

9. SONET/SDH

Dr.h.c. Prof. Ing. RNDr. Ján Turán, DrSc.

9 Úvod

- **Synchrónna optická sieť**
SONET (Synchronous Optical NETwork) - ANSI, USA
- **Synchrónna digitálna hierarchia**
SDH (Synchronous Digital Hierarchy) - CCITT
- **Riešenie problémov Plesiosynchrónnych sietí**
PDH (Plesiosynchronous Digital Network)
 - **Asynchrónne multiplexovanie je náročné na technické prostriedky**
 - **Signál musí byť často spracovávaný**
 - **Multiplexovanie pridáva chyby, jitter a spôsobuje oneskorenie**
 - **Každý dodávateľ určuje rôzne podmienky pre manažment siete**
 - **Ohraničená šírka pásma 1,7 Gbit/s**
 - **Problémy s testovaním systémov**
 - **Neexistuje optický prenosový štandard**

Výhody SONET/SDH štandardu

1) **Transportný systém**

- **Flexibilná implementácia prenosu údajov**
- **Interfejsy ku všetkým globálnym štandardom**
- **Zabudovaný systém izolácie chýb a monitorovanie vlastností siete**

2) **Synchrónna sieť**

- **Jednoduché pridanie a vydelenie kanálov**
(Priamo bez nutnosti hierarchického demultiplexu, resp. multiplexu)
- **Malé oneskorenie**

3) **Optická sieť**

- **Použitie jednovidových OV**
(Veľká vzdialenosť medzi opakovačmi)
- **Vysoká spoľahlivosť**
- **Veľká šírka pásma (Prenosová rýchlosť)**

4) **Prenosové údaje**

- **Reč, dáta, video (Multimédia)**

Terminológia SONET/SDH

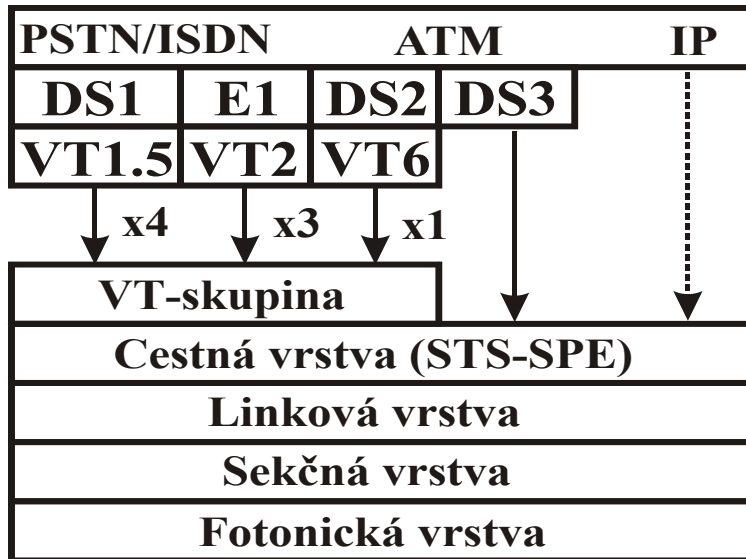
1) **Payload** – prenášané údaje

- Aktuálne prenášané digitálne údaje
- Údaje sú prenášané v kontajneroch
 - **SPE (Synchronous Payload Envelope)**
 - Synchronná obálka pre **SONET**
 - **VC (Virtual Container)** – Virtuálny kontajner pre **SDH**

2) **Overhead** – Záhlavie

- Prídavné bity používané v sieti
- Administrácia a smerovanie signálov
 - **Rámcovanie**
 - **Správy o stave siete**
 - **Detekcia chýb**
 - **Prepínanie údajov**
 - **Ukazovatele**
 - **Riadenie siete**
 - **Budúci rast**
 - **Atd'.**
- **SONET/SDH štandard určuje najmä:** formát rámca, linkové bitové rýchlosti, zobrazovanie tributárov, fyzikálne charakteristiky, údržbu a manažment siete

