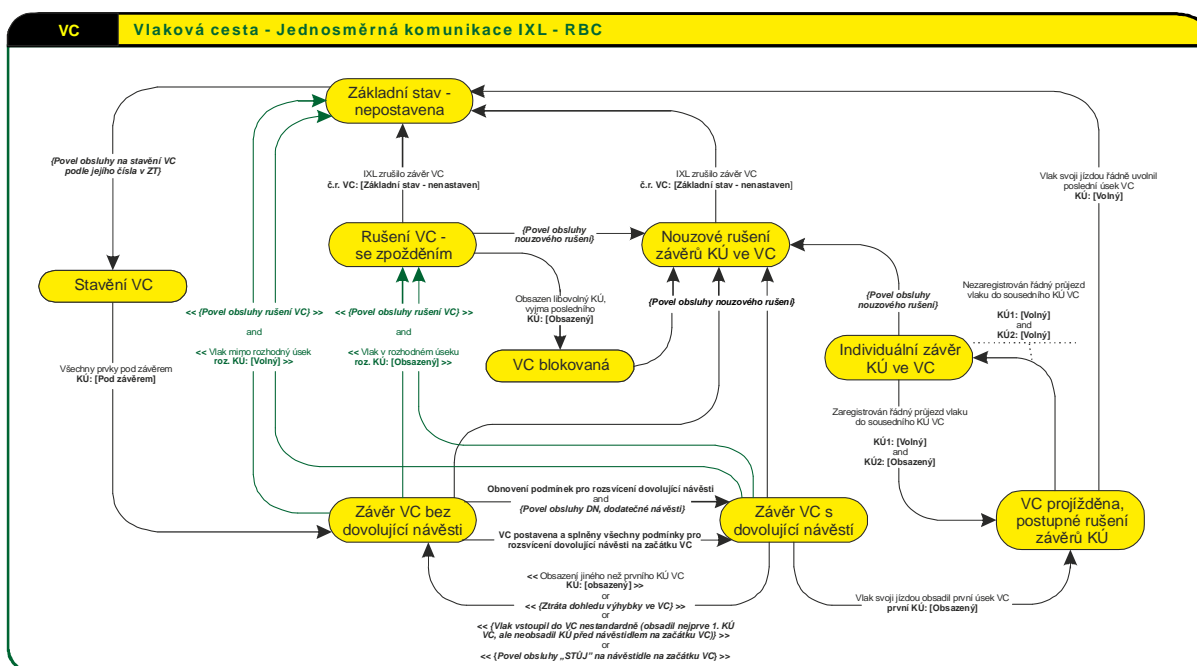
### 3.3.4 Stavový diagram

Podle rozdělení dle diagramu tříd (kap. 3.3.2) je vhodné u jeho jednotlivých částí (tříd) definovat i jejich stavové diagramy (State Machine Diagram). Pomocí nich lze znázornit chování a dynamiku systému. Tyto diagramy popisují všechny možné stavy, ve kterých se daný objekt, třída resp. atribut třídy může nacházet po dobu své činnosti. Tento diagram UML tedy modeluje chování napříč všemi případy užití a zároveň znázorňuje, jak se stavy jednotlivých objektů mění v závislosti na událostech, které se dějí okolo nich.

Základními stavebními kameny stavových diagramů jsou tedy jednotlivé *stavy systému*, (definované v jednotlivých buňkách) a *přechody* mezi nimi. K přechodu mezi stavy může dojít pouze v případě jisté události znázorněné na hraně tohoto přechodu.

Jednotlivé stavy systému lze charakterizovat tak, že se jedná o konkrétní situaci, které nastávají při splnění jistých podmínek. Během takové situace se systém nachází ve stavu, kdy vyhovuje nějaké podmínce, realizuje konkrétní operaci nebo čeká na příchod jiné události.

Výstup této metody je pro názornost uveden na obr. 19. Jedná se o popis současného stavu VC a zároveň také o popis modelu VC užitý u jednosměrné komunikace IXL – RBC. Jeho popis je uveden v kap. 3.2.1.



obr. 19 Stavový diagram VC v IXL, jednosměrná komunikace IXL – RBC

Další stavové diagramy jednotlivých částí systému ETCS L2, rozdělené podle diagramu tříd (kap. 3.3.2; obr. 17, str. 44), jsou uvedeny v příloze na konci práce. Zde je stručný seznam:

- Stavové diagramy IXL (Příloha č. 9)
- Stavové diagramy RBC (Příloha č. 10)
- Stavové diagramy OBU (Příloha č. 11)

### 3.3.5 Diagram aktivit

Diagramy aktivit (Activity Diagrams) zobrazují celkovou představu spolupráce jednotlivých dílčích částí systému. Zobrazují přehledně sled sekvenčních a paralelních dějů, tak jako například vývojové diagramy. Diagramy aktivit jsou v podstatě přepisy stavových diagramů kap. 3.3.4, lze tedy mezi těmito typy nalézt řadu shodných zápisů a podobnou terminologii.

Vzhledem k tomu, že předešlá analýza vývojovými diagramy (kap. 3.1) obsahuje stejně jako diagramy aktivit, prvky plaveckých drah, rozhodl jsme se, namísto nich využít již jednou odvozené vývojové diagramy. Tyto diagramy popisují jak stavění VC (obr. 14, str. 38), tak i její rušení (obr. 13 - jednosměrná komunikace, str. 36; obr. 15 - obousměrná komunikace, str. 40).

### **3.4 UML - popis stavových diagramů**

Jedním z velice názorných výsledků analýzy UML jsou stavové diagramy (kap. 3.3.4) jednotlivých částí systému rozdělených podle diagramu tříd na obr. 17 str. 44. Vybrané stavové diagramy jsou rozděleny do kapitol podle toho, do jaké části systému patří, zda se jedná o součást stavědla, RBC nebo OBU. Zbytek těchto diagramů je uveden v příloze na konci dokumentu (Příloha č. 9 - Příloha č. 11). Pro jasnější pochopení pozdějších zápisů použitých ve stavových diagramech je nutné rozlišit čtveřici možných typů přechodů mezi jednotlivými stavy uvnitř každého diagramu.

#### **3.4.1 Popis zvolené syntaxe**

Prvním typem přechodu je vnější podnět nebo událost, která se přihodila mimo sledovaný systém, například povely obsluhy stavědla. Takováto podmínka je formátována tučnou kurzívou a je ohraničena složenými závorkami takto: „***{Povel obsluhy na stavění VC podle jejího čísla v ZT}***“.

Druhým typem přechodu je vnitřní událost nebo podnět. Jedná se o situaci, kdy jiná třída, nebo element systému, přejdou do jiného stavu. Jedná se například o obsazení kolejového úseku a identifikováním tohoto stavu jinou třídou, konkrétně třídou kolejového úseku. Takovýto typ podmínky je v obrázku vždy uveden slovním popisem události a tučně je vyznačeno, která třída/element a přesně který její stav tento přechod způsobil. U zmíněné situace obsazení kolejového úseku bude tato podmínka vypadat takto: „**Vlak svoji jízdou obsadil první úsek VC, první KÚ: [Obsazený]**“.

Třetím typem přechodu je taktéž vnitřní událost, avšak tato událost nebo podnět nastaly uvnitř jedné sledované třídy, nikoliv jako předchozí typ u třídy jiné. Například vypršení časovače je v obrázku uvedeno slovním popisem a naformátováno kurzívou. Pro zmíněný časovač bude jeho vypršení, tedy podmínka přechodu do jiného stavu uvedena takto: „*Časovač vypršel*“.

Posledním čtvrtým typem přechodu jsou podmínky, které nastaly taktéž na podnět uvnitř sledovaného systému, nejsou však v rámci analýzy blíže popsány. Například situace zaslání zprávy do sousedního systému, třeba dotaz o rušení VC na



RBC. Tyto události (podmínky) jsou uvedeny slovním popisem a naformátovány tučně: „**IXL odeslalo zprávu do RBC**“.

V podmínkách přechodů mezi stavy je možné narazit i na složitější logické popisy. V obrázcích se tedy vyskytují logické operátory *and* a *or* a u složených logických výrazů je pak použito pro oddělení jednotlivých podmínek toto formátování: << logický výraz 1 >> and/or << logický výraz 2 >>.

### 3.4.2 IXL

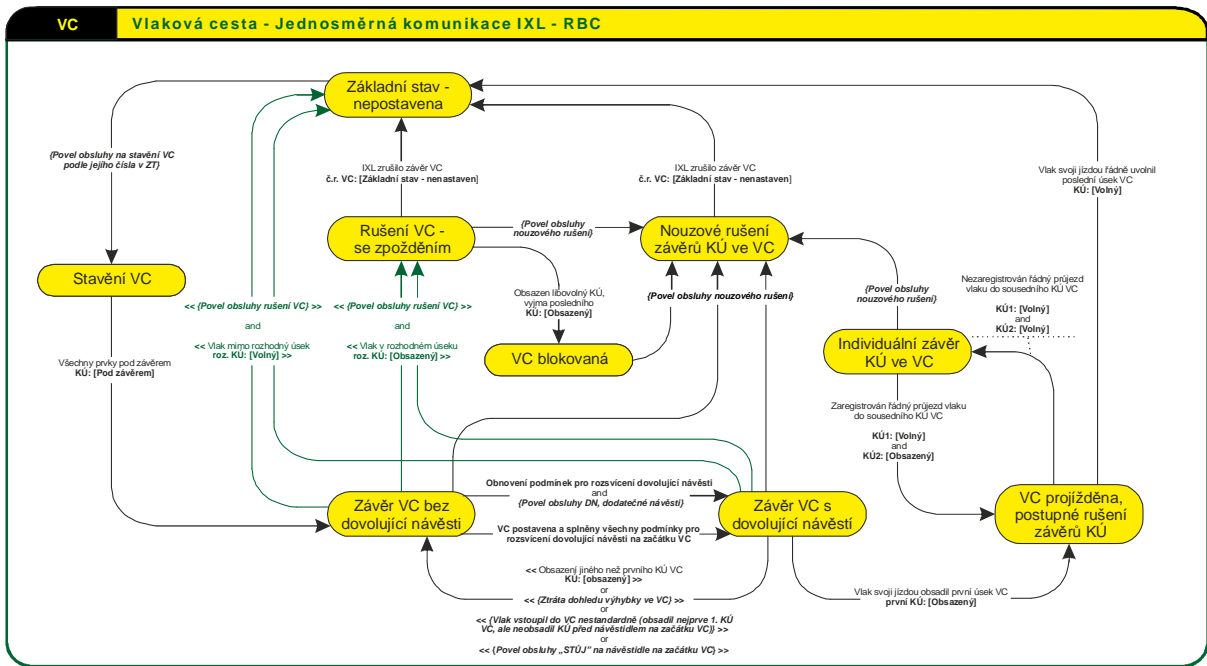
#### 3.4.2.1 VC

Následující dva příklady uvádí stavové diagramy VC pro jednosměrnou a obousměrnou variantu komunikace a zároveň tak definují i stavy, které je nutné rozlišovat pro řádnou funkci stavědla (obr. 20, str. 51; obr. 21, str. 51):

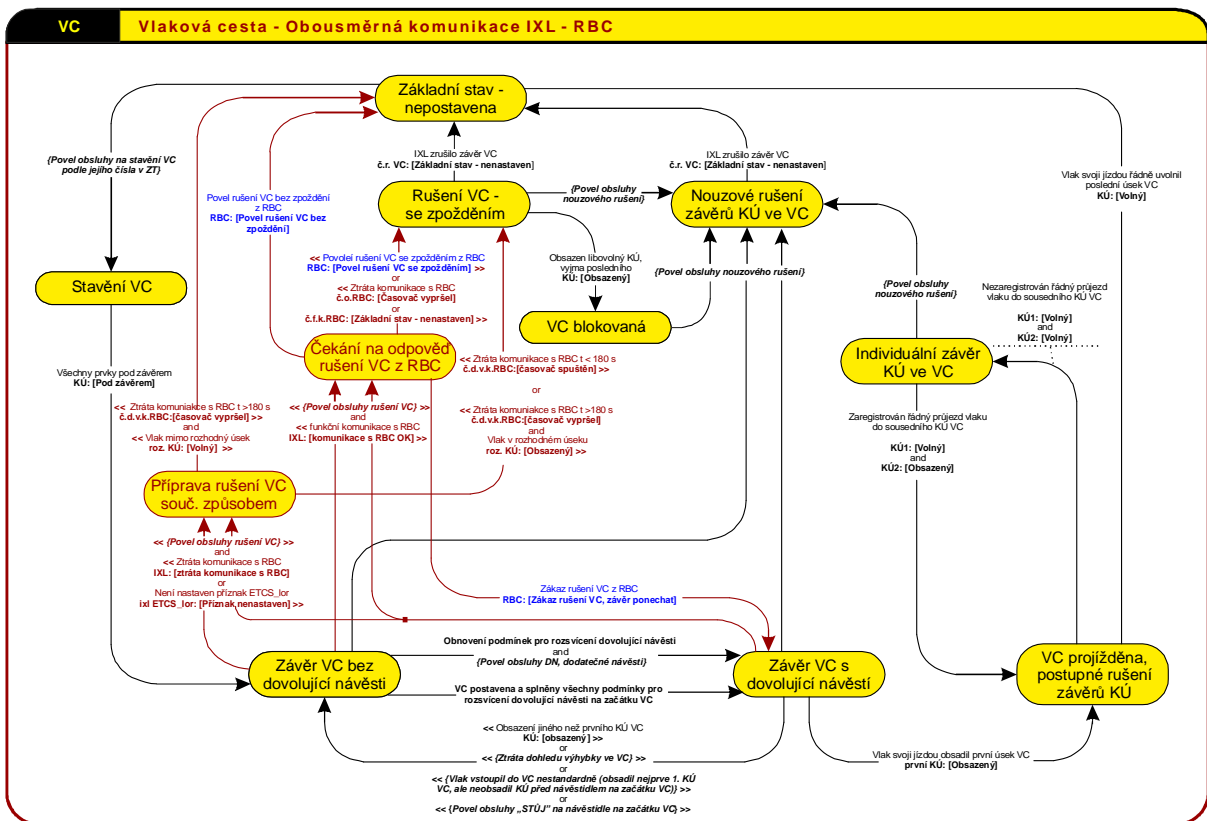
- **Základní stav – VC nepostavena:** VC není pod závěrem.
- **Stavění VC:** Stav VC, při kterém dochází k vyhrazování jednotlivých úseků a prvků ve VC a přestavování pohyblivých částí do žádaných poloh dle závěrové tabulky.
- **Závěr VC bez dovolující návěsti:** Jedná se o stav VC, kdy jsou všechny její prvky pod závěrem, avšak na začátku VC nesvítí dovolující návěst. Do tohoto stavu přejde VC například v poslední fázi jejího stavění, nebo pokud dovolující návěst zhasne z důvodu nesplnění některých podmínek, např. díky obsazení jiného než prvního kolejového úseku ve VC, díky ztrátě dohledu výhybky, díky povelu obsluhy „STŮJ“ na prvním návěstidle VC a další.
- **Závěr VC s dovolující návěstí:** Stav VC, která je řádně postavena, všechny její prvky jsou pod závěrem a na návěstidle na začátku VC svítí dovolující návěst.

- **VC projížděna, postupné rušení závěrů KÚ:** Stav, kdy vlak vstoupí do připravené VC a svoji jízdou postupně uvolňuje jednotlivé kolejové úseky. Závěry jednotlivých prvků se postupně za vozidlem ruší a je umožněno tyto uvolněné KÚ použít pro stavění jiných JC. Po dokončení jízdy vozidla a opuštění posledního úseku VC (odjezd vlaku na trať), nebo po obsazení staniční koleje a vyklizení posledního úseku ve zhlaví stanice (vjezdová cesta), se zruší i poslední závěr KÚ a celá VC opět přejde do základního stavu.
- **Individuální závěr KÚ ve VC:** Stav, který neblokuje celou VC, ale pouze její část např. některé její KÚ. Tento stav nastane v případě, že drážní vozidlo řádně neuvolnilo daný kolejový úsek (nebyl zaregistrován průjezd do navazujícího úseku), nebo u počítačů náprav došlo k vnitřní chybě. Daný prvek tak zůstane i nadále pod závěrem. Zrušení jeho závěru je pak možné pouze po vydání povelu nouzového rušení a po uplynutí předepsé doby zpoždění (180 s).
- **Rušení VC se zpožděním:** Jedná se o přechodný stav, kdy VC zůstává i nadále pod závěrem a to do vypršení předepsané doby zpoždění (180 s). Po jejím uplynutí se závěr všech prvků zruší. U jednosměrné komunikace k této situaci dojde v případě, že při vydání povelu k rušení VC je obsazen její rozhodný úsek. U obousměrné komunikace pak k této situaci dojde, pokud byl vydán povel k rušení VC a RBC přikáže stavědlu rušit VC se zpožděním.
- **Nouzové rušení závěrů KÚ ve VC:** Přechodný stav VC u které se ruší její závěr tzv. nouzově (po vydání povelu obsluhy nouzového rušení). Závěr prvků ve VC v tomto stavu trvá i nadále, do doby, než vyprší příslušný časovač (180 s) a VC přejde do základního stavu.
- **VC blokována:** Stav, při kterém zůstává celá VC pod závěrem a její zrušení je možné už pouze nouzově. K této situaci může dojít při rušení VC (se zpožděním) a obsazením prvního úseku VC přijíždějícím vlakem, nebo obsazením libovolného úseku (jiného než posledního) dalším vozidlem.

### 3 Analýza aplikace ETCS ve vztahu ke stávajícím stacionárním zabezpečovacím systémům



obr. 20 Stavový diagram VC, jednosměrná varianta komunikace IXL-RBC



obr. 21 Stavový diagram VC, obousměrná komunikace IXL-RBC

Pro obousměrnou komunikaci IXL – RBC (obr. 21) je nutné zavést ještě další dva stavy VC oproti jednosměrné (současné) variantě:

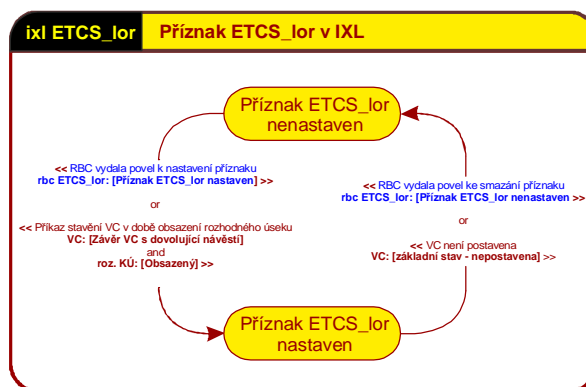
- **Čekání na odpověď rušení VC z RBC:** Tento stav je vyhrazen situaci, kdy obsluha stavědla vydá povel rušení VC a IXL zašle dotaz na RBC. VC, u které se vydal povel rušení, tak zůstává i nadále v původním stavu (stav před vydáním povelu rušení, např. závěr s dovolující návěstí) a čeká se na odpověď z RBC. IXL podle rozhodnutí RBC pak provede jednu z následujících operací: *zruší VC okamžitě*; *zruší VC se zpožděním*; nebo *zruší proces rušení VC, ponechá dovolující návěst na začátku rušené VC a nechá blížící se vlak projet* (kap. 3.2.2.2; obr. 15, str.40).
- **Příprava rušení VC současným způsobem:** Stav, do kterého se VC dostane pouze v případě, že během probíhajícího výpadku komunikace IXL s RBC byl obsluhou stavědla vydán povel rušení VC. Výpadek sice ostatní funkce stavědla nijak neomezuje, avšak při rušení VC, podle analýzy v ročníkovém projektu II [13], platí jisté odlišnosti. Situace je shrnuta i vývojovým diagramem v kap. 3.2.2.2; obr. 15, str.40.

Další postup souvisí se zavedeným příznakem ETCS\_lor a také podle délky doby výpadku komunikace popsány v příloze č. 4 (blok B1.6).

#### 3.4.2.2 Příznak ETCS\_lor

Popis příznaku ETCS\_lor a jeho přínos byl popsán v kap. 3.2.2.1. Zde je uveden stavový diagram tohoto příznaku užívaný v IXL jako jeden z atributů VC (obr. 22). Stavy příznaku jsou následující:

- **Příznak ETCS\_lor nenastaven:** Příznak není nastaven, nebo byl smazán spolu s VC stavědlem, nebo byl odstraněn na pokyn RBC, protože daný vlak nesplňoval podmínky udělení příznaku (jiný dohled nad jízdou než režimy FS či OS, nebo jiný druh vlakového zabezpečovače než ETCS).
- **Příznak ETCS\_lor nastaven:** Příznak je nastaven. Primárně jeho nastavení provádí RBC (vlak jede pod dohledem FS, OS) nebo může být nastaven i stavědlem. To platí v případě, že byl vydán povel ke stavění VC v době obsazení jeho rozhodného úseku. Podrobný popis této situace je v kap. 3.2.2.1; obr. 14, str. 38.



obr. 22 Stavový diagram příznaku ETCS\_or, obousměrná komunikace

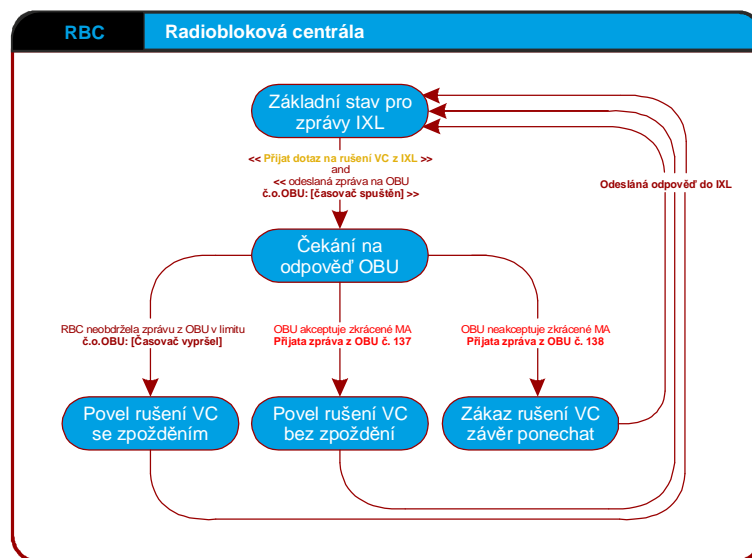
### 3.4.3 RBC

#### 3.4.3.1 Zprávy pro IXL

Zprávy zasílané na stavědlo jsou převážně synchronizačního charakteru udržující funkční spojení s IXL. V obousměrné komunikační variantě se však tímto směrem zasílají i další zprávy. Zde uvedený stavový digram (obr. 23), obsahuje zprávy v souvislosti s rušením VC dle analýzy vývojovými diagramy v kap. 3.2.2.2. Následuje výčet a popis jednotlivých stavů tohoto diagramu:

- **Základní stav pro zprávy IXL:** Stav, kdy RBC nemusí generovat žádné níže uvedené zprávy.
- **Čekání na odpověď OBU:** Po příjmu dotazu o rušení VC z IXL vyšle RBC dotaz o zkrácení MA na vozidlo. Tento stav čekání trvá do doby, než OBU na předchozí žádost odpoví, případně do doby vypršení časovače na odpověď vozidla.
- **Povel rušení VC se zpožděním:** RBC v případě překročení doby čekání na odpověď vozidla (ztráta komunikace s OBU) přikáže stavědlu zrušit VC s předepsaným zpožděním (180 s)
- **Povel rušení VC bez zpoždění:** Pokud RBC obdrží od vlaku schválení zkráceného MA (zpráva č. 137), vyrozumí RBC okamžitě stavědlo se svolením rušení VC bez zpoždění.

- **Zákaz rušení VC, závěr ponechat:** Pokud RBC naopak obdrží od vlaku zprávu č. 138 (odmítnutí zkráceného MA), musí RBC neprodleně zakázat stavědlu rušení VC a nařídit její ponechání pod závěrem s dovolující návěstí.



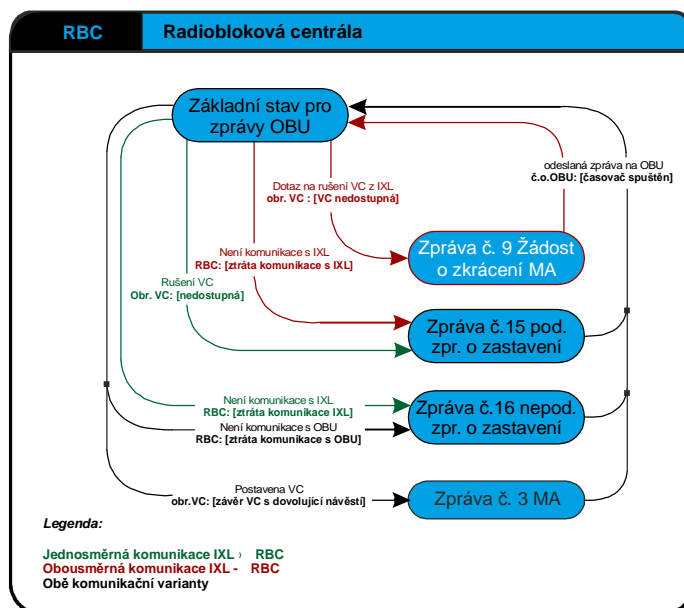
obr. 23 Stavový diagram zasílaných zpráv na IXL

### 3.4.3.2 Zprávy pro OBU

RBC zasílá na vlak řadu různých zpráv, avšak v následujícím stavovém diagramu (obr. 24) jsou uvedeny pouze vybrané typy. Množství a druhy zpráv vyplívají z předcházející analýzy vývojovými diagramy (kap. 3.2) a pro základní popis a pochopení systému vyhovují. Stavový diagram zpráv generovaných pro OBU obsahuje tyto stavy a zprávy:

- **Základní stav pro zprávy OBU:** Stav, kdy RBC nemusí generovat žádné níže uvedené zprávy.
- **Zpráva č. 9 žádost o zkrácení MA:** Při rušení VC v obousměrné komunikaci zašle RBC zprávu č. 9 (žádost o zkrácení MA) na vozidlo.
- **Zpráva č. 15 podmíněná zpráva o zastavení:** stav, kdy RB zašle na vozidlo nouzovou zprávu o zastavení č. 15 (kap. 2.4; obr. 8, str. 23) v případě, že: *Vypadla komunikace s IXL* (obousměrná komunikace); *Rušení VC* (Jednosměrná komunikace)

- **Zpráva č. 16 nepodmíněná zpráva o zastavení:** V případě výpadku spojení se stavědlem (jednosměrná komunikace), nebo obecně při výpadku komunikace s OBU bude neustále RBC na vozidlo zasílat, ve snaze ho zastavit, nepodmíněnou nouzovou zprávu č. 16 (kap. 2.4; obr. 9, str. 23).
- **Zpráva č. 3 MA:** Pokud IXL informuje RBC o postavené JC, vypočte a zašle RBC na vozidlo povolení k jízdě MA kap. 2.1; obr. 5, str. 13.



obr. 24 Stavový diagram zasílaných zpráv na OBU

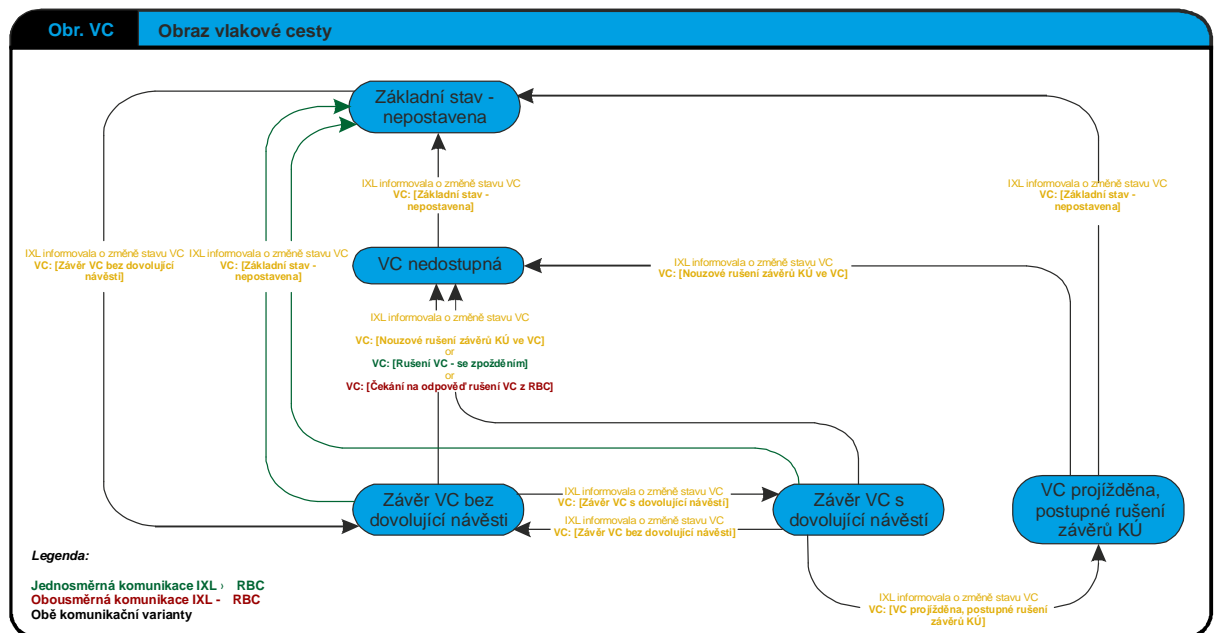
### 3.4.3.3 Obraz VC

RBC musí, pro korektní vydávání MA, znát stavy jednotlivých jízdnic cest ve svém přiděleném úseku tratě. RBC však na rozdíl od stavědel nemusí rozlišovat každý jednotlivý stav JC, tak jak je uvedeno na obr. 20 str. 51 a obr. 21 str. 51, ale postačí mu pouze několik základních informací o jejich aktuálním stavu.

RBC tedy musí obsahat jakousi zjednodušenou verzi závěrové tabulky (ZT), ve které budou shromažďovány základní informace z jednotlivých JC. Tato ZT se bude neustále aktualizovat podle předávaných informací z jednotlivých dopraven. Každá JC z klasické ZT tak bude mít svůj zjednodušený ekvivalent tzv. obraz JC.

