

X36PKO  
přístupové metody  
potvrzování  
protokoly linkové vrstvy

# Přístupové metody

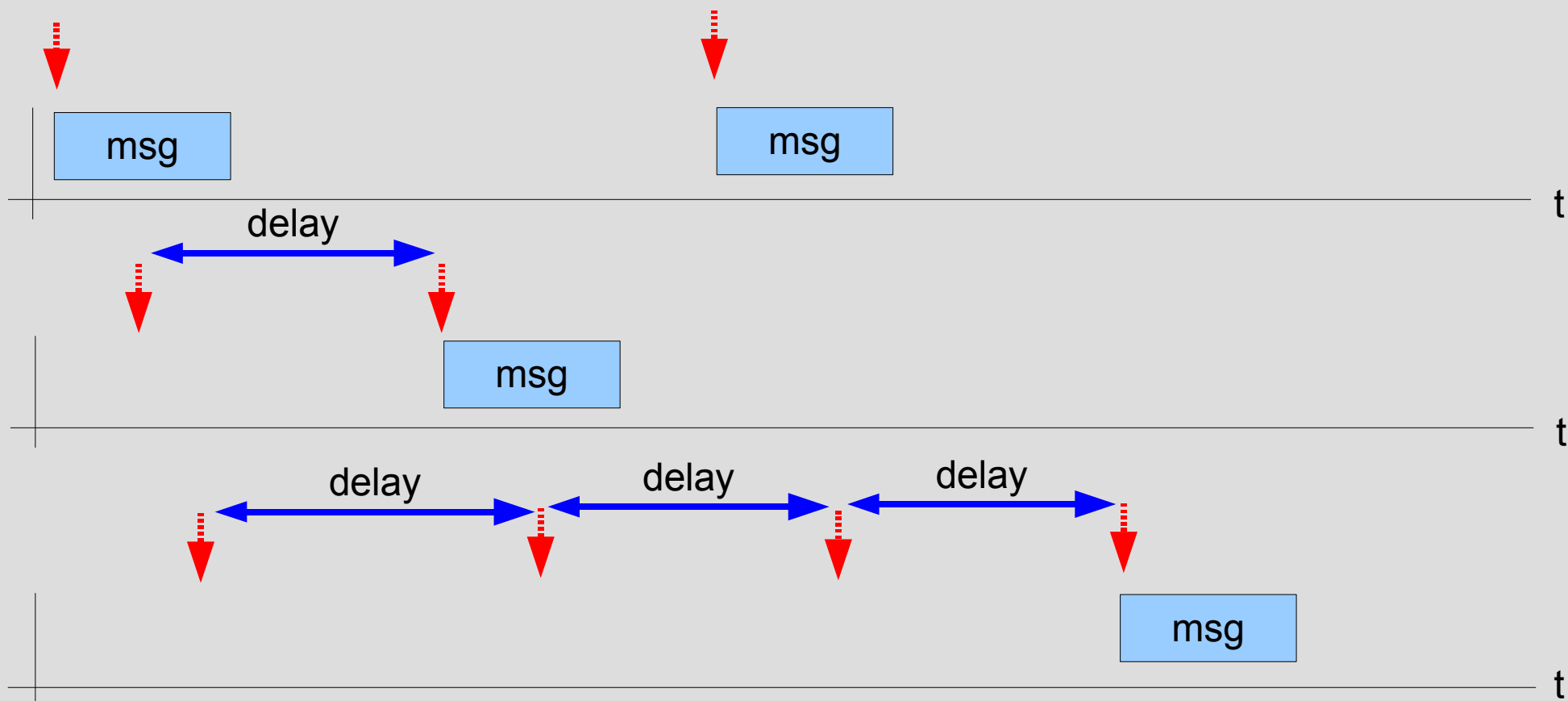
- umožňují sdílet přenosové médium,
- statické
  - FDMA, TDMA,
- centralizované
  - cyklická výzva, binární vyhledávání, adaptivní výzva,
- distribuované – deterministické
  - rezervační, binární vyhledávání, logický kruh, virtuální logický kruh,

# Přístupové metody 2

- náhodný přístup
  - aloha – prostá, taktovaná, řízená,
  - CSMA – nenaléhající, naléhající, p-naléhající,
  - CSMA/CD,
  - CSMA/CD s deterministickým řešením kolize,
- kruhové sítě
  - token ring (Newhallův kruh),
  - Pierceův kruh,
  - vkládání rámců.