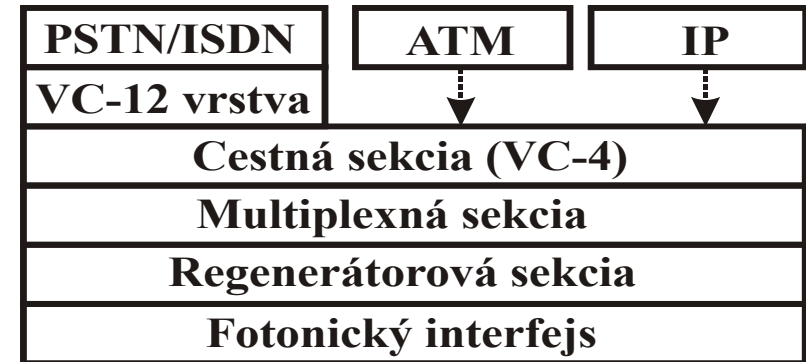
Protokolové vrstvy: SONET a SDH



Pre SONET

- ❖ Fotonická vrstva
(Photonic layer)
- ❖ Sekčná vrstva
(Section Layer)
- ❖ Linková vrstva
(Line Layer)
- ❖ Cestná vrstva
(Path Layer)

Fotonika



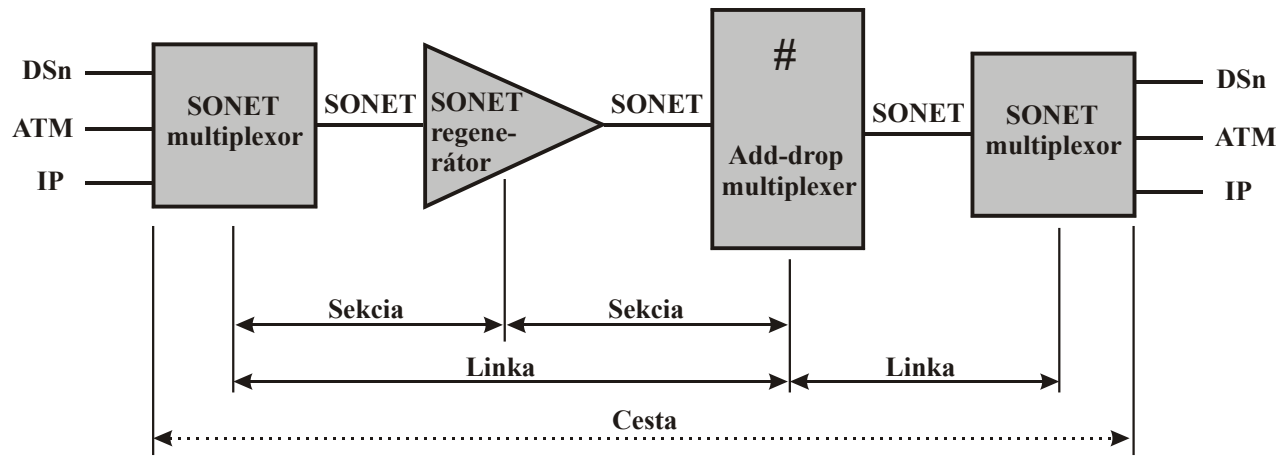
Pre SDH

- ❖ Fotonický interfejs
(Photonic Interface)
- ❖ Regenerátorová sekcia
(Regenerator Section)
- ❖ Multiplexná sekcia
(Multiplex Section)
- ❖ Cestná sekcia
(Path Section)