Následující příklad uvádí, které základní informace musí RBC o JC znát. Příklad na obr. 25 je pro obraz vlakové cesty, kde je nutné rozlišovat namísto deseti různých stavů u stavědla, pouze několik vybraných a to:

- **Základní stav – VC nepostavena:** viz popis stavů VC kap. 3.4.2.
- **Závěr VC bez dovolující návěsti:** viz popis stavů VC kap. 3.4.2.
- **Závěr VC s dovolující návěstí:** viz popis stavů VC kap. 3.4.2.
- **VC projížděna, postupné rušení závěrů KÚ:** viz popis stavů VC kap. 3.4.2.
- **VC nedostupná:** Stav, kdy je VC rušena nebo jinak blokována pro jízdu drážních vozidel. Tento stav nahrazuje stavy: *Rušení VC – se zpožděním*; *Nouzové rušení závěrů KÚ ve VC* a *VC blokována*. RBC nemusí rozlišovat tyto stavy, pouze ji postačí informace, že je tato VC pro ni nedostupná.



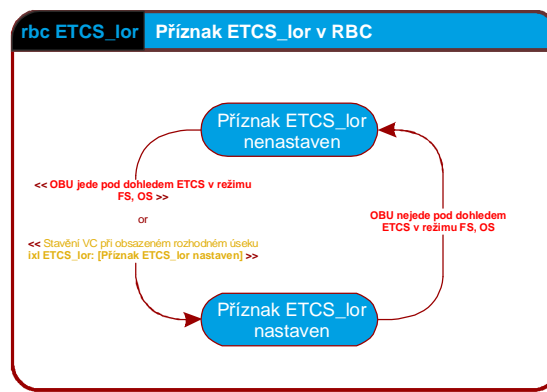
obr. 25 Stavový diagram obrazu VC v RBC

### 3.4.3.4 Příznak ETCS\_lor

Příznaku ETCS\_lor byl popsán v kap. 3.2.2.1. Zde je uveden stavový diagram tohoto příznaku užívaný v RBC (obr. 26). Stavy příznaku jsou následující:



- **Příznak ETCS\_lor nenastaven:** Mazání příznaku je možné pouze na pokyn RBC a to v případě, kdy vlak nesplňuje podmínky udělení příznaku. Vlak jede například pod jiným dohledem jízdy než FS, OS, nebo požívá jiný druh vlakového zabezpečovače než ETCS.
- **Příznak ETCS\_lor nastaven:** Nastavení příznaku provádí primárně RBC na základě informací z vlaku (vlak jede pod dohledem FS, OS) nebo může být nastaven i stavědlem (v případě, že byl vydán povel ke stavění VC v době obsazení jeho rozhodného úseku). Podrobný popis této situace je v kap. 3.2.2.1, obr. 14, str. 38.



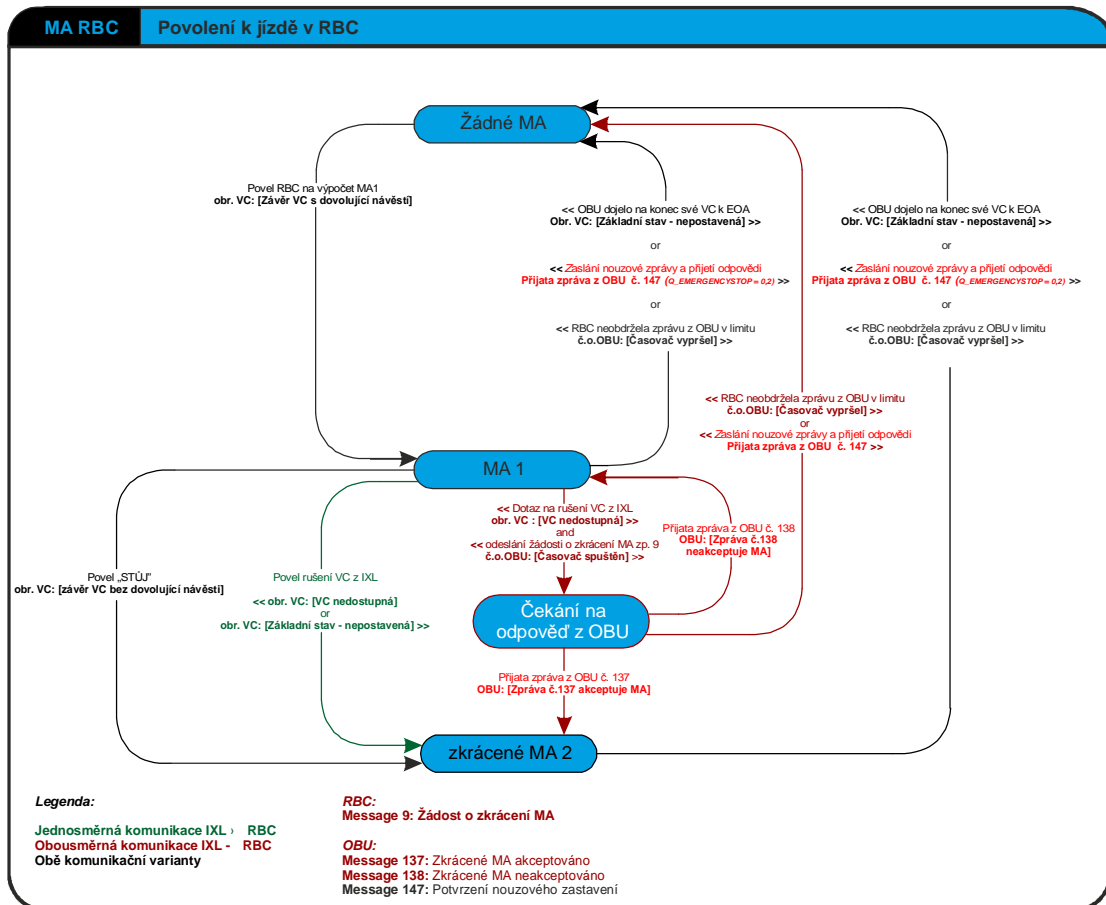
obr. 26 Stavový diagram příznaku ETCS\_lor, obousměrná komunikace

### 3.4.3.5 Povolení k jízdě MA

Výpočet MA je jednou ze zásadních úloh RBC. Stavový diagram MA je znázorněn na obr. 27. Popis jeho jednotlivých stavů je následující:

- **Žádné MA:** Stav, kdy není vozidlo oprávněno pokračovat v jízdě. Například následující situace: *Není postavena JC, JC byla zrušena, Vozidlo dojelo na konec své JC, ztráta komunikace s vozidlem, nebo vozidlo potvrdilo nouzovou zprávu o zastavení.*
- **MA 1:** Stav, kdy RBC vypočte MA na základě informací z tratě (postavena JC, případně také volný traťový úsek).
- **Zkrácené MA 2:** Stav, kdy RBC již jednou vydalo MA, avšak jej muselo zkrátit (MA 1 bylo nahrazeno zkráceným MA 2). Princip krácení MA a VC byl vysvětlen v kapitole 3.2.1.2 a 3.2.2.2.

- **Čekání na odpověď z OBU:** Stav definovaný pouze pro obousměrný typ komunikace, který se uplatní v případě tzv. kooperativního krácení MA (JC) (podrobně popsáno v kap. 3.2.2). RBC v tuto chvíli má pro daný vlak dvojici různých MA (původní MA 1 a zkrácenou verzi MA 2), teprve podle odpovědi vlaku smaže RBC jedno z dvojice MA.



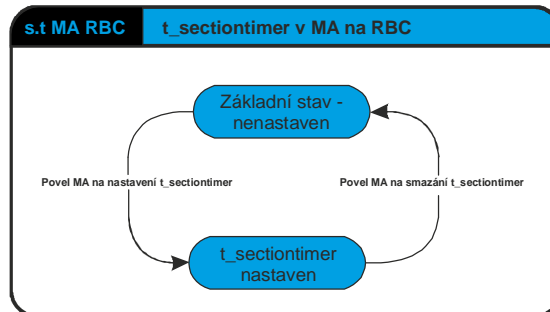
obr. 27 Stavový diagram povolení k jízdě MA v RBC

### 3.4.3.6 Časovač $t_{sectiontimer}$

Tento časovač hlídá platnost MA na vozidle a musí být řádně nastaven. Přínos tohoto typu časovače byl probrán v kap. 2.1.4.1 a principy k jeho použití, včetně ukázky jsou v kap. 4.3.1. Zde je uveden proces jeho nastavení v RBC pomocí stavového diagramu (obr. 28) včetně popisu jednotlivých stavů:

- **Základní stav - nenastaven:** Časovač nenastaven. Jedná se výchozí stav časovače, který nebyl v MA (v sekcích) nastaven, protože není nutné MA nijak časově omezovat.

- **T\_sectiontimer - nastaven:** RBC nastavila a určila hodnotu časovače. V případě, že je nutné nastavit časové omezení MA (jeho sekci) dojde na pokyn RBC k jeho zavedení.



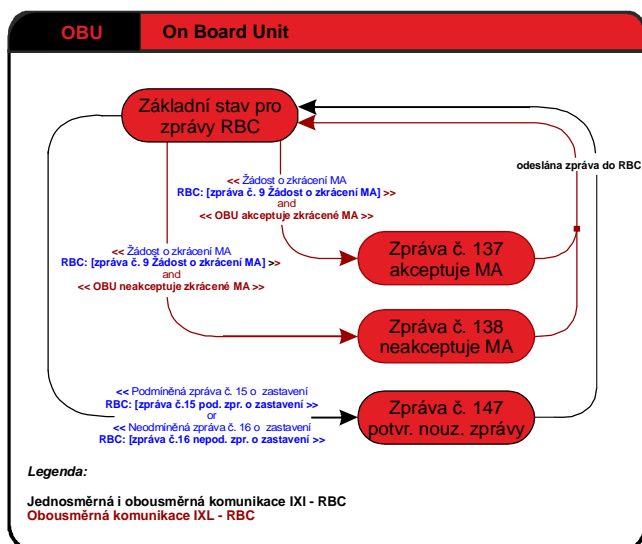
obr. 28 Stavový diagram časovače t\_sectiontimer

### 3.4.4 OBU

#### 3.4.4.1 Zprávy pro RBC

OBU zasílá na RBC řadu různých zpráv, avšak podle analýzy vývojovými diagramy (kap. 3.2), stačí pro popis jen pár vybraných. Tento stavový diagram je uveden na obr. 29 a obsahuje tyto stavy a zprávy:

- **Základní stav pro zprávy RBC:** Stav, kdy OBU nemá pro RBC připravenou žádnou zprávu.
- **Zpráva č. 137 akceptuje MA:** Při obdržení žádosti o zkrácení MA (obousměrná komunikace) a v případě, že OBU nové MA akceptuje vyšle do RBC zprávu č. 137.
- **Zpráva č. 138 neakceptuje MA:** Pokud OBU, z předchozího případu, nové MA nebude akceptovat, vyšle do RBC zprávu č. 138.
- **Zpráva č. 147 potvrzení nouzové zprávy:** V případě, že OBU obdrželo jakoukoliv nouzovou zprávu o zastavení (kap. 2.4), okamžitě vyrozumí RBC, že tuto zprávu dostalo a přijalo patřičná opatření.



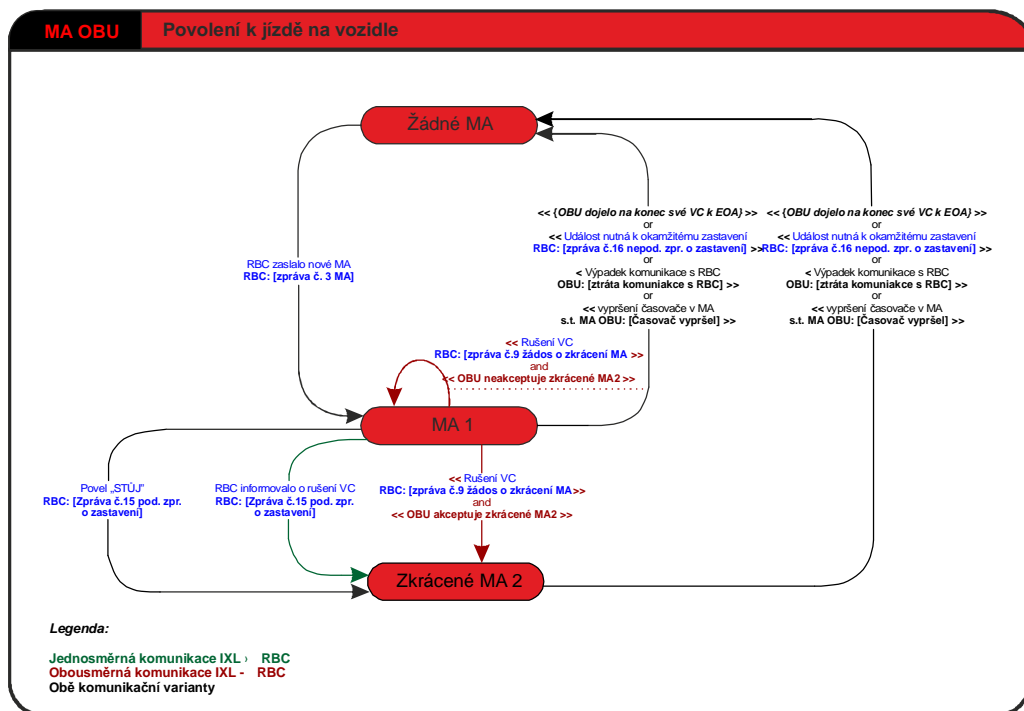
obr. 29 Stavový diagram zasílaných zpráv na RBC

### 3.4.4.2 Povolení k jízdě MA

Pouze pokud má vlak povolení k jízdě, smí se vydat na cestu. Stavový diagram takového MA na vozidle je znázorněn na obr. 30, včetně popisu jeho jednotlivých stavů:

- **Žádné MA:** Stav, kdy není vozidlo oprávněno pokračovat v jízdě. K této situaci může dojít pokud: RBC nevydá vozidlu *žádné MA*; vozidlo dojelo na *konec své přidělené JC*; OBU obdrželo *nouzovou zprávu o zastavení č. 16* (kap. 2.4; obr. 9, str. 23), *vypršel jeden z časovačů* (pokud byly přítomny v MA) *t\_sectiontimer* (kap. 2.1.4.1), *t\_endtimer* (kap. 2.1.4.2), nebo jinak *vypadla komunikace s RBC*.
- **MA 1:** Stav, kdy RBC zašle na vozidlo MA, podle kterého začne OBU dohlížet nad dodržováním bezpečné jízdy vlaku. Případně situace u obousměrné komunikace, kdy RBC požádá OBU o souhlas se zkráceným MA (kooperativní krácení VC zpráva č. 9) a OBU toto zkrácení odmítne (kap. 3.2.2.2).

- **Zkrácené MA 2:** Stav, kdy se OBU začne řídit zkráceným MA oproti původnímu. Jedná se o následující situace: *rušení VC u jednosměrné komunikace* (kap. 3.2.1.2) a obdržení podmíněné zprávy o zastavení č. 15 (obr. 8, str. 23). *Rušení VC u obousměrné komunikace*, kdy OBU zkrácené MA akceptuje (kap. 3.2.2.2). Nebo byl obsluhou stavědla, případně z jiných bezpečnostních důvodů, vydán příkaz k okamžitému zkrácení JC *povel* „STŮJ“ na příslušném návěstidle.



obr. 30 Stavový diagram povolení k jízdě MA na vozidle

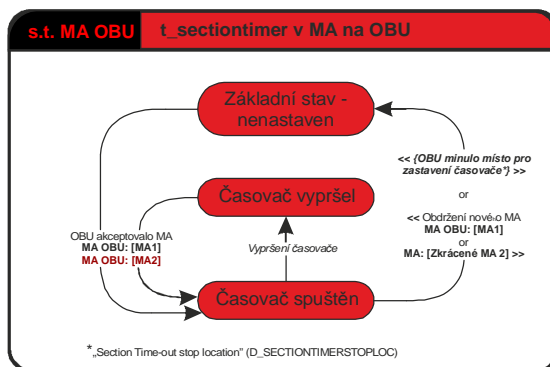
### 3.4.4.3 Časovač $t_{sectiontimer}$

Časovač  $t_{sectiontimer}$  slouží na vozidle jako časovač odpočítávání platnosti MA. Jeho podrobný popis byl uveden v kap. 2.1.4.1 a praktická ukázka použití je v kap. 4.3.1. Zde je uveden jeho stavový diagram (obr. 31) používaný na vozidle:

- **Základní stav - nenastaven:** Časovač není u dané sekce nastaven (určilo tak RBC) nebo byl smazán z důvodu minutí místa na trati, které účinnost tohoto časovače ruší (proměnná  $D_{SECTIONTIMERSTOPLOC}$ ).
- **Časovač vypršel:** Informování OBU o vypršení časovače. K jeho vypršení dojde, pokud OBU nezíská v časovém limitu od RBC nové MA.

3 Analýza aplikace ETCS ve vztahu ke stávajícím stacionárním zabezpečovacím systémům

- **Časovač spuštěn:** Spuštění časovače, které se děje okamžitě po příjmu zprávy MA, která tyto časovače obsahuje.



obr. 31 Stavový diagram časovače `t_sectiontimer`

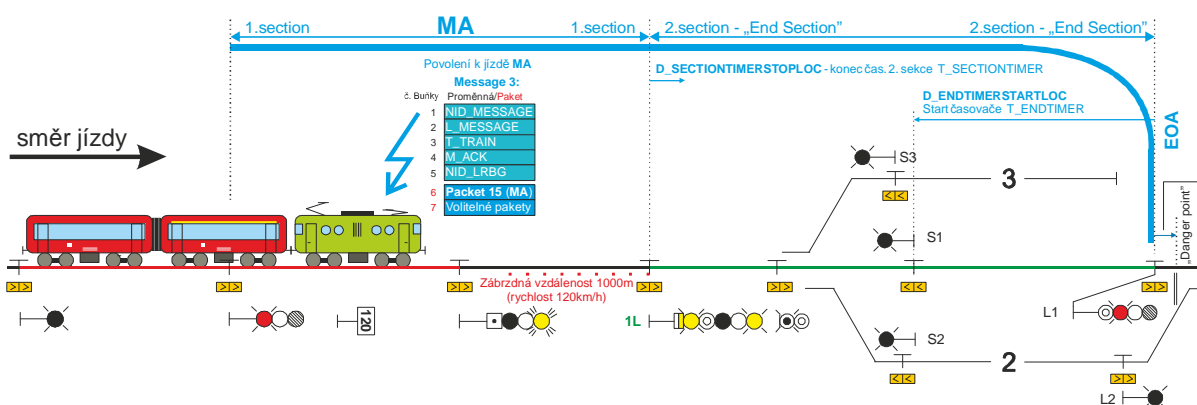
## 4 VZTAHY MEZI PŘENÁŠENÝMI INFORMACEMI ETCS A SITUACÍ NA INFARSTRUKTUŘE

### 4.1 Přidělování MA, jeho délka a místo EOA

Povolení k jízdě je vozidlu zasláno vždy na nezbytně nutnou délku tratě, zpravidla vždy k nejbližšímu návěstidlu zakazujícímu jízdu a obsahuje všechna nutná data k dohledu bezpečné jízdy. Popis MA byl uveden v kap. 2.1.

#### 4.1.1 Vjezdová VC a pohyb v dopravních

Pro pohyb v dopravních smí být MA zasláno až v případě, že IXL potvrdilo postavení dané JC a rozsvítilo povolující návěst na jejím začátku. Toto MA bude tedy pokrývat jak část vyhrazenou stavědlem v JC, tak zohlední i aktuální pozici vlaku. Začátek MA je spojen s místem na trati, kde vozidlo naposledy minul referenční bod (poslední platná balízová skupina LRBG) a jeho konec je u návěstidla zakazující jízdu tedy současně i konec JC. Takovéto MA může vypadat jako na obr. 32, kde je znázorněna situace vjezdové VC.

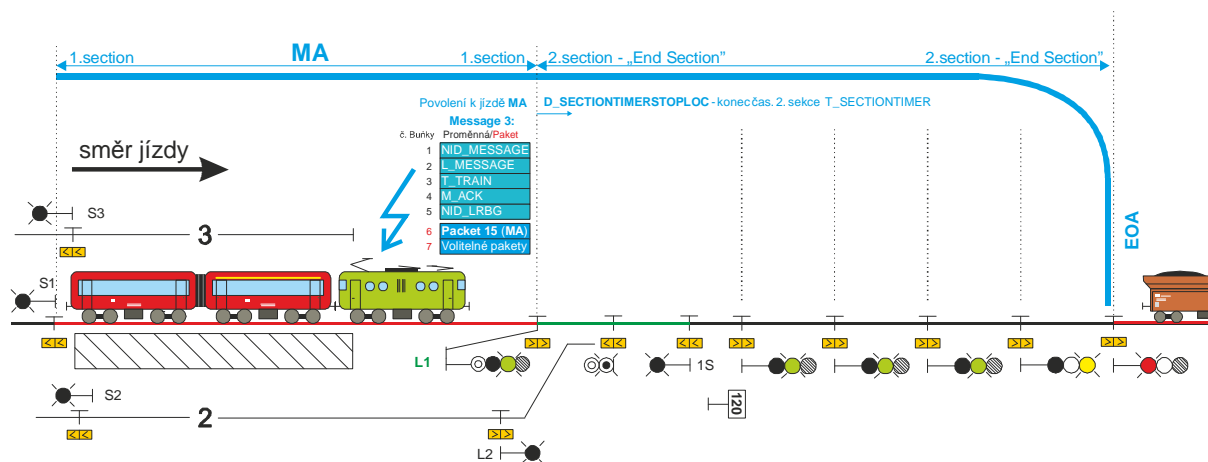


obr. 32 Vjezdová VC a struktura MA

#### 4.1.2 Odjezdová VC a pohyb v mezistaničním úseku

Při odjezdu vlaků na trať je situace obdobná, MA smí být vydáno až po potvrzení IXL o provedených závěrech VC a rozsvícení dovolující návěsti. Počátek MA je shodně u poslední referenční balízové skupiny (LRBG) a jeho konec u nejbližšího návěstidla zakazujícího jízdu (vjezdové návěstidlo sousední dopravy, nebo oddílové návěstidlo před obsazeným úsekem autobloku). Pokud se vydané MA vztahuje i na část tratě pokrývající traťové zabezpečovací zařízení typu autoblok,

bude MA pokrývat tolik traťových oddílů, kolik jich je aktuálně volných. Příklad odjezdové VC je na obr. 33.



obr. 33 Odjezdová VC a struktura MA

## 4.2 Dělení MA na sekce

MA se může dělit na jednotlivé sekce (úseky), u kterých je možné definovat další parametry povolení k jízdě. Těmito parametry jsou u každé sekce hodnoty časovače  $t_{\text{sectiontimer}}$  (kap. 2.1.4.1), pomocí kterých lze omezovat platnost vydaného povolení k jízdě. Sekce MA se zřizují v kritických místech tratě, což závisí na konkrétních vlastnostech infrastruktury a typu JC.

### 4.2.1 Vjezdová VC

Pro vjezdové VC je nutné MA rozdělit na dvě sekce. První pokrývající současnou polohu vlaku (od poslední platné referenční balízy LRBG) po vjezdové návěstidlo dané dopravní. Druhá sekce v MA pak pokrývá již celou samotnou VC (obr. 32, str. 63).

Toto dělení je důležité z důvodu možného rušení neprojeté vjezdové VC, s čímž se pojí i jisté bezpečnostní komplikace (analýza byla provedena v ročníkovém projektu II [13] a její výsledky jsou zmíněny v kap. 3.2.2.2). Obsluha stavědla smí již jednou postavenou VC zrušit, z toho důvodu se dříve vydané MA musí vhodně omezit. Časové omezení platnosti MA, potažmo také platnost celé vjezdové VC, je zajištěna pomocí časovače druhé sekce  $t_{\text{sectiontimer}}$  (velikost dle kap. 4.3.1).



### 4.2.2 Odjezdová VC

Stejně jako u předchozího typu VC i u odjezdové VC z dopravní se přidělené MA dělí minimálně na dvě sekce (obr. 33, str. 64). První sekce MA začíná od poslední minuté referenční balízové skupiny (LRBG) a končí u *odjezdového návěstidla* dopravní. Její délka pokrývá zpravidla celou staniční kolej, pokud na ní nejsou umístěny další balízy (například v místech pravidelného stání, na začátku a konci nástupišť). Druhá sekce v MA pak pokrývá zbylou část trati od odjezdového návěstidla po EOA (konec MA).

Toto dělení má stejné opodstatnění jako u vjezdové VC. I zde platí, že obsluha může kdykoli postavenou VC zrušit. Platnost MA je omezena stejným typem časovače, včetně jeho stejné hodnoty (kap. 4.3.1), v druhé sekci.

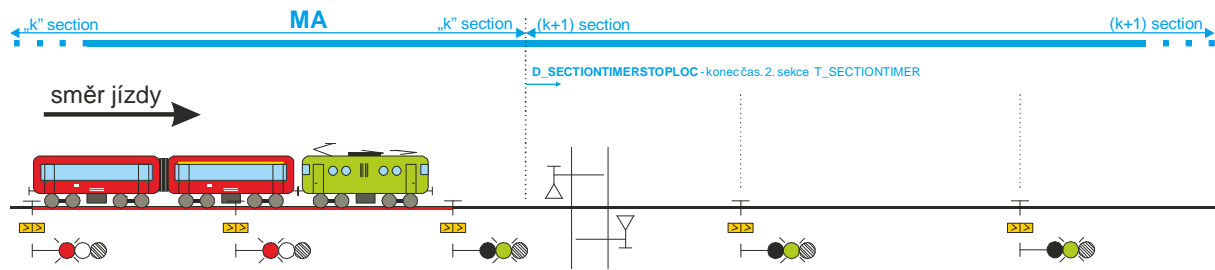
### 4.2.3 Přejezdy

Každý úrovnňový přejezd na železnici znamená zároveň i zvýšení rizika. U přejezdových zabezpečovacích zařízeních (PZ), může během jeho činnosti dojít k poruchovému stavu, který ohrožuje bezpečnost nejen silniční, ale také železniční dopravy. Při vyšších rychlostech (160 km/h a více) se od zřizování PZ upouští a ty jsou nahrazovány mimoúrovňovým křížením obou zmíněných druhů dopravy. Přesto PZ jsou a budou i nadále na tratích provozovány, z tohoto důvodu je nutné k problematice přejezdů přistupovat velice obezřetně a vhodně je zakomponovat i do zabezpečovače ETCS.

MA obsahující PZ, musí být vhodně upraveno, aby v případě výskytu závažné poruchy na PZ a současného výpadku komunikace mezi OBU a RBC byla zajištěna bezpečnost. Dělením na sekce před hranou přejezdu dosáhneme vazby, která zajistí i při nejnepříznivějších okolnostech zajištění bezpečnosti (dojde k zastavení vlaku ještě před nefunkčním přejezdem). MA je tedy ještě před každým přejezdem rozdělena na další sekce (obr. 34) obsahující časovače  $t_{\text{sectiontimer}}$ , které svoji vhodnou velikostí (kap. 4.3.1) zajišťují pravidelné vysílání žádostí o MA a tím i kontrolu funkčního spojení vozidla s RBC v blízkosti PZ.

Pokud je však komunikace mezi všemi členy funkční (IXL, RBC, OBU) a na PZ se vyskytne závažná chyba, zašle RBC na vlak dočasné rychlostní omezení TSR

(kap. 2.2.3) snižující rychlost vozidla přes inkriminovaný přejezd na předepsaných 10 km/h.



obr. 34 PZ a vliv na podobu MA

### 4.3 Časovače MA

Časovače jsou součástí sekcí v MA a umísťují se podle předchozích definic, vždy převážně v krizových místech tratě. ETCS definuje tři druhy časovače popsaných v kapitole 2.1.4, zde je uvedena metodika jejich použití.

#### 4.3.1 Časovač v sekcích „Section Timer“

„Section Timer“ slouží v sekcích k omezení platnosti MA a zajišťuje vozidlu bezpečnost v případě výpadku komunikace s RBC a výskytu dodatečných restrikcí. Pokud se ztratí komunikace s RBC dojde po čase k vypršení tohoto časovače a vozidlu se zkrátí MA k začátku sekce, ve které vypršel tento časovač. Hodnota časovače tak v podstatě představuje i čas, po který se vozidlo pohybuje po trati bez aktuálních informací, jede totiž podle původního MA.

Velikost časovače „Section Timer“ by bylo vhodné nastavit na co nejkratší dobu, nejlépe na 0 vteřin. Bohužel tato ani další jí blízké hodnoty nejdou nastavit. Důvodem jsou prodlevy u zasílání zpráv v komunikační síti GSM-R. V navrženém modelu jsem prvně stanovil hodnotu časovače v rozmezí 10 - 20 vteřin. Hodnota časovače se odvíjí od dovolené prodlevy v zasílaných zprávách mezi RBC a OBU, což na pilotním projektu bylo až 22 vteřin [10]. Tato hodnota vychází ze specifikací výrobce RBC firmy Ansaldo STS. Reálná velikost časovače  $t_{\text{sectiontimer}}$  se tedy pohybuje v rozmezí 20 – 25 vteřin. K tomu je třeba si uvědomit, že vlak, který jede rychlostí 160 km/h ujede za tuto dobu téměř 1 km.

#### 4.3.2 Časovač poslední sekce „End Section Timer“

Tento časovač spolu s časovačem výluk současných protisměrných posunových cest zajišťuje umožnění postavení protisměrné PC až v případě, že vlak na dané staniční koleji zastavil. Podrobný popis byl uveden v kap. 2.1.4.2. Protože se toto omezení týká pouze staničních kolejí, bude časovač „End Section Timer“ obsahovat pouze ta MA, která jsou pro VC končící na některé ze staničních kolejí. Jako příklad může posloužit vjezdová VC na obr. 32 str. 63, kde je tento časovač umístěn v druhé sekci MA.