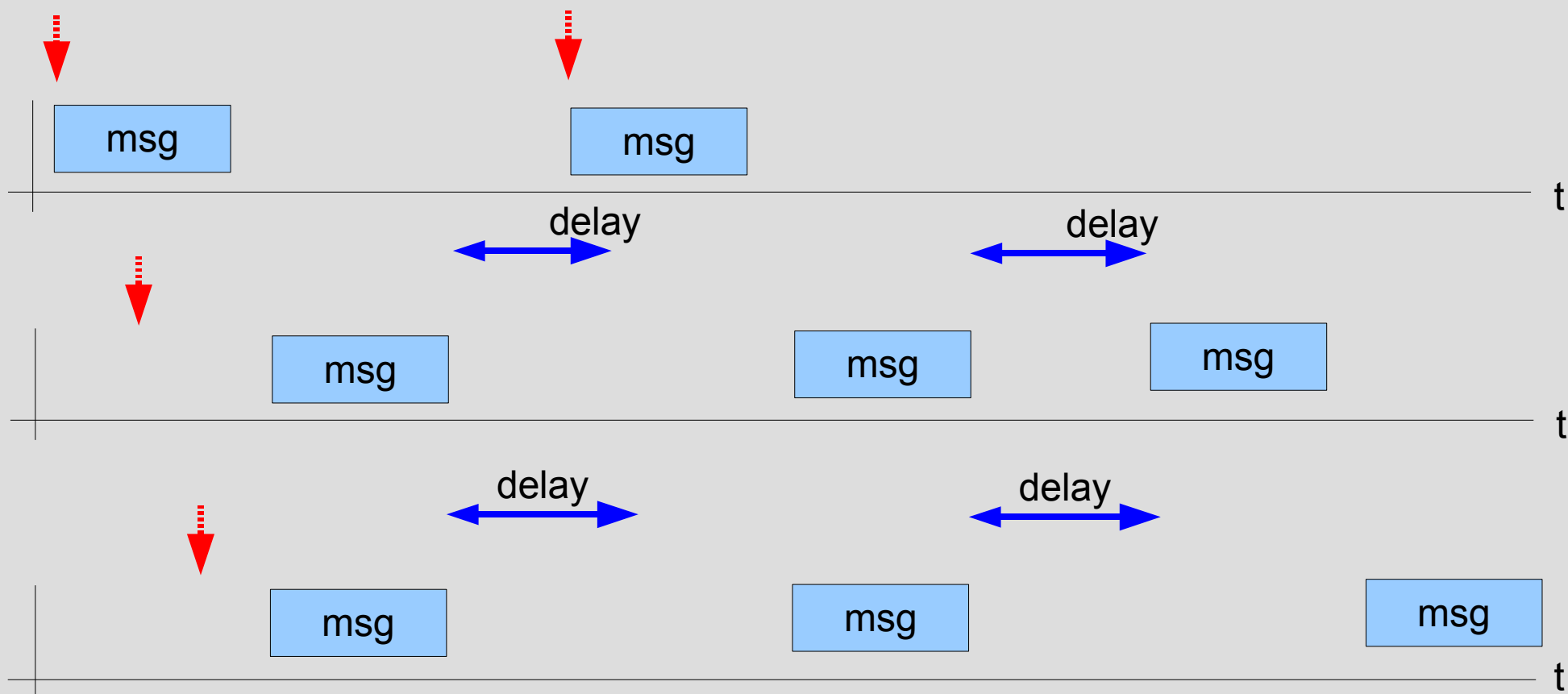
# Carrier Multiple Sense Access CSMA

- nenaléhající



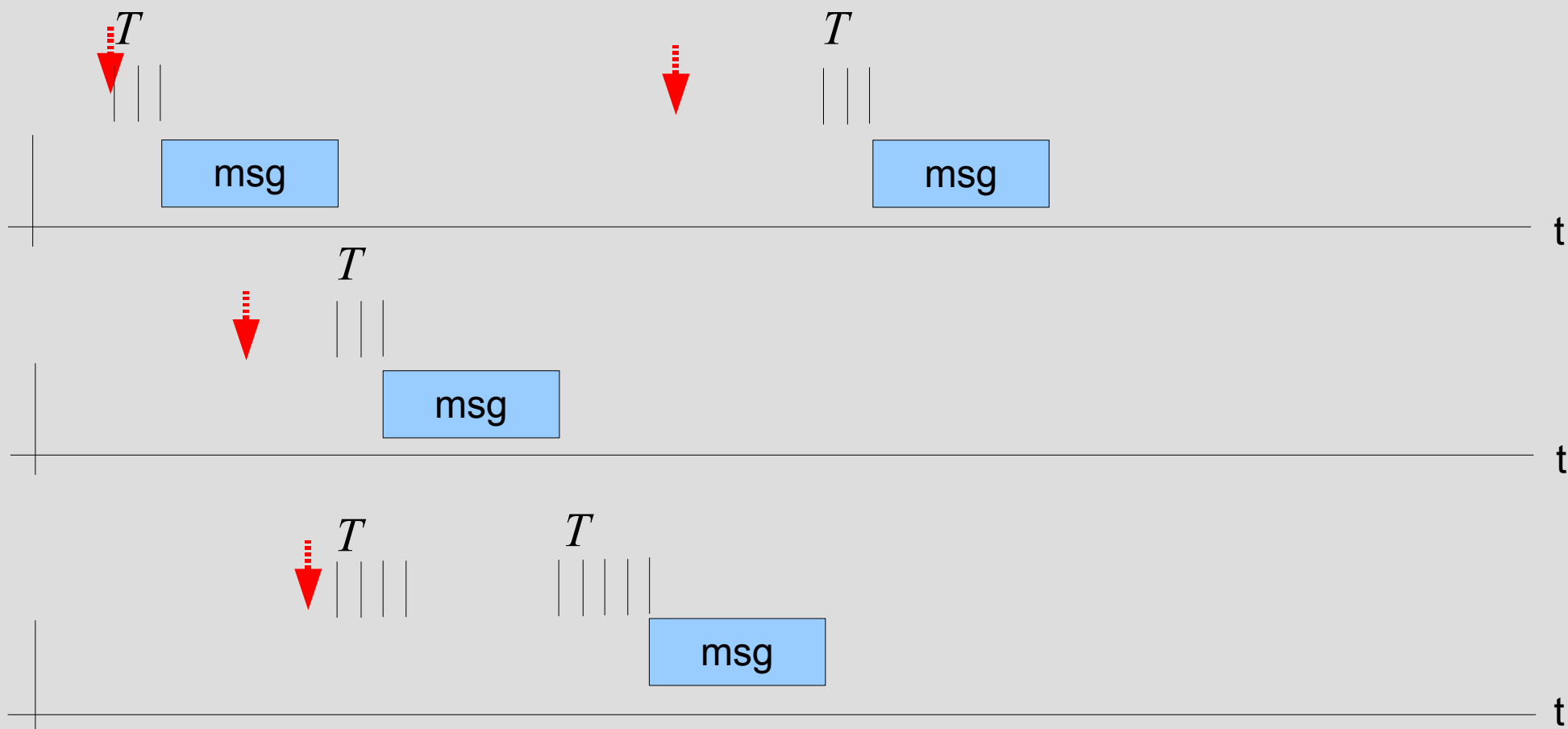
# Carrier Multiple Sense Access CSMA 2

- naléhající

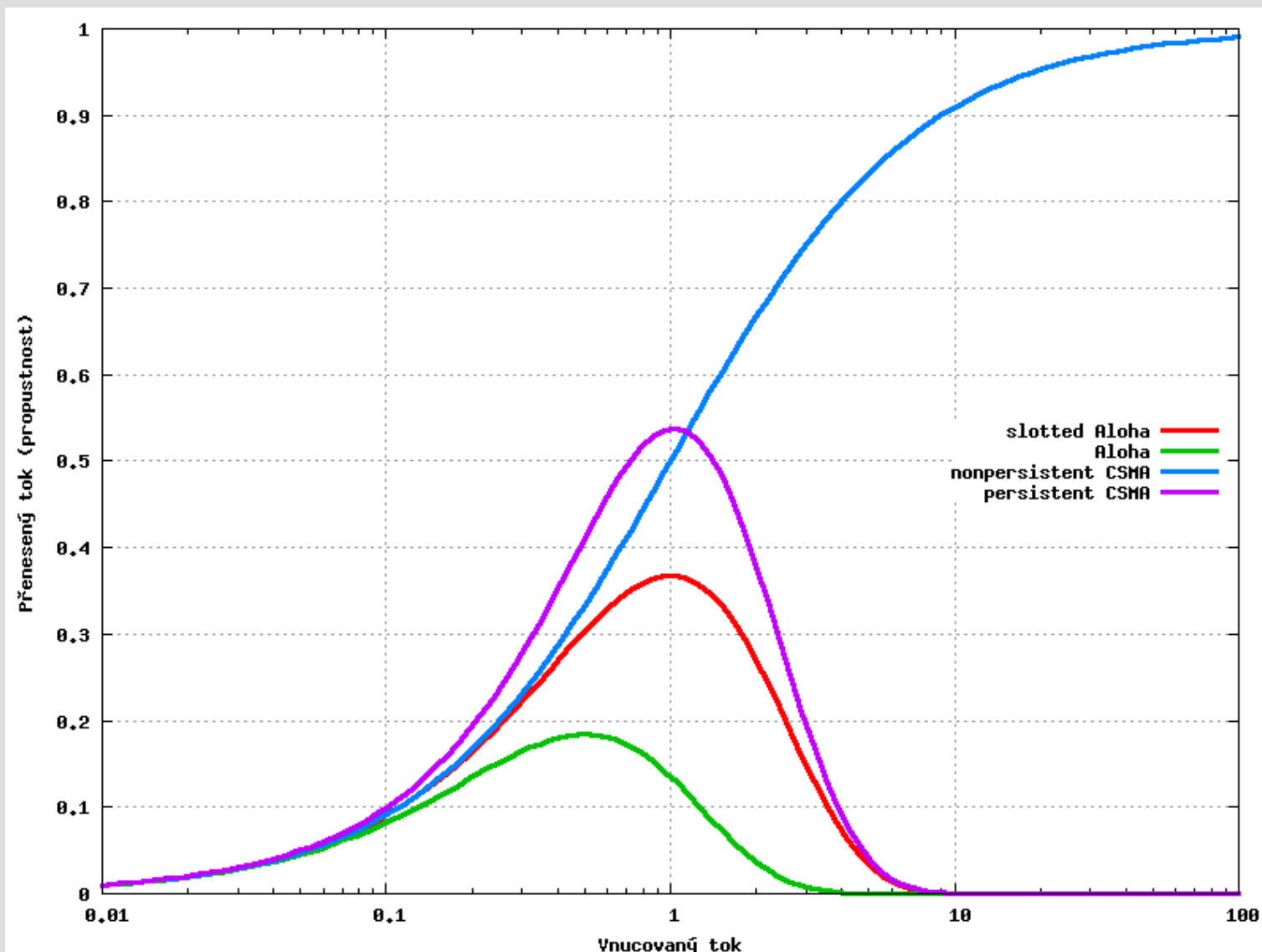


# Carrier Multiple Sense Access CSMA 3

- p-naléhající



# Propustnost náhodných přístupových metod



# Další CSMA metody

- CSMA/CD (Collision Detection)
  - Ethernet
- CSMA/CA (Collision Avoidance)
  - IEEE 802.11
- CSMA/DCR (Deterministic Collision Resolution)
  - Controller Area Network



# Chyby na síti

- bitová chybovost BER
  - $10^{-3}$  – komutovaná linka,
  - $10^{-5}$  – kvalitní linka,
  - $10^{-7}$  – ISDN, ADSL,
  - $10^{-10}$  – Ronja,
  - $10^{-12}$  – optika,
- chybovost rámců FER

$$FER_N = 1 - (1 - BER)^N$$

# Ochrana proti chybám

- kódy
  - detekční,
  - samoopravné,
    - dlouhé zpoždění,
    - vysoká chybovost?
    - složité přepínání směru,
  - Hammingova vzdálenost,
  - kódová vzdálenost

