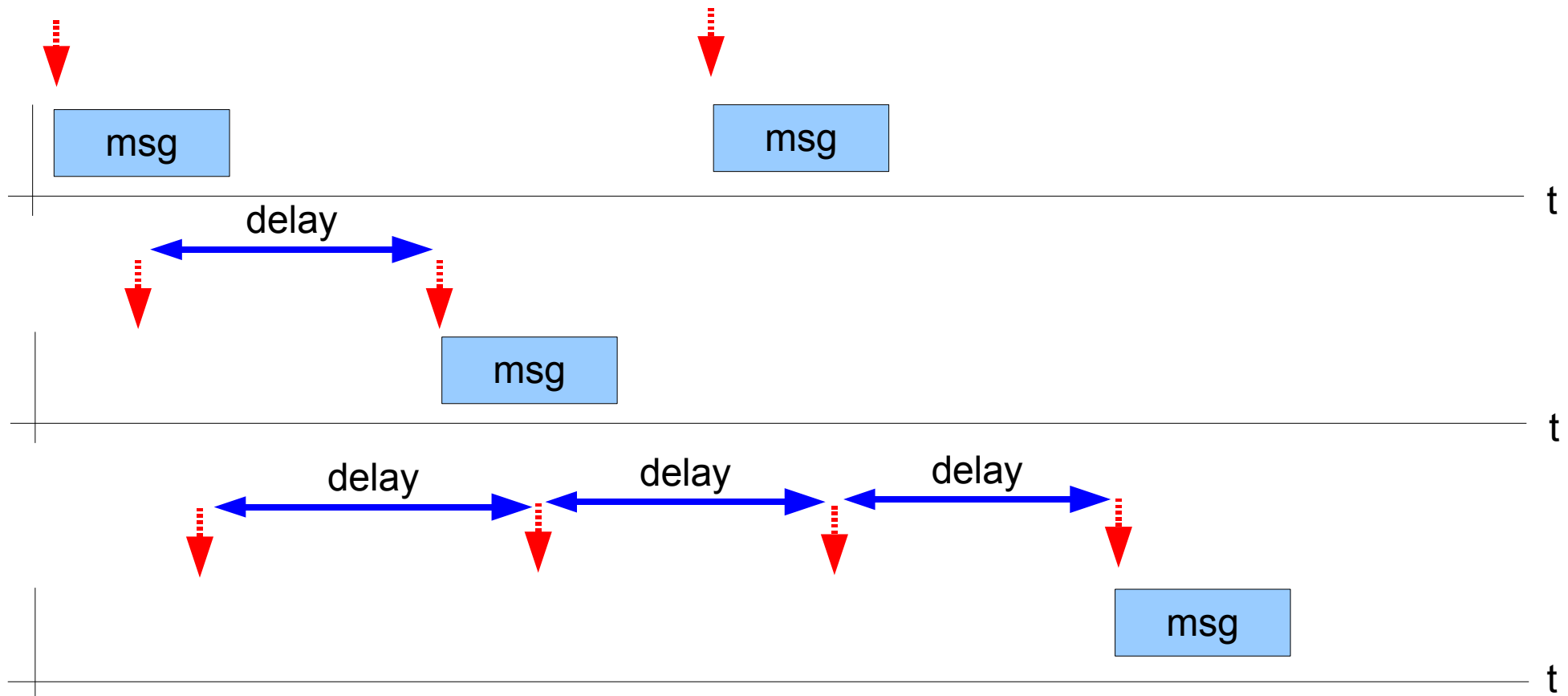


Y36PSI  
Propojování sítí  
*Jiří Smítka, Jan Kubr*



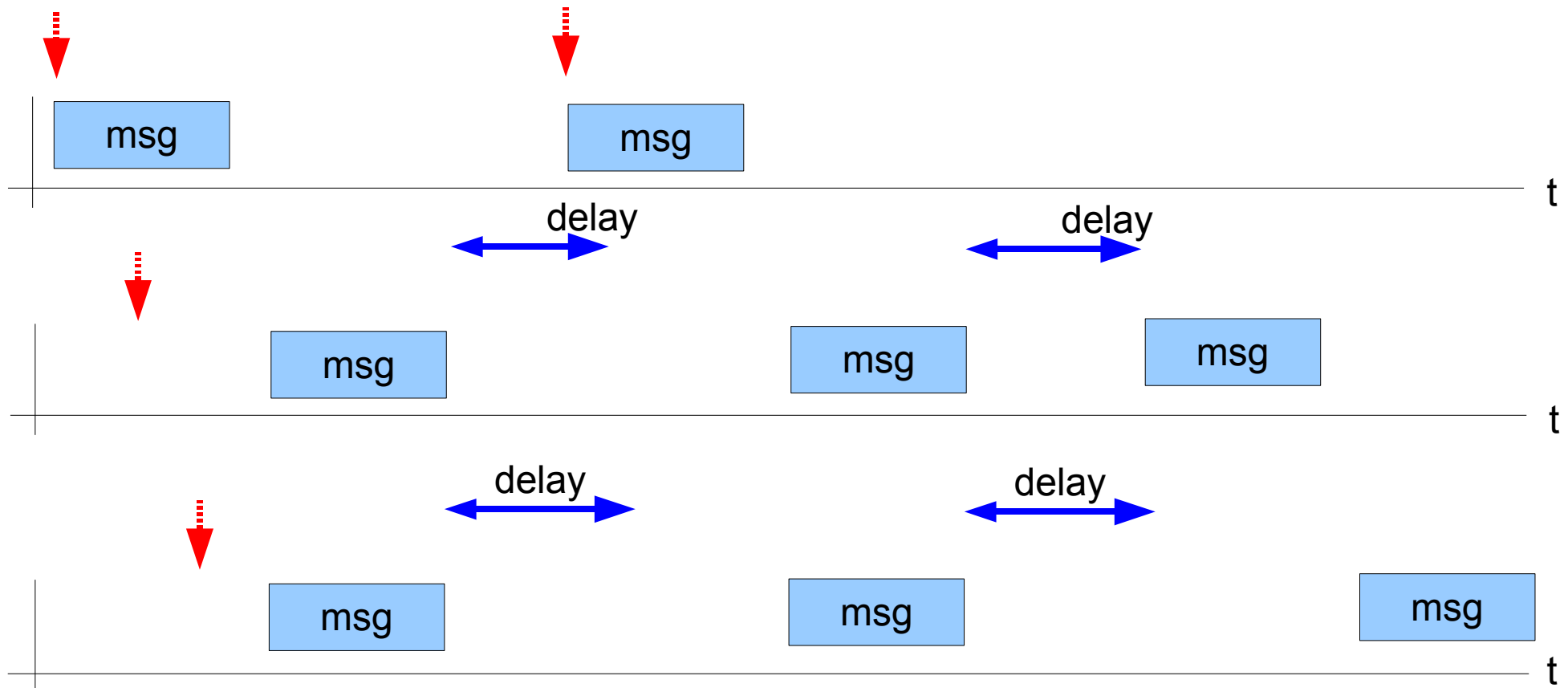
# Carrier Multiple Sense Access CSMA

- nenaléhající



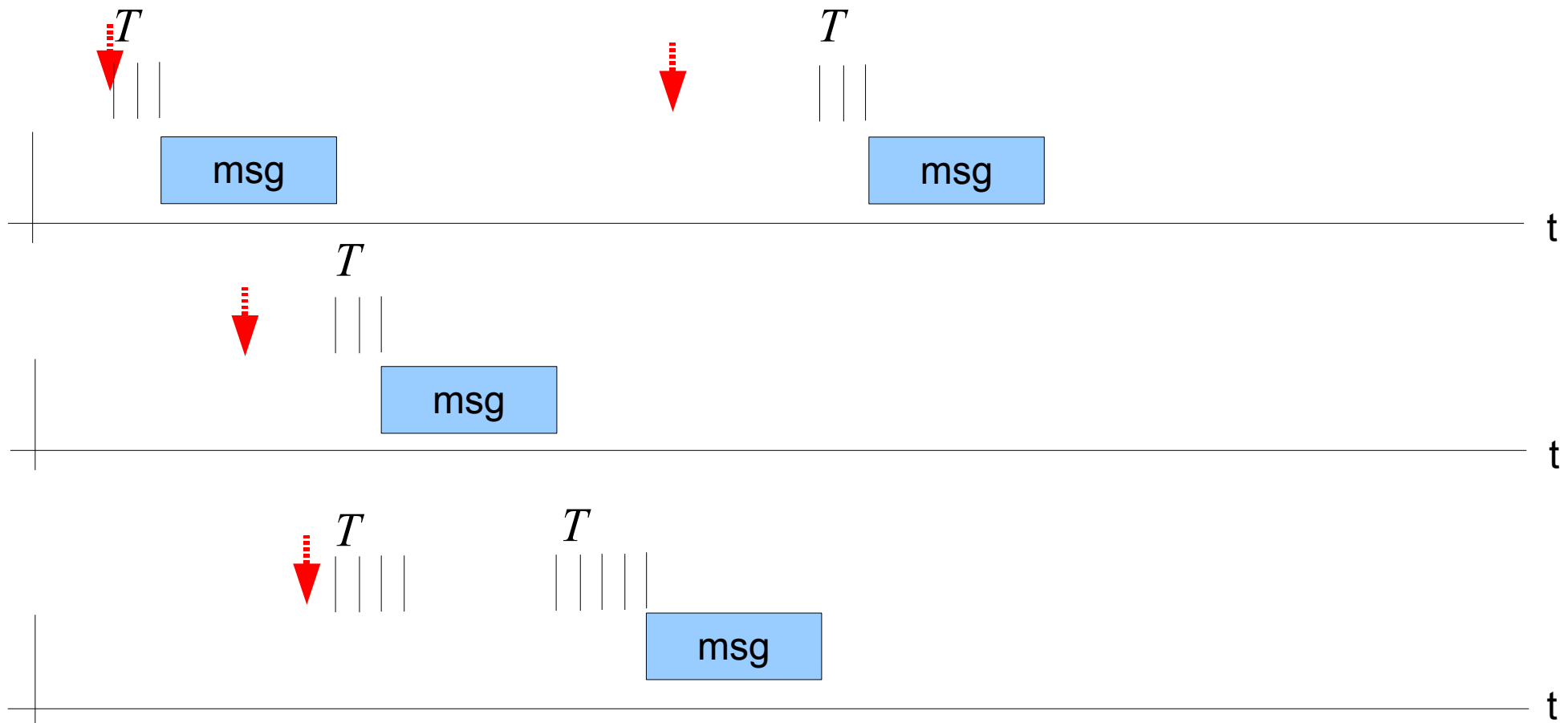
# Carrier Multiple Sense Access CSMA 2

- naléhající

