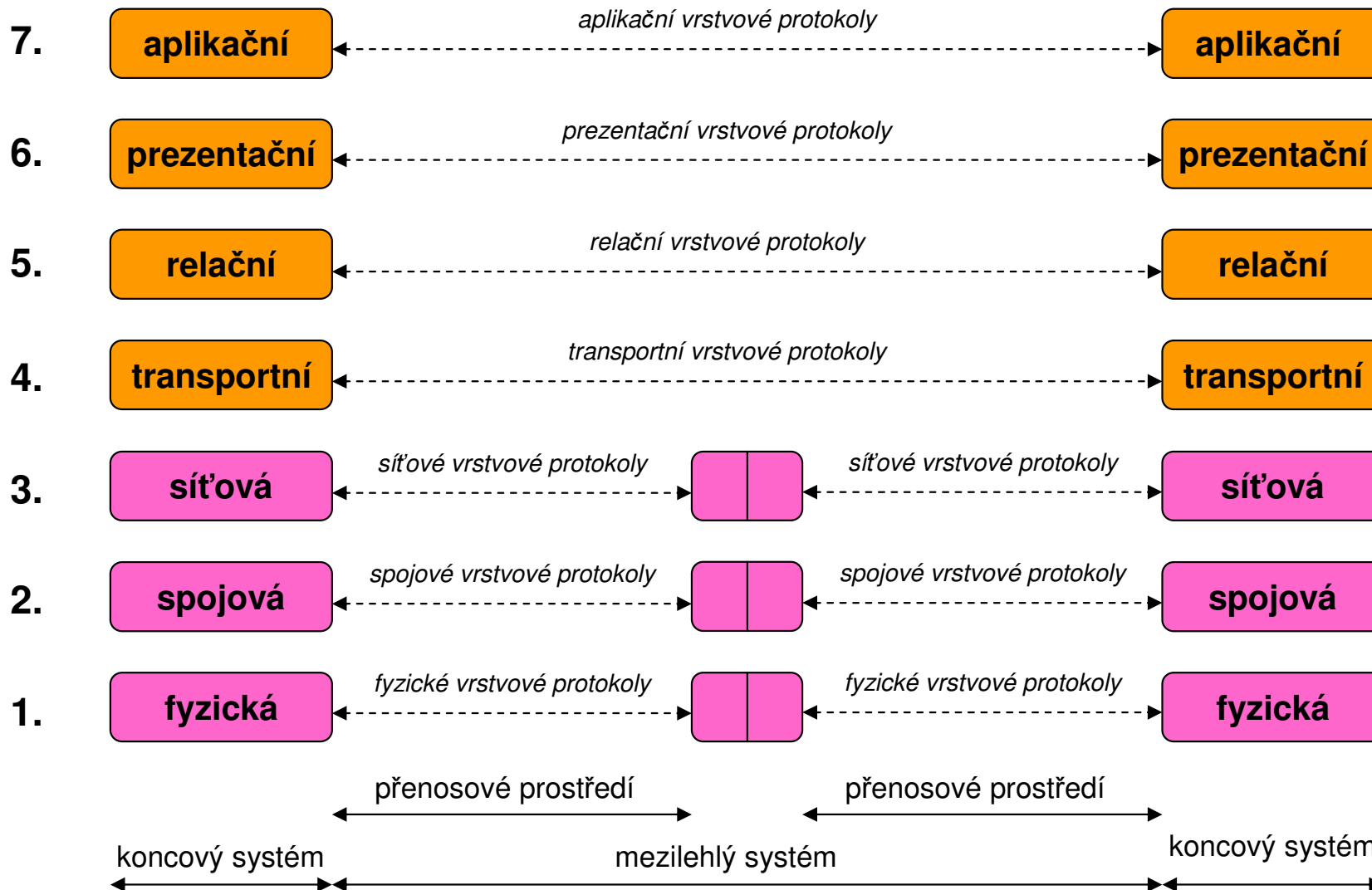


Referenční model OSI, funkce protokolů

Robert Bešťák

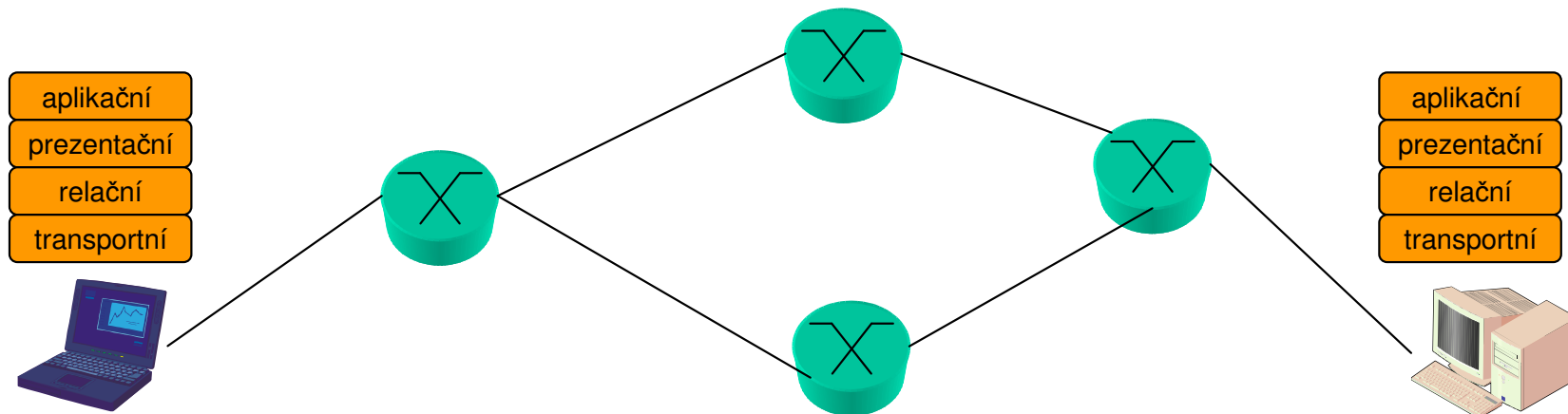
Referenční model OSI



Vrstvy 7-4

Vrstvy 7-4 se týkají aplikace a může v nich docházet k zásahům do struktury i obsahu přenášených dat