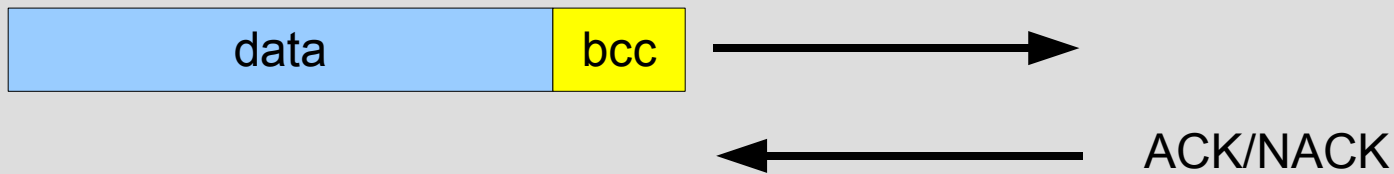
$$kvzd = ch_d + ch_o + 1; \quad ch_d \geq ch_o; \quad ch_d, ch_o \in \mathbb{N}$$

# Druhy kódů

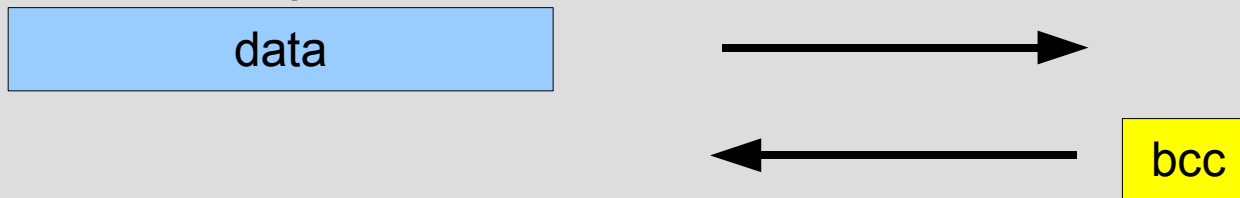
- opakovací,
- „koktavý“,
- parity
  - sudá, lichá, (jedna chyba a lichý počet chyb),
  - příčná a podélná,
- systematické x nesystematické,
- lineární,
  - Hammingovy
- cyklické (CRC)  $r$  ... stupeň polynomu
  - jedna, dvě, lichý počet, shluk  $< r+1$  ... 1.0
  - shluk  $= r+1$  ...  $1 - 0.5^{r-1}$
  - shluk  $> r+1$  ...  $1 - 0.5^r$

# Metody potvrzování

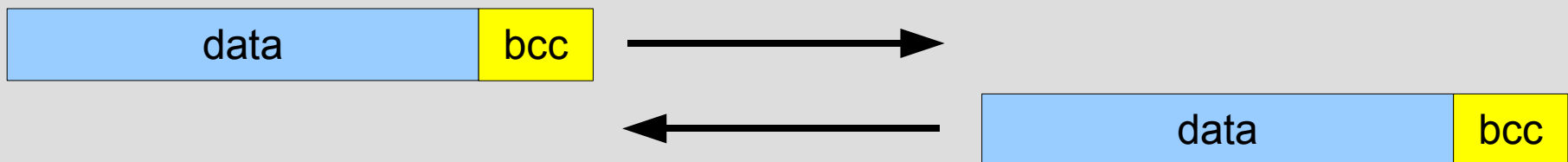
potvrzovací zpětná vazba



detekční zpětná vazba

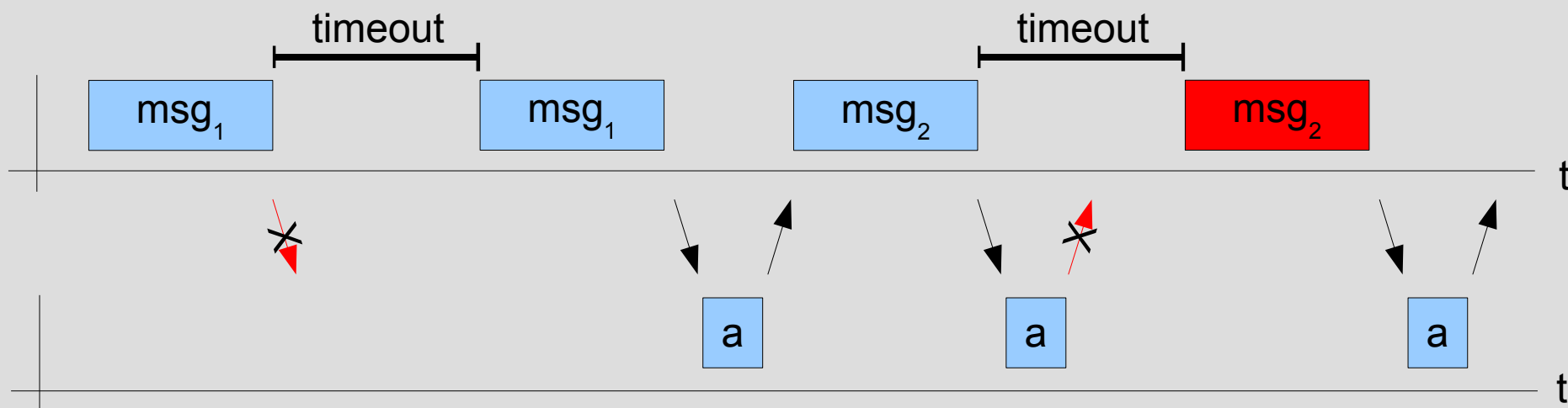


informační zpětná vazba



# Potvrzovací schémata

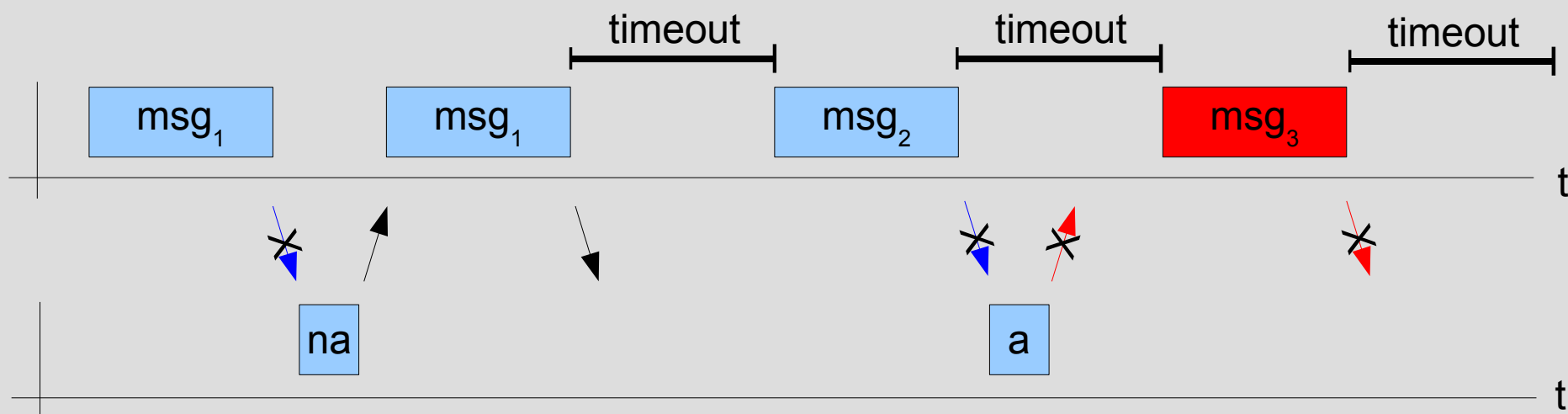
- synchronní simplexní protokol
  - nelze pozastavit vysílač,
  - pouze jeden směr,
  - omezené použití, opravné kódy,
- simplexní protokol s pozitivním potvrzováním
  - alespoň poloduplexní kanál,
  - ztráta potvrzení ... duplikace,