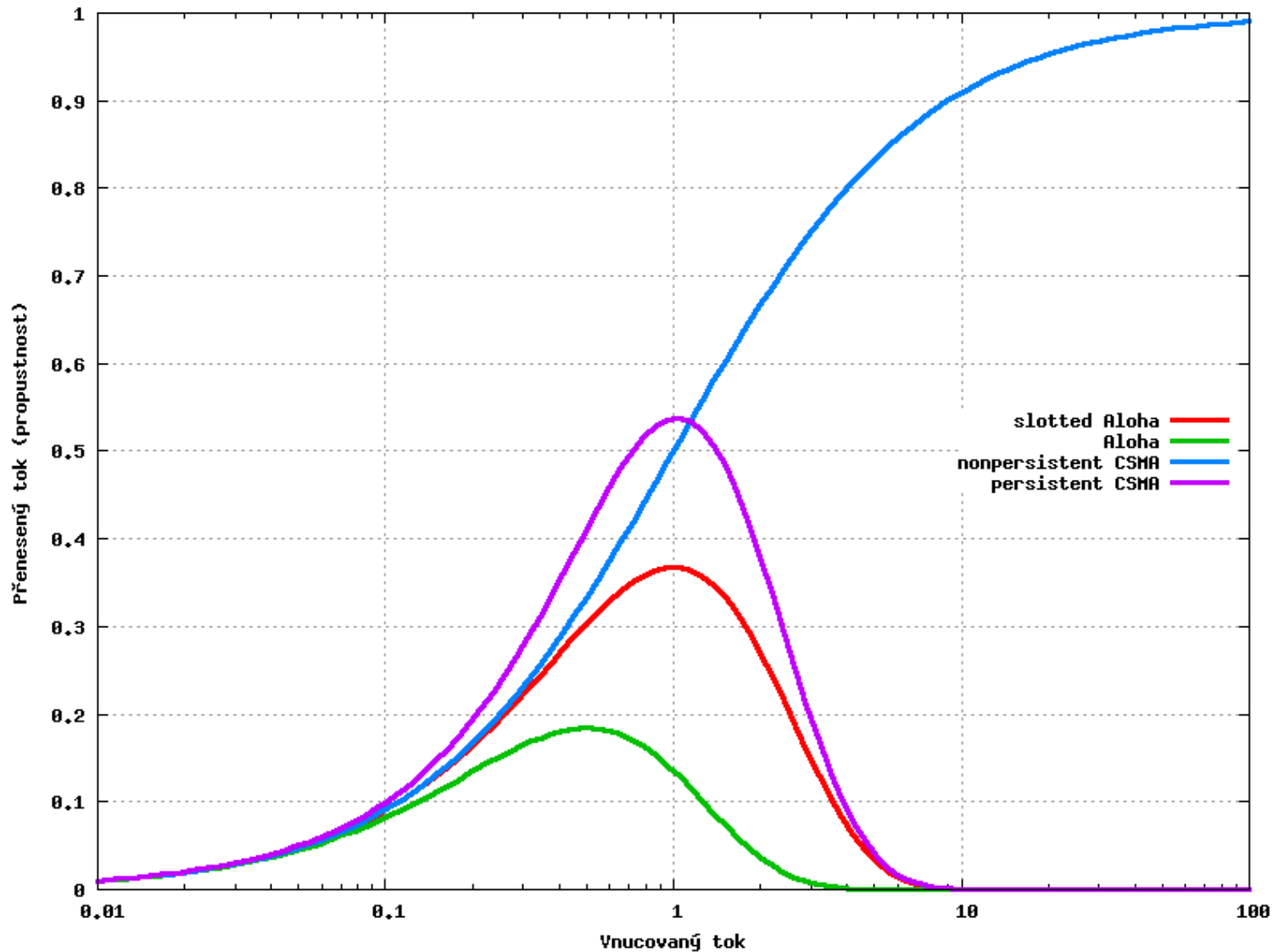


# Carrier Multiple Sense Access CSMA 3

- 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

# Propojování sítí

- propojujeme sítě s různými topologiemi a operačními systémy
- tím vytváříme internety
- největším internetem je Internet
- k propojení sítí můžeme použít:
  - opakovač (repeater, hub)
  - most (bridge)
  - přepínač (switch)
  - směrovač (router)
  - přenosovou bránu (gateway)
- některé tyto prvky použijeme i pro zlepšení spojení v rámci LAN

# Opakovač (repeater, hub)

- slouží pro překonání problému útlumu
- čím větší vzdálenost signál urazí, tím je slabší
- útlum je důsledek odporu a šumu
- opakovač vstupní signál vyčistí a zesílí
- tím se prodlouží možná vzdálenost mezi komunikujícími uzly