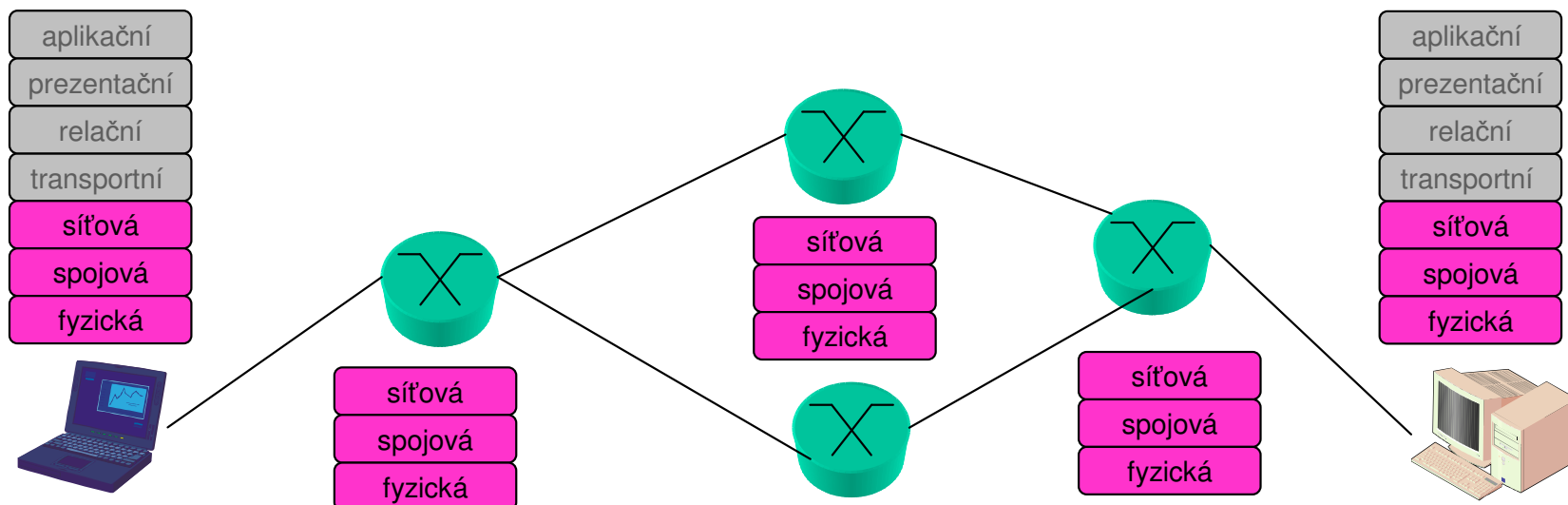
- **Aplikační vrstva**
 - Podporuje provádění aplikačních programů v síťovém prostředí
- **Prezentační vrstva**
 - Přizpůsobení různých aplikací k prvkům sítě (přeměna kódů, abeced, dat. formátů)
- **Relační vrstva**
 - Organizace a řízení dialogu mezi koncovými systémy
- **Transportní vrstva**
 - Formátování datového toku (bloky, segmenty, atd.), řízení komunikace mezi koncovými systémy (*Flow control*, přesílání chybných dat, atd.)



Vrstvy 3-1

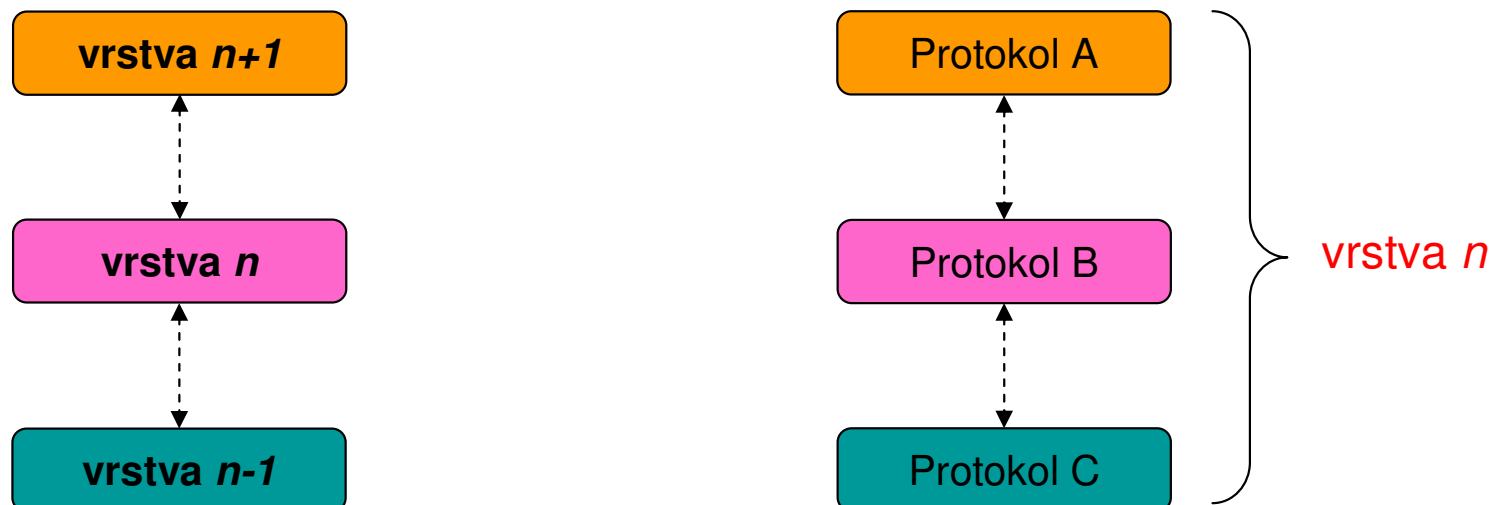
Vrstvy **3-1** se týkají vlastního přenosu dat mezi účastníky, aniž by zde docházelo ke změnám jejich obsahu i formy

- **Síťová vrstva**
 - Směrování dat v síti
- **Spojová vrstva**
 - Řídí komunikaci mezi jednotlivými prvky sítě (*Flow control*, přesílání chybných dat, atd.)
- **Fyzická vrstva**
 - Modulace, kódování, detekce chyb, vytváří a ruší fyz. spojení pro přenos bitových toků, atd.