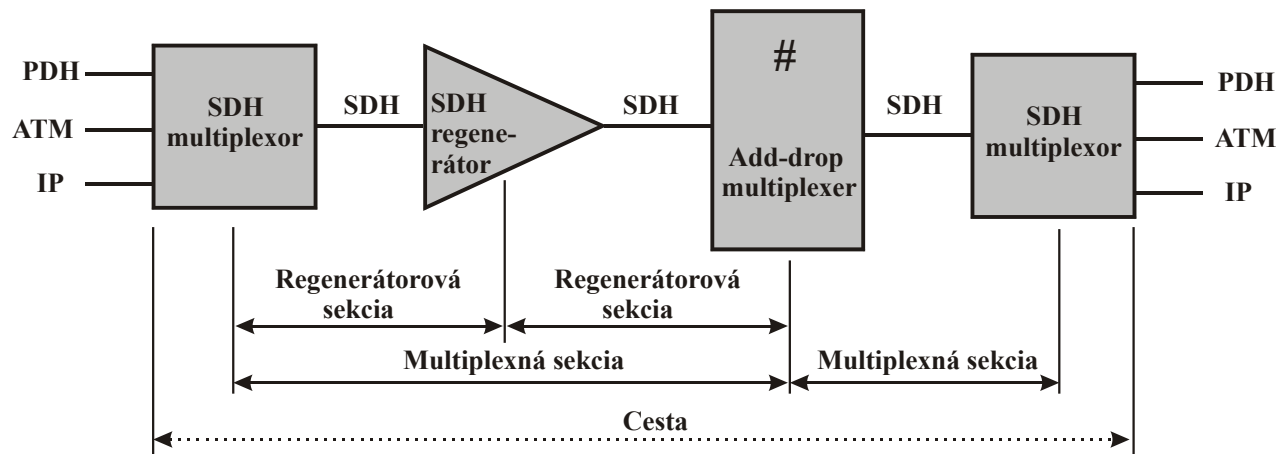
9.2 FYZIKÁLNE KOMPONENTY

- **Fyzikálne komponenty SONET**
 - **SONET multiplexor, regenerátor (Opakovač), prepínač (Cross Conect, resp. pridanie a vydelenie kanálov, tzv. Add-Drop Multiplexer)**
 - **Sekcia (Section)**
reprezentuje optickú vláknovú prenosovú linku
 - **Linka (Line)**
sekcie medzi multiplexormi, prepínačmi, resp. koncovými bodmi siete
 - **Cesta (Path)**
duplexné spojenie pomocou určitého okruhu medzi koncovými bodmi siete a je pripojená k dvom koncovým terminálom **SONET**

- **Fyzikálne komponenty SDH**
 - **SDH multiplexor, regenerátor (opakovač) a prepínač**
 - **SDH regenerátorová sekcia (Regenerator Section)**
 - **SDH multiplexná sekcia (Multiplex Section)**
 - **SDH cesta (Path)**



a)



b)

Obr. 9.2 Fyzikálne komponenty: a) SONET, b) SDH.

9.3 PRENOSOVÉ RÝCHLOSTI DÁT

1) SONET

- **STS-N - Synchronous Transport Signal Level N**
 - Synchronný transportný signál úrovne N
- Najnižšiu úroveň má signál **STS-1** prenosová rýchlosť 51,84 **Mbit/s**
- Vyššie úrovne signálov **STS-N** sú **N** násobok **STS-1**
- **OC-N - Optical Carrier level N**
 - Optická nosná úroveň N
- Prenosové rýchlosti signálov **OC-N** a **STS-N** sú rovnaké

2) SDH

- **STM-N - Synchronous Transport Module N**
 - Synchronný transportný modul N
- Najnižšia prenosová rýchlosť je 155,52 **Mbit/s** pre **STM-1**
- ❑ **Sieťová rezerva (Network Overhead)**
- ❑ **Dátové prenosové rýchlosti dostupné pre užívateľa (Payload Rate)**