# Opakovač II.

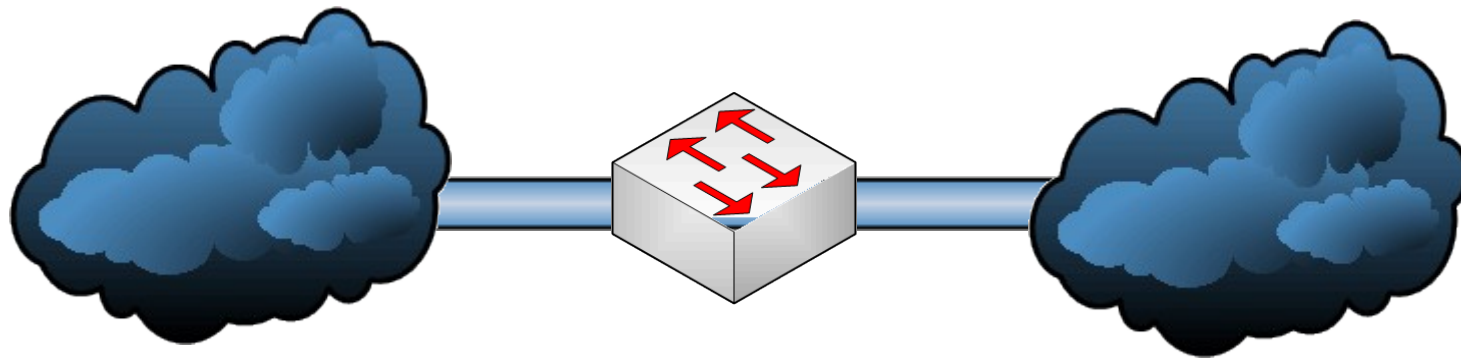
- pracuje na úrovni bitů
- nemá žádnou vyrovnávací paměť
- může propojovat libovolný počet segmentů sítě
- může propojovat pouze segmenty sítě se stejnou přenosovou rychlostí
- opakovač musí šířit kolize (!)
- v Ethernetu jich nemůže být libovolně mnoho kvůli době šíření kolize (CSMA/CD) - mezi každými 2 body maximálně 2 opakovače

# Filtrování

- opakovače šíří do všech směrů i to, co by šířit nemusely
- požadujeme filtrování provozu
- což znamená rozumět alespoň adresám linkové vrstvy
- pokud se bude zařízení rozhodovat podle obsahu paketu, musí obsahovat vyrovnávací paměť
- tím pádem lze propojit segmenty s různými rychlostmi

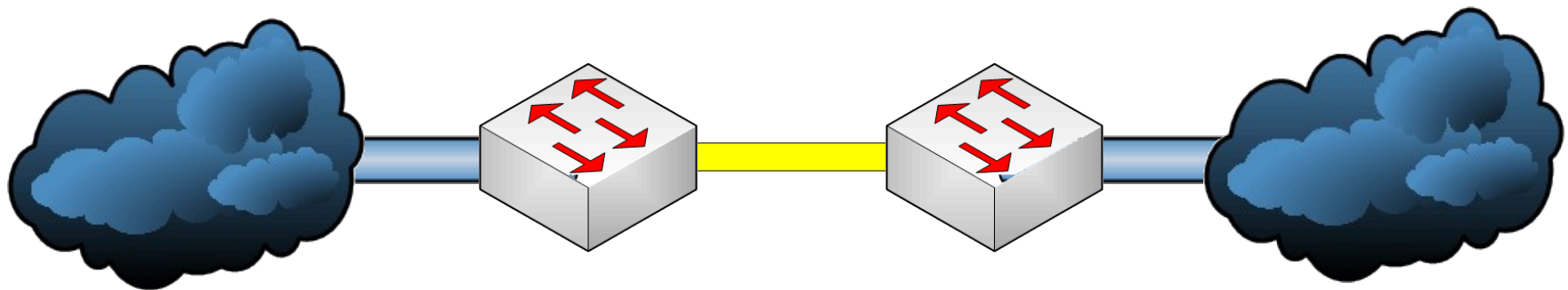
# Most (bridge)

- řídí provoz mezi sítěmi přepojováním paketů z jedné sítě do druhé
- nešíří tedy každý paket do všech připojených segmentů sítě
- zlepšuje spolehlivost, výkon a bezpečnost sítí