Poloha spouštěcího bodu časovače je počátek staniční koleje (vzdálenost tohoto místa od EOA je v MA daná proměnnou D\_ENDTIMERSTARTLOC). Velikost časového limitu (proměnná T\_ENDTIMER) je stanovena normou TNŽ 34 2620 [9]. K jeho spuštění dojde při minutí spouštěcího bodu čelem vlaku (obsazení staniční koleje). Pokud časovač vyprší, bude EOA zkrácena až k aktuální poloze čela vlaku.

### **4.3.3 Časovač prokluzového úseku „Timer of Overlap“**

Jedná se o časové omezení prokluzového úseku, jeho popis je v kap. 2.1.4.3. Prokluzový úsek slouží jako pojistný úsek při nedobrzdní vozidel na danou vzdálenost (do konce JC). Náš provozovatel dráhy SŽDC však tento úsek pro vlakové cesty neuvažuje, proto není tento časovač ani prokluzový úsek zahrnut v navrženém modelu.

## **4.4 Obnovení MA**

Pro bezpečný dohled nad jízdou vozidla je nutné udržovat povolení k jízdě na OBU co nejaktuálnější. Existuje několik možností jak toho dosáhnout: *RBC Pravidelně zasílá nové MA; OBU se pravidelně dotazuje na nové MA; OBU žádá o nové MA před koncem EOA; OBU žádá o nové MA před vypršením časovače t\_setiontimer*. Tyto možnosti lze mezi sebou i kombinovat a vozidlo je o výběru metody informováno v MA paketem č. 57 (tab. 3, str. 13). Popis jednotlivých metod je v následujících kapitolách.

#### 4.4.1 RBC pravidelně zasílá nové MA

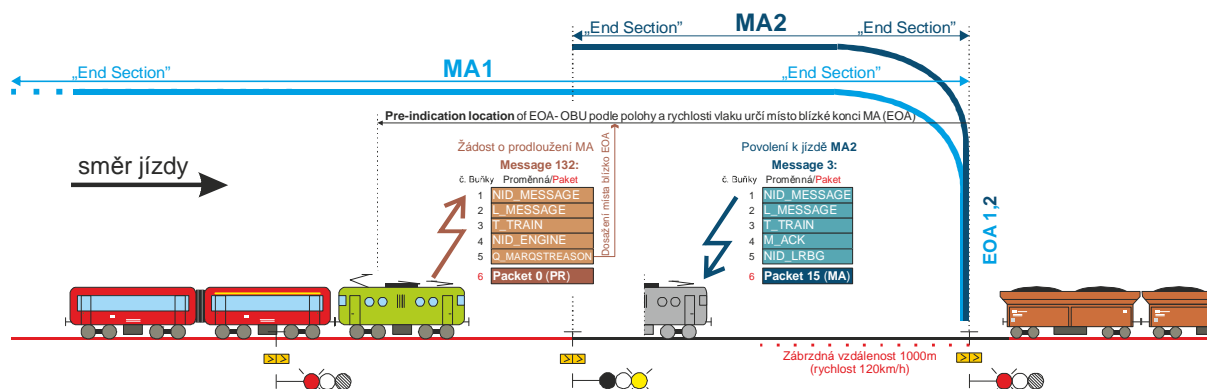
RBC bez ohledu na aktuální situaci zasílá v pravidelných intervalech nové MA na OBU. Tento princip však zbytečně zatěžuje komunikaci GSM-R. K zajištění stejného efektu (aktuálního MA) lze dosáhnout i jinými způsoby. MA stačí aktualizovat vždy před kritickým místem na trati (konec sekce v MA viz. kap. 4.2 a 4.4.4), nebo pokud se vozidlo blíží na konec přiděleného MA (kap. 4.4.3). Z těchto důvodů není v modelu s touto variantou počítáno.

#### 4.4.2 OBU se pravidelně dotazuje na nové MA

Podobný typ jako předchozí, s tím rozdílem že se pravidelně o nové MA hlásí samo OBU. Zasílání žádostí o MA se děje v pravidelných intervalech definovaných v paketu č 57 (tab. 3, str. 13) proměnnou T\_CYCRQST. S tímto typem obnovování MA není ze stejných důvodů dále uvažováno.

#### 4.4.3 OBU žádá o nové MA před koncem EOA

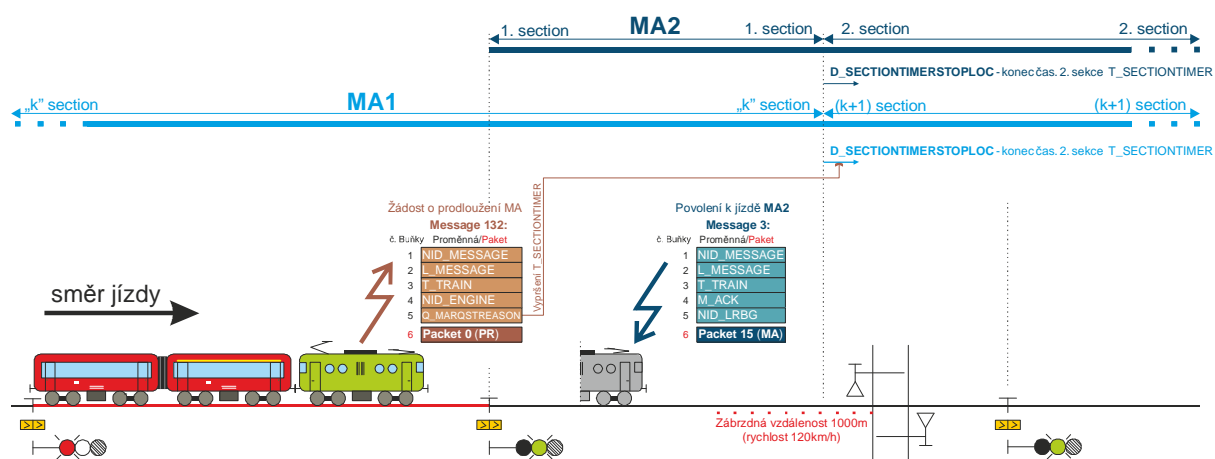
Princip je založen schopnosti OBU lokalizovat místo blízké konci MA (EOA) a při jeho dosažení požádat RBC o přidělení nového MA. Toto místo si stanoví OBU samo na základě aktuální polohy a rychlosti vozidla a je voleno tak, aby měl vlak dostatek času na obdržení nového MA ještě před zahájením brzdění k původnímu konci EOA. Poloha tohoto bodu tedy leží ještě před zábrzdňou vzdáleností k EOA. RBC může vlaku nařídit i přesný časový údaj, kdy má, ještě před dosažením této polohy, požádat o MA. Tento časový údaj je součástí dříve obdrženého MA v paketu č. 57 (tab. 3, str. 13), proměnná T\_MAR. Princip žádosti o nové MA z důvodu dosažení konce EOA je znázorněn na obr. 35.



obr. 35 Žádost o MA z důvodu dosažení místa blízkého EOA

#### 4.4.4 OBU žádá o nové MA před vypršením časovače $t_{\text{sectiontimer}}$

OBU si hlídá, pokud jsou v MA přítomny, časovače svých sekcí a ještě před jejich vypršením požádá RBC o nové MA. Doba, kdy má OBU ještě před vypršením svého časovače požádat o MA je definovaná v již dříve obdrženém paketu č. 57 (tab. 3, str. 13), proměnná  $T_{\text{TIMEOUTRQST}}$ . Vzhledem ke krátkému časovači  $t_{\text{sectiontimer}}$  (kap. 4.3.1) bude OBU žádat o nové MA poměrně často (např. každých 10 – 20 vteřin).



obr. 36 Žádost o MA z důvodu brzké doby vypršení  $t_{\text{sectiontimer}}$

#### 4.5 Hlášení polohy PR

V navrhovaném modelu aplikace jsem využil poznatků z kap. 2.6 a rozhodl jsem se stanovit zasílání zpráv o poloze vlaku (PR), vždy po minutí balízové skupiny.

Rozmístění balíz (BG) je na tratích provedeno v dostatečné hustotě, neboť se umisťují u hlavních návěstidel dopravní, u oddílových návěstidel na trati a dále se také mohou zřizovat v místech pravidelného stání, např. na okrajích nástupišť. Tato hustá síť BG zajišťuje RBC dostatečný přísun čerstvých hlášení o poloze OBU na trati.

Další možnou variantou je zasílat PR v pravidelných časových intervalech. Tento způsob zajistí pravidelný přísun informací na RBC, musí být však vhodně tento interval zvolen. Jeho velikost je daná paketem č. 58 (tab. 9, str. 29) zasílaný v MA proměnnou  $T_{\text{CYCLOC}}$ . S přihlédnutím na podobu časovačů  $t_{\text{sectiontimer}}$  (kap. 4.3.1), kde jejich největším omezením jsou běžná zpoždění přenášených zpráv

v GSM-R, i hodnota periodického opakování PR nebude kratší. Navrhují tedy ze stejných důvodů, jako u zmíněného časovače, nastavit hodnotu T\_CYCLOC v rozmezí 20 – 30 vteřin. Větší hodnoty vedou zbytečně k nárůstu ujeté vzdálenosti mezi dvěma hlášeními o poloze, již při opakování po 30 vteřinách ujede vlak v plné traťové rychlosti 160 km/h vzdálenost zhruba 1300 m.

Další možnosti zasílání zpráv PR podle kapitoly 2.6 nejsou v této práci uvažovány.

Souhrnný přehled zasílaných zpráv mezi RBC a OBU je uveden v přílohách na konci práce. Jsou zde uvedeny dva typy: *vjezdová VC* (Příloha č. 12) a *odjezdová VC* (Příloha č. 13)

## ZÁVĚR

Tato práce se zabývá možnou implementací ETCS na současné zabezpečovací systémy. Konkrétním cílem práce bylo stanovit podobu přenášených zpráv v souvislosti s topologií kolejíště. K tomu bylo nutné shromáždit potřebná data a informace o samotném systému ETCS a současného provedení a principů používaných v zabezpečovacích zařízeních v ČR. Na tomto základě jsem se pak pokusil navrhnout vhodný způsob implementace ETCS, včetně návrhu nutných typů a podob přenášených zpráv.

Jedním z prvních kroků bylo provedení analýzy systému ETCS, převážně bylo nutné se věnovat jejímu popisu a podobě jazyka ETCS. Přestože jazyk ETCS obsahuje velice širokou škálu různých typů zpráv, nebylo účelem této práce popis všech zpráv. Především byl kladen důraz na vybrané typy zpráv a principy, které přímo souvisejí s bezpečností provozu a bez kterých by dohled pomocí ETCS nad jízdou drážních vozidel nebyl možný. Zcela zásadní bylo popsat a analyzovat například povolení k jízdě MA, statické rychlostní profily (SSP), principy hlášení polohy (PR) a další. Jejich popisem se zabývala kapitola 2 - Jazyk ETCS – základní významová data.

Dále byla nutné shrnout principy používané v systémech zabezpečovacího zařízení pro řízení železniční dopravy v ČR. Pro tuto práci byla důležitá analýza diagramu tříd, která určil podobu konstrukce možné aplikace ETCS na současné systémy. Pro navrženou konstrukci implementace bylo také nutné analyzovat i současné provedení rušení vlakových cest.

Na základě výše jmenovaných analýz jsem navrhl vhodnou implementaci ETCS na stávající stav zabezpečovací techniky. Stanovil jsem podobu jednosměrné a obousměrná komunikace. K jejich správnému a názornému modelu mi pomohla metoda UML a několik jejích základních diagramů. Metoda UML nebyla jedinou metodou užitou při popisu implementace, bylo také využito i vývojových diagramů a to především k popisu rušení VC. Přestože jsem se principy rušení VC zabýval již v ročníkovém projektu II, bylo nutné navržené modely zrevidovat a obohatit je o tzv. příznak ETCS\_lor. Tento příznak funguje jako atribut jízdnicích cest, který

informuje logiku stavědla, že byla JC postavena pro vlak jedoucí pod dohledem ETCS.

Ve finální části této práce jsem navrhl podobu přenášených zpráv, zejména jsem se věnoval zprávě o povolení k jízdě MA. Tento druh zprávy v sobě nese informace o stavu infrastruktury, povoluje jízdu vozidlům a na jejich základě je dohlíženo nad bezpečným pohybem železničních vozidel na trati. Jedná se o jeden z nejdůležitějších bodů celé práce a ETCS vůbec. Bez správného návrhu a aplikace MA, by byla bezpečnost železniční dopravy narušena a sledovaný vlakový zabezpečovač by nebyl neúčinný. Stanovil jsem nutnou podobu MA, navrhl principy dělení MA na sekce a odvodil vhodnou velikost časovačů.

Vzhledem k širokému záběru zadaného tématu, nebylo možné obsáhnout celou problematiku zajištění bezpečnosti železniční dopravy pomocí nového systému ETCS. Snažil jsem se však o základní popis a návrh zásadních dat potřebných pro bezpečnost celého systému. Pro pokračování této práce by bylo vhodné ji rozšířit o praktické zkušenosti implementace ETCS v reálném provozu, protože v budoucím nasazení ETCS by se mělo vycházet nejenom z výsledků na pilotním projektu, ale také s možnostmi navržených postupů. Nasazení ETCS v širším měřítku v ČR se však teprve plánuje. Takovéto rozšíření práce by již vydalo na samostatnou disertační práci, kde by byl vytvořen nejenom komplexní popis, ale stanovily by se i praktické návody a manuály na zacházení se systémem ETCS.



## POJMY

**Balíza:** Venkovní prvek systému ETCS, umístující se mezi kolejnice. Jeho poloha se odvíjí od vlastností infrastruktury (u hlavních návěstidel, v místě pravidelného stání, atd.). Balízy v nižších úrovních (level L1) přenášejí veškeré zprávy mezi infrastrukturou a vozidly, u vyšších úrovních L2, L3 slouží jako souřadný systém v určování polohy vozidel.

**Balízová skupina:** Seskupení více balíz (2 – 8) pro zvýšení například: *přenosové kapacity kanálu*; nebo k *opakování stejných zpráv*, což zvyšuje pravděpodobnost přečtení dané zprávy rychle jedoucím vlakem. Balízová skupina obsahující pouze 1 balízu se označuje jako *jednoduchá balízová skupina*.

**Danger point:** Místo na trati, kde může reálně dojít k ohrožení jízdy vozidla v případě překročení přiděleného úseku v MA, např. následný námezník za koncem povolení k jízdě MA.

**Degradovaný mód:** Jedná se o režim dohledu nad jízdou vozidla jednotkou OBU v jiném než FS „Full Supervision“ plný dohled, ten je nejvyšším možným stupněm dohledu s plnou odpovědností na ETCS. Nižší režimy jsou například LS „Limited Supervision“ limitovaný dohled, OS „On Sight“ jízda na dohled, SR „Start Responsible“ a jiné uvedené v Ročníkové projektu I [12].

**Dynamický rychlostní profil:** Vozidlo na základě předaných informací z trati a svých specifikací (brzdná procenta atd.) vypočte přesnou podobu rychlostní křivky podle které dohlíží nad dodržováním rychlosti.

**Integrita vlaku:** Celistvost vlaku, zda všechny přivěšené vozy jsou pořádku a žádný z nich se od vlaku během jízdy neoddělil.

**Jednosměrná komunikace:** Označení typu propojení RBC se stavědlem, RBC nemá možnost ovlivnit rozhodování stavědla z důvodu absence zpětného informačního kanálu pro přenos aplikačních dat.

**Jízda po hrotu:** Jízda drážního vozidla výhybkou, kdy obsadí nejprve srdcovkovou část a po té jazyky výhybky.

**Jízda proti hrotu:** Jízda drážního vozidla výhybkou, kdy obsadí nejprve jazyky výhybky a po té její srdcovkovou část.

**Jízdní cesta:** Jedná se o souhrnný pojem pro vlakové a posunové cesty.

**Kolejový obvod:** Označení prvků zjišťujících přítomnost drážního vozidla ve vyhrazeném úseku koleje pomocí signálu vysílaného a přenášeného samotnými kolejnicovými pásy až k přijímačové části kolejového obvodu.

**Kolejový úsek:** Úsek tratě (kolejiště).

**Kooperativní krácení MA (VC):** Způsob rušení neprojeté VC ve spolupráci RBC a vozidla. RBC však musí být připojeno ke stavědlu ve variantě tzv. obousměrné komunikace, aby mohlo na stavědlu zasílat patřičné informace.

**Maximální vzdálenost čela vlaku:** Pozice čela vlaku s uvažováním jistých tolerancí v určení jeho polohy.

**Minimální vzdálenost čela vlaku:** Pozice čela vlaku s uvažováním jistých tolerancí v určení jeho polohy.

**Námezník:** Venkovní značení v kolejišti, informující o styku dvou jízdnic profilů, např. u výhybek. Námezník je místo, kde se dva jízdnicí profily stýkají.

**Nepřímá boční ochrana:** Obdoba přímé boční ochrany, jedná se však o návěstidla, která musí zakazovat jízdu na vyhrazený nebo již poježděný úsek tratě.

**Obousměrná komunikace:** Označení typu propojení RBC ke stavědlu, RBC má možnost ovlivnit rozhodování stavědla a vyměňuje si s ním jisté provozní informace.

**Oprávnění k jízdě MA:** Zkráceně také MA je specifická zpráva z RBC umožňující drážnímu vozidlu vjezd na připravený úsek tratě.

**Paket:** Souhrnný název několika neznámých přenášených ve zprávách jako jeden celek. Neznámé v paketu se vztahují vždy k jednomu typu informace, např. parametry stoupání/klesání tratě nebo rychlostní omezení na trati.

**Počítače náprav:** Jedná se systém detekující volnost úseku.

**Postupné rušení závěru jízdní cesty:** Během jízdy drážního vozidla je postupně rušen závěr prvků JC za vozidlem. Není totiž nutné blokovat již projeté prvky.

**Prokluzový úsek:** Úsek tratě za koncem povolení k jízdě, např. za návěstidlem na konci VC, který slouží jako pojistný úsek při nedobrzdnění na danou vzdálenost. Pro tento úsek platí některé specifické vlastnosti, které vyžadují některé žel. správy. Náš provozovatel dráhy SŽDC však tento úsek pro VC nevyžaduje.

**Přídavný úsek:** Jedná se o úsek tratě ještě před rozhodným úsekem, který je definován pro oboustranně komunikující variantu RBC. V případě výpadku komunikace RBC s OBU a výskytu drážního vozidla v něm, bude nutné využití tzv. pojistný úsek.

**Přímá boční ochrana:** Takové prvky v kolejišti (výhybky, fyzické a logické spojky) které i přestože nejsou pojížděny musí být přestaveny do takové polohy, aby svoji polohou neumožnili ohrozit již postavenou jízdní cestu jinými vozidly.

**Referenční resp. poslední platná balízová skupina (LRBG):** Vlak během své jízdy míjí jednotlivé balízy (nebo balízové skupiny) a po každém jejich minutí se tyto BG stanou pro vlak vztažným/referenčním bodem na trati. Od referenčního místa se odvozují a jsou od něj platné např. MA, SSP, GP, PR a jiné přenášené informace.

**Rozhodný úsek:** Je část tratě před hlavním návěstidlem na začátku vlakové cesty, kdy v případě obsazení tohoto úseku a vydání povelu k rušení neprojeté vlakové cesty bude tato VC rušena se zpožděním tří minut. Jeho délka musí umožnit zastavit z plné traťové rychlosti i nejhůře brzdícím vlakům.

**Stavědlo:** Zabezpečovací zařízení umístěné v dopravně zajišťující bezpečné stavění JC.

**Statický rychlostní profil SSP:** Jízdní profil předaný drážnímu vozidlu informující o neproměnných informacích z tratě, její maximální dovolenou traťovou rychlost a další rychlostní limity.

**Úsek MA/Sekce MA:** Povolení k jízdě MA, může být rozděleno do několika úseků/sekcí, ve kterých se může definovat jistá časová omezení MA. Dělení na sekce závisí na vlastnostech infrastruktury.

**Zábrzdňá křivka:** Křivka vygenerovaná vozidlem pro kontrolu snižování rychlosti při brzdění na požadovanou rychlost.

**Závěrová tabulka:** Dokument, ve kterém jsou zaznamenány všechny možné VC a PC cesty v dané dopravně, včetně přesného popisu jejich provedení (použité prvky v kolejišti, jejich předepsané polohy a prvky tvořící dané JC příimou boční ochranu).

## ZKRATKY

BG: Balízová skupina.

DMI: Zařízení umístěné v kabině strojvedoucího a zobrazující mu veškeré nutné informace z trati (rychlost, MA, nouzové zprávy, textové zprávy a jiné).

DSP: Dynamický rychlostní profil.

EOA: End of Authority. Definované místo, kam až platí povolení k jízdě MA.

ETCS: Evropský jednotný vlakový zabezpečovač, systém zajišťující dohled nad bezpečnou jízdou vlaku jednotný pro celou Evropu.

GP: „Gradient Profile“ Jedná se o označení profilu tratě, konkrétně jeho stoupání nebo klesání (gradient).

IXL: Označení pro stavědlo.

JC: Jízdní cesta. Tato zkratka se používá jako souhrnný pojem pro vlakové a posunové cesty.

KO: Kolejový obvod, označení prvků zjišťujících přítomnost drážního vozidla ve vyhrazeném úseku koleje pomocí signálu vysílaného a přenášeného samotnými kolejnicovými pásy až k přijímačové části kolejového obvodu.

KÚ: Kolejový úsek.

LOA: Limit of Authority. Definované místo, kam až platí povolení k jízdě MA a je zde umožněna nenulová cílová rychlost.

LRBG Vlak během své jízdy míjí jednotlivé balízy (nebo balízové skupiny) a po každém jejich minutí se tyto BG stanou pro vlak vztažným/referenčním bodem na trati. Od referenčního místa se odvozují a jsou od něj platné např. MA, SSP, GP, PR a jiné přenášené informace.

MA: Movement Authority. Specifická zpráva v jazyku ETCS informující vozidlo o přidělené jízdni cestě a její parametry.

- OBU: Jednotka systému ETCS umístěná na drážním vozidle, které dohlíží na dodržování pokynů k jízdě.
- PC: Posunová cesta. Jedná se o označení pro vyhrazení všech prvků v kolejišti přiřazených právě pro jednu posunovou cestu.
- PR: Position report. Zpráva v jazyku ETCS informující přidělenou radioblokovou centrálu o aktuální poloze drážního vozidla.
- PZ: Přejezdové zařízení zabezpečující úrovněvé křížení silniční a železniční dopravy.
- RBC: Radiobloková centrála zajišťující dohled nad jízdou drážních vozidel prostřednictvím zpráv MA a informací získaných ze současných zabezpečovacích systémů.
- SSP: Statický rychlostní profil vyjadřující neproměnné rychlostní omezení na daném úseku tratě.
- SZZ Staniční zabezpečovací zařízení starající se o bezpečný chod dopravy v dopravně.
- SŽDC Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, starající se o výstavbu, modernizaci, údržbu, a chod železniční infrastruktury.
- TSR: "Temporary Speed Restriction". Profil s dodatečnými rychlostními omezeními na trati
- TZZ: Traťové zabezpečovací zařízení, zajišťující bezpečný provoz vlaků mezi dopravnami.
- UNISIG Nazýván také jako „Velká šestka“, byl založen roku 1999 jako nástupce konsorcia EUROSIG na popud Evropské komise, která oslovila firmy Siemens, Alstom, Alcatel a Ansaldo, aby konsolidovaly výsledky vývoje evropského systému jednotného zabezpečení ERTMS/ETCS. Později se k této skupině připojily firmy Bombardier a Invensys. V nedávné době rozšířila jejich řady i jedna významná česká firma AŽD Praha.

- VC: Vlaková cesta. Jedná se o označení pro vyhrazení všech prvků v kolejišti přiřazených právě pro jednu vlakovou cestu.
- VUZ: Výzkumný ústav železniční, a.s. Společnost specializovaná na odborné služby a komplexní řešení v oblasti posuzování, zkušebnictví a poradenství pro železniční systémy a drážní dopravu.
- ZT: Závěrová tabulka definuje ve stavědle všechny jízdny cesty v dané dopravě. Pro každou jízdny cestu je přesně v ZT definováno z jakých prvků se skládá a v jakých mají být např. výhybky polohách a další podmínky pro postavení dané JC.

## ZDROJE

- [1] European Railway Agency ERTMS/ETCS - Baseline 3 : SUBSET-026 Version 3.1.0, ERA 2010. s. 518.
- [2] KUNHART, Milan.: *Systémový návrh aplikace ERTMS/ETCS L2 v ČR*. Pardubice, 2005. 102 s. Univerzita Pardubice. Dopravní fakulta Jana Pernera. Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě. Habilitační práce.
- [3] Univerzita Pardubice. *Aplikace ERTMS/ETCS v ČR*. Pardubice, 2004. 85 s. ISBN 80-7194-699-0.
- [4] Kolektiv autorů – pracovní skupina WG\_ETCS: *Komentovaná specifikace funkčních požadavků na činnost systému ERTMS/ETCS úroveň 2 v ČR*. Pardubice, 2004. 60 s. Interní dokument AŽD Praha, s.r.o
- [5] KLEGA, Marcel; VARADINOV, Petr. *Implementace ERTMS/ETCS L2 – na české části Koridoru E : Technické požadavky* [online]. verze 1.0.0. Praha : SŽDC, 2010 [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.szdc.cz/provozovani-drahy/ertms.html>>.
- [6] CHUDÁČEK, V.; JAKL, J.; LOCHMAN, L. *Vlakové zabezpečovací systémy*. Praha : ČD - VÚŽ, 1999. 67 s.
- [7] Generální ředitelství ČD. *ČD D1 : Předpis pro používání návěstí při organizování a provozování drážní dopravy*. Změna č.2. Olomouc, 1997. 214 s. Účinnost 2. změny od 1.7.2002.
- [8] Generální ředitelství ČD. *TNŽ 34 2610 : Železniční světelná návěstidla*. Praha, 1993. 43 s.
- [9] Generální ředitelství ČD. *TNŽ 34 2620 : Železniční zabezpečovací zařízení Staniční a traťové zabezpečovací zařízení*. Praha, 2002. 82 s.
- [10] MOTYČKA, P.; KUNHART, M. *Rozbor bezpečnostní funkce „Rušení závěru neprojeté VC“*. Pardubice, 2009.15 s. Interní dokument AŽD Praha, s.r.o
- [11] MAREK, Jakub. *Analýza funkce rušení neprojeté jízdni cesty v systému ETCS L2*. Pardubice, 2008. 93 s. Diplomová práce. Univerzita Pardubice.



- [12] MARTÍNEK, Tomáš. *Stanovení vlastností a struktur významových dat přenášených mezi RBC a OBU systému ETCS L2 v závislosti na topologii kolejiště*. Pardubice, 2010. 64 s. Ročníkový projekt I. Univerzita Pardubice.
- [13] MARTÍNEK, Tomáš. *Analýza vztahu struktury a hodnot parametrů oprávnění k jízdě ETCS L2 a stavů a struktury vlakových cest*. Pardubice, 2011. 46 s. Ročníkový projekt II. Univerzita Pardubice.
- [14] KANISOVÁ, Hana; MÜLLER, Miroslav. *UML srozumitelně*. Brno : Computer Press, 2004. 158 s. ISBN 80-251-0231-9.