Tabuľka 9.1

ANSI označenie	Optický signál	CCITT označenie	Dátová prenosová rýchlosť (Mbit/s)	Dátová prenosová rýchlosť dostupná pre užívateľa (Mbit/s)
STS-1	OC-1		51,84	50,112
STS-3	OC-3	STM-1	155,52	150,336
STS-9	OC-9	STM-3	466,56	451,008
STS-12	OC-12	STM-4	622,08	601,344
STS-18	OC-18	STM-6	933,12	902,016
STS-24	OC-24	STM-8	1244,16	1202,688
STS-36	OC-36	STM-12	1866,24	1804,032
STS-48	OC-48	STM-16	2488,32	2405,376
STS-96	OC-96	STM-32	4976,64	4810,176
STS-192	OC-192	STM-64	9953,28	9620,928

9.4 FORMÁT RÁMCA

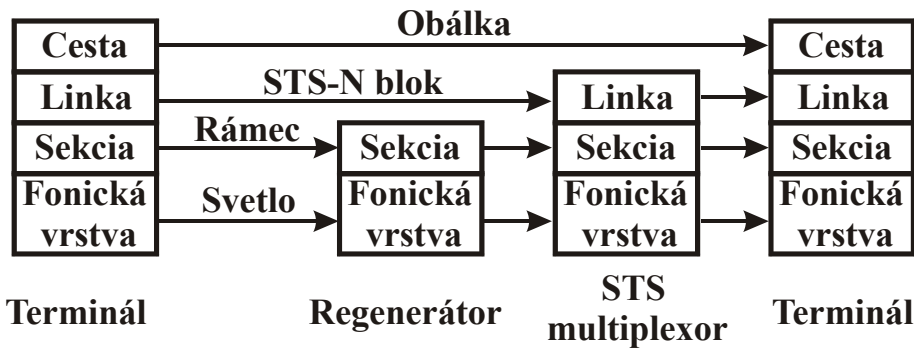
- **Synchronne obálky SPE**

- **Synchronous Payload Envelope** – prenášajú užívateľskú informáciu

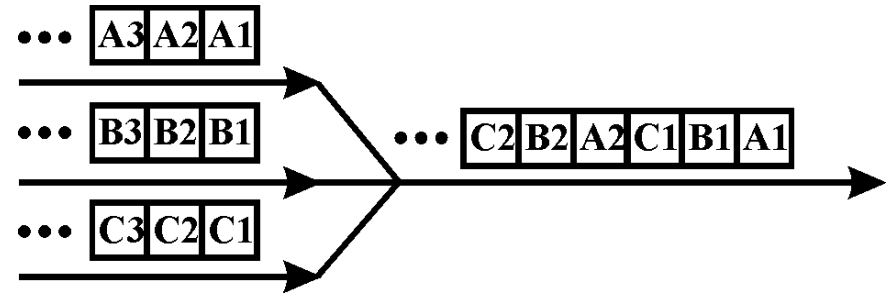
- **Rámec má dĺžku 125 μ s**
- **Pre prenosovú rýchlosť 155,520 Mbit/s (OC-3) má rámec 2430 bitov**
- **Najlepšie je zobrazit' formát rámca v tvare dvojrozmernej matice**