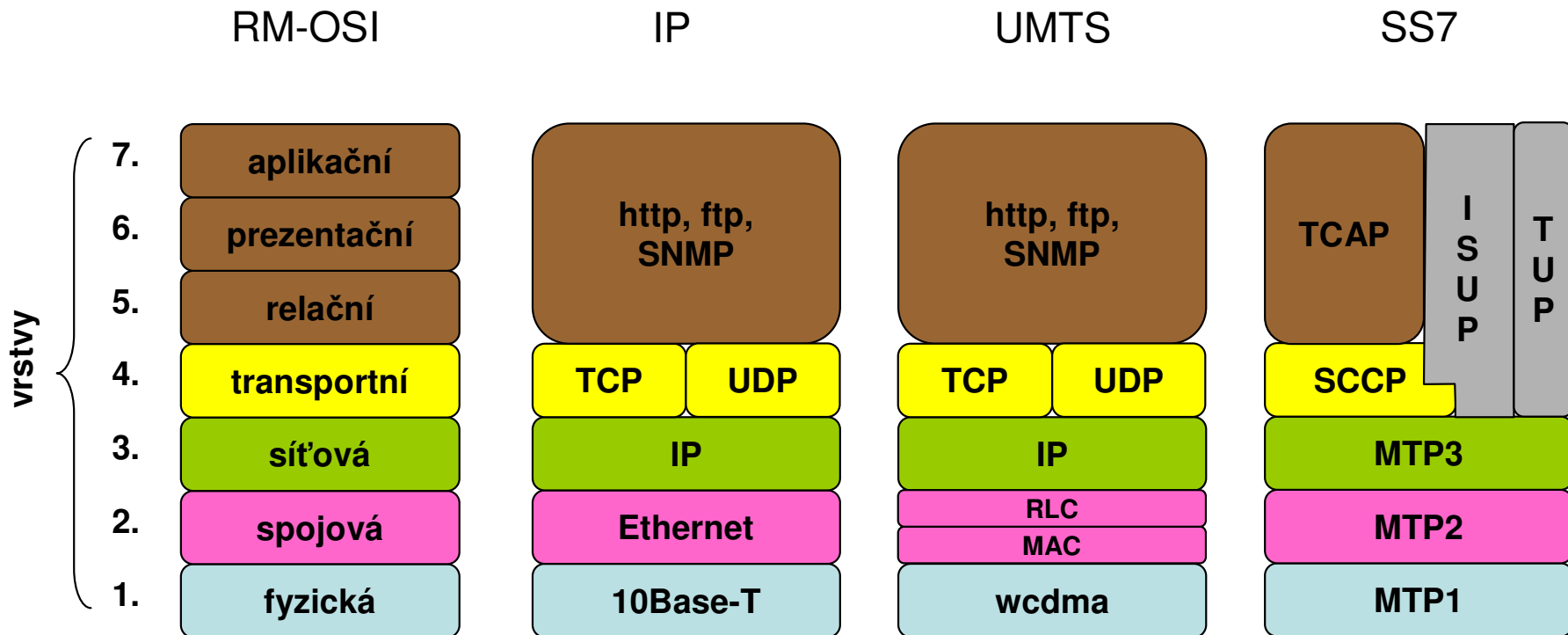


Vrstva, protokol, entita

- Vrstva = 1 či více protokolů
- Protokol
 - Souhrn parametrů a pravidel, kterými se řídí komunikace (formát dat, kontrola chyb, atd.)
- Protokol = 1 či více entit
 - Entita - nositel funkcí (např. ARQ mechanismus, *Flow control*, atd.)
- Vlastnosti vrstev
 - Vrstva n využívá funkce sousední nižší vrstvy $n-1$
 - Vrstva n poskytují funkce sousední vyšší vrstvě $n+1$