**SEZNAM TABULEK**

tab. 1 Třídy proměnných a jejich rozlišení podle předpon .....	4
tab. 2 Obecná hlavička paketu .....	5
tab. 3 Paket č. 57: Parametry žádosti o nové MA.....	13
tab. 4 Paket č. 15: Struktura MA oprávnění k jízdě .....	14
tab. 5 Paket č. 27: Struktura statického rychlostního profilu SSP .....	16
tab. 6 Paket č. 21: Struktura gradientu.....	21
tab. 7 Paket č. 11: Struktura Potvrzení vlakových dat do RBC .....	25
tab. 8 Paket č. 0: Struktura hlášení polohy "PR" .....	29
tab. 9 Paket č. 58: Struktura volitelného paketu určující kdy má OBU posílat „PR“ .....	29

## SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 1 Formát zprávy č. 24: Obecná zpráva .....	6
obr. 2 Jedno a více sekční MA .....	7
obr. 3 Žádost OBU o prodloužení MA .....	9
obr. 4 Struktura MA a její časovače .....	11
obr. 5 Formát zprávy č. 3: Povolení k jízdě MA .....	13
obr. 6 Ukázka výběru nejvíce omezujícího rychlostního profilu .....	20
obr. 7 Příklad použití gradientu a hodnot zasílaných jednotce OBU .....	21
obr. 8 Formát zprávy č. 15: Podmíněný příkaz k nouzovému zastavení .....	23
obr. 9 Formát zprávy č. 16: Nepodmíněný příkaz k nouzovému zastavení; a zpráva č.18: Rušení příkazu k nouzovému zastavení .....	23
obr. 10 Formát zprávy č. 129: Potvrzení vlakových dat .....	25
obr. 11 Informace podávaná v hlášení polohy „PR“ .....	26
obr. 12 Formát zprávy č. 136: Hlášení polohy vlaku .....	28
obr. 13 Rušení neprojeté VC – jednosměrná komunikace IXL – RBC .....	36
obr. 14 Stavění VC – obousměrná komunikace - Nastavení příznaku ETCS_lor .....	38
obr. 15 Rušení neprojeté VC – obousměrná komunikace IXL – RBC .....	40
obr. 16 Diagram případů užití pro RBC v systému ETCS L2 .....	43
obr. 17 Diagram tříd systému ETCS L2 .....	44
obr. 18 Sekvenční diagram rušení neprojeté VC v systému ETCS L2, obousměrná komunikace IXL – RBC .....	45
obr. 19 Stavový diagram VC v IXL, jednosměrná komunikace IXL – RBC .....	47
obr. 20 Stavový diagram VC, jednosměrná varianta komunikace IXL-RBC .....	51
obr. 21 Stavový diagram VC, obousměrná komunikace IXL-RBC .....	51
obr. 22 Stavový diagram příznaku ETCS_lor, obousměrná komunikace .....	53
obr. 23 Stavový diagram zasílaných zpráv na IXL .....	54
obr. 24 Stavový diagram zasílaných zpráv na OBU .....	55
obr. 25 Stavový diagram obrazu VC v RBC .....	56
obr. 26 Stavový diagram příznaku ETCS_lor, obousměrná komunikace .....	57
obr. 27 Stavový diagram povolení k jízdě MA v RBC .....	58
obr. 28 Stavový diagram časovače t_sectiontimer .....	59
obr. 29 Stavový diagram zasílaných zpráv na RBC .....	60
obr. 30 Stavový diagram povolení k jízdě MA na vozidle .....	61
obr. 31 Stavový diagram časovače t_sectiontimer .....	62
obr. 32 Vjezdová VC a struktura MA .....	63
obr. 33 Odjezdová VC a struktura MA .....	64

obr. 34 PZ a vliv na podobu MA.....	66
obr. 35 Žádost o MA z důvodu dosažení místa blízkého EOA.....	68
obr. 36 Žádost o MA z důvodu brzké doby vypršení t_sectiontimer.....	69

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 Volitelné pakety
- Příloha č. 2 Jednosměrná komunikace, rušení VC
- Příloha č. 3 Obousměrná komunikace, stavění VC a zavedení příznaku ETCS\_lor
- Příloha č. 4 Obousměrná komunikace, Rušení VC
- Příloha č. 5 Rušení VC: Vlák je/není ETCS
- Příloha č. 6 Rušení VC: Dotaz o zkrácení MA
- Příloha č. 7 Rušení VC: Ztráta kom. IXL – RBC
- Příloha č. 8 Rušení VC: Ztráta kom. RBC – OBU
- Příloha č. 9 Stavové diagramy IXL
- Příloha č. 10 Stavové diagramy RBC
- Příloha č. 11 Stavové diagramy OBU
- Příloha č. 12 Praktický příklad vjezdové VC
- Příloha č. 13 Praktický příklad odjezdové VC



## PŘÍLOHA Č. 1 VOLITELNÉ PAKETY

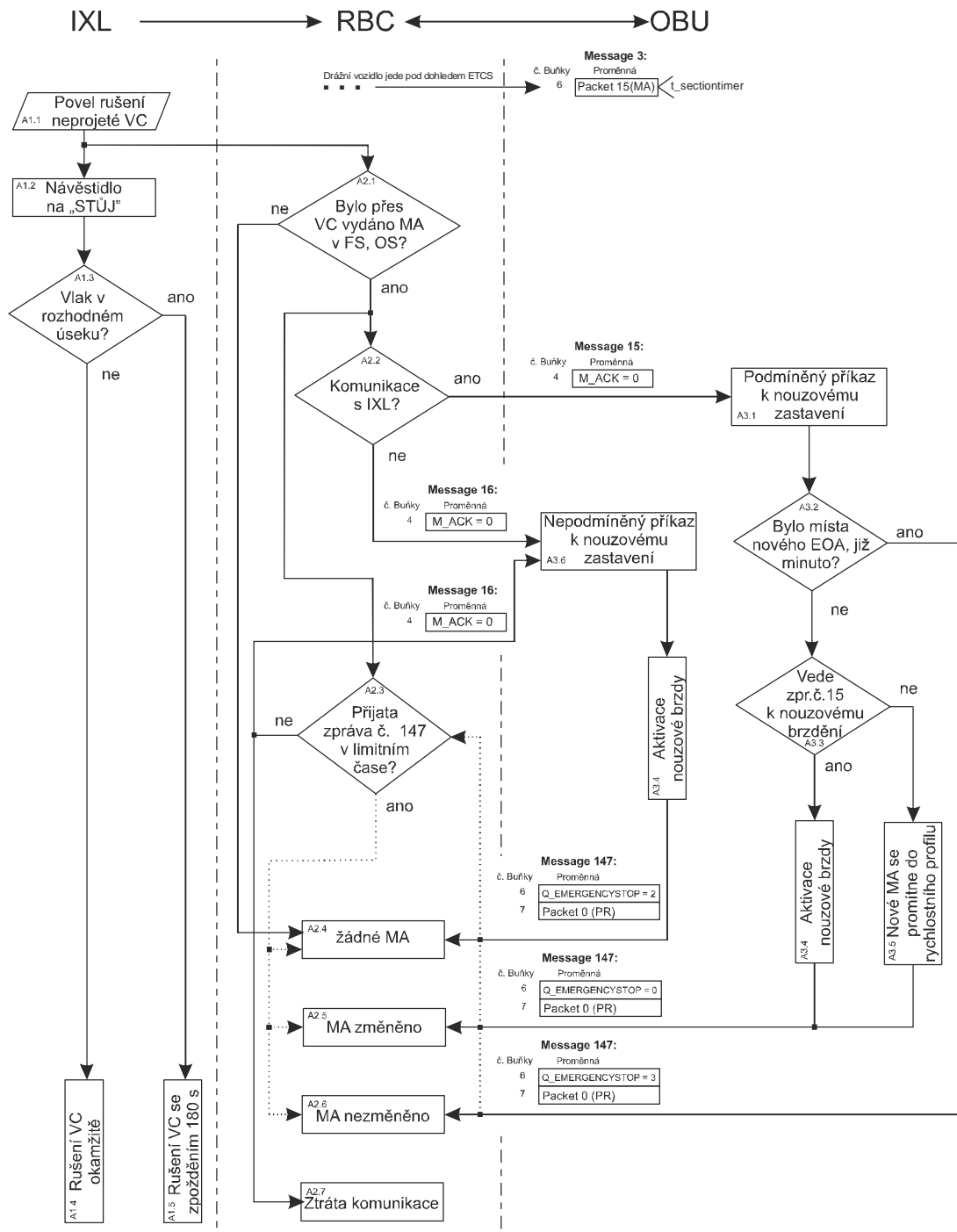
Volitelné pakety zasílané spolu s povolením k jízdě ve zprávě č.3 Movement Authority (MA):

- **Paket č. 3:** *National Values*, Národní hodnoty, limity, omezení a rychlosti vydané v souladu s předpisy konkrétním provozovatelem dráhy.
- **Paket č. 5:** *Linking*, Vazby mezi balízovými skupinami.
- **Paket č. 21:** GP, Stoupání nebo klesání tratě (gradient).
- **Paket č. 27:** SSP, statický rychlostní profil.
- **Paket č. 39:** *Track Condition Change of traction power*, Informace o změně napájecí trakce na trati pro hnací vozidlo.
- **Paket č. 40:** *Track Condition Change of allowed current consumption*, Informace o změně dovoleného odběru elektrického proudu z trakce.
- **Paket č. 41:** *Level Transition Order*, specifikace místa přechodu mezi úrovněmi ETCS L1, L2, L3. LSTM.
- **Paket č. 42:** *Session Management*, Informace o identitě a telefonním čísle radioblokové centrály RBC, se kterou má být navázána/zrušena komunikace.
- **Paket č. 44:** *Data used by applications outside the ERTMS/ETCS system*. Zpráva mezi RBC a mobilní jednotkou OBU, která obsahuje informace používané v jiných aplikacích mimo system ETCS.
- **Paket č. 45:** *Radio Network Information*, Paket s informacemi o identitě rádiové sítě, do které je nutné se registrovat.
- **Paket č. 47:** *Level Inhibition Order*, Paket s nařízením přechodu na jinou úroveň ETCS L1, L2, L3. LSTM.
- **Paket č. 49:** *List of balises for SH Area*, Specifikace místa a seznam balíz pro provádění posunu, mód SH.
- **Paket č. 52:** *Permitted Braking Distance Information*, žádost RBC o kalkulaci rychlostních omezení, pro zajištění zábrzdné vzdálenosti v předané úseku.
- **Paket č. 57:** *Movement Authority Request Parameters*, Podmínky pro OBU ohledně zasílání dalších žádostí nového/rozšířeného oprávnění k jízdě.
- **Paket č. 58:** *Position Report Parameters*, Parametry pro hlášení polohy vlaku.
- **Paket č. 64:** *Inhibition of revocable TSRs from balises in L2/3*, zakázání zrušitelných dočasných omezení rychlosti TSR předaných balízami v úrovni L2/3.

- **Paket č. 65:** TSR, Informace o dočasném omezení rychlosti na trati.
- **Paket č. 66:** *Temporary Speed Restriction Revocation*, stornování TSR.
- **Paket č. 68:** *Track Condition*, detaily o trati pro komfortnější vedení vlaku, např. stáhni sběrač aj..
- **Paket č. 69:** *Track Condition Station Platforms*, Informace o poloze a výšce nástupišť pro vlakový systém otevírání dveří.
- **Paket č. 70:** *Route Suitability Data*, paket s charakteristikami nutnými pro vstup na danou trať/do dané vlakové cesty např. nápravové tlaky atd.
- **Paket č. 71:** *Adhesion Factor*, paket nařizující změnu adhezního faktoru pro výpočty brzdných křivek v případě změny adhezních poměrů na trati.
- **Paket č. 72:** *Packet for sending plain text messages*, zasílání jednoduchých textových zpráv z RBC na vozidlo.
- **Paket č. 76:** *Packet for sending fixed text messages*, zasílání předem definovaných textových zpráv z RBC na vozidlo
- **Paket č. 79:** *Geographical Position Information*, geografické informace o jedné nebo více referenčních poloh, většinou umístění LRGB balíz na trati.
- **Paket č. 80:** *Mode profil*, Další profily vztahující se ke konkrétnímu módu.
- **Paket č. 88:** *Level crossings information*, informace o poloze a dalších specifikacích úrovněvého železničního přejezdu v MA.
- **Paket č. 131:** *RBC transition order*, příkaz pro přechod na komunikaci s jinou radioblokovou centrálu RBC v blízkosti.
- **Paket č. 138:** *Reversing area information*, informace o možnosti „couvání“, začátek a délka úseku pro reverzaci.
- **Paket č. 139:** *Reversing supervision information*, další informace o úseku pro reverzaci, vzdálenost k jeho počátku a povolená rychlost v tomto úseku.
- **Paket č. 140:** *Train running number from RBC*, provozní číslo vlaku (dle GVD) přidělené centrálou RBC, jeho jednoznačná identifikace.



# PŘÍLOHA Č. 2 JEDNOSMĚRNÁ KOMUNIKACE, RUŠENÍ VC



**RBC:**  
**Message 3:** Oprávnění k jízdě  
**Message 15:** Podmíněný příkaz k nouzovému zastavení  
**Message 16:** Nepodmíněný příkaz k nouzovému zastavení

**OBU:**  
**Message 147:** Potvrzení nouzového zastavení

## IXL

- **A1.1:** *Povel rušení neprojeté VC:*  
Obsluha stavědla vydá povel k rušení již postavené a zapevněné vlakové cesty, drážní vozidlo se vyskytuje ještě před začátkem této rušené VC. Povel rušení VC je možné vydat jak přímo výpravčím v dané stanici, tak i dálkově z jednotného obslužného pracoviště dálkového ovládání.
- **A1.2:** *Návěstidlo na „STŮJ“:*  
IXL vydá povel k rozsvícení zakazující návěsti na příslušném návěstidle na začátku rušené VC a zajistí její řádné rozsvícení.
- **A1.3:** *Vlak v rozhodném úseku?:*  
Stavědlo na základě obsazení rozhodného úseku umístěného před každou VC určí, jakým způsobem bude rušen závěr neprojeté VC (okamžitě/se zpožděním). Obsazenost rozhodného úseku se vyvozuje na základě obsazení příslušných kolejových obvodů nebo informací z počítačů náprav umístěných na daných úsecích tratě.
- **A1.4:** *Rušení VC okamžitě:*  
Stavědlo vydá povel k okamžitému zrušení závěrů všech prvků v rušené VC.
- **A1.5:** *Rušení VC se zpožděním 180s:*  
Spuštění časovače, jehož velikost určí jak dlouho budou všechny prvky v rušené VC ještě pod závěrem, než dojde k jejich uvolnění. Velikost časovače pro podmínky ČR je pro vlakové cesty volena na 3 minuty (180 s) a pro posunové cesty pak 1 minuta (60 s).

## RBC

- **A2.1:** *Bylo přes VC vydáno MA v FS, OS?:*  
Zjišťování, zda je rušená VC určena pro vlak jedoucí pod dohledem ETCS a bylo mu vydáno povolení k jízdě MA v režimu plného dohledu (FS) nebo režimu na rozhled (OS). V případě nevyhovění této podmínky bude RBC považovat blížící se vozidlo za typ jedoucí v jiném (degradovaném) režimu OBU nebo vozidlo jedoucí pod dohledem jiných např. národních zabezpečovacích systémů a pravidel. Pro jednosměrnou variantu zařízení

IXL a RBC nevyvodí RBC žádnou reakci a to i pro vozidla jedoucí pod dohledem ETCS v jiných než FS nebo OS režimech. V těchto režimech jízdy je za vedení vlaku zodpovědný strojvedoucí.

- **A2.2: Komunikace s IXL?:**

RBC na základě časového zpoždění mezi libovolnými kontinuálně zasílanými informacemi z IXL rozpozná, zda došlo k přerušení komunikace se stavědlem. Dovolené zpoždění je stanoveno na cca 200 ms, v případě jeho překročení vyhodnotí RBC ztrátu komunikace s daným stavědlem v dopravně.

- **A2.3: Přijata zpráva č. 147 v limitním čase?:**

RBC po vyslání libovolné zprávy na vozidlo spustí vnitřní časovač měřící dobu mezi vysláním zprávy z RBC a obdržáním adekvátních informací z vozidla v podobě zprávy č. 147. Po příjmu této zprávy z vozidla, do stanoveného časového limitu, je funkce časovače vyřazena. V případě, že RBC neobdrží žádnou zprávu, dojde po čase k vypršení časovače a k vyhodnocení ztráty komunikace s vozidlem. V případě nespolupracující varianty zařízení IXL a RBC neexistuje propojení do stavědla a v této situaci je bezpečnost zajištěna pouze na adekvátním prodloužení rozhodného úseku před každou VC ve stanici a na správně nastavených hodnotách časovače (T\_SECTIONTIMER) v původním MA, kdy po jejich vypršení dojde k zastavení jedoucího drážního vozidla.

- **A2.4: Žádné MA:**

Stav, kdy RBC nemá žádné povolení k jízdě pro vozidlo. Jedná se o případ výpadku komunikace mezi IXL a RBC, v případě takového výpadku ztratí RBC informace nejen z takto postihnuté dopravní, ale také přilehlých úseků tratě, dojde tedy k výpadku velice podstatných informací obsazenosti/volnosti velkého úseku tratě. V případě, že se vozidlo blíží, nebo se již vyskytuje v takto postihnutém místě, je nezbytné ho okamžitě zastavit.

- **A2.5: MA změněno:**

Stav, kdy RBC změní povodní MA na zkrácené MA k začátku rušené VC. Do tohoto stavu přejde RBC na základě obdržené zprávy z vozidla č. 147

(Q\_EMERGENCYSTOP = 0), vozidlo touto zprávou garantuje zastavení na nové zkrácené EOA.

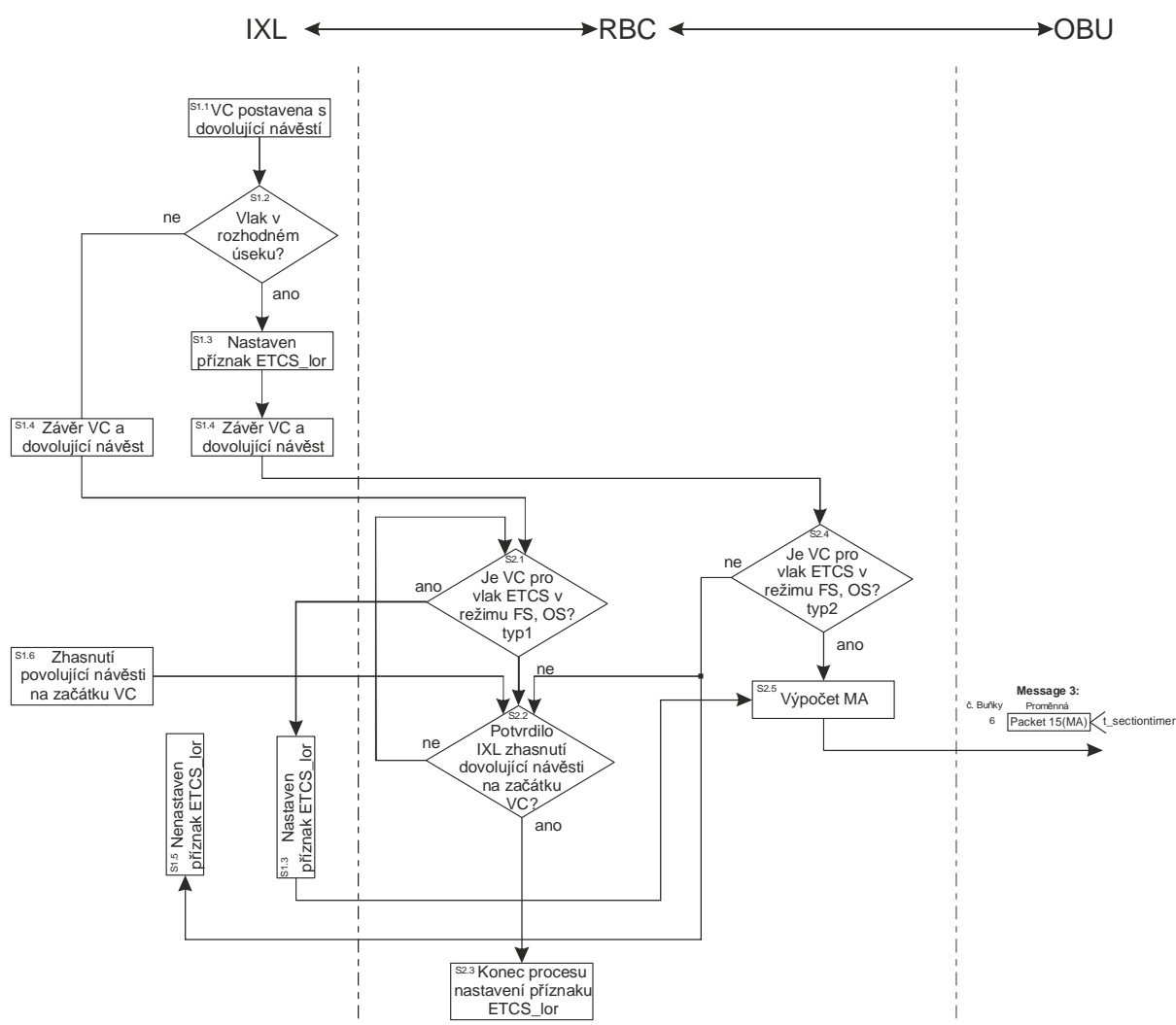
- **A2.6: MA nezměněno:**  
Stav, kdy RBC ponechá původní MA beze změny. Jedná se o reakci, kdy vozidlo již minulo místo začátku rušeného úseku, tedy místo nového EOA. RBC od vozidla v tomto případě obdrží zprávu č. 147 s parametrem Q\_EMERGENCYSTOP = 3.
- **A2.7: Ztráta komunikace:**  
Stav, kdy RBC vyhodnotí na základě neobdržených zpráv č. 147 ztrátu komunikace s vozidlem. Vozidlo vyhodnotí ztrátu komunikace po vypršení příslušného časovače (T\_SECTIONTIMER kap. 2.1.4.1) v původním MA.

## OBU

- **A3.1: Podmíněný příkaz k nouzovému zastavení:**  
Vozidlo obdrží z RBC podmíněnou nouzovou zprávu o zastavení č. 15 (kap. 2.4, obr. 8), která mu přikazuje zastavit do určité vzdálenosti na trati k návěstidlu na začátku rušené VC.
- **A3.2: Bylo místo nového EOA již minuto?:**  
Vozidlo porovnává nové EOA s aktuální svojí polohou. Pokud již bylo místo EOA minuto, informuje o tom přidělenou RBC zprávou č. 147 (Q\_EMERGENCYSTOP = 3), pokud je toto místo ještě před čelem vlaku bude se rozhodovat na základě A3.3.
- **A3.3: Vede zpráva č. 15 k nouzovému brzdění?:**  
Zpráva č. 15 je tzv. podmíněný příkaz k zastavení, vozidlo rozhodne o formě brzdění nouzové/provozní na základě místa určeného zprávou č. 15 a svých brzdňích schopností. Pokud vozidlo vyhodnotí, že do této vzdálenosti nedokáže provozně zastavit, dojde k nouzovému zastavení vozidla, v opačném případě bude nové EOA promítnuto do rychlostního profilu. V obou případech vyšle vozidlo zprávu do RBC č. 147 (Q\_EMERGENCYSTOP = 0).
- **A3.4: Aktivace nouzové brzdy:**  
Jednotka OBU vydá povel k aktivaci nouzové brzdy.

- **A3.5:** *Nové MA se promítne do rychlostního profilu:*  
OBU vyhodnotí, že nové EOA se nachází dostatečně daleko před vozidlem a k tomuto místu bude možné provozně dobrzdit. OBU tedy nový konec VC promítne a přepočítá nový dynamický rychlostní profil (DSP), podle kterého se drážní vozidlo začne okamžitě řídit.
- **A3.6:** *Nepodmíněný příkaz k nouzovému zastavení:*  
Vozidlo obdrží nepodmíněnou nouzovou zprávu č. 16 (kap. 2.4, obr. 9), která mu přikazuje okamžitě aktivovat nouzovou brzdu.

# PŘÍLOHA Č. 3 OBOUSMĚRNÁ KOMUNIKACE, STAVĚNÍ VC A ZAVEDENÍ PŘÍZNAKU ETCS\_LOR



## IXL

- **S1.1:** *VC postavena s dovolující návěstí:*

Stav vlakové cesty, ve kterém jsou dané prvky VC pod závěrem a na návěstidle na začátku VC svítí dovolující návěst.

- **S1.2:** *Vlak v rozhodném úseku?:*

Stavědlo na základě obsazení rozhodného úseku umístěného před každou VC určí, zda bude nastaven příznak ETCS\_lor okamžitě, nebo až po schválení RBC. Stavědlo může příznak „ETCS\_lor“ nastavit samo bez požadavku z RBC. Jedná se o funkční vylepšení, které neovlivňuje bezpečnost, pouze urychluje vydání případného MA z RBC vozidlu.

Obsazenost rozhodného úseku se vyvozuje na základě obsazení příslušných kolejový obvodů nebo informací z počítačů náprav umístěných na daných úsecích tratě.

- **S1.3: Nastaven příznak ETCS\_lor.**  
Stavědlo přiřadí do svého registru vlastností vlakové cesty i příznak ETCS\_lor, který ho informuje, že se jedná o VC určenou pro vlak jedoucí pod dohledem ETCS v režimu FS nebo OS.
- **S1.4: Závěr VC a dovolující návěst.**  
IXL vydá povel k zavedení závěru na všechny prvky v postavené jízdni cestě, včetně příslušných odvratných výhybek a výkolejek a vydá povel k rozsvícení dovolující návěsti podle závěrové tabulky u příslušného návěstidla na začátku stavěné VC a zajistí její řádné rozsvícení.
- **S1.5: Nenastaven příznak ETCS\_lor.**  
Stavědlo nepřidá nebo smaže ve svého registru vlastností vlakové cesty příznak ETCS\_lor.
- **S1.6: Zhasnutí povolující návěsti na začátku VC:**  
Stavědlo po průjezdu drážního vozidla, případně na pokyn obsluhy stavědla zhasne povolující návěst na začátku VC a tuto informaci pošle do RBC.

## RBC

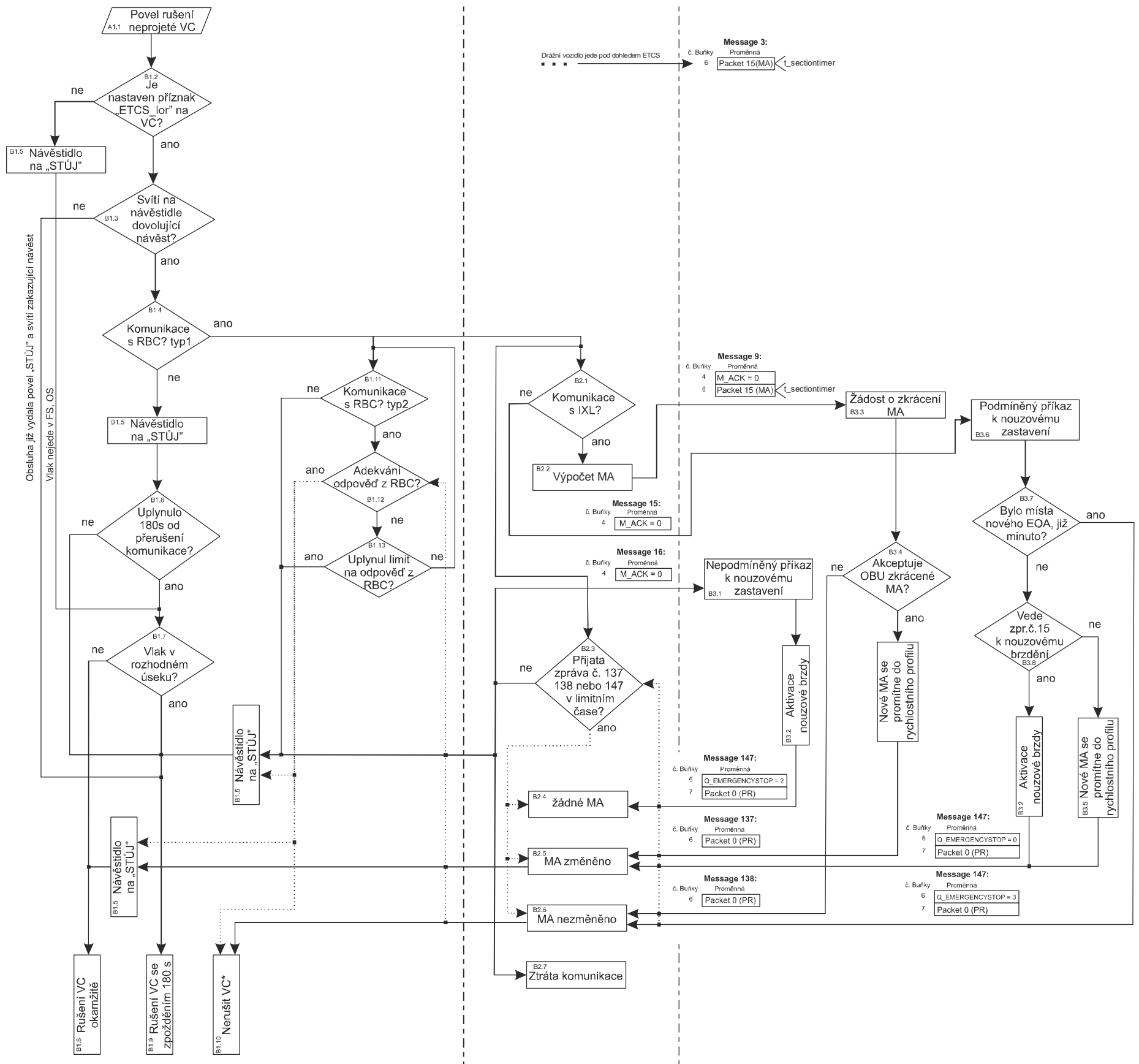
- **S2.1: Je VC pro vlak ETCS v režimu FS, OS? typ1:**  
Zjišťování, zda je stavěná VC určena pro vlak jedoucí pod dohledem ETCS v režimu plného dohledu FS nebo režimu na rozhled OS. Pokud se jedná o vozidlo jedoucí pod dohledem ETCS v FS, OS vydá RBC pokyn stavědlu k nastavení příznaku ETCS\_lor a vyčká na jeho odpověď. V případě, že se nejedná o vozidlo ETCS nebo vozidlo jedoucí v jiném než FS, OS režimu, bude RBC neustále kontrolovat neměnnost tohoto stavu do doby, než dojde ke zhasnutí povolující návěsti na začátku stavěné VC. Diagram pokračuje na blok S2.2.

- **S2.2:** *Potvrdilo IXL zhasnutí povolující návěsti na začátku VC?:*  
RBC na základě zprávy ze stavědla přeruší cyklus zjišťování zda blížící se drážní vozidlo jede pod dohledem ETCS\_lor v FS, OS a ukončí proces nastavování příznaku ETCS\_lor viz blok S2.3.
- **S2.3:** *Konec procesu nastavení příznaku ETCS\_lor:*  
Stav, kdy RBC přestane, na základě informací ze stavědla, nastavovat příznak ETCS\_lor.
- **S2.4:** *Je VC pro vlak ETCS v režimu FS, OS? typ2:*  
Zjišťování, zda je stavěná VC určena pro vlak jedoucí pod dohledem ETCS v režimu plného dohledu FS nebo režimu na rozhled OS. Pokud se nejedná o vozidlo ETCS nebo vozidlo jedoucí v jiném než FS, OS režimu, vydá RBC pokyn ke smazání příznaku ETCS\_lor na stavědlo a diagram zároveň pokračuje blokem S2.5. V případě, že se jedná o vozidlo jedoucí pod dohledem ETCS v režimu FS, OS vypočte RBC MA pro vozidlo, diagram pokračuje na blok S2.5.
- **S2.5:** *Výpočet MA:*  
RBC vypočte povolení k jízdě MA a zašle ho na příslušné vozidlo zprávou č. 3 (kap. 2.1, obr. 5).



# PŘÍLOHA Č. 4 OBOUSMĚRNÁ KOMUNIKACE, RUŠENÍ VC

IXL ← RBC ← OBU



**RBC:**  
 Message 9: Žádost o zkrácení MA  
 Message 15: Podmíněný příkaz k nouzovému zastavení  
 Message 16: Nepodmíněný příkaz k nouzovému zastavení

**OBU:**  
 Message 137: Zkrácené MA akceptováno  
 Message 138: Zkrácené MA neakceptováno  
 Message 147: Potvrzení nouzového zastavení

## IXL

- **B1.1:** *Povel rušení neprojeté VC:*  
Obsluha stavědla vydá povel k rušení již postavené a zabezpné vlakové cesty, drážní vozidlo se vyskytuje ještě před začátkem této rušené VC. Povel rušení VC je možné vydat jak přímo výpravčím v dané stanici, tak i dálkově z jednotného obslužného pracoviště dálkového ovládání.
- **B1.2:** *Je nastaven příznak „ETCS\_lor“ na VC?:*  
Stavědlo zjišťuje, z vnitřního registru, zda je na takto rušené VC zaveden příznak „ETCS\_lor“ informující logiku stavědla, že tato VC je pro vlak jedoucí pod dohledem ETCS v režimu FS nebo OS. Pokud vlak přejde pod jiný režim dohledu, nebo pod jiný typ vlakového zabezpečovače než ETCS, informuje neprodleně o této změně svoji přidělenou RBC, a to okamžitě smaže nejen svůj příznak ETCS\_lor ve svém obraze VC, ale zároveň vydá povel ke změně tohoto příznaku také stavědлу.  
  