- **Formát rámca STS-1**

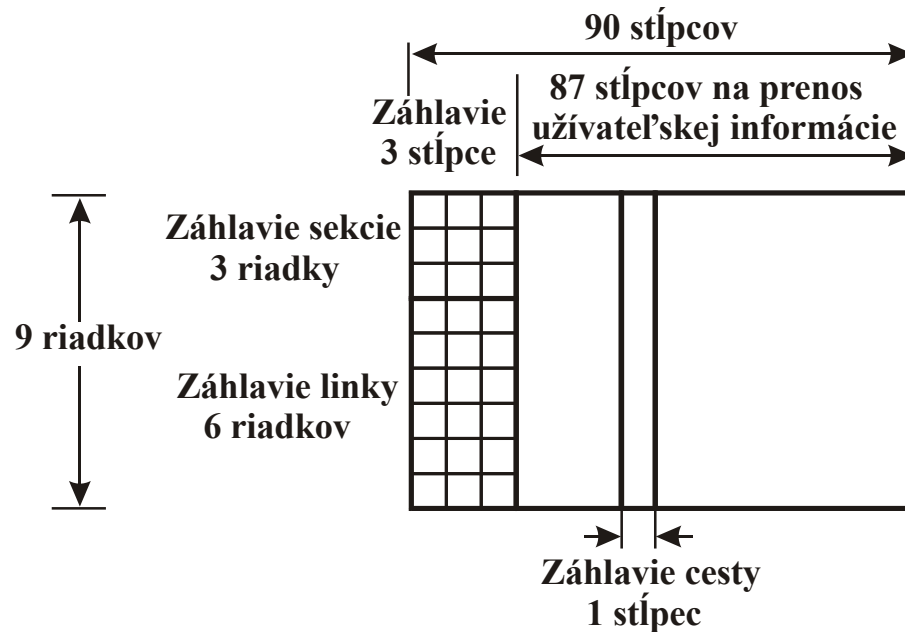
- **Rámec tvorí 9 riadkov a 90 stĺpcov**
- **Prvky rámca majú dĺžku 1 byte**
- **Prenos jednotlivých bytov sa uskutočňuje po riadkoch**
- **Prvé tri stĺpce sa používajú pre záhlavie sekcie a linky**
- **87 stĺpcov rámca STS-1 sa používa na prenos užívateľskej informácie (Payload)**
- **Jeden stĺpec SPE sa používa ako záhlavie cesty - mnohé z týchto bytov sa využívajú pre prácu, administráciu a údržbu systému**



Obr. 9.3 Protokolová hierarchia SONET systému.



Obr. 9.4 Multiplex bytov okruhov.



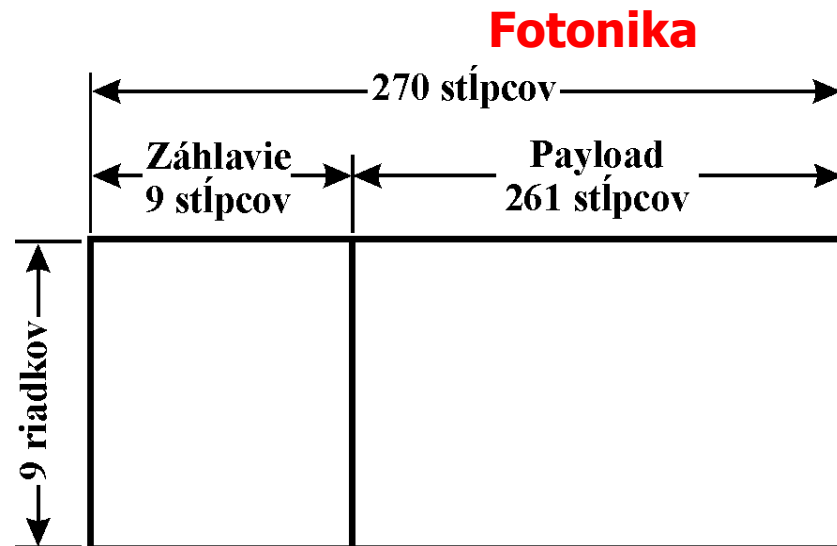
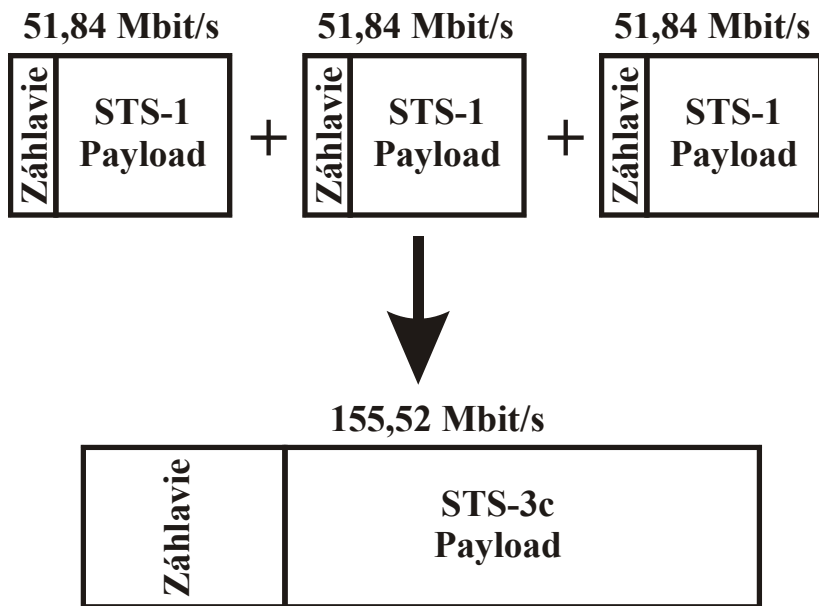
Obr. 9.5 Formát rámca STS-1.