Příklady protokolové architektury



IP - Internet Protocol

TCP - Transmission Control Protocol

UDP - User datagram Protocol

SNMP - Simple Network Management Protocol

MAC - Medium Access Control

RLC - Radio Link Control

MTP - Message Transfer Part

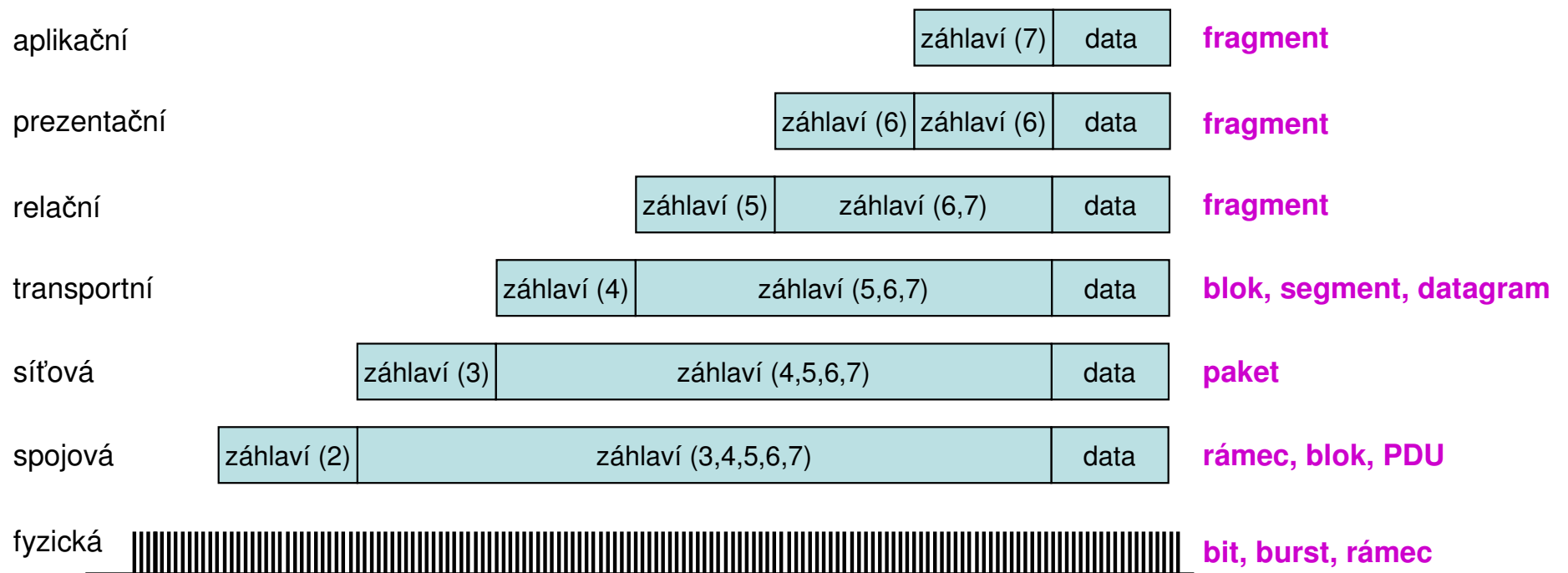
SCCP - Signaling Connection Part

ISUP - ISDN User Part

TUP - Telephone User Part

TCAP - Transaction Capabilities Application Part

Jednotky vrstev



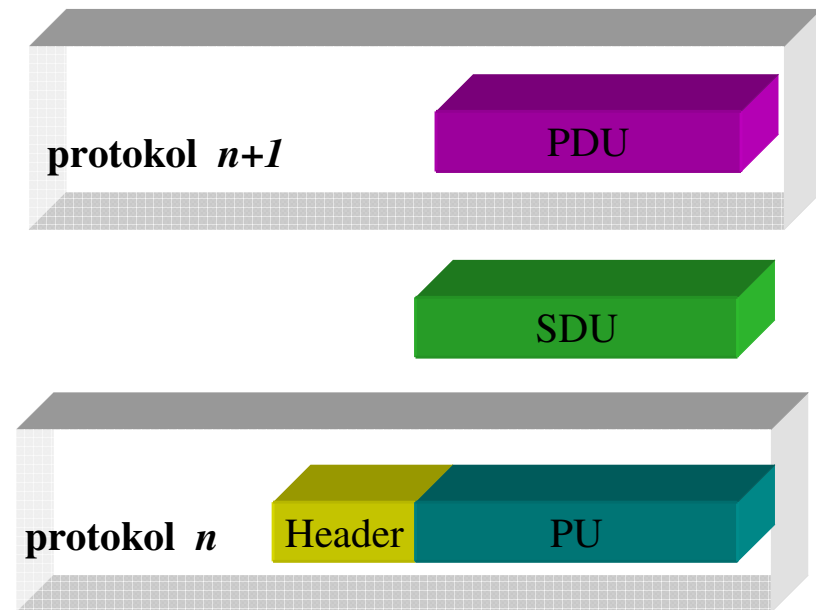
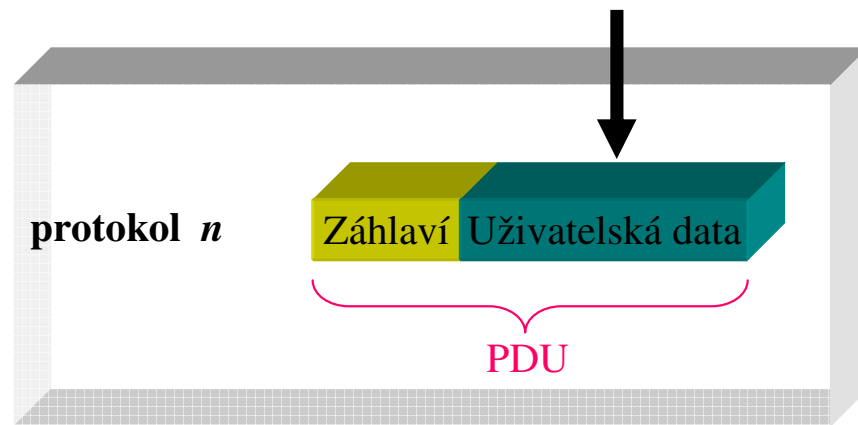
Příklady jednotek

Protokol	Vrstva	Jednotka	Velikost jednotky	Použití
TCP	4	segment	proměnlivá	Internet
UDP	4	datagram	proměnlivá	Internet
IP	3	paket	proměnlivá	Internet
RLC	2	PDU (blok)	pevná	UMTS
MAC	2	PDU (blok)	pevná	UMTS
ATM	2	buňka	pevná	ATM
HDLC	2	rámec	proměnlivá	ISDN
	1	bit, burst, rámec	proměnlivá, pevná	SDH, GSM, UMTS

Protokolové jednotky

- Protokolová datová jednotkou **PDU** (**P**acket **D**ata **U**nit)
- Struktura PDU
 - Záhlaví (Header)
 - Uživatelská data (PU, Payload Unit)

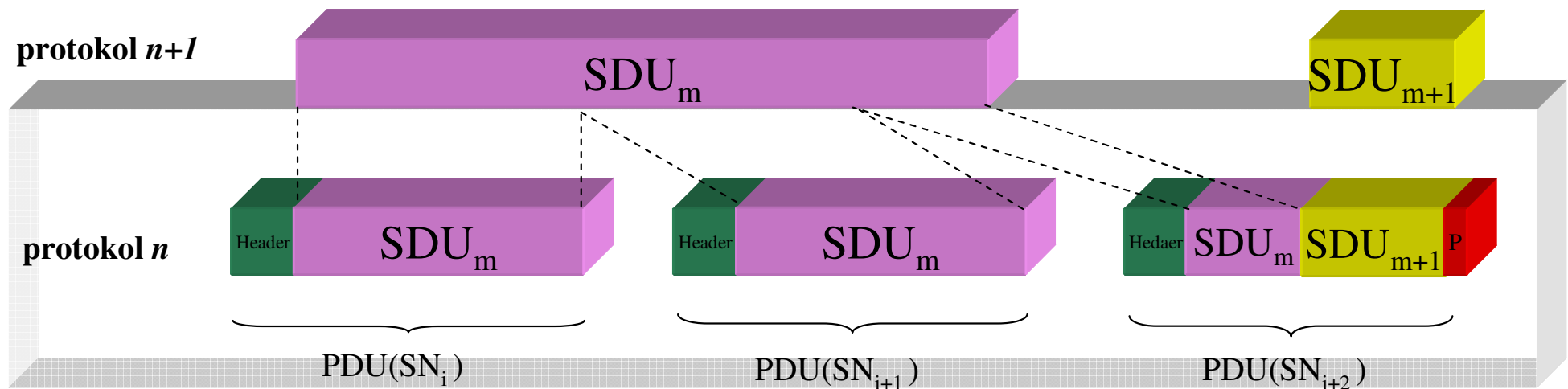
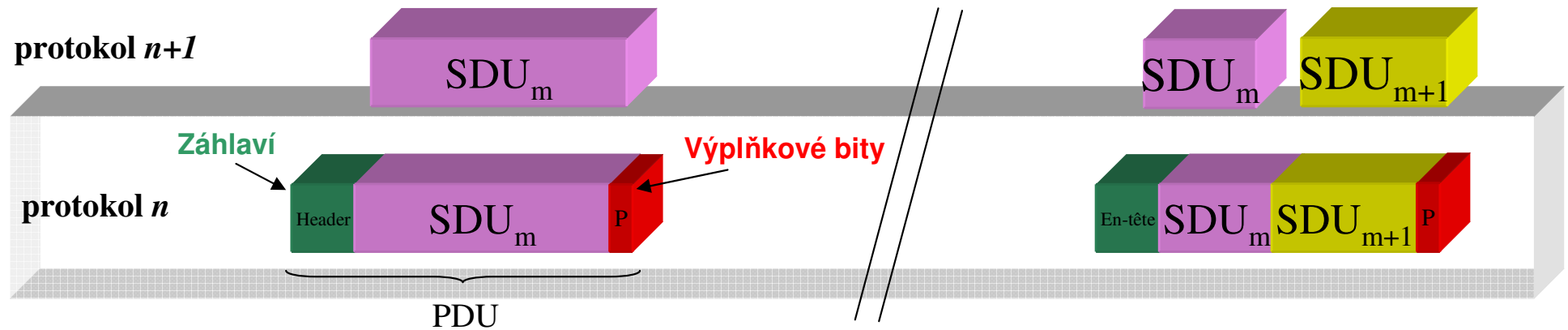
- Služební datová jednotka **SDU** (**S**ervice **D**ata **U**nit)