Nadbytečně nastavený příznak ETCS\_lor je více omezující pro případ rušení VC. Proto je tedy možné, při rušení VC, ponechat testování tohoto příznaku pouze algoritmem stavědla. To je totiž pravidelně o jakékoliv změně příznaku ETCS\_lor, potažmo režimu dohledu vlaků, informováno okamžitě z RBC.
- **B1.3:** *Svítlí na návěstidle dovolující návěst?:*  
Stavědlo zjišťuje stav a smysl návěsti na příslušném návěstidle na začátku rušené VC. V případě, že obsluha stavědla vydala ještě před povelu rušení VC, povel „STŮJ“ na tomto návěstidle, bude VC rušena stejně jako při smyslu povelu „STŮJ“, tedy pouze s příslušným zpožděním.
- **B1.4:** *Komunikace s RBC? typ1:*  
Stavědlo na základě časového zpoždění mezi libovolnými kontinuálně zasílanými informacemi z RBC rozpozná, zda došlo k přerušení komunikace. Dovolené zpoždění je stanoveno na 200ms, v případě jeho překročení vyhodnotí Stavědlo ztrátu komunikace s přidělenou RBC a spuštění časovače viz B1.6.

- **B1.5:** *Návěstidlo na „STŮJ“:*  
IXL vydá povel k rozsvícení zakazující návěsti na příslušném návěstidle na začátku rušené VC a zajistí její řádné rozsvícení.
- **B1.6:** *Uplynulo 180 s od přerušení komunikace?:*  
V případě, že došlo k výpadku komunikace stavědla s RBC, spustí se okamžitě časovač zaznamenávající dobu tohoto přerušení. V případě vydání povelu k rušení VC v době probíhajícího výpadku komunikace, dojde k porovnání této doby s časovačem. Jeho velikost je vhodné stanovit na dobu odpovídající času pro bezpečné zastavení vozidel, v ČR shodně s dobou zpoždění pro rušení VC (3 minuty – 180 s).  
  
Pokud povel rušení VC přijde v době kratší, než tři minuty od výpadku, bude VC rušena vždy s předepsaným zpožděním. Hrozí totiž nebezpečí vjetí vlaku do nepřipravené VC, jak dokazuje analýza v ročníkovém projektu II [13].  
  
V případě, že povel rušení VC přijde po uplynutí třech minut, bude se VC rušit dosavadním způsobem (dle obsazenosti rozhodného úseku). Doba tří minut je totiž dostatečná, aby zbytek systému, včetně drážních vozidel, tuto situaci detekoval a vyvodil bezpečnou reakci. Řízení dopravy po této době bude možné již v degradovaném módu dohledu ETCS, nebo pod dohledem jiných národních zabezpečovacích systémů, či pravidel.
- **B1.7:** *Vlak v rozhodném úseku?:*  
Stavědlo na základě obsazení rozhodného úseku umístěného před každou VC určí, jakým způsobem bude rušen závěr neprojeté VC (okamžitě/se zpožděním). Obsazenost rozhodného úseku se vyvozuje na základě obsazení příslušných kolejových obvodů nebo informací z počítačů náprav umístěných na daných úsecích tratě.
- **B1.8:** *Rušení VC okamžitě:*  
Stavědlo vydá povel k okamžitému zrušení závěrů všech prvků v rušené VC.
- **B1.9:** *Rušení VC se zpožděním 180s:*  
Spuštění časovače, jehož velikost určí jak dlouho budou všechny prvky v rušené VC ještě pod závěrem, než dojde k jejich uvolnění. Velikost časovače pro podmínky ČR je pro vlakové cesty volena na 3 minuty (180 s) a pro posunové cesty pak 1 minuta (60 s).

- **B1.10: Nerušit VC:**  
Stavědlo nezruší závěr žádného prvku v rušené VC a dojde k ukončení procesu rušení VC. Drážnímu vozidlu je umožněno dojet na konec původní VC podle původního MA. Tato situace nastane v případě, že jedoucí drážní vozidlo se nachází již tak blízko před začátkem rušené VC, že by muselo aktivovat nouzovou brzdu.
- **B1.11: Komunikace s RBC? typ2:**  
Stavědlo na základě časového zpoždění mezi libovolnými kontinuálně zasílanými informacemi z RBC rozpozná, zda došlo k přerušení komunikace. Dovolené zpoždění je stanoveno na cca 200 ms, v případě jeho překročení vyhodnotí Stavědlo ztrátu komunikace s přidělenou RBC a pokračuje blokem B1.12.
- **B1.12: Adekvátní odpověď z RBC?:**  
Stavědlo zjišťuje, zda dostala na svůj dotaz ohledně rušení VC adekvátní odpověď z RBC. Pokud ano, dojde k adekvátním operacím na základě obdržených zpráv z RBC. Pokud žádná odpověď z RBC nepřijde, pokračuje cyklus blokem B1.13.
- **B1.13: Uplynul limit na odpověď z RBC?:**  
Stavědlo porovnává dobu časovače s nastavenou maximální povolená hodnotou odmlky z RBC na dotaz stavědla ohledně rušení VC. V případě jeho překročení, bude stavědlo rušit VC se zpožděním 3 minuty. Pokud je však hodnota časovače menší, bude cyklus pokračovat zpět na blok B1.11.

## RBC

- **B2.1: Komunikace s IXL?:**  
RBC na základě časového zpoždění mezi libovolnými kontinuálně zasílanými informacemi z IXL rozpozná, zda došlo k přerušení komunikace se stavědlem. Dovolené zpoždění je stanoveno na cca 200 ms, v případě jeho překročení vyhodnotí RBC ztrátu komunikace s daným stavědlem v dopravně.

- **B2.2: Výpočet MA:**  
RBC vypočte povolení k jízdě MA a zašle ho na příslušné vozidlo zprávou č. 3 (obr. 5).
- **B2.3: Přijata zpráva č. 137, 138 nebo 147 v limitním čase?:**  
RBC po vyslání libovolné zprávy na vozidlo spustí vnitřní časovač měřící dobu mezi vysláním zprávy z RBC a obdržáním adekvátních informací z vozidla v podobě zpráv č. 137, 138 nebo 147. Po příjmu libovolné zprávy 137, 138 nebo 147, do stanoveného časového limitu, je funkce časovače vyřazena. V případě, že nedojde žádná zpráva, dojde po čase k vypršení časovače a k vyhodnocení ztráty komunikace s vozidlem. V případě komunikující varianty zařízení IXL a RBC zašle RBC na stavědlo souhlas s rušením VC avšak pouze se zpožděním 3 minut. Bezpečnost je zajištěna rušením závěrů VC se zpožděním a na správně nastavených hodnotách časovače (T\_SECTIONTIMER kap. 2.1.4.1) v původním MA, kdy po jejich vypršení dojde k zastavení jedoucího drážního vozidla.
- **B2.4: Žádné MA:**  
Stav, kdy RBC nemá žádné povolení k jízdě pro vozidlo. Jedná se o případ výpadku komunikace mezi IXL a RBC, v případě takového výpadku ztratí RBC informace nejen z takto postihnuté dopravní, ale také přilehlých úseků tratě, dojde tedy k výpadku velice podstatných informací obsazenosti/volnosti velkého úseku tratě. V případě, že se vozidlo blíží, nebo se již vyskytuje v takto postihnutém místě, je nezbytné ho okamžitě zastavit.

- **B2.5: MA změněno:**  
Stav, kdy RBC změní povodní MA na zkrácené MA k začátku rušené VC. Do tohoto stavu přejde RBC na základě obdržené zprávy z vozidla č. 137, vozidlo touto zprávou garantuje zastavení na nové zkrácené EOA.
- **B2.6: MA nezměněno:**  
Stav, kdy RBC ponechá původní MA beze změny a odešle do stavědla nesouhlas s rušení VC. Jedná se o situaci, kdy se vozidlo nachází již tak blízko místu začátku rušeného úseku, že by muselo aktivovat nouzovou brzdu. To je z provozních důvodů nevýhodné a proto do RBC zašle zprávu č. 138 informující RBC o odmítnutí zkráceného MA. VC tak musí zůstat ai nadále pod závěrem a nesmí zhasnout povolující návěst na začátku rušené VC.
- **B2.7: Ztráta komunikace:**  
Stav, kdy RBC vyhodnotí na základě neobdržených zpráv č. 147 ztrátu komunikace s vozidlem. Vozidlo vyhodnotí ztrátu komunikace po vypršení příslušného časovače (T\_SECTIONTIMER kap. 2.1.4.1) v původním MA.

## OBU

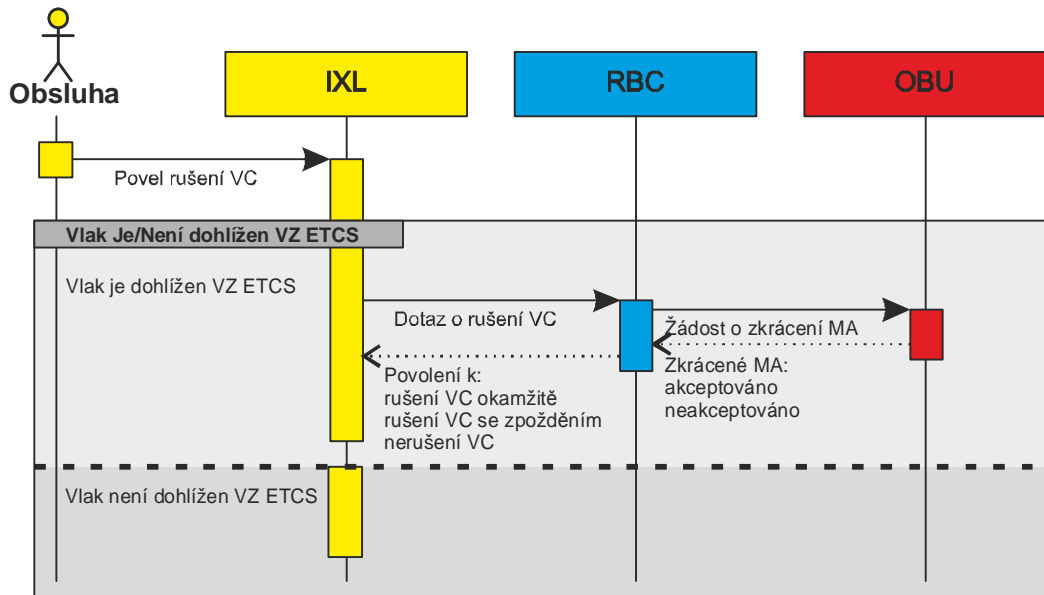
- **B3.1: Nepodmíněný příkaz k nouzovému zastavení:**  
Vozidlo obdrží nepodmíněnou nouzovou zprávu č. 16 (kap. 2.4, obr. 9), která mu přikazuje okamžitě aktivovat nouzovou brzdu.
- **B3.2: Aktivace nouzové brzdy:**  
Jednotka OBU vydá povel k aktivaci nouzové brzdy.
- **B3.3: Žádost o zkrácení MA:**  
Vozidlo obdrží z RBC zprávu č. 9, která ho žádá, zda akceptuje zkrácené MA k návěstidlu na začátku rušené VC.
- **B3.4: Akceptuje OBU zkrácené MA?:**  
Vozidlo se na základě zprávy č. 15 rozhoduje, zda zkrácené MA akceptuje. V případě, že zkrácené MA vede k okamžité aktivaci nouzové brzdy, bude tato žádost zamítnuta a odeslána odpovídající zpráva na RBC. Pokud nové MA a jeho konec nevyžaduje nouzové brzdění, jeho konec je dostatečně

vzdálen od čela vlaku, bude toto nové MA akceptováno, promítnuto do rychlostního profilu a odeslána odpovídající zpráva na RBC.

- **B3.5:** *Nové MA se promítne do rychlostního profilu:*  
OBU vyhodnotí, že nové EOA se nachází dostatečně daleko před vozidlem a k tomuto místu bude možné provozně dobrzdit. OBU tedy nový konec VC promítne a přepočítá nový dynamický rychlostní profil (DSP), podle kterého se drážní vozidlo začne okamžitě řídit.
- **B3.6:** *Podmíněný příkaz k nouzovému zastavení:*  
Vozidlo obdrží z RBC podmíněnou nouzovou zprávu o zastavení č. 15 (kap. 2.4, obr. 8), která mu přikazuje zastavit do určité vzdálenosti na trati k návěstidlu na začátku rušené VC.
- **B3.7:** *Bylo místo nového EOA již minuto?:*  
Vozidlo porovnává nové EOA s aktuální svojí polohou. Pokud již bylo místo EOA minuto, informuje o tom přidělenou RBC zprávou č. 147 (Q\_EMERGENCYSTOP = 3), pokud je toto místo ještě před čelem vlaku bude se rozhodovat na základě B3.8
- **B3.8:** *Vede zpráva č. 15 k nouzovému brzdění?:*  
Zpráva č. 15 je tzv. podmíněný příkaz k zastavení, vozidlo rozhodne o formě brzdění nouzové/provozní na základě místa určeného zprávou č. 15 a svých brzdících schopností. Pokud vozidlo vyhodnotí, že do této vzdálenosti nedokáže provozně zastavit, dojde k nouzovému zastavení vozidla, v opačném případě bude nové EOA promítnuto do rychlostního profilu. V obou případech vyšle vozidlo zprávu do RBC č. 147 (Q\_EMERGENCYSTOP = 0).

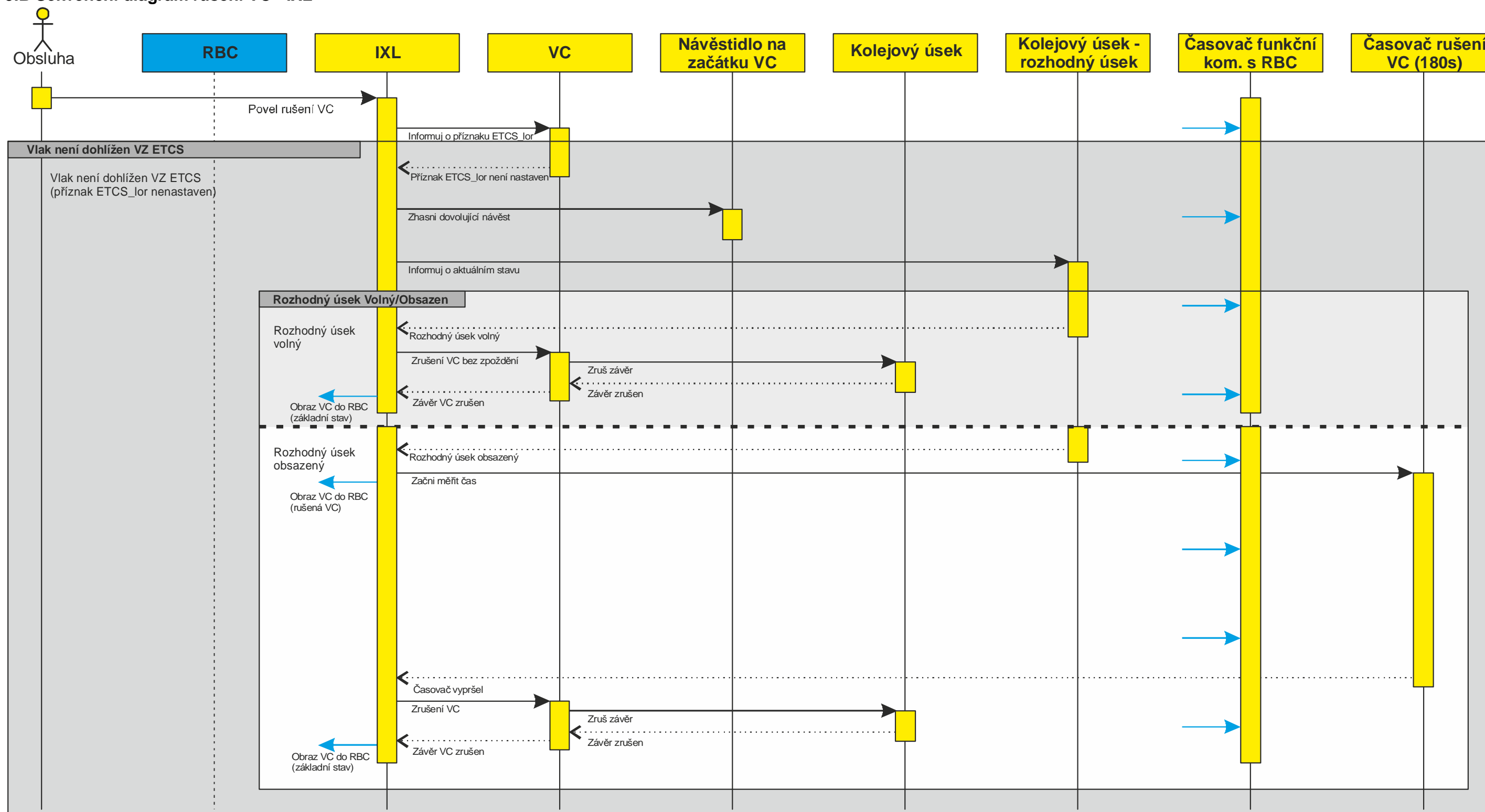
# PŘÍLOHA Č. 5 RUŠENÍ VC: VLAK JE/NENÍ ETCS

## 5.A Sekvenční diagram celkového přehledu rušení VC



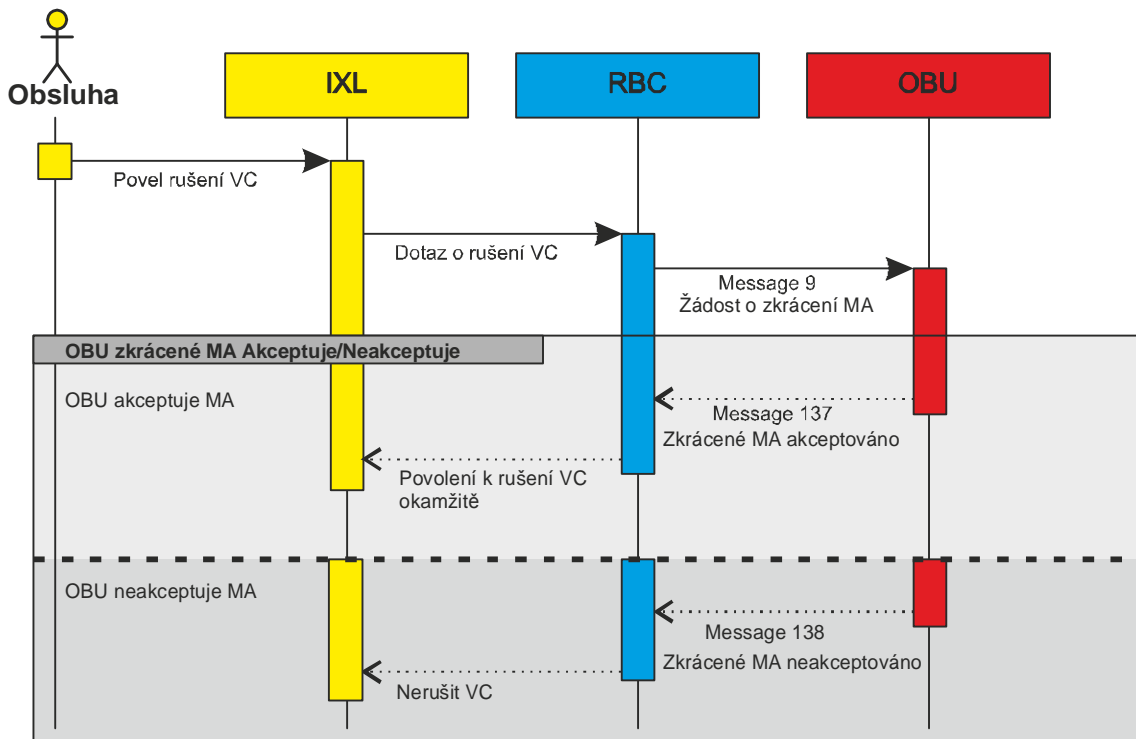


### 5.B Sekvenční diagram rušení VC - IXL



# PŘÍLOHA Č. 6 RUŠENÍ VC: DOTAZ O ZKRÁCENÍ MA

## 6.A Sekvenční diagram celkového přehledu rušení VC

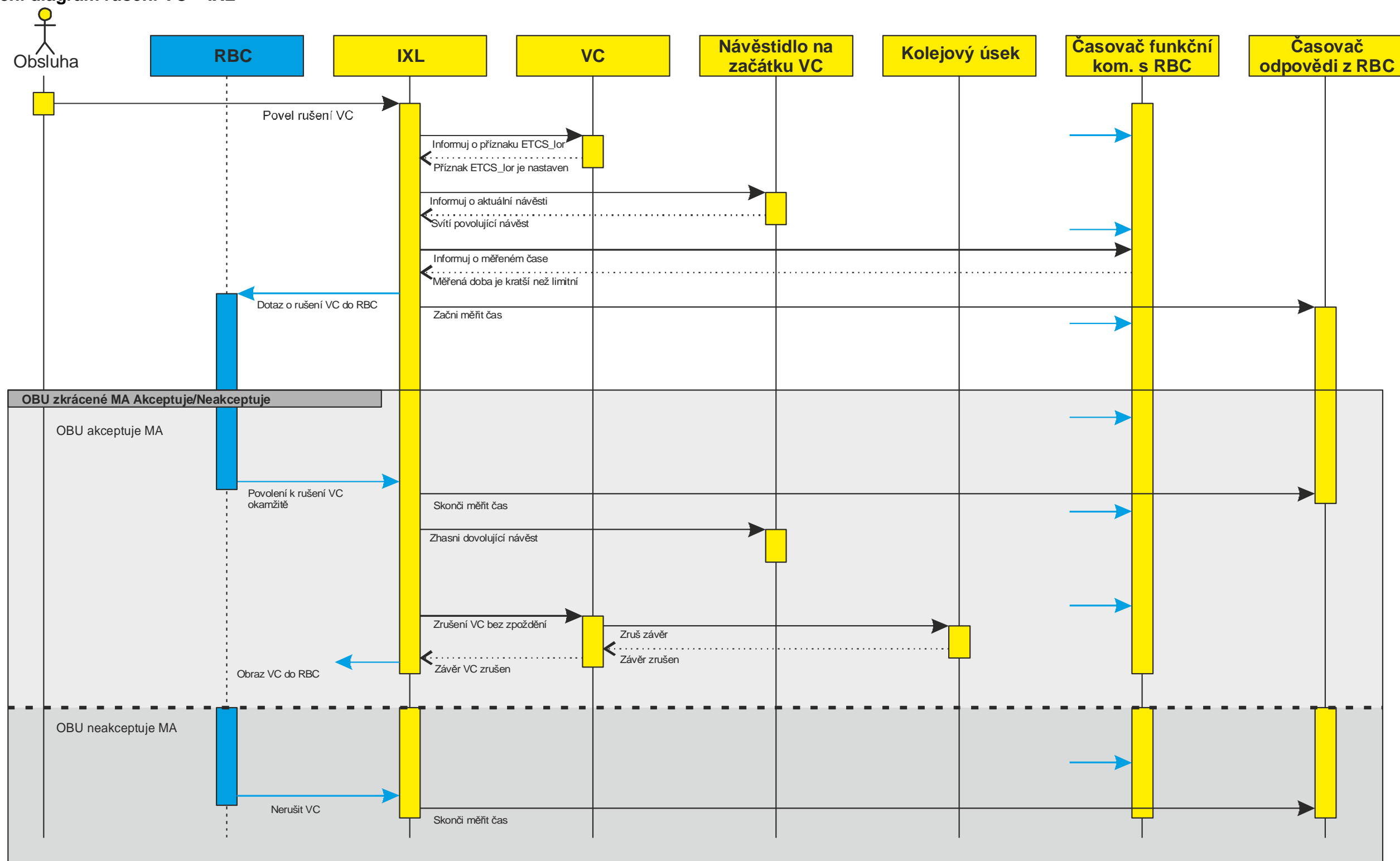


PŘÍLOHA Č.6

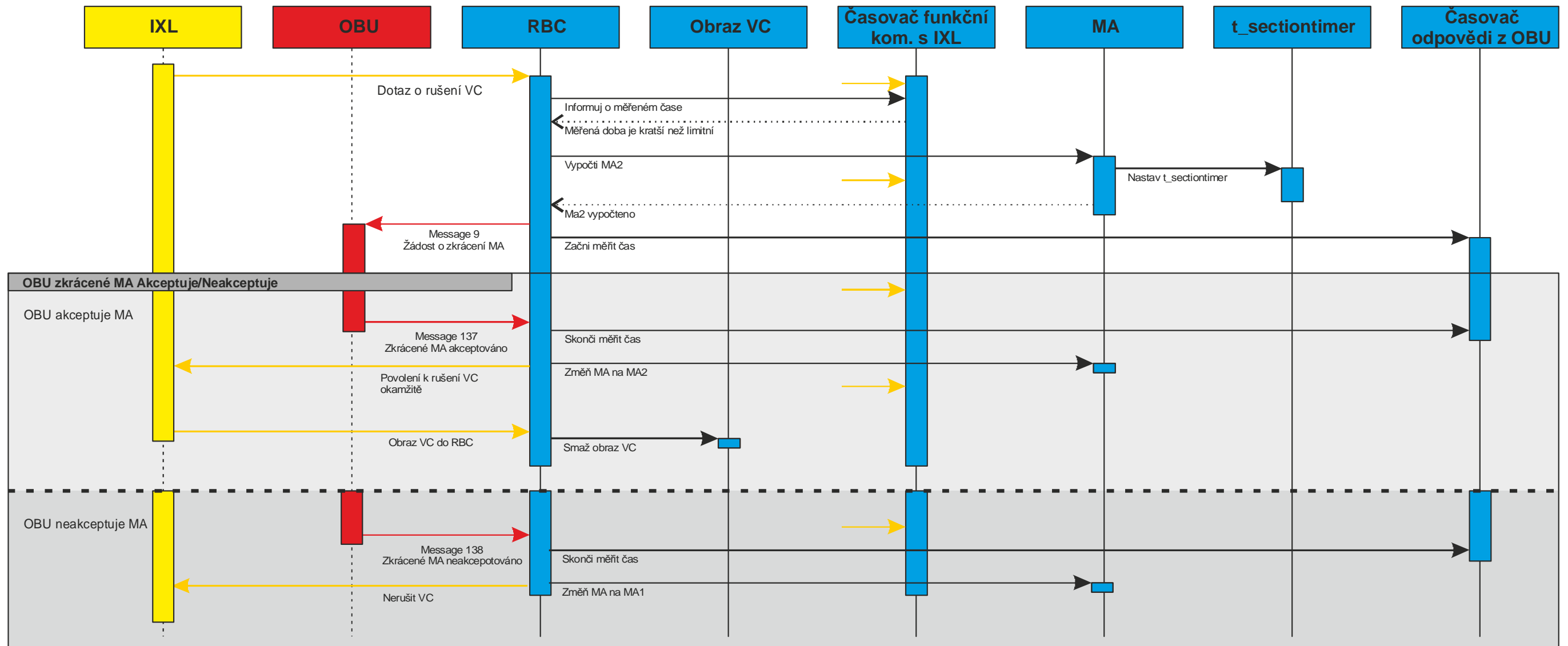
RUŠENÍ VC: DOTAZ O ZKRÁCENÍ MA

6.A Sekvenční diagram celkového přehledu rušení VC

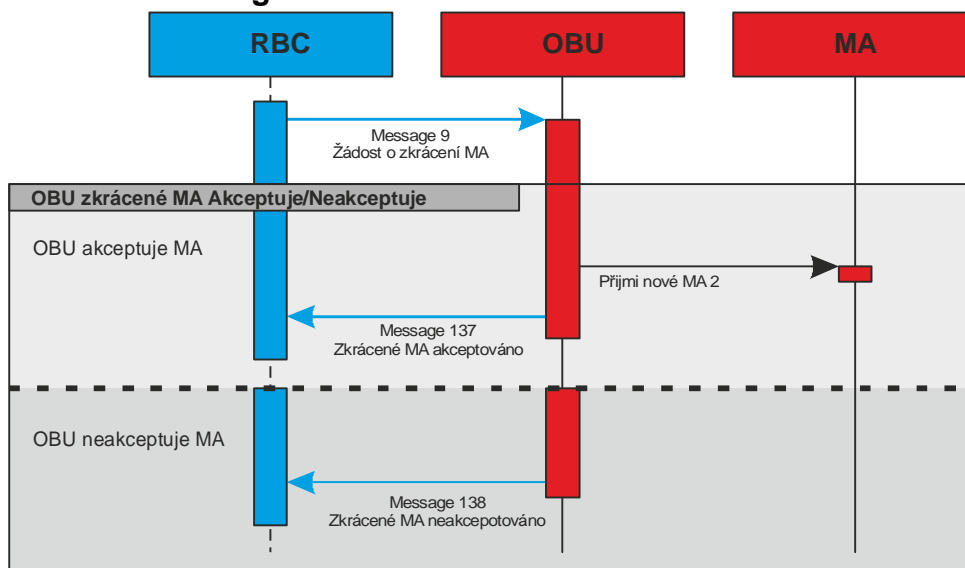
### 6.B Sekvenční diagram rušení VC – IXL