# Potvrzovací schémata 2

simplexní protokol s čistě negativním potvrzováním

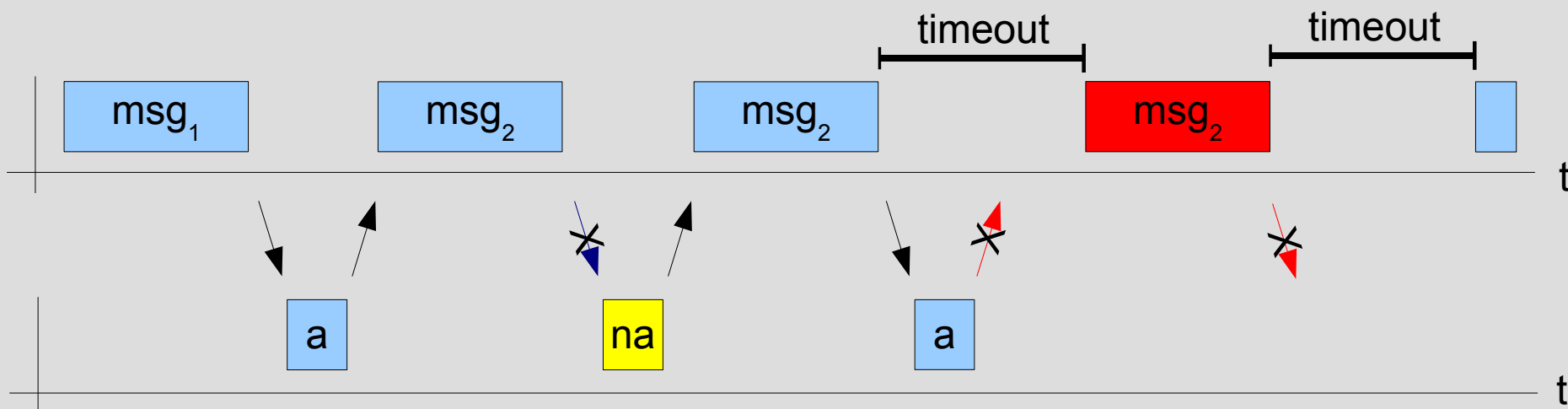
- rychlá reakce na chybu,
- výpadky rámců.



# Potvrzovací schémata 3

simplexní protokol s negativním potvrzováním

- rychlá reakce,
- možná duplikace,
- možná záměna ack x nack.



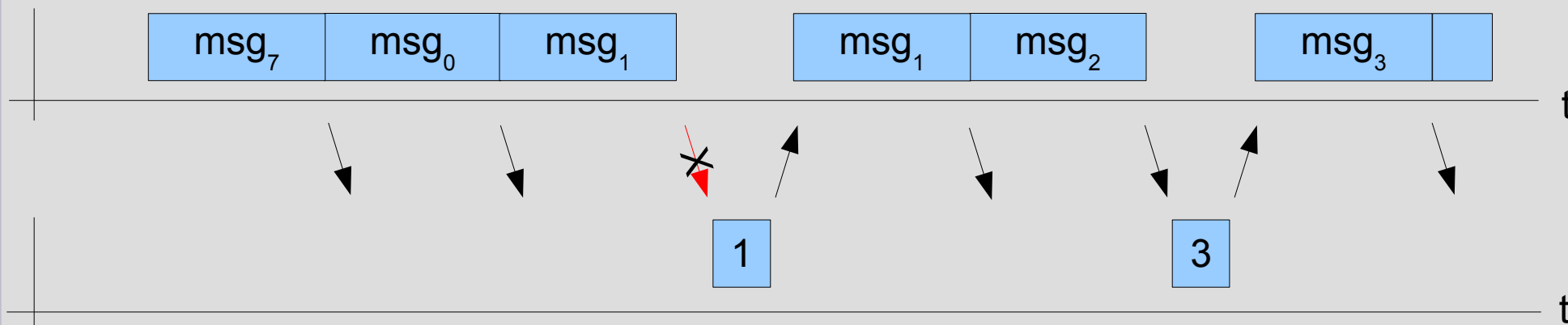
# Potvrzovací schémata 4

- číslování rámců
  - číslování odpovědí,
  - modulo 2,8,128 ... ,
  - střídavé potvrzování.



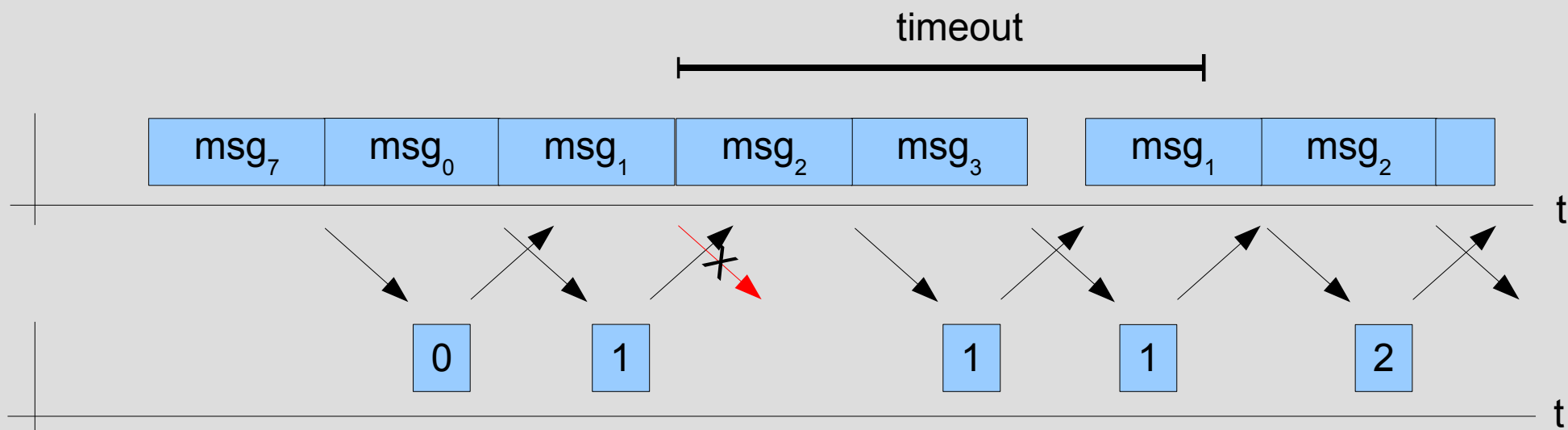
# Skupinové potvrzování

- zvýšení propustnosti,
- poloduplexní linka,
- potvrzení po skupině rámců.