- **A – byty** sa používajú pre rámcovanie
Každý rámec začína s **F6-F8**₁₆ (resp. 11110110-00101000₂)
- **B – byty** sú použité pre detekciu chýb
- **D – byty** sú použité pre komunikačné kanály pre údržbu systému. **D1 – D3** je manažment sekcie, **D4 – D12** pre manažment linky
- **E – byty** sa používajú pre rečovú komunikáciu počas opravy, údržby systému
- **F – byty** sa používajú na manažment siete a sú prístupné aj pre komunikáciu užívateľov

- **K – byty** sa používajú na automatickú ochranu a prepínanie
- **H – byty** sa používajú na štart užívateľskej informácie
Toto umožňuje aby **SPE** plávala v **SONET** rámci
Poloha prvého bytu **SPE** je indikovaná pomocou **H1** a **H2**
Z2 – byte sa používa na spätnú informáciu o počte chybných prijatých blokov
- **Z – byty** sú rezervované pre budúcu štandardizáciu
- Rámec **STS-3 - STS-3c (STS-3 concatenated)** - Formát **STS-3c** rámca je podobný **STM-1** rámcu pre systém **CCITT/SDH**
- **SPE** môže začať v ľubovoľnej polohe
Toto umožňuje jednoducho preklenúť rozdiely synchronizácie času rôznych systémov

Záhlavie sekcie	Rámcovanie A1	Rámcovanie A2	STS-1 ID C1	Sledovanie J1
	BIP-8 B1	Organizácia spojenia E1	Užívateľ F1	BIP-8 B3
	Dáta kom. D1	Dáta kom. D2	Dáta kom. D3	Signalizácia C2
Záhlavie linky	Indikácia polohy 1. bytu SPE H1	Indikácia polohy 1. bytu SPE H2	Ukazovateľ akcie H3	Stav cesty G1
	BIP-8 B2	APS K1	APS K2	Užívateľský kanál F2
	Dáta kom. D4	Dáta kom. D5	Dáta kom. D6	Multiráamec H4
	Dáta kom. D7	Dáta kom. D8	Dáta kom. D9	Budúca štandardizácia Z3
	Dáta kom. D10	Dáta kom. D11	Dáta kom. D12	Budúca štandardizácia Z4
	Budúca štandardizácia Z1	Spätná inf. o počte chybné prijatých blokov Z2	Organizácia spojenia E2	Budúca štandardizácia Z5
			Záhlavie cesty	

Obr. 9.6 Záhlavné byty SONET.



Obr. 9.7 Združenie troch STS-1 rámcov do STS-3c rámcu.

Obr. 9.8 Formát rámcu STS-3c.