### 6.C Sekvenční diagram rušení VC – RBC

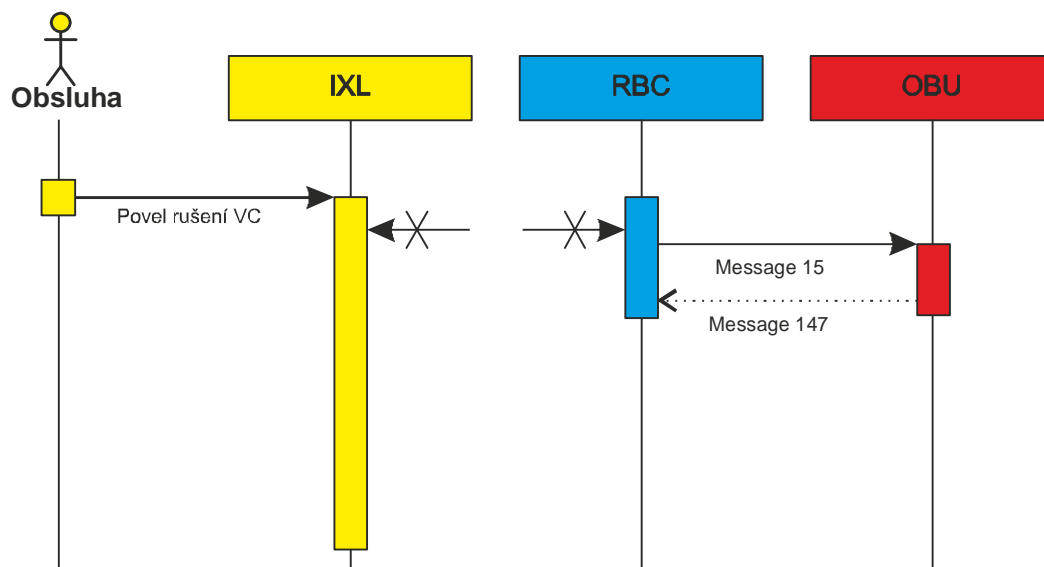


## 6.D Sekvenční diagram rušení VC – OBU

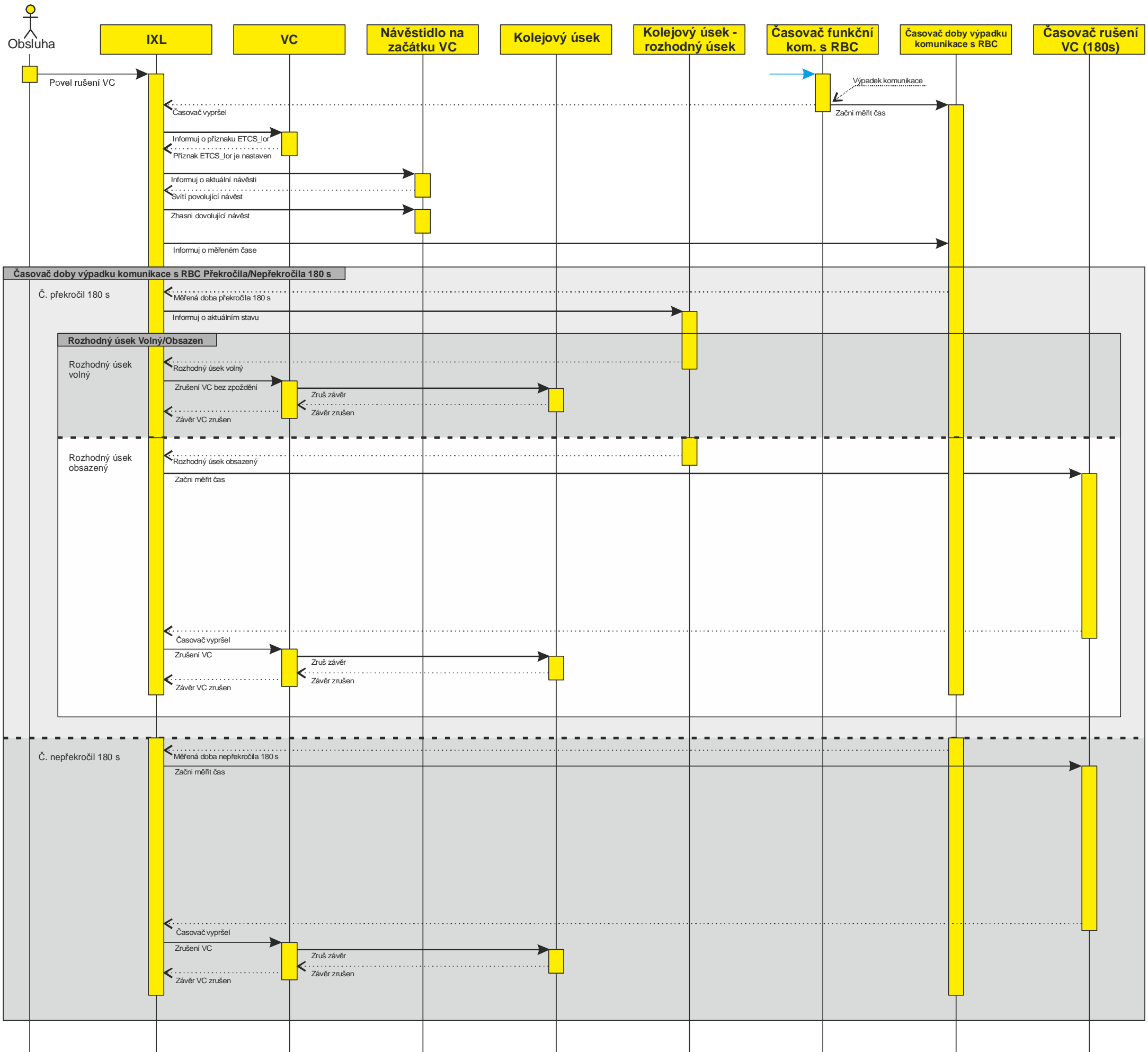


# PŘÍLOHA Č. 7 RUŠENÍ VC: ZTRÁTA KOM. IXL – RBC

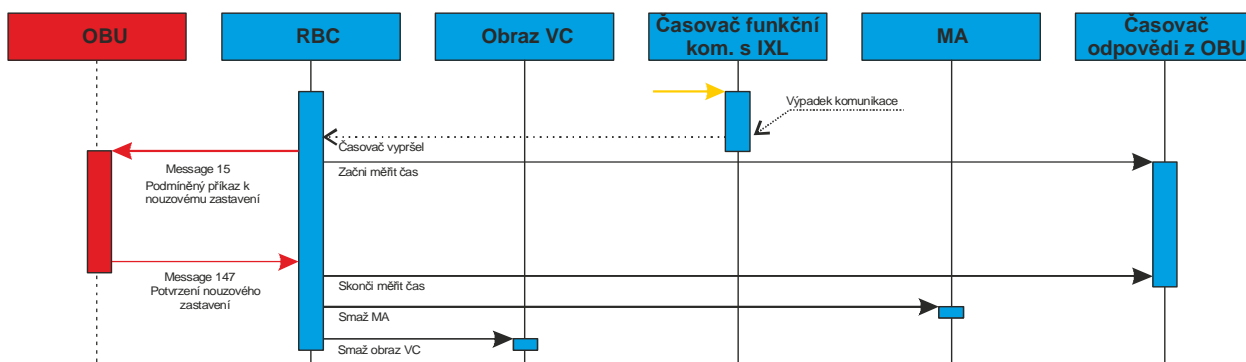
## 7.A Sekvenční diagram celkového přehledu rušení VC



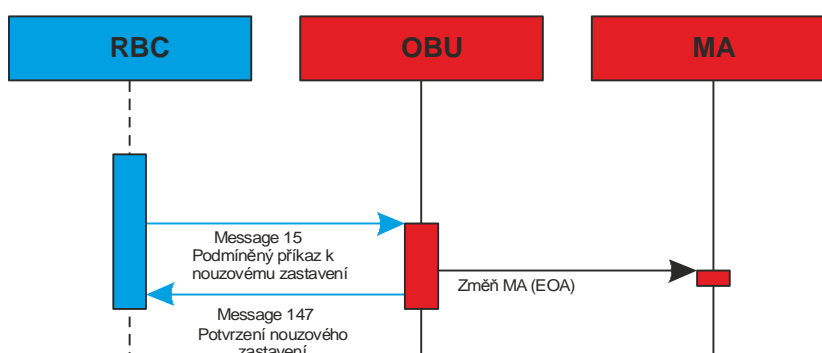
## 7.B Sekvenční diagram rušení VC – IXL



## 7.C Sekvenční diagram rušení VC – RBC



## 7.D Sekvenční diagram rušení VC – OBU



PŘÍLOHA Č.7

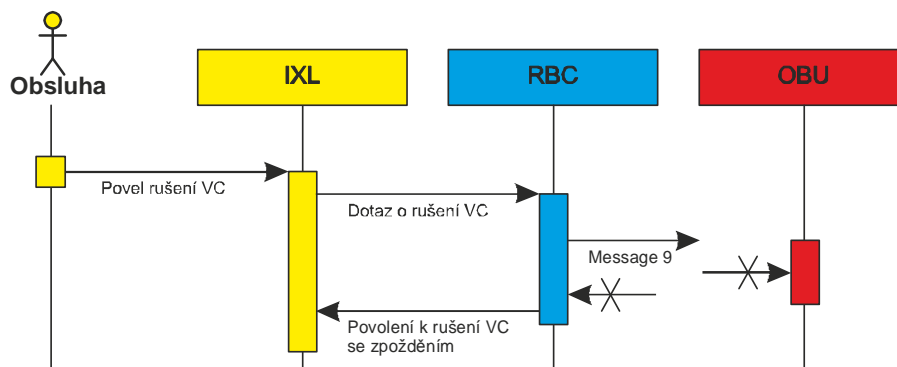
RUŠENÍ VC: ZTRÁTA KOM. IXL - RBC

7.C Sekvenční diagram rušení VC - RBC  
7.D Sekvenční diagram rušení VC - OBU

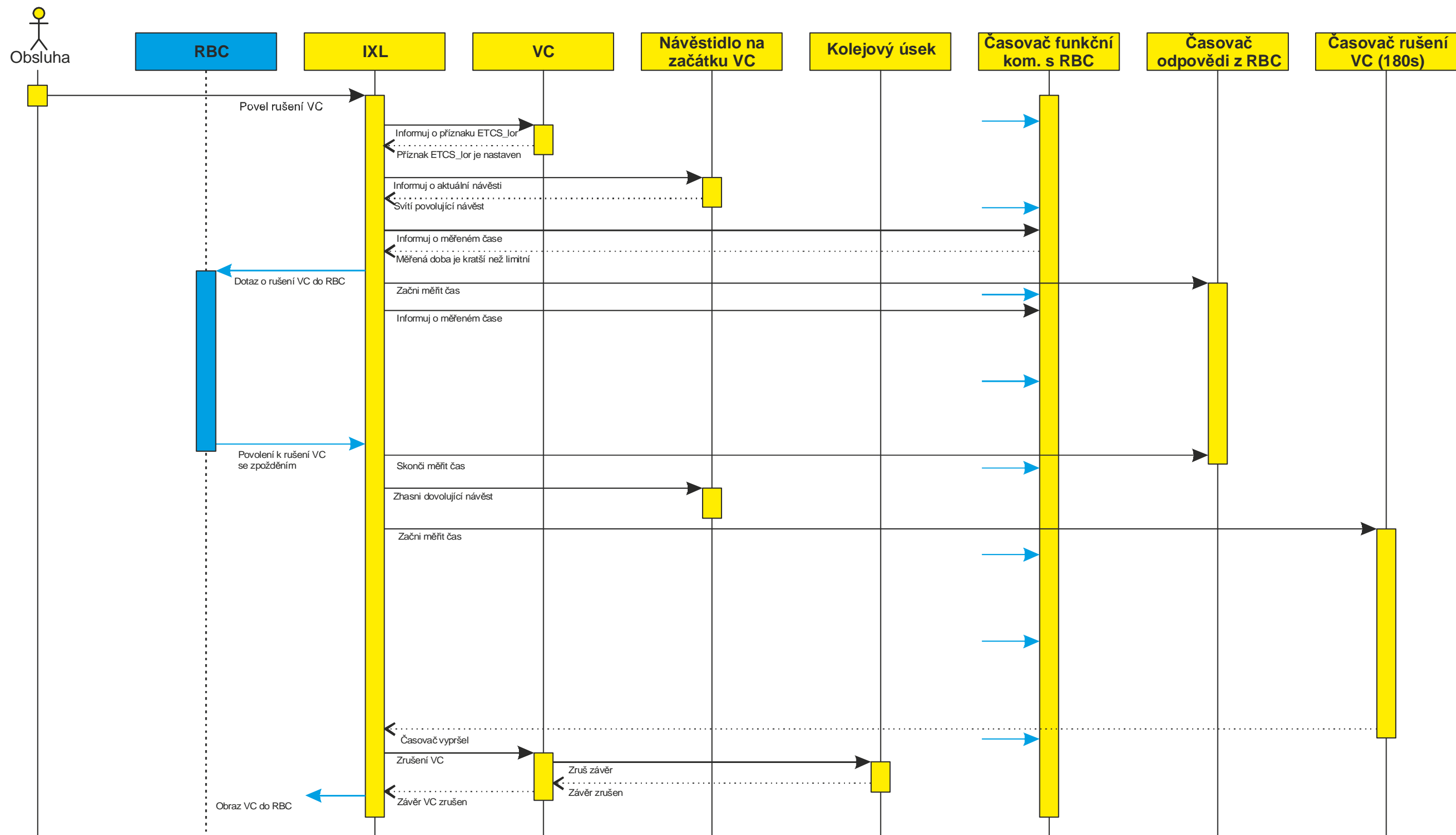


# PŘÍLOHA Č. 8 RUŠENÍ VC: ZTRÁTA KOM. RBC – OBU

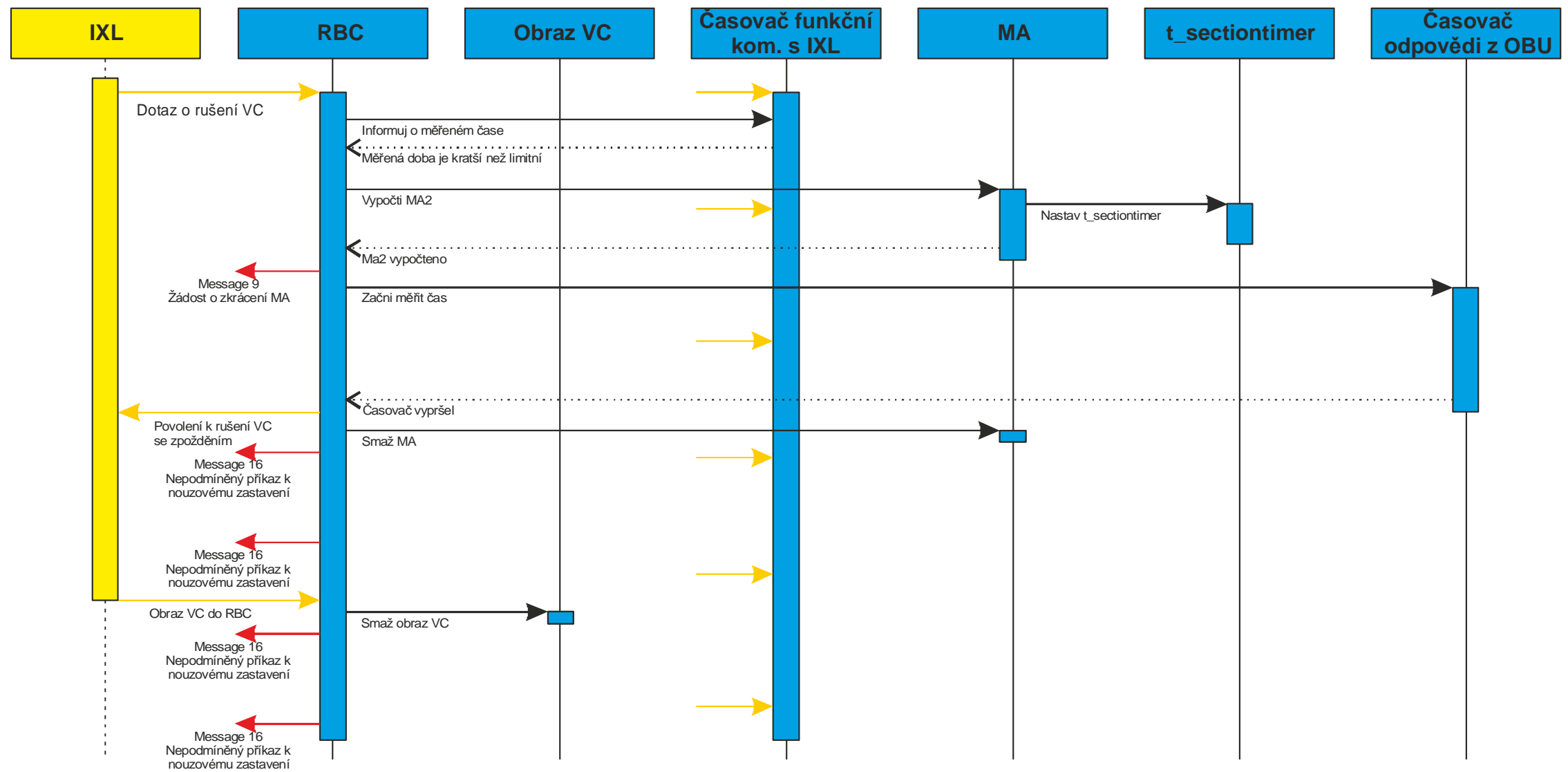
## 8.A Sekvenční diagram celkového přehledu rušení VC



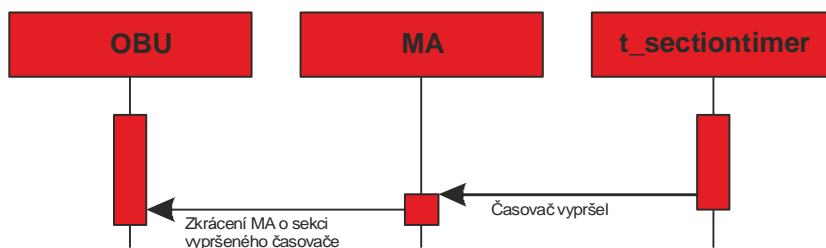
## 8.B Sekvenční diagram rušení VC – IXL



### 8.C Sekvenční diagram rušení VC – RBC

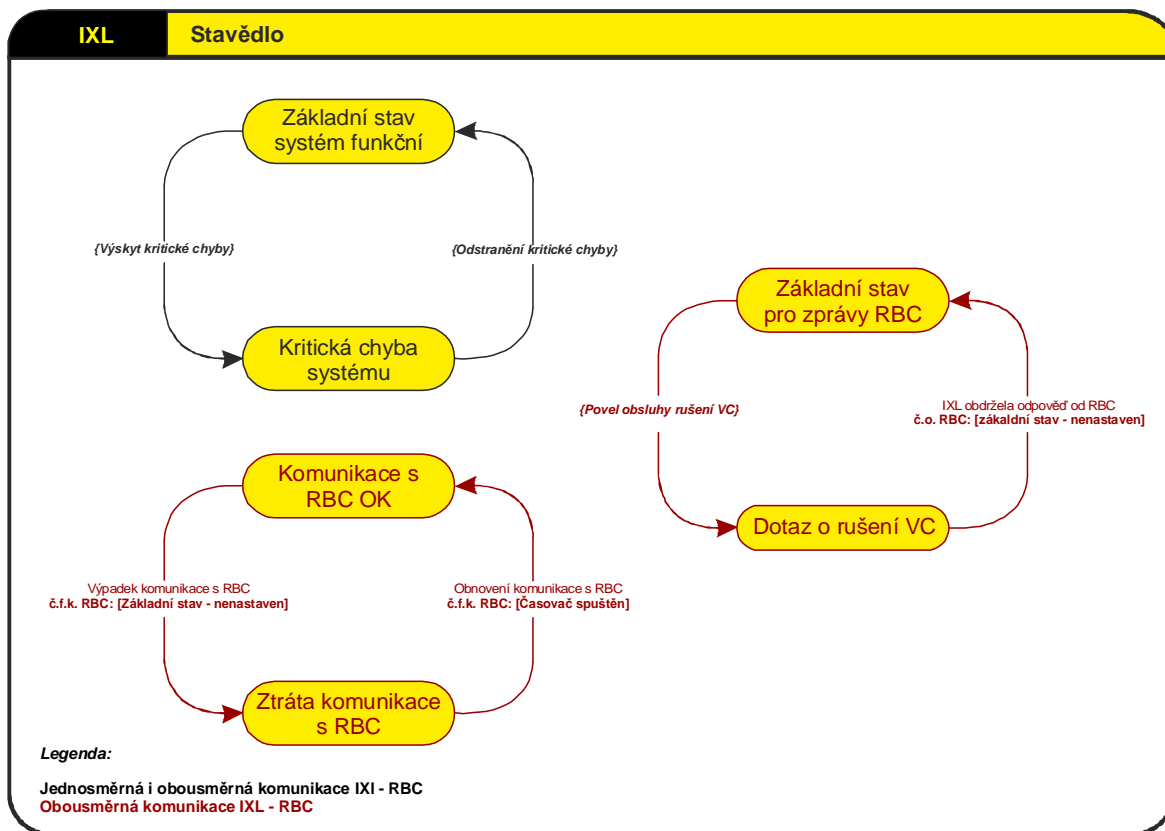


## 8.D Sekvenční diagram rušení VC – OBU

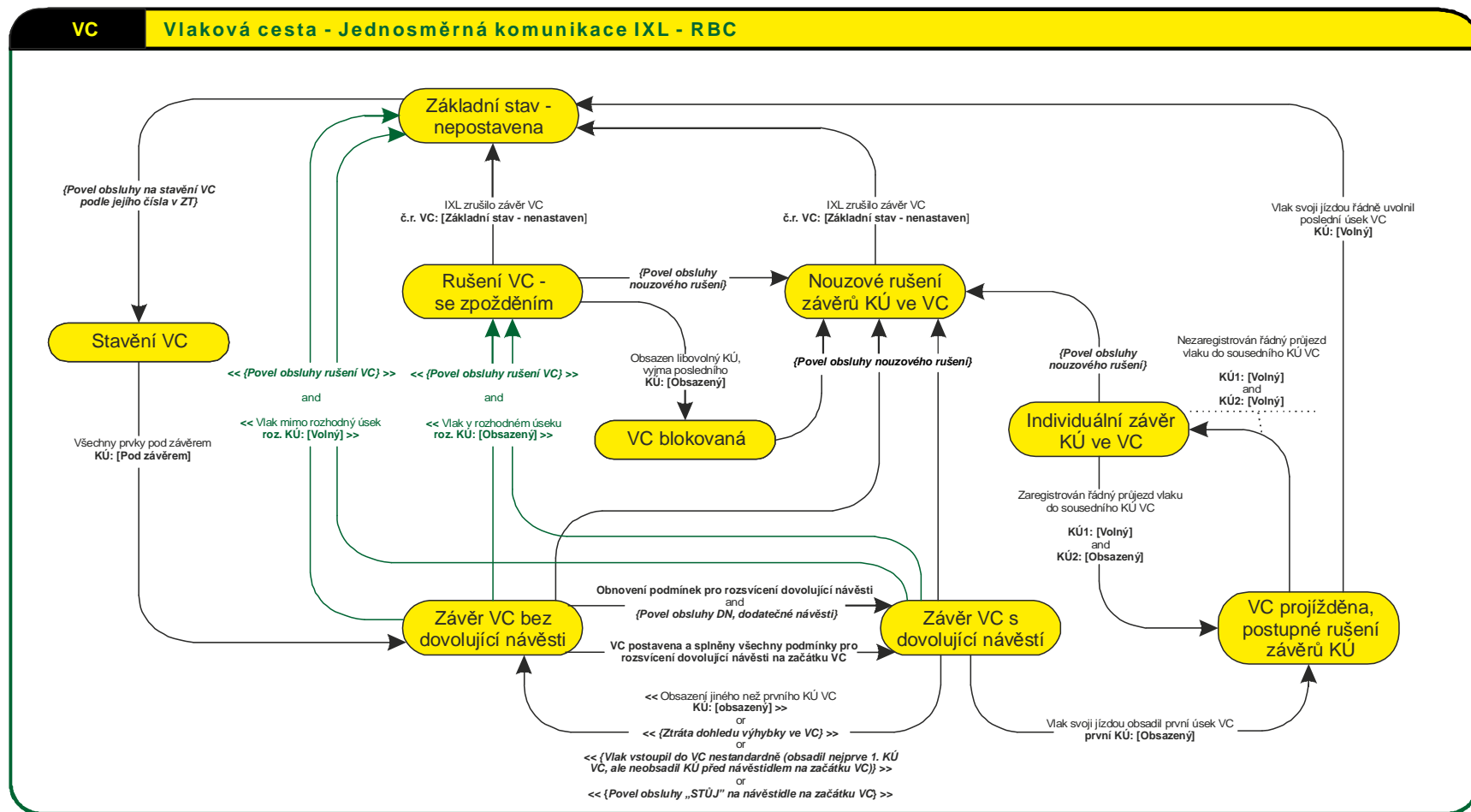


# PŘÍLOHA Č. 9 STAVOVÉ DIAGRAMY IXL

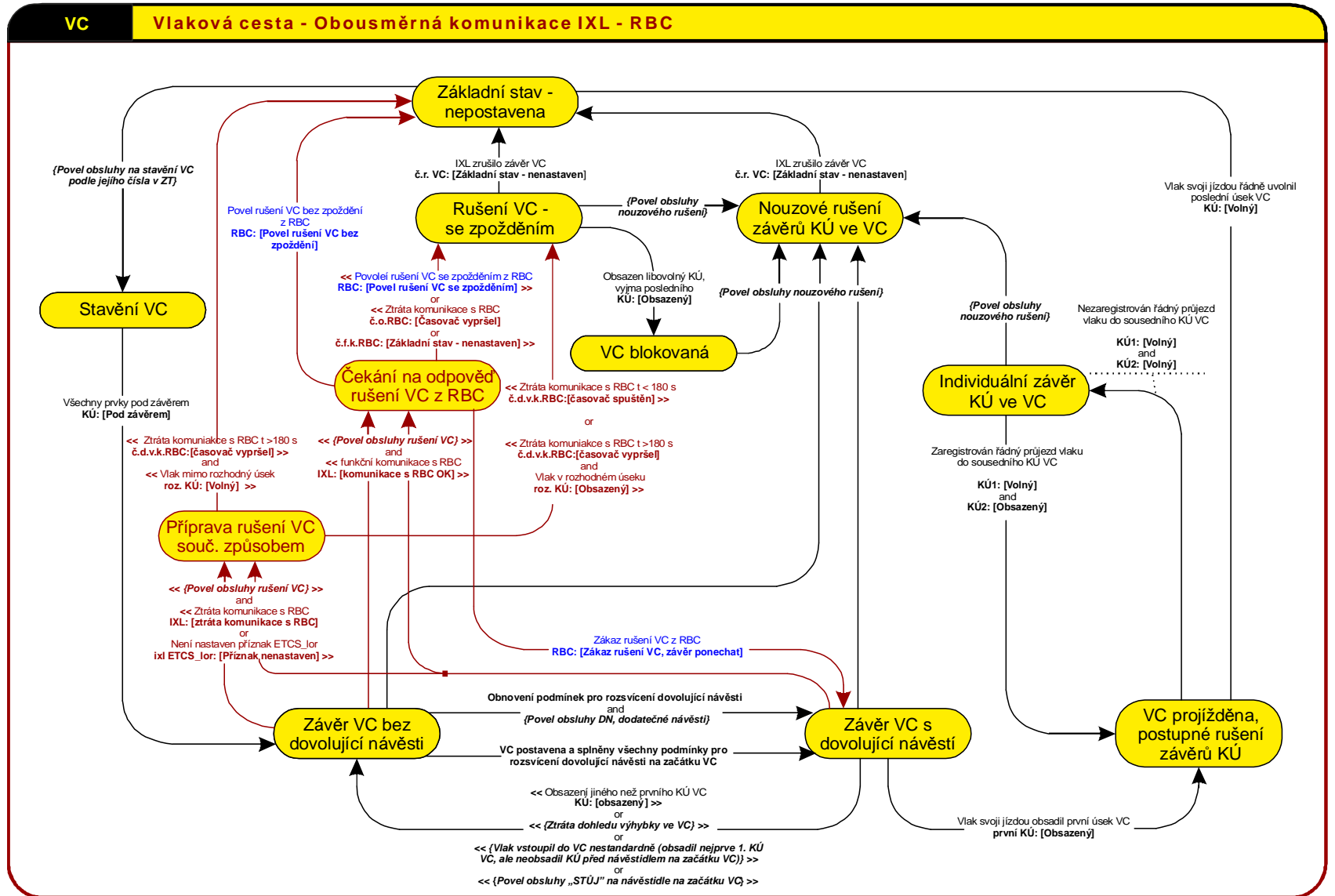
## 9.A Stavový diagram stavědla



## 9.B Stavový diagram VC – jednosměrná komunikace

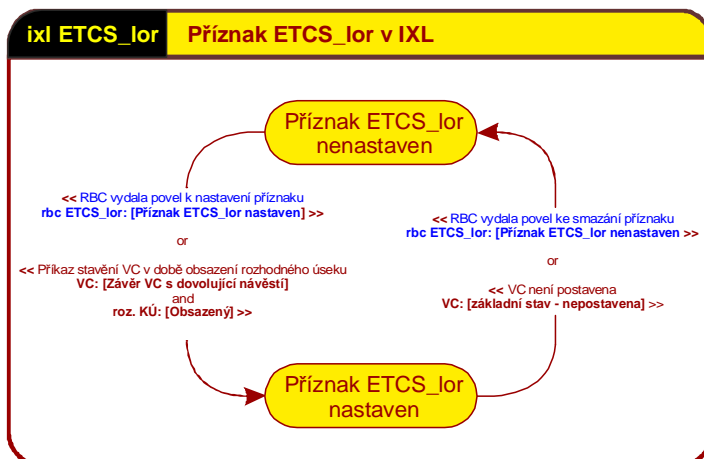


## 9.C Stavový diagram VC – obousměrná komunikace

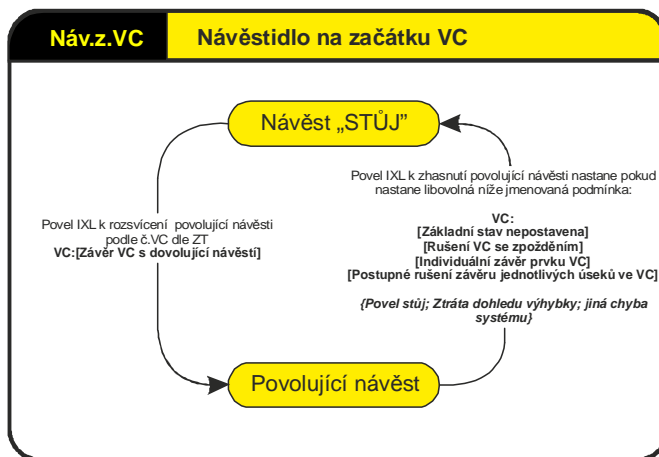


PŘÍLOHA Č.9  
 STAVOVÉ DIAGRAMY IXL  
 9.C Stavový diagram VC - obousměrná komunikace