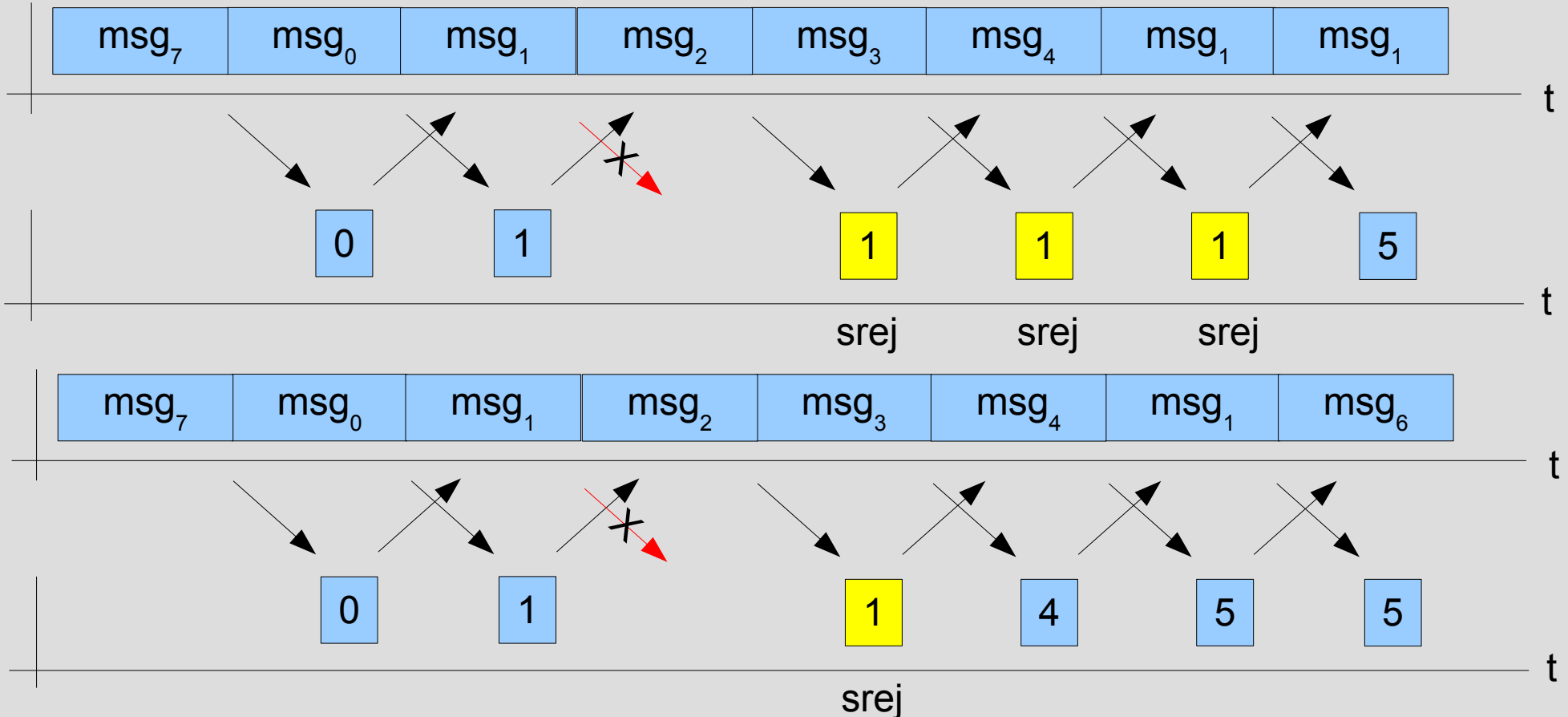
# Skupinové potvrzování Go-Back-N

- kontinuální potvrzování,
- plně duplexní linka,
- možnost vložení potvrzení do zpětných dat,
- velikost okénka  $<$  modulo číslování,
- vyrovnávací paměti.

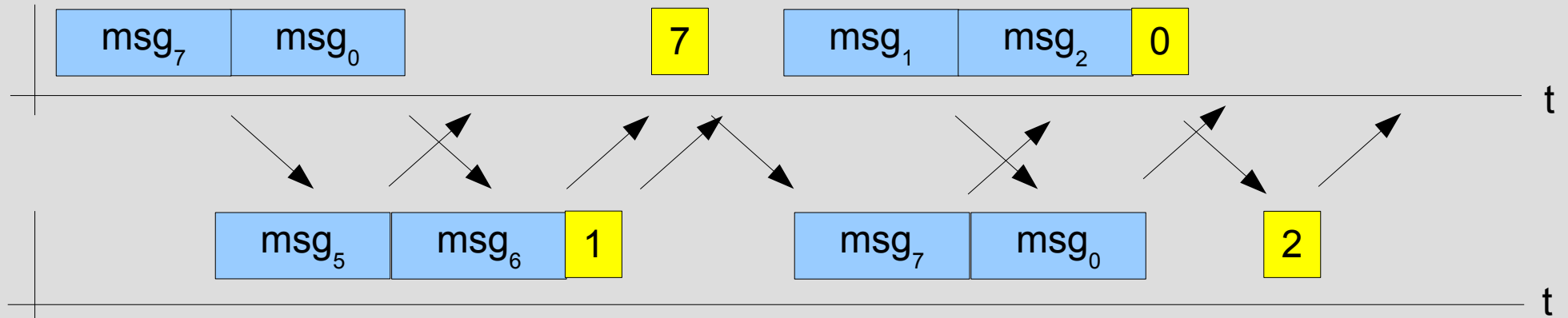
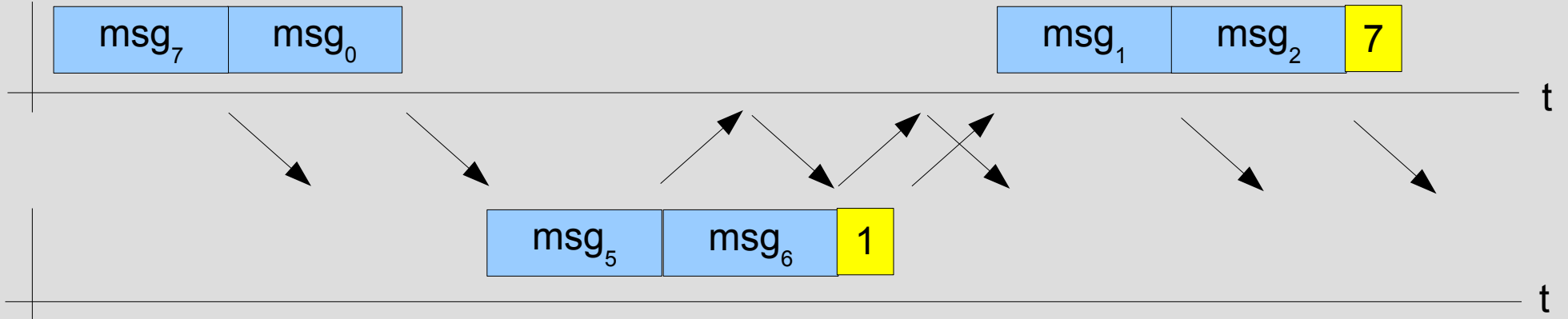


# Selektivní opakování

- zopakování jediného rámce (srej)
- $N < M/2$

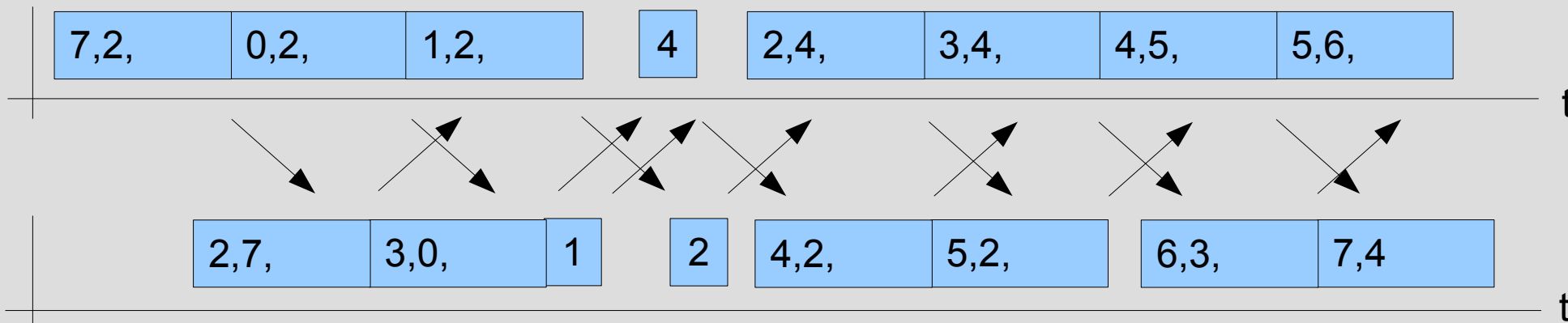


# Poloduplex a duplex



# Nesamostatné potvrzování

- piggy-backing
- TCP – pouze piggy-backing

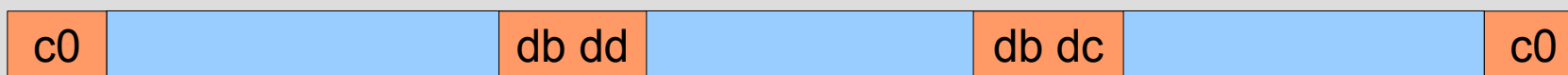
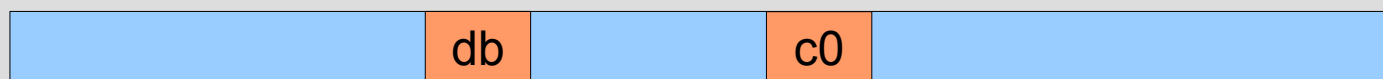


# Protokoly linkové vrstvy

- přenos dat mezi přímo propojenými systémy,
- dělení proudu bitů na jednotku informace,
- kontrola integrity dat,
- adresace v rámci segmentu,
- zapouzdření dat vyšší vrstvy,
- bitově a znakově orientované protokoly.