Formátování dat (1/2)

- Vyrovnávání (Padding)
 - Bitové vyrovnání PDU výplňkovými bity
 - Výplňkové bity nenesou žádnou informaci
- Zřetězení (Concatation)
 - Dvě či více SDU jsou zřetězeny do jedné PDU
- Segmentování (Segmentation)
 - Jedna SDU je rozdělena do několika PDU

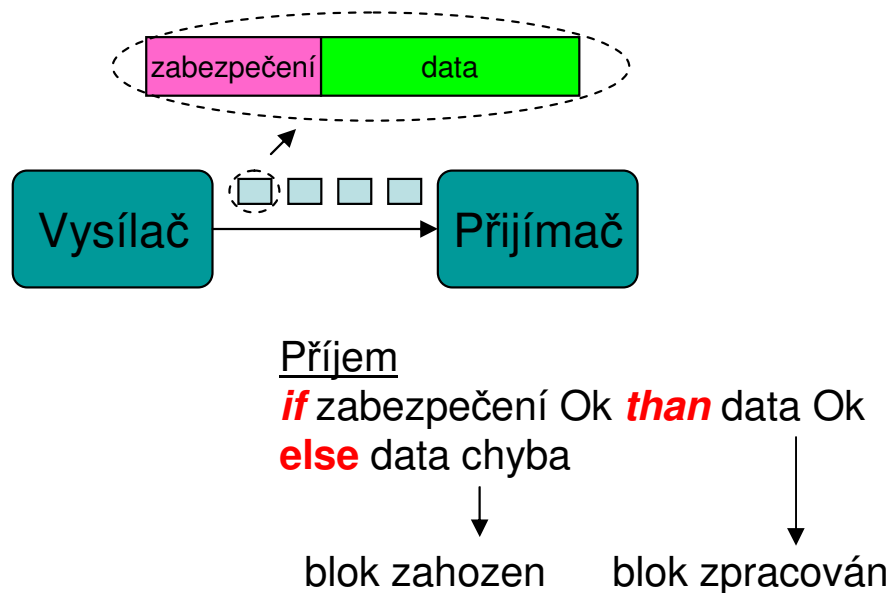
Formátování dat (2/2)



Zabezpečení proti chybám

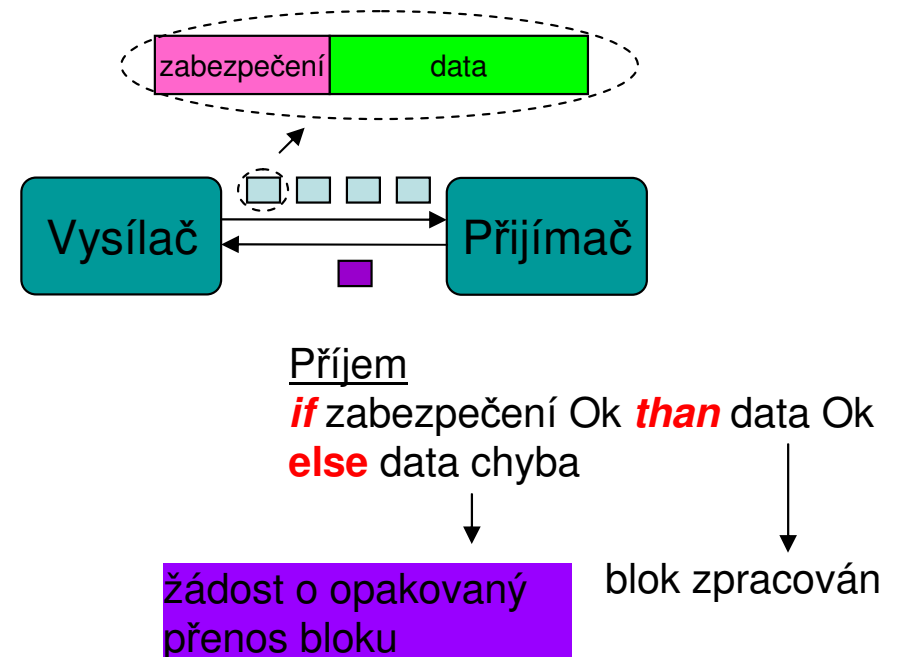
FEC (Forward Error Corection)

- ...Bezpečnostní kódování
- Detekce event. korekce chyb
- Stačí 1 kanál (vpřed)



ARQ (Automatic Repeat reQuest)

- ...zabezpečení s potvrzováním
- Opakovaný přenos chybných dat
- Jsou třeba 2 kanály (vpřed, vzad)



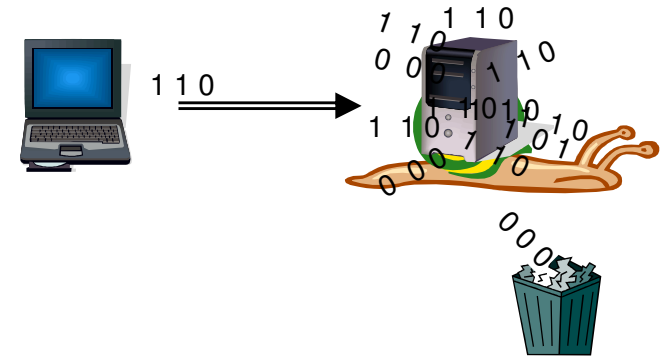
ARQ

- Obecnější mechanismus, který slouží 2 účelům
 - Řízení toku (Flow control,)
 - Zajištění spolehlivosti – opětovný přenos chybných dat

ARQ - řízení toku

- **Problém**

- Rychlost komunikujících stran může být odlišná - příjemce nemusí stíhat (díky své rychlosti, omezené paměti, atd.)
⇒ *zahazování správně přenesených dat*