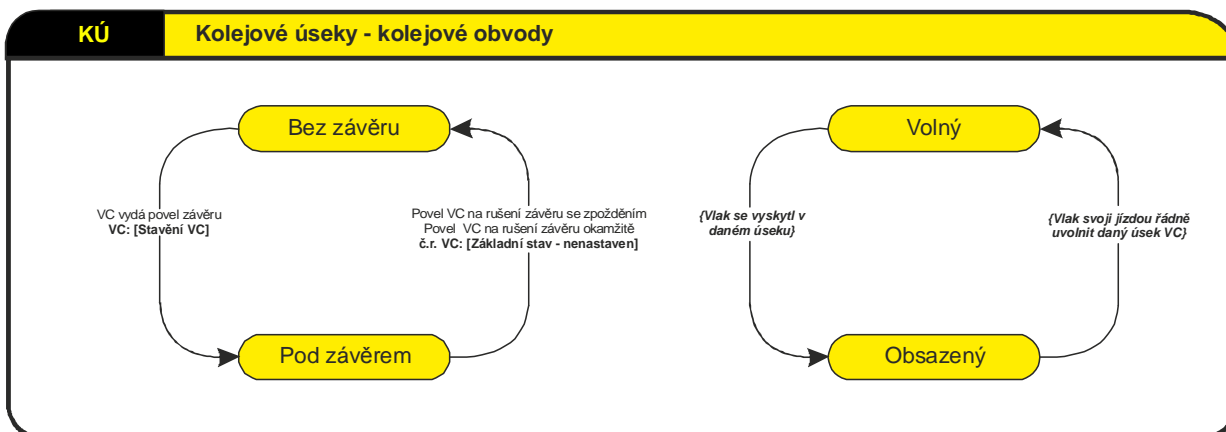
### 9.D Stavový diagram příznaku ETCS\_lor na VC



### 9.E Stavový diagram návěstidla



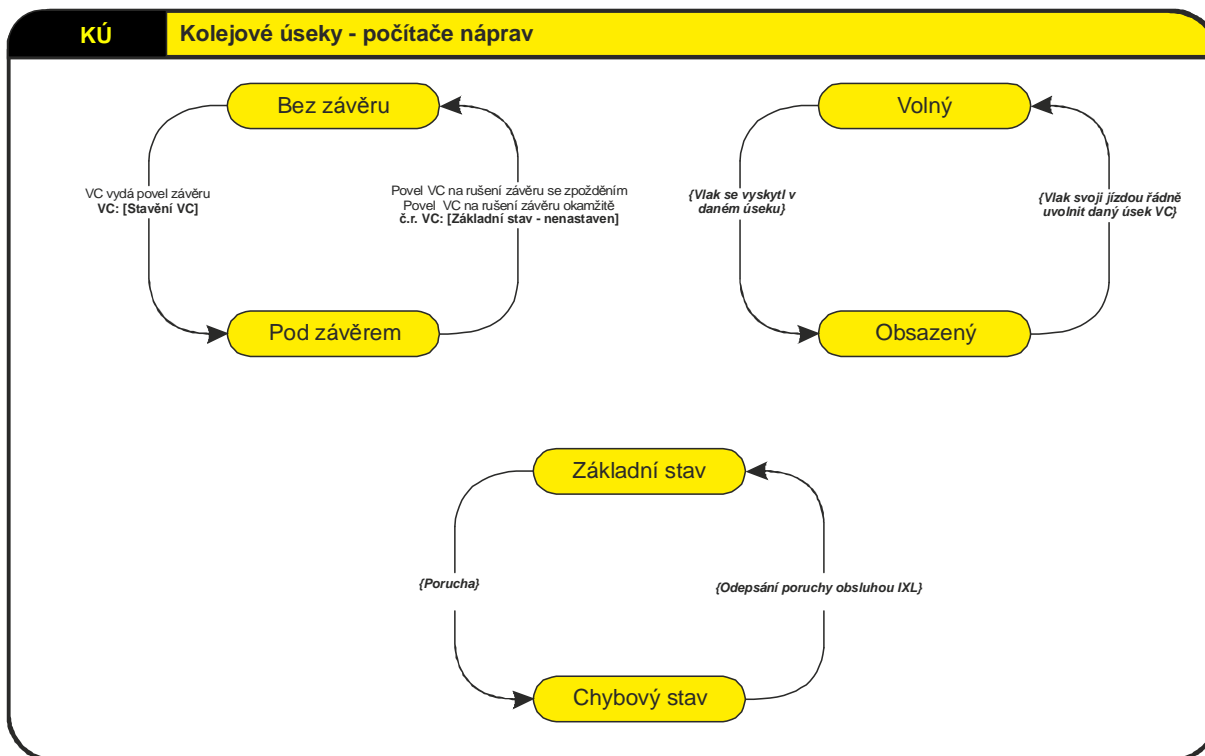
### 9.F Stavový diagram KÚ (kolejové obvody)



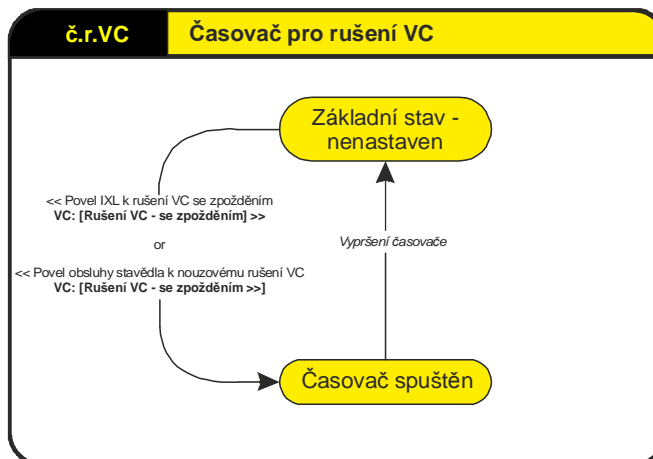
PŘÍLOHA Č.9	STAVOVÉ DIAGRAMY IXL
9.D Stavový diagram příznaku ETCS_lor na VC	
9.E Stavový diagram návěstidla	
9.F Stavový diagram KÚ (kolejové obvody)	



### 9.G Stavový diagram KÚ (počítače náprav)

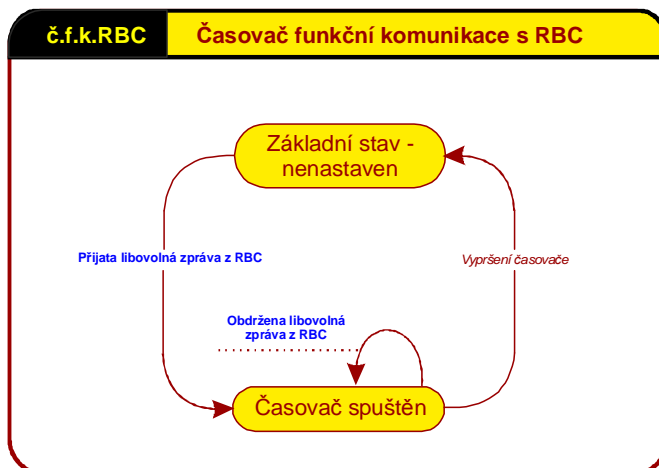


### 9.H Stavový diagram časovače rušení VC

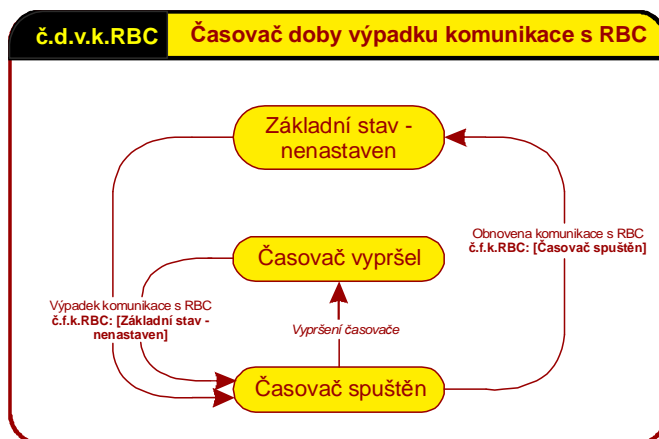


PŘÍLOHA Č.9	STAVOVÉ DIAGRAMY IXL
9.G Stavový diagram KÚ (počítače náprav) 9.H Stavový diagram časovače rušení VC	

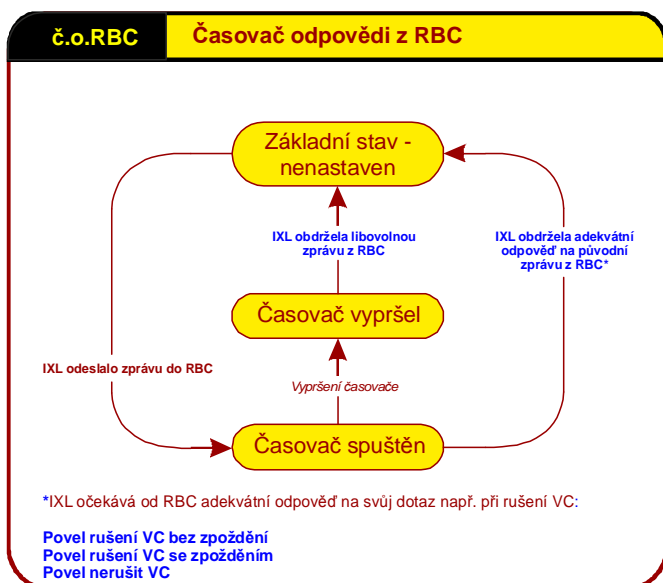
## 9.I Stavový diagram časovač funkční komunikace s RBC



## 9.J Stavový diagram časovač doby výpadku kom. s RBC



## 9.K Stavový diagram časovače odpovědi z RBC



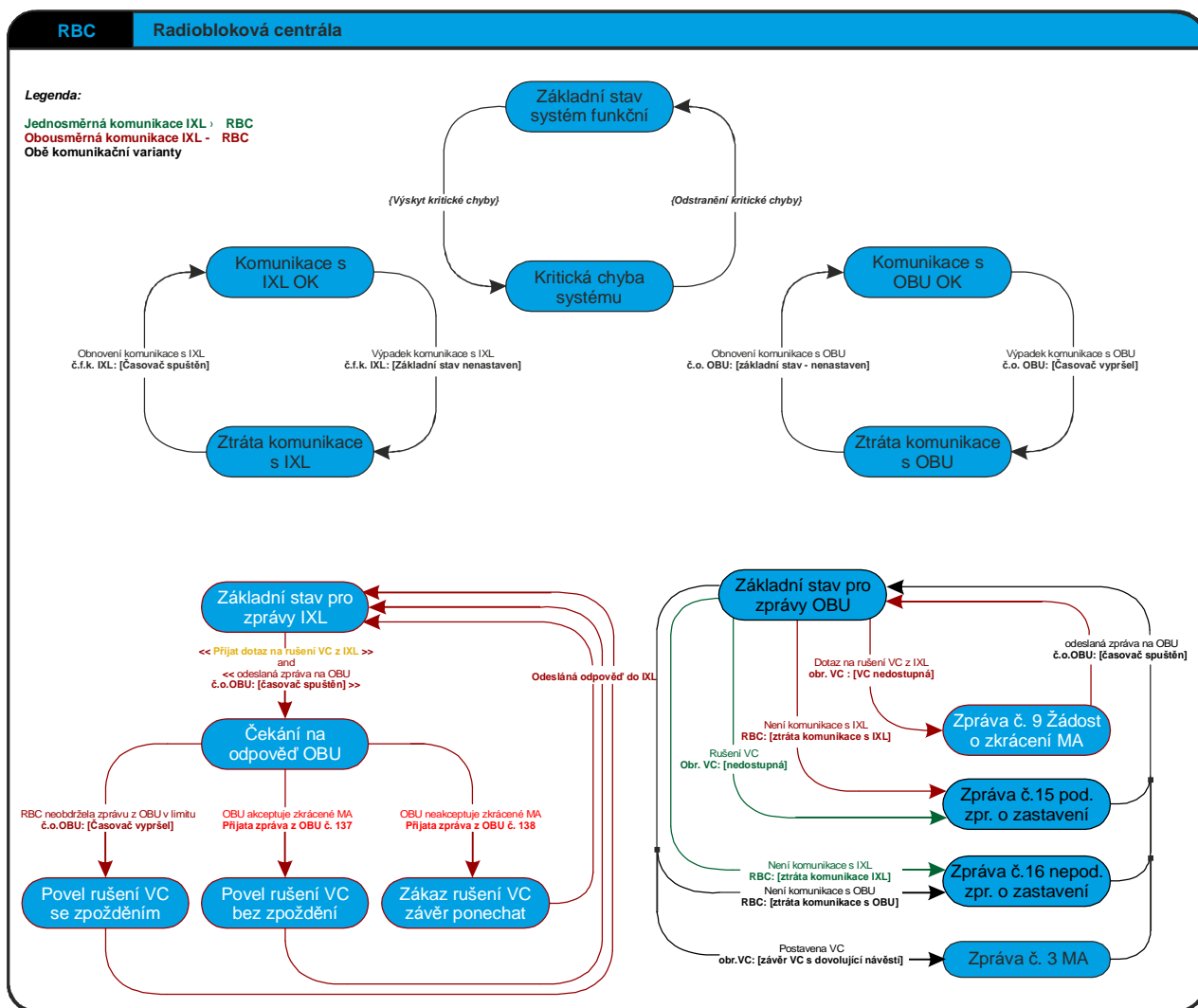
PŘÍLOHA Č.9

STAVOVÉ DIAGRAMY IXL

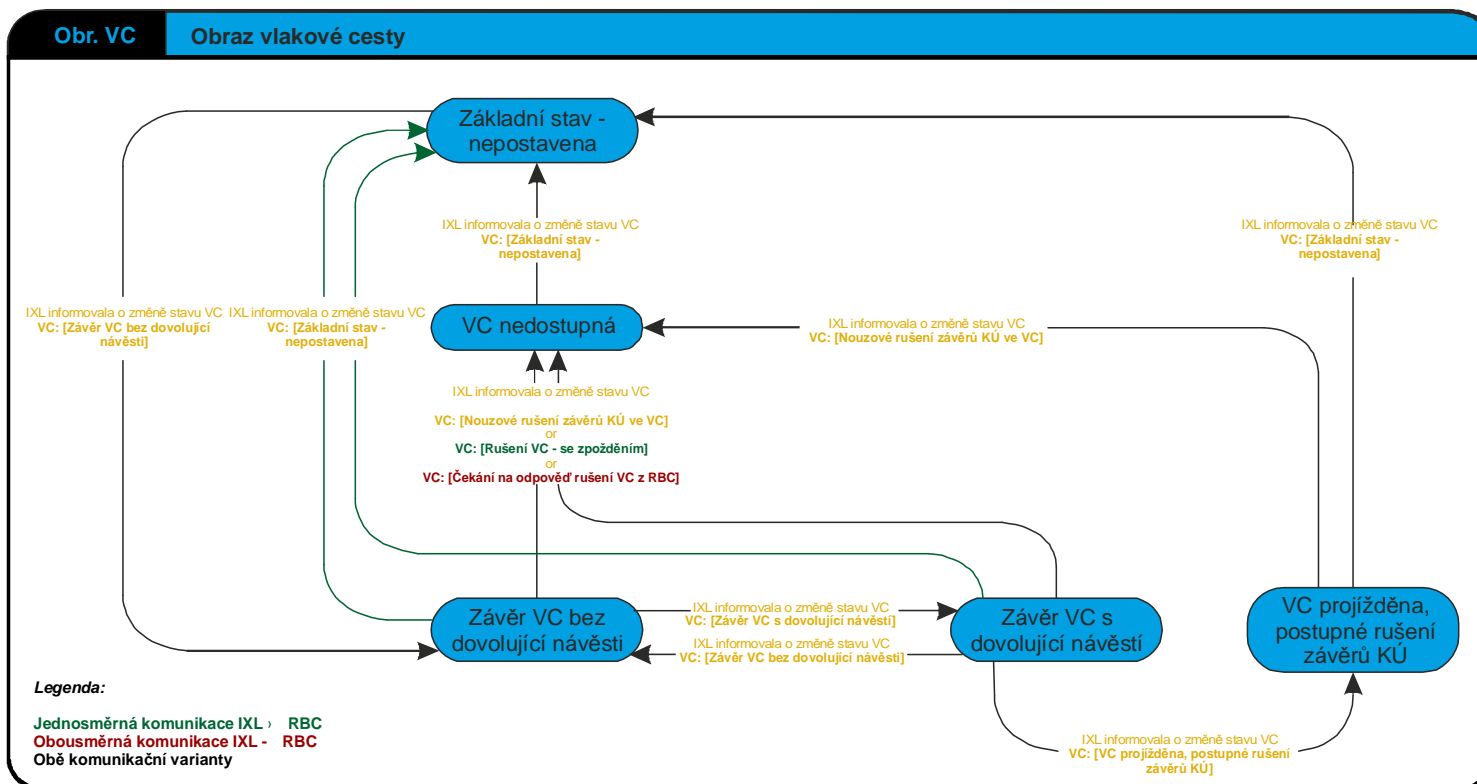
9.I Stavový diagram časovače funkční komunikace s RBC  
 9.J Stavový diagram časovače doby výpadku kom. s RBC  
 9.K Stavový diagram časovače odpovědi z RBC

# PŘÍLOHA Č. 10 STAVOVÉ DIAGRAMY RBC

## 10.A Stavový diagram radioblokové centrály

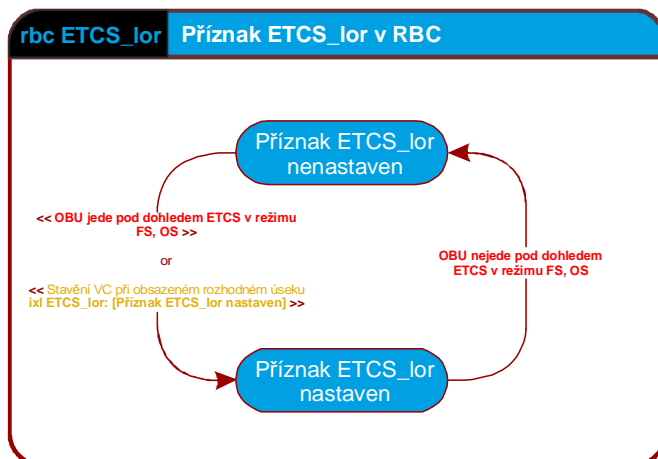


## 10.B Stavový diagram obrazu VC

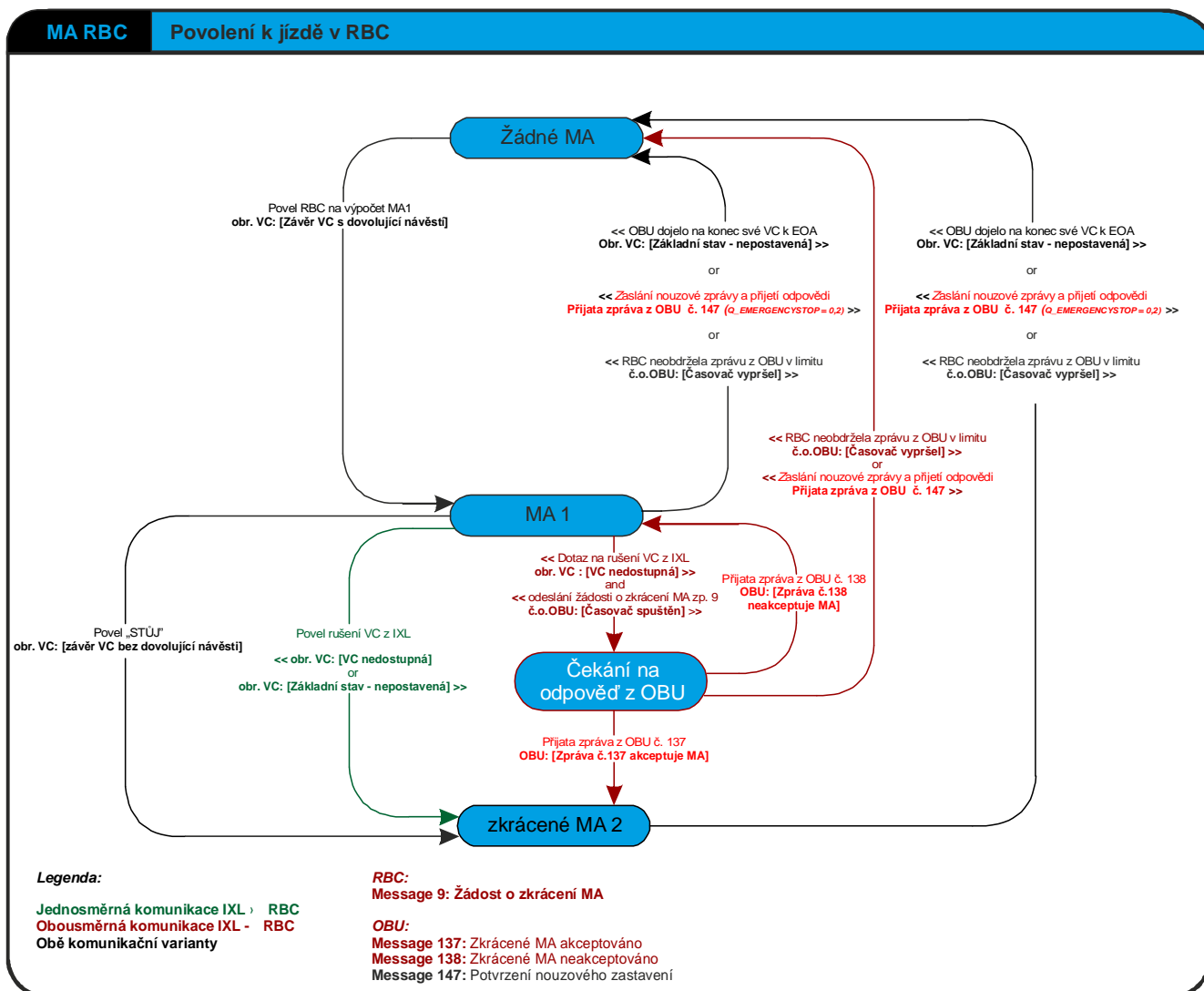


PŘÍLOHA Č.10  
 10.B Stavový diagram obrazu VC  
 STAVOVÉ DIAGRAMY RBC

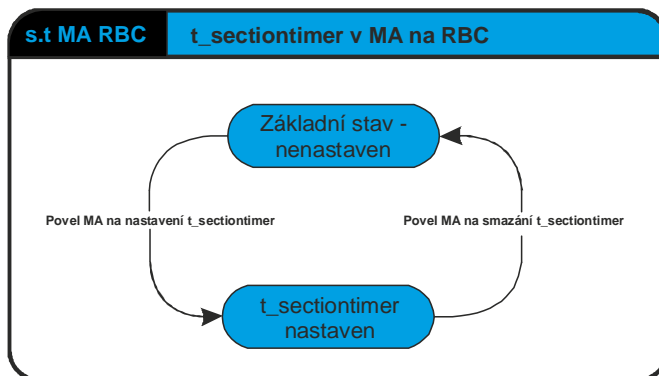
## 10.C Stavový diagram příznaku ETCS\_lor



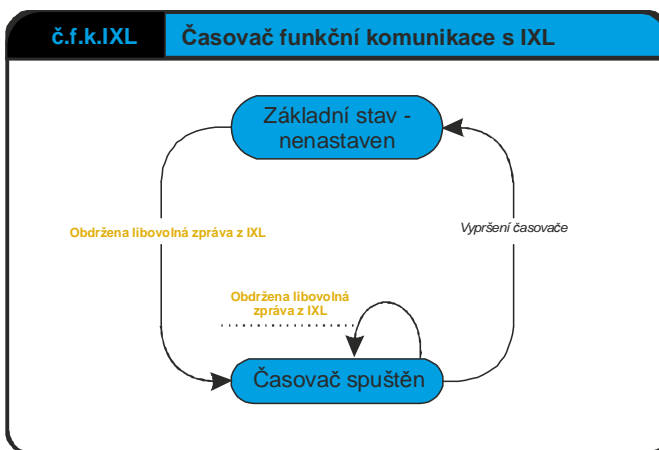
## 10.D Stavový diagram MA



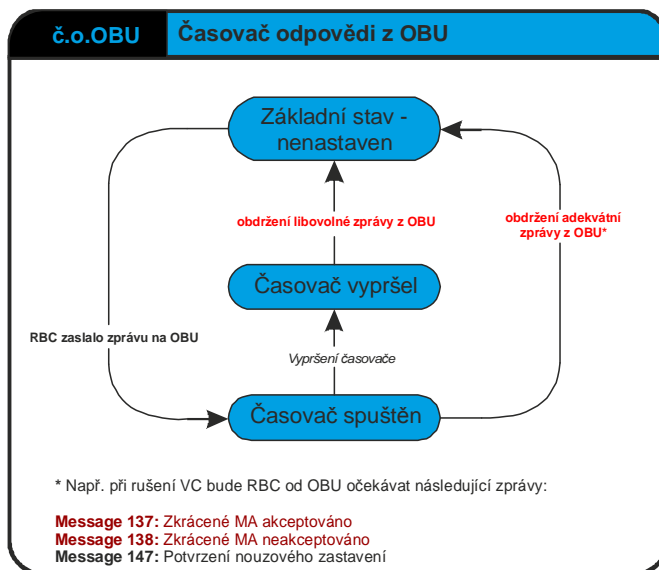
### 10.E Stavový diagram t\_sectiontimer



### 10.F Stavový diagram časovač funkční komunikace s IXL



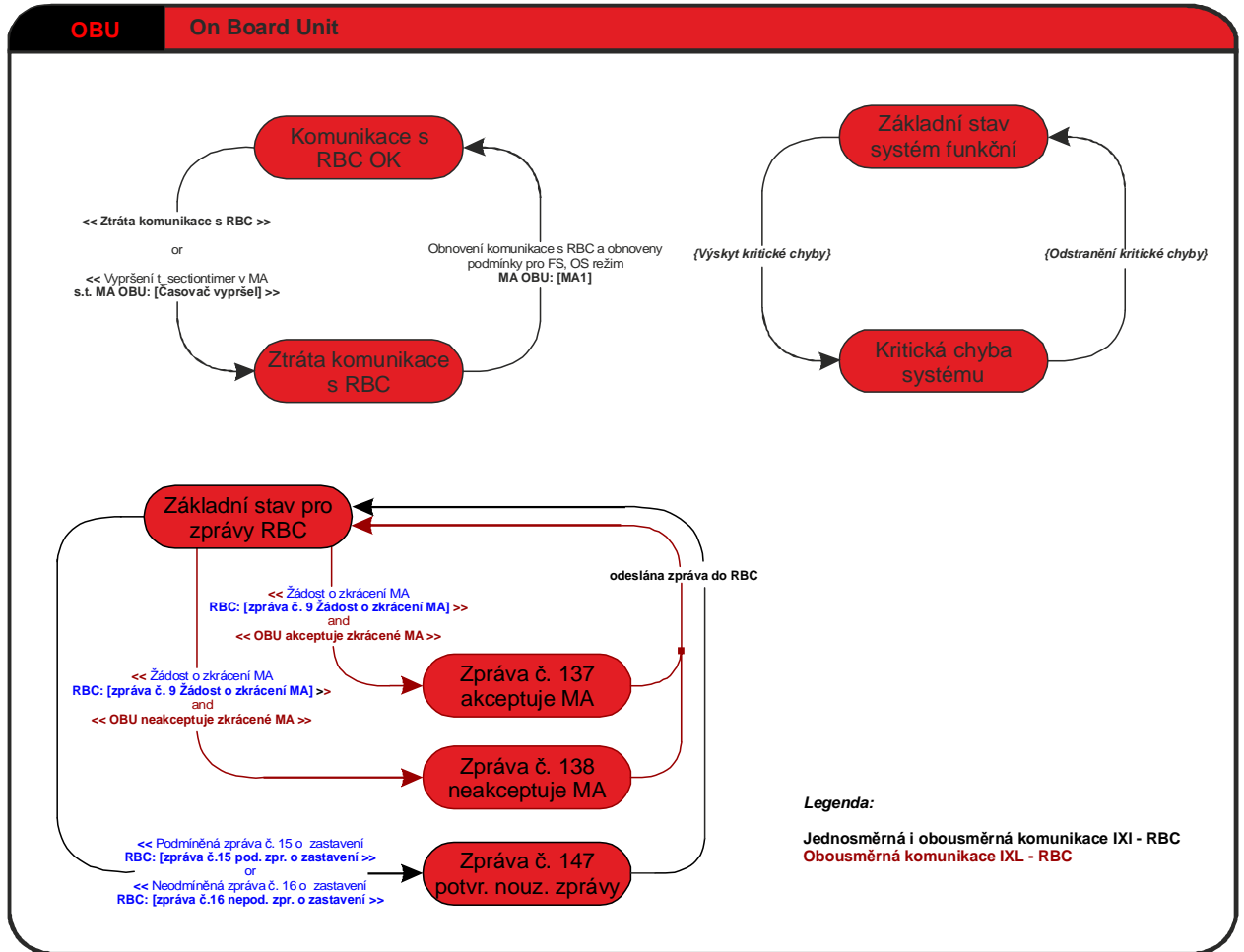
### 10.G Stavový diagram časovač odpovědi z OBU