# SLIP

- Serial Line IP
- počátek 80. let - 3com
- rfc 1055
- definuje pouze zapouzdření paketů na sériové lince
- nedefinuje: adresaci, typ paketů, detekci chyb, kompresi, informace ke konfiguraci
- znaky END c0 (192), ESC db (219)
- END nahrazuje db dc
- ESC nahrazuje db dd

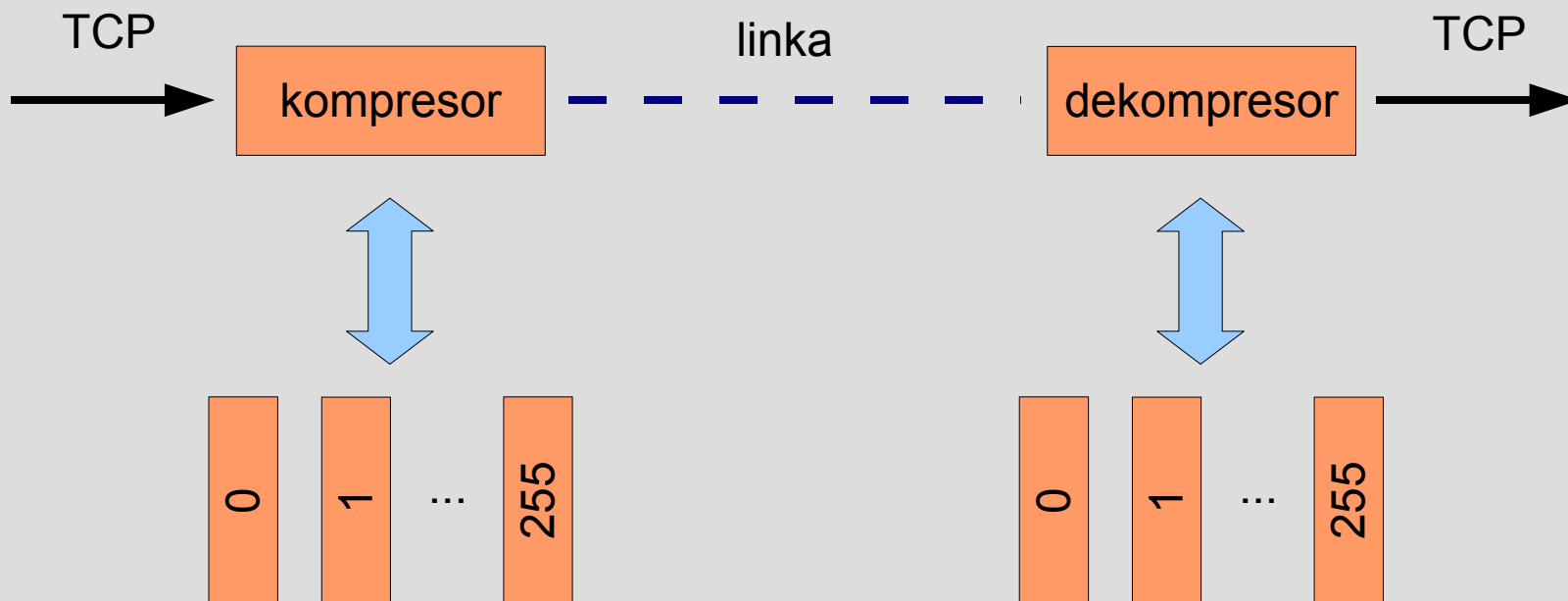


# CSLIP

- Compressed SLIP
- rfc 1114
- pouze redukce záhlaví TCP a IP (40B -> 3B – 16B)
- přenáší se změny položek záhlaví
  - identifikace
  - SeqN, AckN
  - příznaky
  - délka okna
  - kontrolní součet TCP
  - ukazatel urgentních dat
- ignorují se změny záhlaví
  - délka IP
  - kontrolní součet IP
- pokud se mění jiné položky komprese se neprovede
  - (ICMP, UDP, IP fragment, RST, SYN, FIN, noACK)



# CSLIP (2)

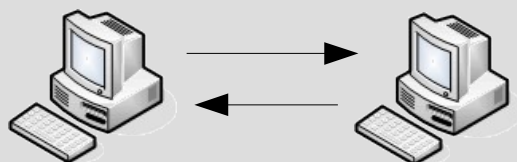


# CSLIP (3)

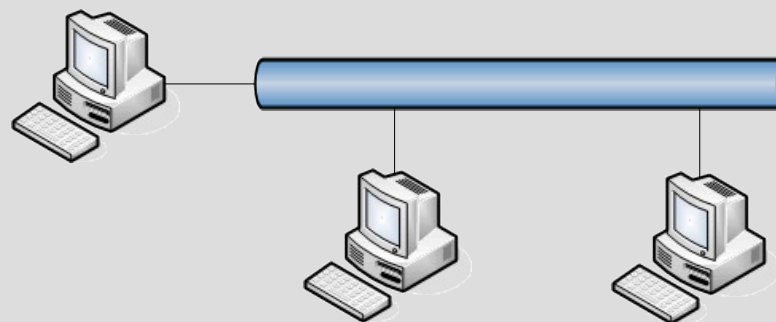
Byte 0		Č	Psh	IP ident	Seq	Ack	Win	Urg
Byte 1	číslo spojení (Č)							
Byte 2	Kontrolní součet TCP							
Byte 3								
Byte 4	ukazatel naléhavých dat (Urg)							
Byte 5	přírůstek velikosti okna (Win)							
Byte 6	Přírůstek potvrzených dat (Ack)							
Byte 7	přírůstek odeslaných dat (Seq)							
Byte 8	přírůstek identifikace IP (IP ident)							
	Data							

# HDLC

- High Level Data Link Control, ISO 13239
- synchronní i asynchronní přenos
- velmi rozsáhlá norma – výrobci jen částečně implementovaná
- nekompatibilita CISCO HDLC, DEC HDLC
- ABM (Asynchronous Balanced Mode)
  - dvě stanice, fullduplex
- NRM (Normal Response Mode)
  - obdoba SDLC, více stanic, halfduplex
- ARM (Asynchronous Response Mode)
  - obdoba NRM, stanice může vysílat bez vyzvání, nepoužívaný