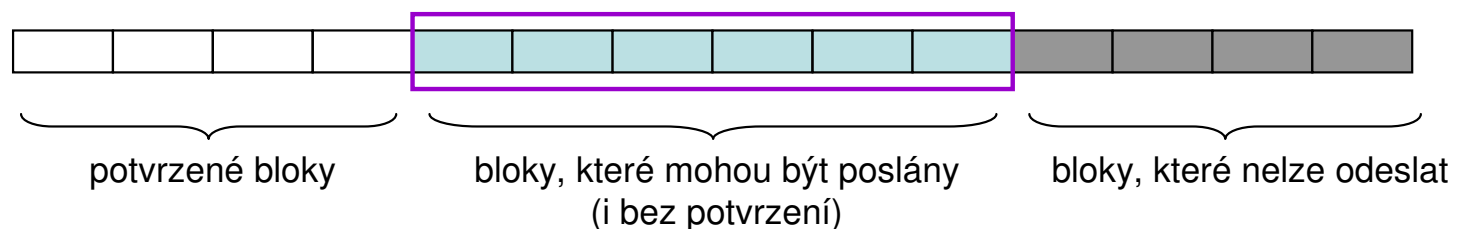


- **Řešení**

- Řízení toku - metoda okna (sliding window)

Metoda okna

- Vysílač si udržuje vysílací okno – okno udává kolik dat (bloků) smí vyslat aniž by je měl potvrzené příjemcem
- Okno o stejné velikosti je použito na obou stranách (vysílač, přijímač)

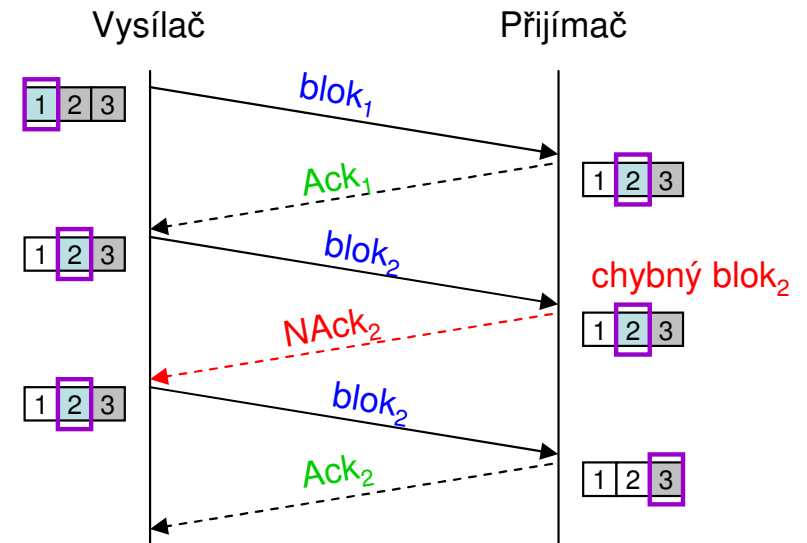


ARQ - zajištění spolehlivosti

- Příjímač informuje vysílač o stavu přijatých bloků
- Stavy
 - Bezchybný blok → vysílač pošle kladné potvrzení (Ack_{knowledge})
 - Chybný blok → vysílač pošle negativní potvrzení (NAck_{negativeAck})
- ARQ mechanismy
 - Stop and Wait (S&W)
 - Go Back N
 - Selective repeat

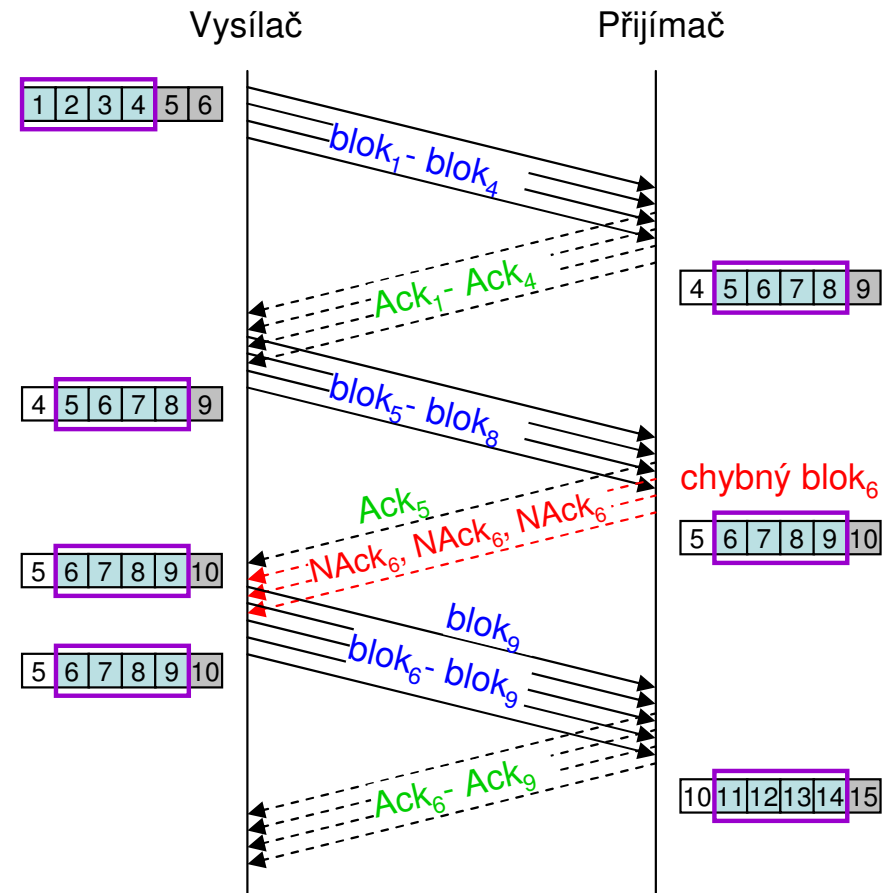
ARQ (Stop and Wait)

- Velikost okna = 1 blok
- Výhoda
 - Jednoduchá implementace
 - Malé nároky na paměť (= 1 blok)
- Nevýhoda
 - Neefektivní využití přenosové kapacity