PŘÍLOHA Č.10	STAVOVÉ DIAGRAMY RBC
10.E Stavový diagram t_sectiontimer	
10.F Stavový diagram časovače funkční komunikace s IXL	
10.G Stavový diagram časovače odpovědi z OBU	

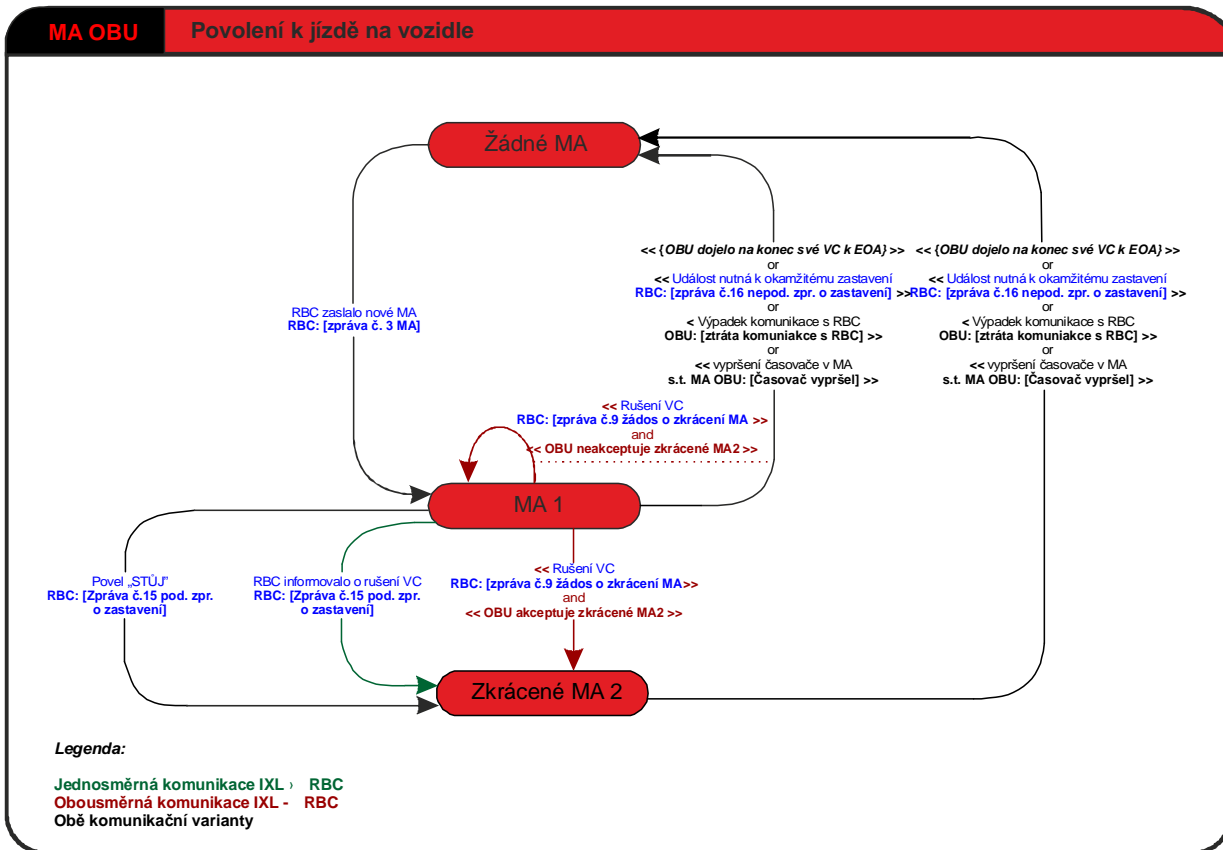
# PŘÍLOHA Č. 11 STAVOVÉ DIAGRAMY OBU

## 11.A Stavový diagram OBU (On Board Unit)

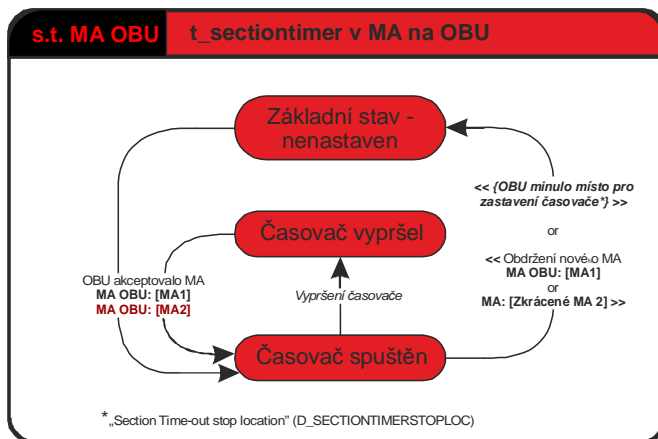


PŘÍLOHA Č.11	STAVOVÉ DIAGRAMY OBU
11 A Stavový diagram OBU (On Board Unit)	

## 11.B Stavový diagram MA



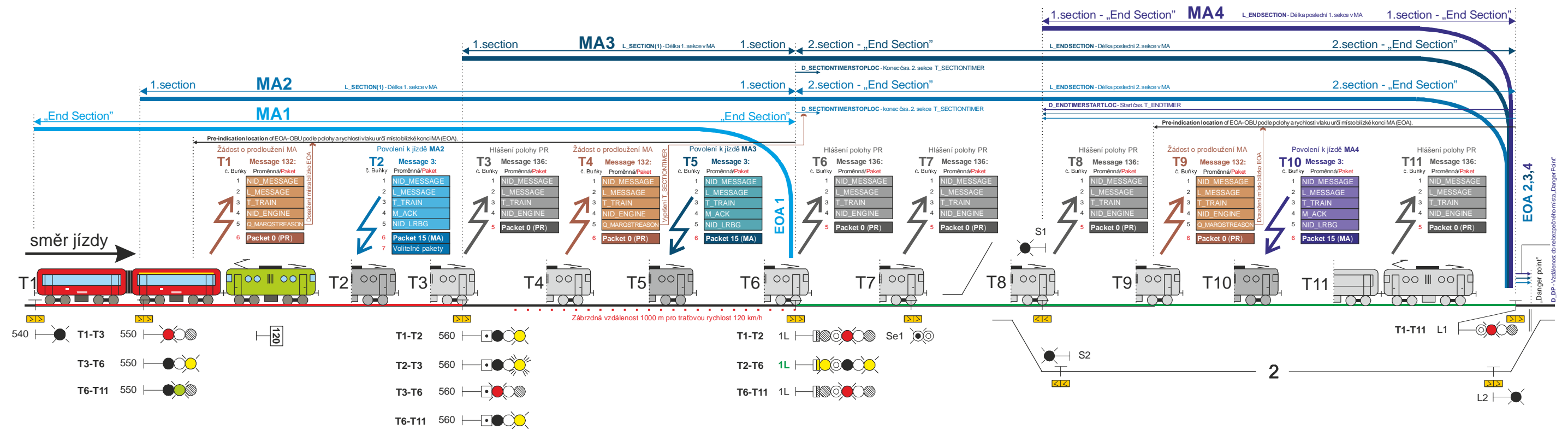
## 11.C Stavový diagram t\_sectiontimer



PŘÍLOHA Č.11	STAVOVÉ DIAGRAMY OBU
11.B Stavový diagram MA	
11.C Stavový diagram t_sectiontimer	



# PŘÍLOHA Č. 12 PRAKTICKÝ PŘÍKLAD VJEZDOVÉ VC



Žádost o prodloužení MA

**T4 Message 132:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	132	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Q_MAROSTREASON	00100	Důvod žádosti o nové MA. Časovač T_SECTIONTIMER brzdí vyprší
6	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Povolení k jízdě MA3

**T5 Message 3:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	3	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	0	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení (0 - nepožaduje)
5	NID_LRBG	náv.č.560	Identifikátor poslední minuté LRBG
6	Packet 15 (MA)		Povolení k jízdě MA

Hlášení polohy PR

**T6 Message 136:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Hlášení polohy PR

**T7 Message 136:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Číslo paketu 0: Position report			
Hlášení polohy vlaku			
Proměnná	Hodnota	Popis	
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech	
NID_LRBG	náv. č. 560	Identifikátor poslední minuté referenční balízy LRBG (LRBG u oddílového náv. č.560)	
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG	
V_TRAIN	90	Aktuální rychlost vlaku (90 km/h)	

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

Číslo paketu 15: Movement Authority MA			
Povolení k jízdě v úrovni L2			
Proměnná	Hodnota	Popis	
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech	
L_SECTION(1)	--	Délka 1. sekce v MA (Vzdálenost mezi oddílovým náv. č.550 a vjezdovým náv.1L)	

Zbytek paketu 15 je shodný s prvním, poslaný v čase **T2**

Číslo paketu 0: Position report			
Hlášení polohy vlaku			
Proměnná	Hodnota	Popis	
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech	
NID_LRBG	náv. 1L	Identifikátor poslední minuté referenční balízy LRBG (LRBG u vjezdového náv. 1L)	
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG	
V_TRAIN	60	Aktuální rychlost vlaku (60 km/h)	

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

Číslo paketu 0: Position report			
Hlášení polohy vlaku			
Proměnná	Hodnota	Popis	
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech	
NID_LRBG	náv. Se1	Identifikátor poslední minuté referenční balízy LRBG (LRBG u seřadovacího náv. Se1)	
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG	
V_TRAIN	50	Aktuální rychlost vlaku (50 km/h)	

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

Žádost o prodloužení MA

**T1** Message 132:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	132	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Q_MAROSTREASON	00010	Důvod žádosti o nové MA. Dosaženo místo blízko EOA
6	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Povolení k jízdě MA2

**T2** Message 3:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	3	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	0	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení (0 - nepožaduje)
5	NID_LRBG	náv.č.550	Identifikátor poslední minutě LRBG
6	Packet 15 (MA)		Povolení k jízdě MA
7	Volitelné pakety		Jeli potřeba, připojí RBC chybějící pakety SSP, GP atd. k části tratě. Přehled všech volitelných paketů zasláných spolu s MA je v Příloze 1

Hlášení polohy PR

**T3** Message 136:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
NID_PACKET	0	Identifikátor každého paketu
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	1	Měřitko vzdálenosti (1 cm)
NID_LRBG	náv. č. 550	Identifikátor poslední minutě referenční balízy LRBG (LRBG u oddílového náv. č. 550)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
Q_DIRLRBG	1	Orientace vlaku ve vztahu k LRBG (1 - nominální)
Q_DLRBG	1	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRBG (1 - nominální)
L_DOUBTOVER	0	Hodnota minimální odchylky tolerance ujeté vzdálenosti od LRBG z odometru (0 cm)
L_DOUBTUNDER	20	Hodnota maximální odchylky tolerance ujeté vzdálenosti od LRBG z odometru (20 cm)
Q_LENGTH	0	Informace o integritě vlaku (0 - není informace)
V_TRAIN	120	Aktuální rychlost vlaku (120 km/h)
Q_DIRTRAIN	1	Směr minutí referenční balízy LRBG (1 - nominální)
M_MODE	0	Režim dohledu jízdy OBU (0 - FS "Plyný dohled")
M_LEVEL	3	Level ETCS (3 - Level L2)

Číslo paketu 15: Movement Authority MA		
Povolení k jízdě v úrovni L2		
Proměnná	Hodnota	Popis
NID_PACKET	15	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	01	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRBG (01-nominální).
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	1	Měřitko vzdálenosti (1 cm)
V_LOA	0	Povolená rychlost za LOA (0 km/h)
T_LOA	0	Čas pro který je platná cílová rychlost v LOA (0 s)
N_ITER	1	Počet sekcí v MA, které nejsou posledním úsekem (1 sekce)
L_SECTION(1)	--	Délka 1. sekce v MA (Vzdálenost mezi oddílovým náv. č.550 a vjezdovým náv.1L)
Q_SECTIONTIMER(1)	0	Identifikátor časového omezení MA v 1. sekci (0-žádné)
L_ENDSECTION	--	Délka poslední sekce v MA (Vzdálenost mezi vjezdovým náv. 1L a odjezdovým náv. L1)
Q_SECTIONTIMER	1	Identifikátor časového omezení poslední sekce MA (1 - nastaven)
T_SECTIONTIMER	10 - 20	Časové omezení poslední sekce MA (10 - 20 s). Nastaveno tak, aby se vlak v co nejkratším časovém intervalu dotazoval stále na nové MA
D_SECTIONTIMERSTOPLOC	0	Vzdálenost od začátku poslední 2. sekce, kde se přestane počítat T_SECTIONTIMER (0 cm - od vjezdového náv. 1L)
Q_ENDTIMER	1	Identifikátor časového omezení EOA ve 2. sekci MA (1 - nastaven)
T_ENDTIMER	--	Časové omezení poslední 2. sekce MA (Nastaveno v souladu s výlukou protisměrných posunových cest dle TNŽ 34 2620)
D_ENDTIMERSTARTLOC	--	Vzdálenost od EOA k počátku „End Section Time-out start location. (Délka totožná s délkou 1. staniční koleje - od náv. S1 k L1)
Q_DANGERPOINT	1	Identifikátor nebezpečného místa "danger point" (1-nastaven)
D_DP	--	Vzdálenost od EOA k nebezpečnému místu "danger point" (Vzdálenost k nejbližšímu námezniku za odjezdovým náv. L1)
V_RELEASEDP	20	Povolená rychlost k vyklizení nebezpečného místa "danger point" (20 km/h)
Q_OVERLAP	0	Identifikátor "Overlap" (0-žádné)

Číslo paketu 5: Linking		
Informace o balíkových skupinách - linkování		
Proměnná	Hodnota	Popis
NID_PACKET	15	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	01	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRBG (01-nominální).
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	1	Měřitko vzdálenosti (1 cm)
D_LINK	--	Vzdálenost do čela vlaku k příští balíkové skupině u oddílového náv. č. 560
Q_NEWCOUNTRY	0	Informace, zda příští balíková skupina u oddílového náv. č. 560 patří do stejné země, nebo železniční správy (0 - stejná země, správa)
NID_BG	--	Identifikátor příští balíkové skupiny u oddílového náv. č. 560
Q_LINKORIENTATION	1	Orientace balíkové skupiny u náv. č. 560 ke směru jízdy vlaku
Q_LINKREACTION	10	Reakce OBU při minutí příští balíkové skupiny u oddílového náv. č. 560 (10 - žádná reakce)
Q_LOACC	2	Přesnost umístění příští balíkové skupiny u náv. č. 560 (+/- 2 m)
N_ITER	3	Počet dalších balíkových skupin po cestě v MA (3 balíkové skupiny)
D_LINK(1)	--	Vzdálenost do čela vlaku k příští balíkové skupině (1) ujezdového náv. č.1L
...		

Číslo paketu 21: Gradient profile GP		
Informace o stoupání/klesání tratě, které pokrývá MA (od náv. č.550 k náv. L1)		

Číslo paketu 27: International Static Speed Restriction SSP		
Statický rychlostní profil části tratě, které pokrývá MA (od náv. č.550 k náv. L1)		

Číslo paketu 57: Movement Authority Request Parameters		
Podmínky pro OBU k zaslání žádostí o nové/prodloužené MA		

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. č. 560	Identifikátor poslední minutě referenční balízy LRBG (LRBG u oddílového náv. č. 560)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

Hlášení polohy PR

**T8** Message 136:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Žádost o prodloužení MA

**T9** Message 132:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	132	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Q_MAROSTREASON	00010	Důvod žádosti o nové MA. Dosaženo místo blízko EOA
6	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Povolení k jízdě MA4

**T10** Message 3:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	3	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	0	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení (0 - nepožaduje)
5	NID_LRBG	náv. S1	Identifikátor poslední minutě LRBG
6	Packet 15 (MA)		Povolení k jízdě MA

Hlášení polohy PR

**T11** Message 136:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. S1	Identifikátor poslední minutě referenční balízy LRBG (LRBG u odjezdového náv. S1)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
Q_DLRBG	0	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRBG (0 - reverzní)
V_TRAIN	30	Aktuální rychlost vlaku (30 km/h)
Q_DIRTRAIN	0	Směr minutí referenční balízy LRBG (0 - reverzní)

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. S1	Identifikátor poslední minutě referenční balízy LRBG (LRBG u odjezdového náv. S1)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
Q_DLRBG	0	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRBG (0 - reverzní)
V_TRAIN	20	Aktuální rychlost vlaku (20 km/h)
Q_DIRTRAIN	0	Směr minutí referenční balízy LRBG (0 - reverzní)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

Číslo paketu 15: Movement Authority MA		
Povolení k jízdě v úrovni L2		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
N_ITER	0	Počet sekcí v MA, které nejsou posledním úsekem (0 sekcí)
L_ENDSECTION	--	Délka poslední sekce v MA (Vzdálenost mezi odjezdovým náv. S1 a odjezdovým náv. L1 - délka staniční koleje č. 1)
Q_SECTIONTIMER	0	Identifikátor časového omezení poslední sekce MA (0 - nastaven)

Zbytek paketu 15 je shodný s prvním, poslaný v čase **T2**

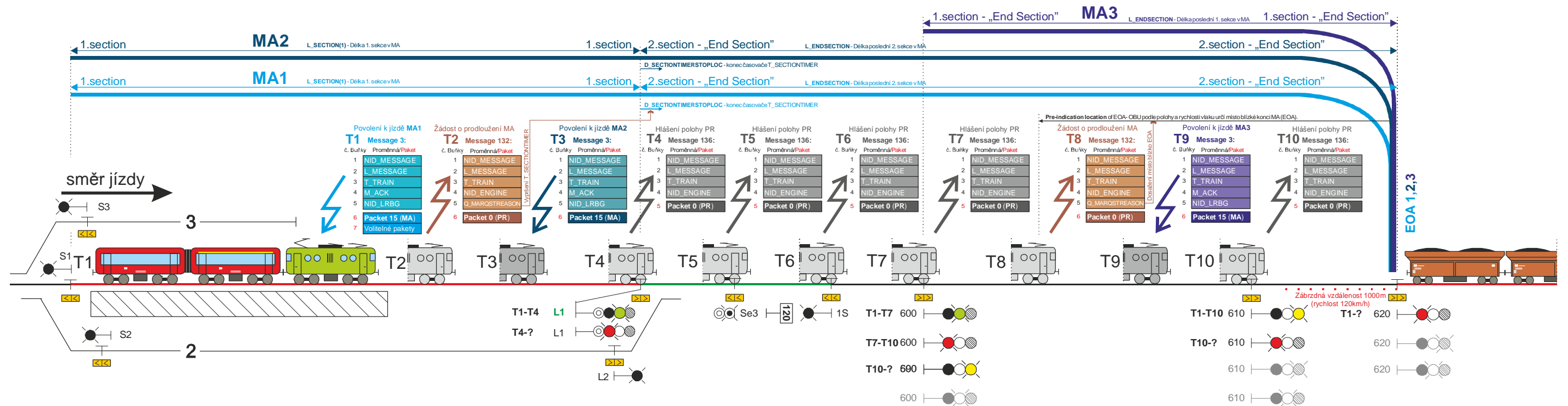
Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. S1	Identifikátor poslední minutě referenční balízy LRBG (LRBG u odjezdového náv. S1)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
Q_DLRBG	0	Poloha čela vlaku ve vztahu k LRBG (0 - reverzní)
V_TRAIN	0	Aktuální rychlost vlaku (0 km/h)
Q_DIRTRAIN	0	Směr minutí referenční balízy LRBG (0 - reverzní)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

**PŘÍLOHA Č.12 PRAKTICKÝ PŘÍKLAD VJEZDOVÉ VC**

Konkrétní příklad přehledu zasláných zpráv mezi vozidlem a RBC při vjezdudo dopravní

# PŘÍLOHA Č. 13 RAKTICKÝ PŘÍKLAD ODJEZDOVÉ VC



Hlášení polohy PR

**T4** Message 136:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)	--	Paket s Polohou vlaku

Hlášení polohy PR

**T5** Message 136:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)	--	Paket s Polohou vlaku

Hlášení polohy PR

**T6** Message 136:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)	--	Paket s Polohou vlaku

Hlášení polohy PR

**T7** Message 136:

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)	--	Paket s Polohou vlaku

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. L1	Identifikátor poslední minulé referenční balízy LRBG (LRBG u odjezdového náv. L1)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
Q_DLRBG	1	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRBG (1 - nominální)
V_TRAIN	30	Aktuální rychlost vlaku (30 km/h)
Q_DIRTRAIN	1	Směr minulé referenční balízy LRBG (1 - nominální)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, posláný v čase **T2**

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. Se3	Identifikátor poslední minulé referenční balízy LRBG (LRBG u seřadovacího náv. Se3)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
V_TRAIN	50	Aktuální rychlost vlaku (50 km/h)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, posláný v čase **T2**

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. 1S	Identifikátor poslední minulé referenční balízy LRBG (LRBG u vjezdového náv. 1S)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
V_TRAIN	90	Aktuální rychlost vlaku (90 km/h)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, posláný v čase **T2**

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. č. 600	Identifikátor poslední minulé referenční balízy LRBG (LRBG u odjílového náv. č. 600)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balízy LRBG
Q_DLRBG	1	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRBG (1 - nominální)
V_TRAIN	120	Aktuální rychlost vlaku (120 km/h)
Q_DIRTRAIN	1	Směr minulé referenční balízy LRBG (1 - nominální)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, posláný v čase **T2**

Povolení k jízdě MA

**T1 Message 3:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	3	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	0	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení (0 - nepožaduje)
5	NID_LRBG	náv. S1	Identifikátor poslední minuté LRGB
6	Packet 15 (MA)		Povolení k jízdě MA
7	Volitelné pakety		Jeli potřeba, připojí RBC chybějící pakety SSP, GP atd. k části tratě. Přehled všech volitelných paketů zasilaných spolu s MA je v Příloze 1

Číslo paketu 15: Movement Authority MA		
Povolení k jízdě v úrovni L2		
Proměnná	Hodnota	Popis
NID_PACKET	15	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	01	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB (01-nominální)
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	1	Měřitko vzdálenosti (1 cm)
V_LOA	0	Povolená rychlost za LOA (0 km/h)
T_LOA	0	Čas pro který je platná cílová rychlost v LOA (0 s)
N_ITER	1	Počet sekcí v MA, které nejsou posledním úsekem (1 sekce)
L_SECTION(1)	--	Délka 1. sekce v MA (Vzdálenost mezi odjezdovým náv. S1 a odjezdovým návěstidlem L1 - délka staniční koleje č. 1)
Q_SECTIONTIMER(1)	0	Identifikátor časového omezení MA v 1. sekci (0 - žádný)
L_ENDSECTION	--	Délka poslední 2. sekce v MA (Vzdálenost mezi odjezdovým náv. L1 a oddílovým náv. č.620)
Q_SECTIONTIMER	1	Identifikátor časového omezení poslední 2. sekce MA (1 - nastaven)
T_SECTIONTIMER	10 - 20	Časové omezení poslední 2. sekce MA (10 - 20 s). Nastaveno tak, aby se vlak v co nejkratším časovém intervalu dotazoval stále na nové MA
D_SECTIONTIMERSTOPLOC	0	Vzdálenost od začátku poslední 2. sekce, kde se přestane počítat T_SECTIONTIMER (0 cm od odjezdového náv. L1)
Q_ENDTIMER	0	Identifikátor časového omezení EOA ve 2. sekci MA (0 - žádný)
Q_DANGERPOINT	0	Identifikátor nebezpečného místa "danger point" (0 - žádný)
Q_OVERLAP	0	Identifikátor "Overlap" (0-žádné)

Žádost o prodloužení MA

**T8 Message 132:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	132	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Q_MARQSTREASON	00010	Důvod žádosti o nové MA. Dosaženo místo blízko EOA
6	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. č. 600	Identifikátor poslední minuté referenční balizy LRGB (LRBG u oddílového náv. č. 600)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balizy LRGB
Q_DLRBG	1	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRGB (1 - nominální)
V_TRAIN	120	Aktuální rychlost vlaku (120 km/h)
Q_DIRTRAIN	1	Směr minutí referenční balizy LRGB (1 - nominální)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T2**

Žádost o prodloužení MA

**T2 Message 132:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	132	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Q_MARQSTREASON	00010	Důvod žádosti o nové MA. Dosaženo místo blízko EOA
6	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
NID_PACKET	0	Identifikátor každého paketu
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	1	Měřitko vzdálenosti (1 cm)
NID_LRBG	náv. S1	Identifikátor poslední minuté referenční balizy LRGB (LRBG u odjezdového náv. S1)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balizy LRGB
Q_DIRLRBG	1	Orientace vlaku ve vztahu k LRGB (1 - nominální)
Q_DLRBG	0	Orientace referenční balizy LRGB (0 - reverzní)
L_DOUBTOVER	0	Hodnota minimální odchylky tolerance ujeté vzdálenosti od LRGB z odometru (0 cm)
L_DOUBTUNDER	20	Hodnota maximální odchylky tolerance ujeté vzdálenosti od LRGB z odometru (20 cm)
Q_LENGTH	0	Informace o integritě vlaku (0 - není informace)
V_TRAIN	20	Aktuální rychlost vlaku (20 km/h)
Q_DIRTRAIN	0	Směr minutí referenční balizy LRGB (0 - reverzní)
M_MODE	0	Režim dohledu jízdy OBU (0 - FS "Plný dohled")
M_LEVEL	3	Level ETCS (3 - Level L2)

Hlášení polohy PR

**T10 Message 136:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	136	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	NID_ENGINE	--	Identifikátor OBU
5	Packet 0 (PR)		Paket s Polohou vlaku

Číslo paketu 0: Position report		
Hlášení polohy vlaku		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
NID_LRBG	náv. č. 610	Identifikátor poslední minuté referenční balizy LRGB (LRBG u oddílového náv. č. 610)
D_LRBG	--	Ujetá vzdálenost od poslední referenční balizy LRGB
Q_DLRBG	1	Pozice čela vlaku ve vztahu k LRGB (1 - nominální)
V_TRAIN	120	Aktuální rychlost vlaku (120 km/h)
Q_DIRTRAIN	1	Směr minutí referenční balizy LRGB (1 - nominální)

Zbytek paketu 0 je shodný s prvním, poslaný v čase **T2**

Číslo paketu 5: Linking		
Informace o balizových skupinách - linkování		
Proměnná	Hodnota	Popis
NID_PACKET	15	Identifikátor každého paketu
Q_DIR	01	Identifikátor platnosti zpráv s ohledem na orientaci jízdy vlaku k LRGB (01-nominální)
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
Q_SCALE	1	Měřitko vzdálenosti (1 cm)
D_LINK	--	Vzdálenost do čela vlaku k příští balizové skupině u vjezdového náv. č.1L
Q_NEWCOUNTRY	0	Informace, zda příští balizová skupina u vjezdového náv. č.1L patří do stejné země, nebo železniční správy (0 - stejná země, správa)
NID_BG	--	Identifikátor příští balizové skupiny u vjezdového náv. č.1L
Q_LINKORIENTATION	1	Orientace balizové skupiny u náv. č.1L ke směru jízdy vlaku
Q_LINKREACTION	10	Reakce OBU při minutí příští balizové skupiny u vjezdového náv. č.1L (10 - žádná reakce)
Q_LOCACC	2	Přesnost umístění příští balizové skupiny u náv. č.1L (+/- 2 m)
N_ITER	5	Počet dalších balizových skupin po cestě v MA (5 balizové skupiny)
D_LINK(1)	--	Vzdálenost do čela vlaku k příští balizové skupině (1) u seřadovacího náv. Se3
...		

Číslo paketu 21: Gradient profile GP		
Informace o stoupání/klesání tratě, které pokrývá MA (od náv. L1 k náv. č. 620)		

Číslo paketu 27: International Static Speed Restriction SSP		
Statický rychlostní profil části tratě, které pokrývá MA (od náv. L1 k náv. č. 620)		

Číslo paketu 57: Movement Authority Request Parameters		
Podmínky pro OBU k zaslání žádosti o nové/prodloužené MA		

Povolení k jízdě MA

**T9 Message 3:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	3	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	0	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení (0 - nepožaduje)
5	NID_LRBG	náv.č.600	Identifikátor poslední minuté LRGB
6	Packet 15 (MA)		Povolení k jízdě MA

Číslo paketu 15: Movement Authority MA		
Povolení k jízdě v úrovni L2		
Proměnná	Hodnota	Popis
L_PACKET	--	Délka paketu i s hlavičkou zprávy v bitech
N_ITER	0	Počet sekcí v MA, které nejsou posledním úsekem (0 sekcí)
L_ENDSECTION	--	Délka poslední 1. sekce v MA (Vzdálenost mezi oddílovým náv. č. 600 a oddílovým náv. č.620)
Q_SECTIONTIMER	0	Identifikátor časového omezení poslední 2. sekce MA (0 - žádný)

Zbytek paketu 15 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

Povolení k jízdě MA

**T3 Message 3:**

č. buňky	Proměnná/Paket	Hodnota	Popis
1	NID_MESSAGE	3	Číselné označení typu zprávy
2	L_MESSAGE	--	Délka zprávy v bitech
3	T_TRAIN	--	Čas zaslání zprávy
4	M_ACK	0	Kvalifikátor, zda RBC požaduje zpětné potvrzení (0 - nepožaduje)
5	NID_LRBG	náv. S1	Identifikátor poslední minuté LRGB
6	Packet 15 (MA)		Povolení k jízdě MA

Číslo paketu 15: Movement Authority MA		
Povolení k jízdě v úrovni L2		

Zbytek paketu 15 je shodný s prvním, poslaný v čase **T1**

**PŘÍLOHA Č.13 PRAKTICKÝ PŘÍKLAD ODJEZDOVÉ VC**

Konkrétní příklad přehledu zasilaných zpráv mezi vozidlem a RBC při odjezdu z dopravní a jízdy v mezistaničním úseku