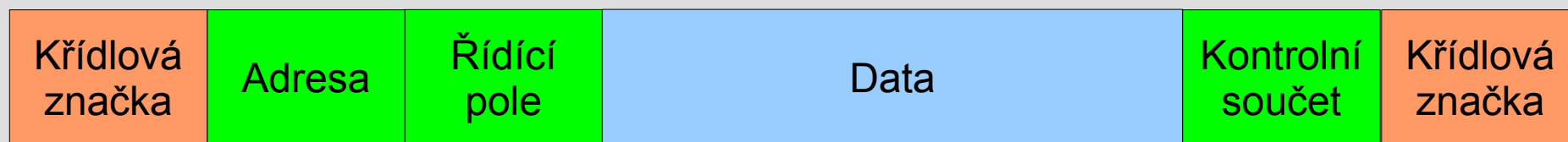


ABM



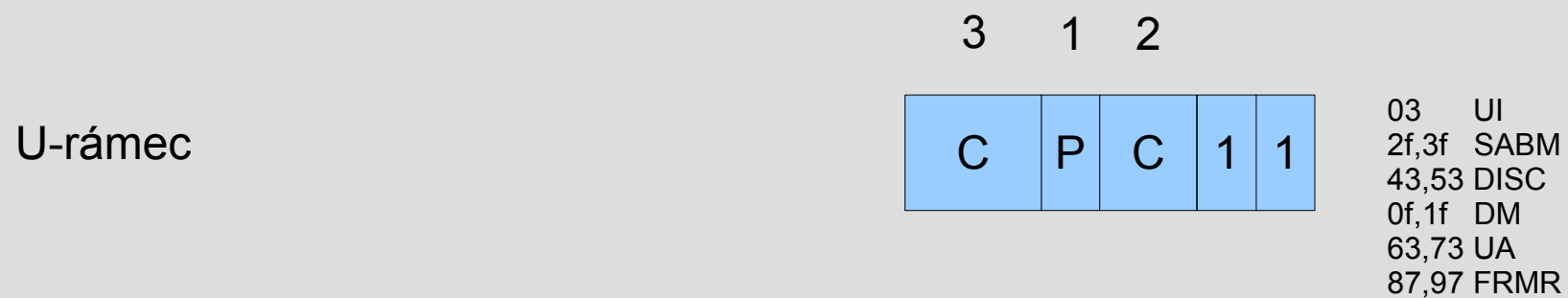
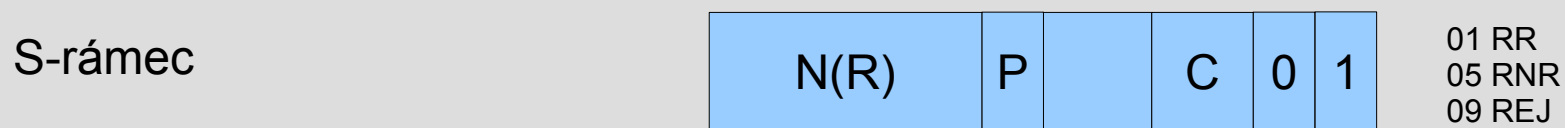
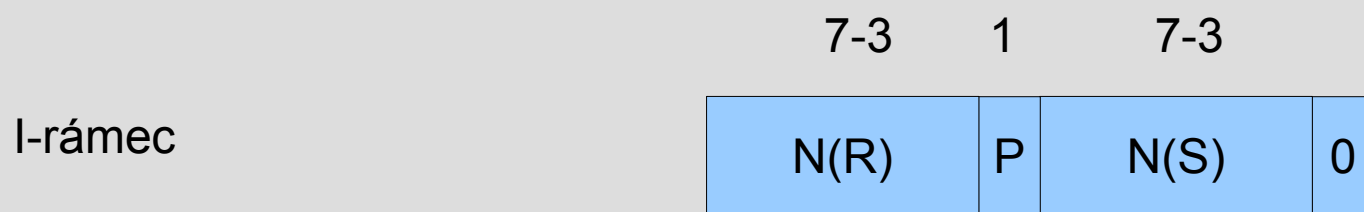
NRM

# Formát HDLC rámce



- křídlová značka – 0111 1110
- bit stuffing – vkládání 0 po pěti 1
- adresa 8b (NRM)
- kontrolní součet 16/32
- data – protokol pouze u U-rámců
- řídicí pole
  - U-rámce – přenos dat, signalizace (nečíslované)
  - I-rámce – přenos dat (informační)
  - S-rámce – řízení toku dat, potvrzování (supervisor)
- řídicí pole 8/16 – ABM/ABME, NRM/NRME
- potvrzování střídavé, okénkové; pozitivní, negativní

# HDLC rámce



# HDLC dialogy

*Nastavení*

SABM →

← UA

*Reset*

FRMR →

← SABM

UA →

*Odpojení*

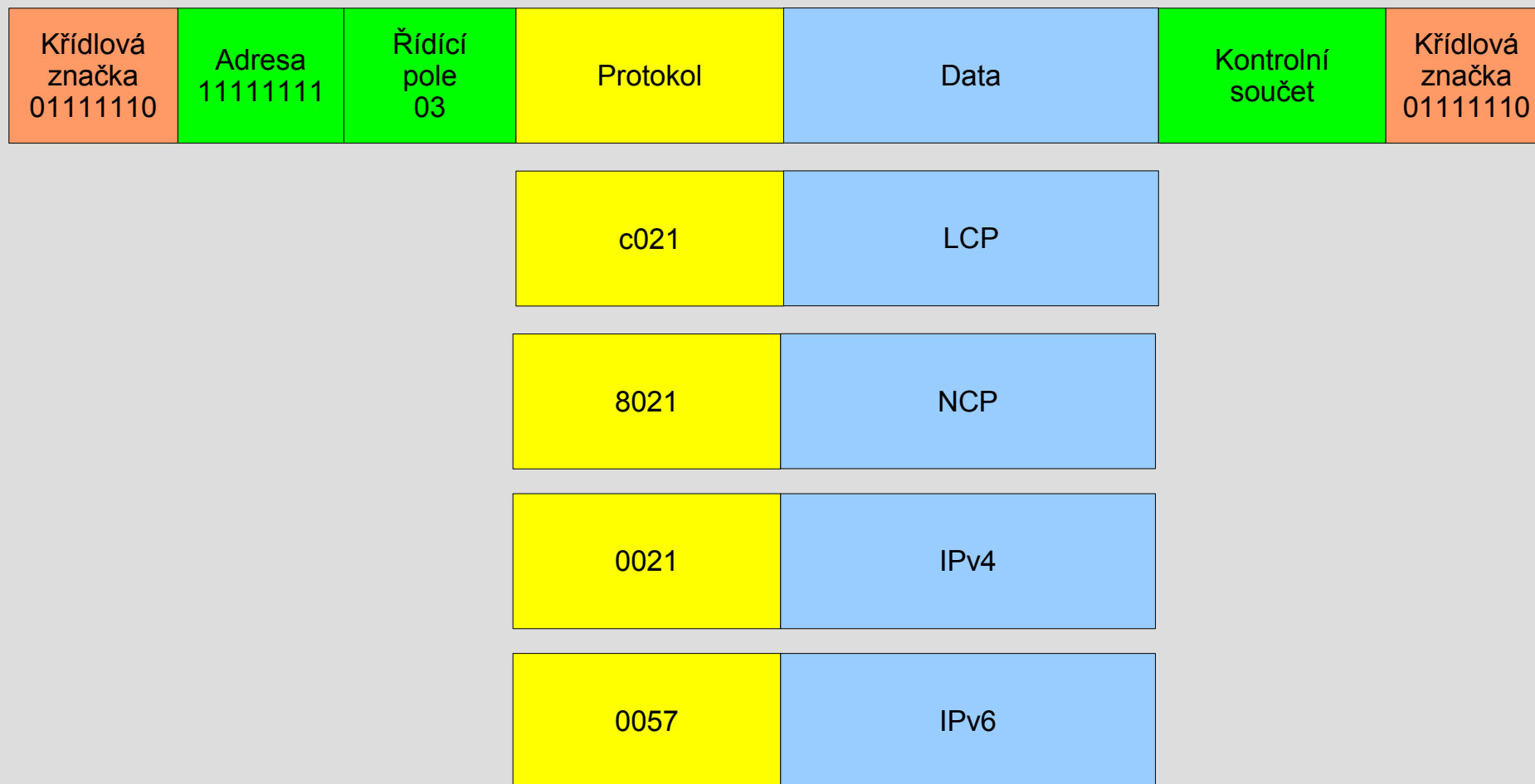
DISC →

← DM

# PPP

- Point to Point Protocol, rfc 1661, rfc 1662
- podmnožina HDLC
- asynchronní, bitově i znakově synchronní
- umožňuje souběh více protokolů
  - pouze U-rámce
  - na počátku 8/16 identifikátor protokolu
  - nelze číslovat a opakovat rámce (I-rámce)
- bitové spoje – bit stuffing
- znakové spoje – 7e -> 7d 5e, 7d -> 7d 5d