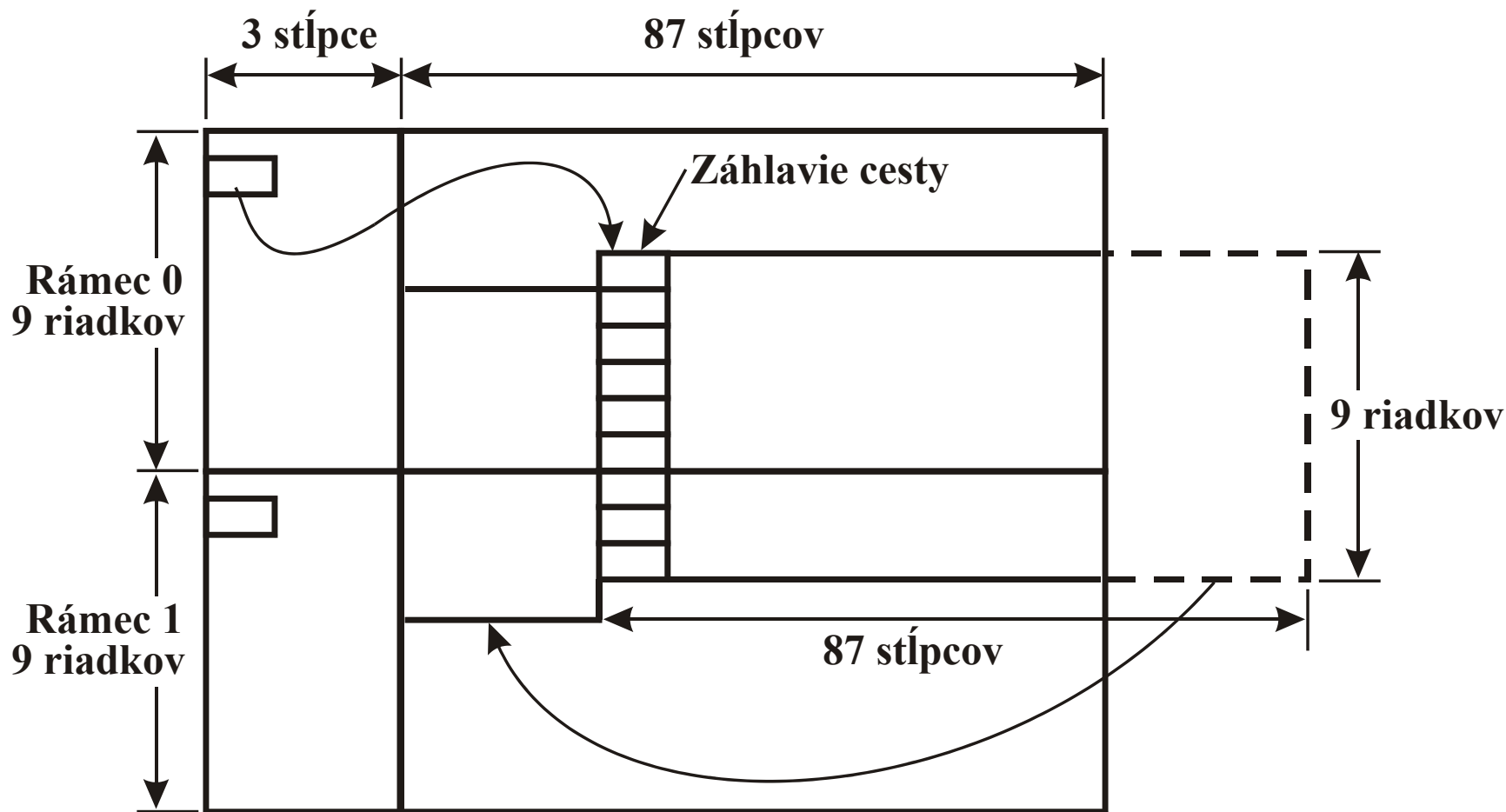
A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	C1	C1
B1			E1			F1		
D1			D2			D3		
H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H3
B2	B2	B2	K1			K2		
D4			D5			D6		
D7			D8			D9		
D10			D11			D12		
Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2		

J1
B3
C2
G1
F2
H4
Z3
Z4
Z5

Záhlavie sekcie a linky

Záhlavie cesty

Obr. 9.9 Byty záhlavia STS-3c.



Obr. 9.10 Poloha SPE v STS-1 rámcí.