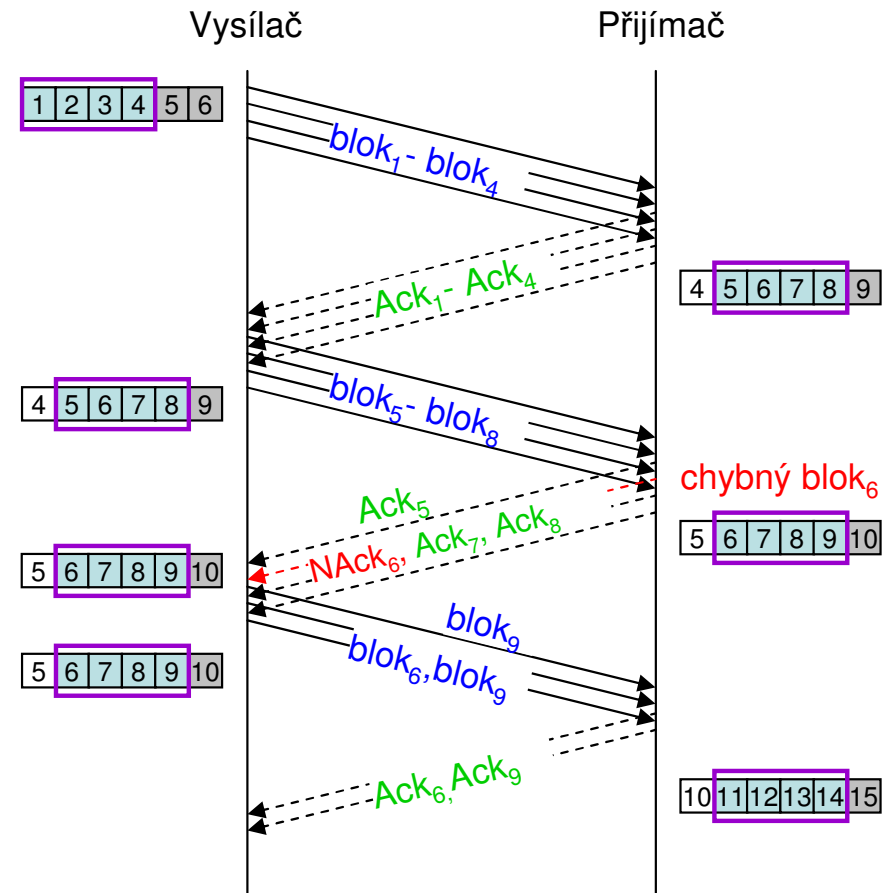
ARQ (Go Back N)

- Velikost okna = L bloků
- Přenosová kapacita je lépe využita než u S&W
- Nevýhoda
 - Opětovný přenos bloků bez ohledu zda byli či nebyli dané bloky správně přijaty



ARQ (Selective Repeat)

- Velikost okna = L bloků
- Výhoda
 - Přenosová kapacita je efektivně využita
 - Vysílají se znovu pouze chybné bloky
- Nevýhoda
 - Složitější implementace

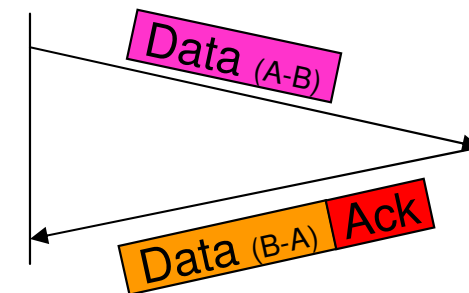


ARQ - metody potvrzení

- Po bloku vs. Pro skupinu bloků
 - Ack/NAck je poslán po každém bloku
 - Ack/NAck je poslán pro skupinu bloku (skupinový Ack, *cumulative* Ack)



- Samostatné vs. Nesamostatné
 - Ack/NAck je samostatný blok
 - Ack/NAck je přenášen s daty (*piggybacking*)



Příklady protokolů a jejich funkcí

Protokol	Vrstva	Funkce
TCP	4	Segmentace, Číslování (bytů), ARQ (Go back N), Flow control, Předávání dat v pořadí*
UDP	4	Segmentace, Předávání dat mimo pořadí
RLC (UMTS)	2	Segmentace, Zřetězení, Číslování (PDU), ARQ (Selective Repeat), Flow control, Předávání dat v pořadí nebo mimo pořadí
HDLC	2	Segmentace, Číslování (rámců), ARQ (Go Back N), Flow control

* Přijatá data jsou předávána vyšší vrstvě ve stejném pořadí v jakém v jsou vysílána

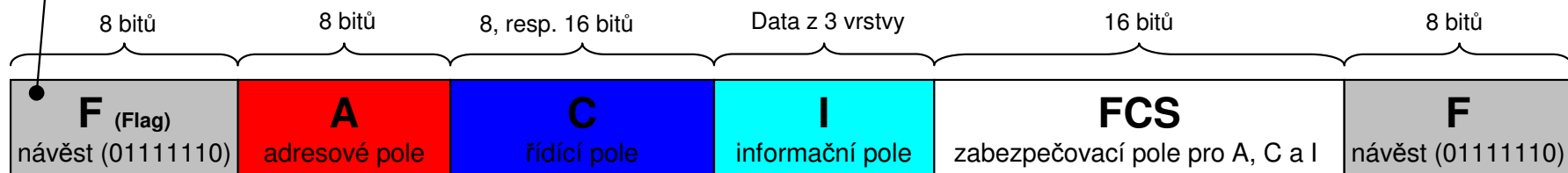
Protokol HDLC (spojová vrstva)

- HDLC (High Level Data Link Control)
 - LADB (Link Access Protocol Balanced)
- Vlastnosti
 - Bitově orientovaný protokol
 - Detekce a korekce náhodných chyb, vznikajících při přenos
 - Formátování dat do rámců

Formát rámce (1/2)

Rámec začíná a končí návěstím

➤ ...aby nedošlo k záměně návěsti s oktetem se stejnou bitovou kombinací, nahradí se výskyt 11111 v poli I kombinací 111110 (nulový bit se na přijímací straně opět odstraní)



Rozlišuje rámce: povel, odpověď

Řídící pole rozlišuje rámce

- Informační rámec (I) ...první bit 0
- Řídící rámec ...první bit 1
 - Dohlížecí rámec (S) ...druhý bit 0
 - Nečíslovaný rámec (U) ...druhý bit 1

0 ČVR V/K ČPR

Informační rámec

1 0 Ř T V/K ČPR

Dohlížecí rámec

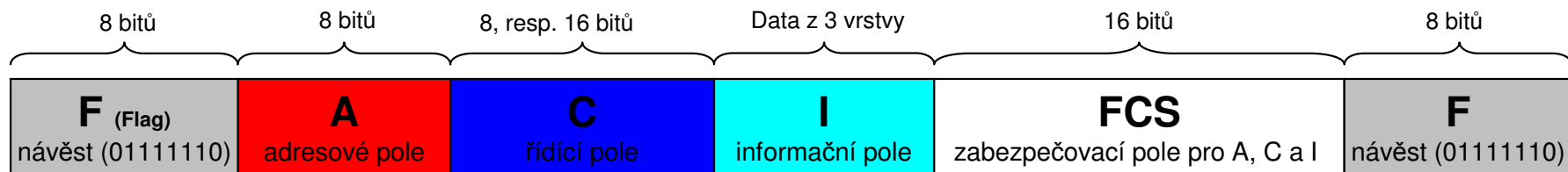
1 1 Ř F V/K R F

Nečíslovaný rámec

Bit V/K ...souvisí s polem A

- V=1 → výzva k vysílání (pole A – povel)
- K=1 → ukončení odezvy (pole A – odpověď)