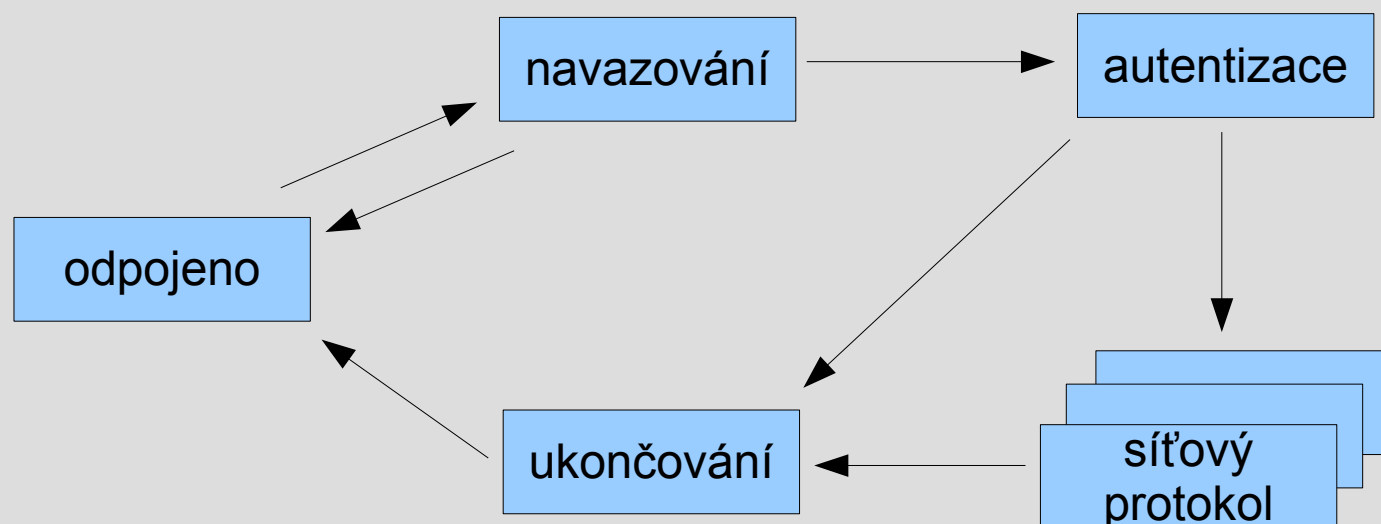
# PPP formát rámce



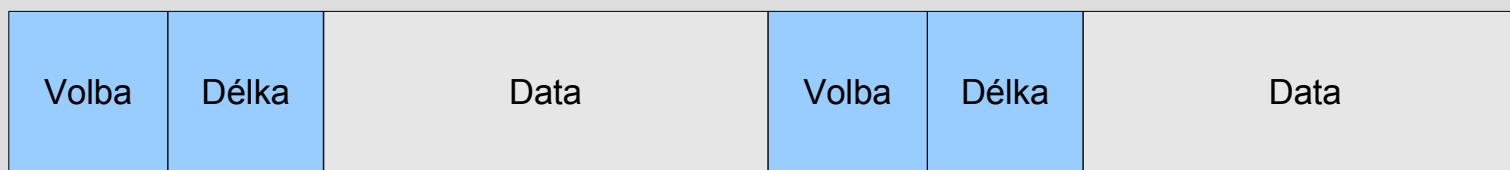


# LCP

- navázání spojení, ukončení spojení, autentizace
- autentizace
  - terminál – podle jména se spustí pppd
  - Password Authentication Protocol (PAP) – podobné terminálu, jméno a heslo v LCP
  - Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP) – náhodný řetězec šifrovaný sdíleným klíčem
  - RADIUS, TACACS



# LCP rámec



- kód – typ příkazu (Conf-Req/Ack/Nack/Rej, Term-Req/Ack, Code-Rej, Prot-Rej, Echo-Req/Rep, Disc-Req)
- ID – identifikace požadavku (stejná v dotazu i odpovědi)
- délka – součet kód, ID , délka, volby
- volby – požadavky/odpovědi na změnu parametrů linky (Max-Rec-Unit, Auth-Prot ...)

# Protokoly NCP

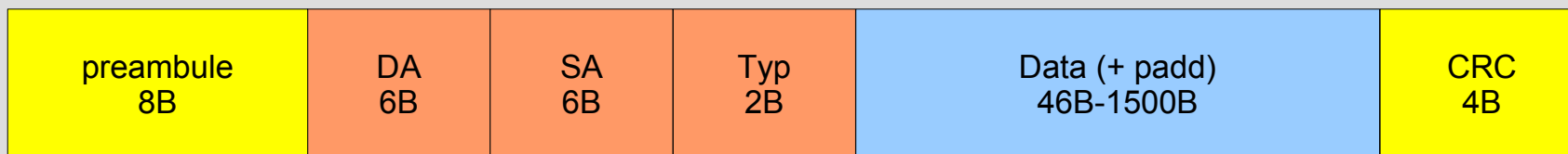
- IPCP – 8021, rfc 1332, IPv4
  - IPV6CP – 8057, rfc 2023, IPv6
  - SNACP – 804d, rfc 2043, IBM SNA
  - DNCP – 8027, rfc 1762, DECnet
  - IPXCP – 802b, rfc 1552, IPX
- 
- NCP protokol začíná 8
  - datový protokol začíná 0

# IPCP

8021	Kód	ID	Délka	Volby
------	-----	----	-------	-------

- kód – oproti LCP chybí Prot-Rej, Echo-Req/Rep, Disc-Req
- volby – podobné LCP – IP-Compress-Protocol, IP-Address, Primary/Secondary-DNS
- 0021 – nekomprimované pakety
- 002d – komprimované pakety

# Ethernet II (DIX)



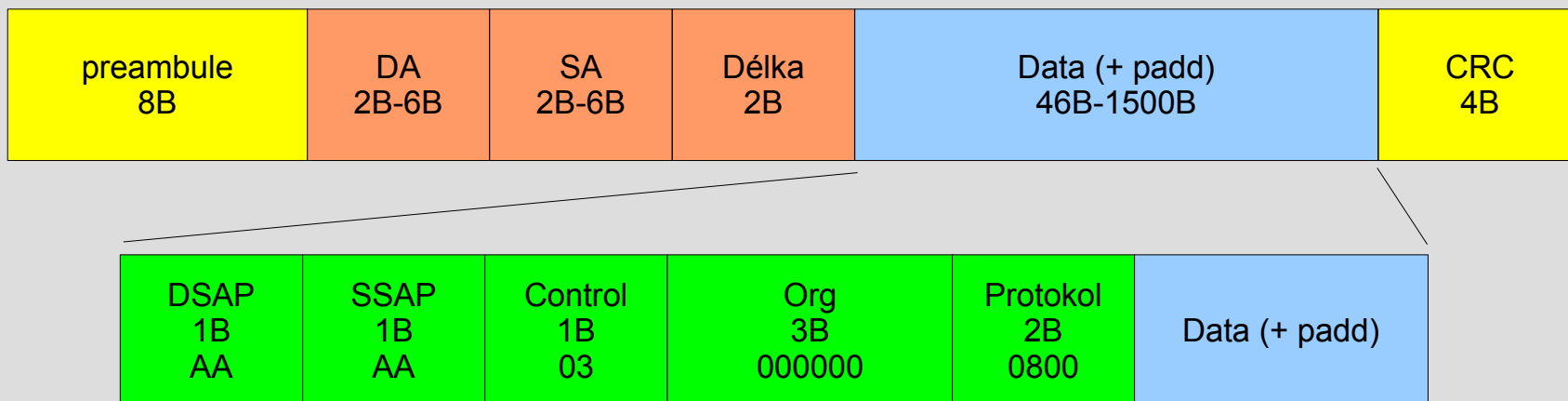
- preamble 10101010....101011
- DA, SA – adresa cíle, adresa zdroje
  - 3B výrobce
  - XXXXXXFB
    - F – 0..globální, 1..firemní
    - B – 0..adresa karty, 1..multicast
  - 111...111 broadcast
- typ – ID protokolu
  - 0800 ... IP
  - 0806 ... ARP
  - 8035 ... RARP
  - 86DD ... IPv6
  - 88A2 ... ATA over Ethernet

# IEEE 802.3 (ISO 8802-3)



- délka 0-5dc
- data
  - přímo rámce IEEE 802.3 – Novell IPX
  - rámce IEEE 802.2 – nelze IP, protože chybí ARP
  - rámce IEEE 802.2 SNAP

# IEEE 802.2 (ISO 8802-2)



- DSAP, SSAP – Destination/Source Service Access Point
  - aa,ab ... SNAP
  - e0 ... Novell Netware
  - f0 ... IBM NetBIOS
- control – odpovídá HDLC
  - pro SNAP U-rámec UI (Unnumbered Information)
- org – identifikace organizace
  - 000000 ... Ethernet II typ, jinak definovaný organizací

# Ethernet II x SNAP

- stejný výsledek
- v Internetu vyžadována podpora Ethernet II
- SNAP přenáší méně dat
- SNAP podporuje další typy sítí
- nic není jednoduché





dsn

Konec