Formát rámce (2/2)



- ČVR – pořadové číslo vysílaného rámce
- ČPR – potvrzení správného příjmu předchozích rámců (Ack/NAck)

0 ČVR V/K ČPR **Informační rámec (I)**

Rámce S slouží pro řízení probíhajícího spojení (bity 3. a 4. obsahují dohlížecí povely resp. odpovědi – RR, RNR, REJ)

1 0 Ř T V/K ČPR **Dohlížecí rámec (S)**

- 0 0 RR – příjem připraven (Receive Ready)
- 1 0 RNR – příjem nepřipraven (Receive Not Ready)
- 0 1 REJ – odmítnutí příjmu (Reject)

Rámce U slouží pro zřízení a zrušení okruhu (bity 3. a 4. obsahují povely resp. odpovědi)

1 1 Ř F V/K R F **Nečíslovaný rámec (U)**

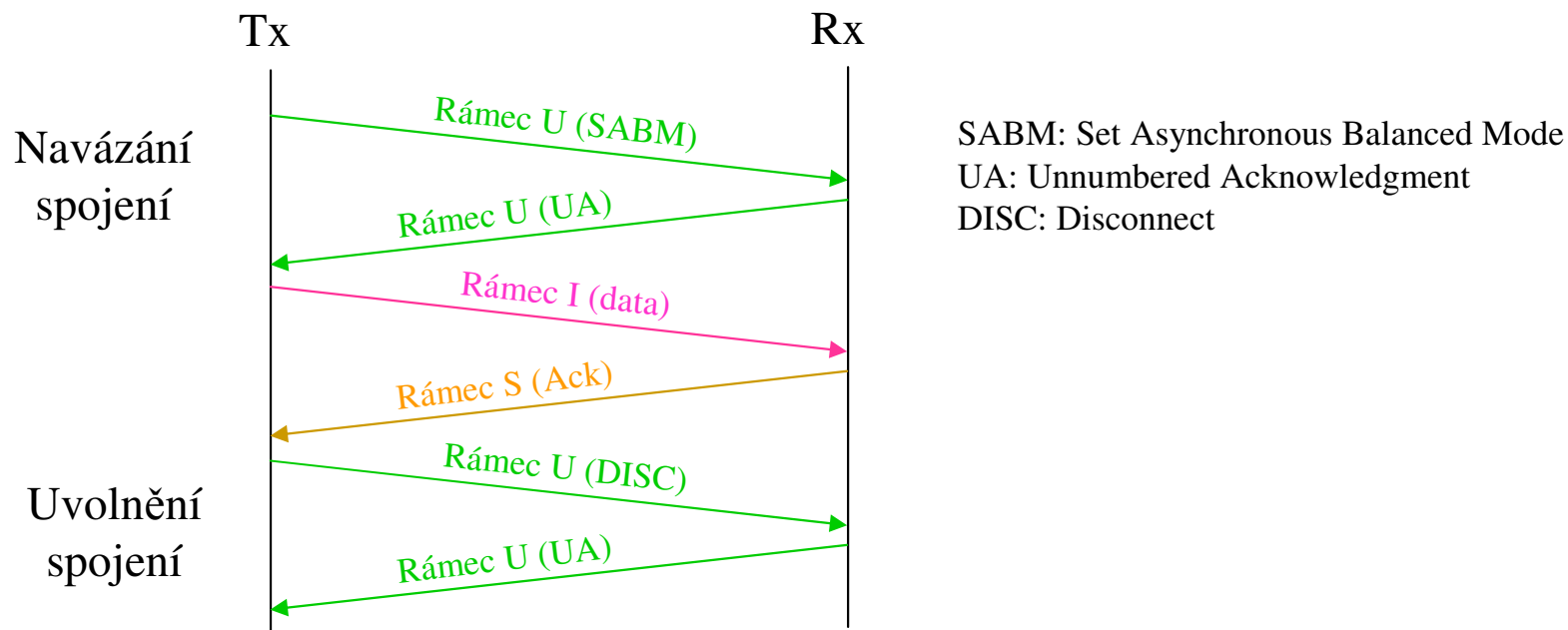
- 1 1 1 0 0 SABM – vysílání v asynchronním vyváženém režimu
- 0 0 0 1 0 DISC – rozpoj (Disconnect)
- 1 1 1 0 0 DM – rozpojeno (Disconnect Media)
- 0 0 0 1 0 UA – potvrzeno (Unnumbered Ack)
- 1 1 1 0 0 FRMR – rámec odmítnutí (Frame Reject)

Rámce S a U neobsahují informační pole

HDLC - režimy

- Typy stanice
 - Hlavní (master) - vysílá rámce „povel“
 - Vedlejší (slave) - vysílá rámce „odpověď“
 - Kombinovaná - vysílá rámce „povel“ i „odpovědi“
- Konfigurace datového spoje
 - Nevyvážená konfigurace (1 stanice hlavní a 1 či více stanic vedlejších)
 - Vyvážená konfigurace (2 kombinované stanice)
- Režimy
 - NRM (Normal Response Mode)
 - vše řídí hlavní stanice, vedlejší je pasivní a pouze odpovídá
 - ARM (Asynchronous Response Mode)
 - vedlejší stanice může iniciovat přenos, pokud je přenosové médium volné
 - **ABM (Asynchronous Balance Mode)**
 - všechny stanice si jsou rovny
 - HDLC LAPB (*Link Access Procedure Balanced*)

Příklad komunikace



- S1 vyšle úvodní **rámec U** (SABM) → S2 kladně odpoví nečíslovaným **rámcem U** (UA, *potvrzeno*)
- S1 vyšle **rámec I** obsahující data → S2 potvrdí příjem **rámce I** pomocí **rámce S** (RR, *připraven*)
- S1 vyšle **rámec U** s povelům pro zrušení okruhu (DISC, *rozpoj*) → S2 potvrdí zrušení okruhu **rámcem U** (UA, *potvrzeno*)

Varianty HDLC

Protokol		Použití
SDLC	Synchronous Data Link Control	...70 léta, → HDLC
LAPB	Link Access Protocol, Balanced	•X25
LAPD	Link Access Protocol for the D channel	•ISDN •LAPDm - verze pro mobilní sítě
LAPM	Link Access Protocol for Modems	•Error correcting modems (V42)