# Most II.

- pracuje na linkové vrstvě
- nemusí propagovat kolize (má vyrovnávací paměť)
- propojuje právě dvě sítě
- varianta vzdálený most (remote bridge)  
= dva půlmosty (half bridges)



# Přepínač (switch)

- jedná se o víceportový most
- novější, rychlejší, jeden z nejpoužívanějších aktivních prvků počítačových sítí
- nepropaguje kolize (má paměť)
- všesměrově šíří pouze broadcasty
- často se používá jako náhrada opakovače
- přes jeden přepínač může probíhat více přenosů až do maximální kapacity přepínače

# Přepínač II.

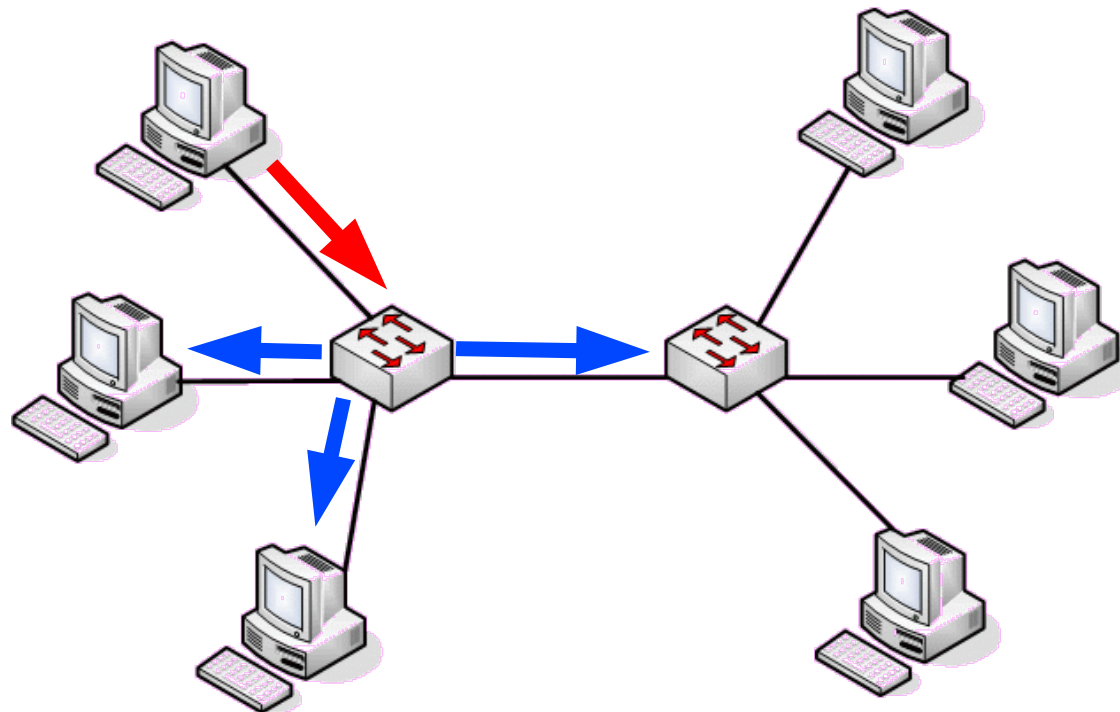
- aby mohl přepínač (most) filtrovat, musí znát topologii sítě (na jakém portu je která stanice)
- pokud neví, chová se podobně jako opakovač
- můžeme nastavit ručně (pracné, síť se může často měnit - notebooky atd.)
- automatické učení
  - nejdříve se chová jako opakovač a učí se
  - ukládá si do tabulky dvojice [port, adresa]
  - po určité době začne filtrovat provoz

# Přepínač III.

- přepínač může buď celý rámec přijmout, analyzovat a potom odeslat  
=> **store-and-forward**
- nebo může přečíst pouze cílovou adresu a zbytek již rovnou preposílat  
=> **cut-through**
- nebo může kombinovat obě metody (krátké rámce s&f, delší cut-through)

# Učení přepínače I.

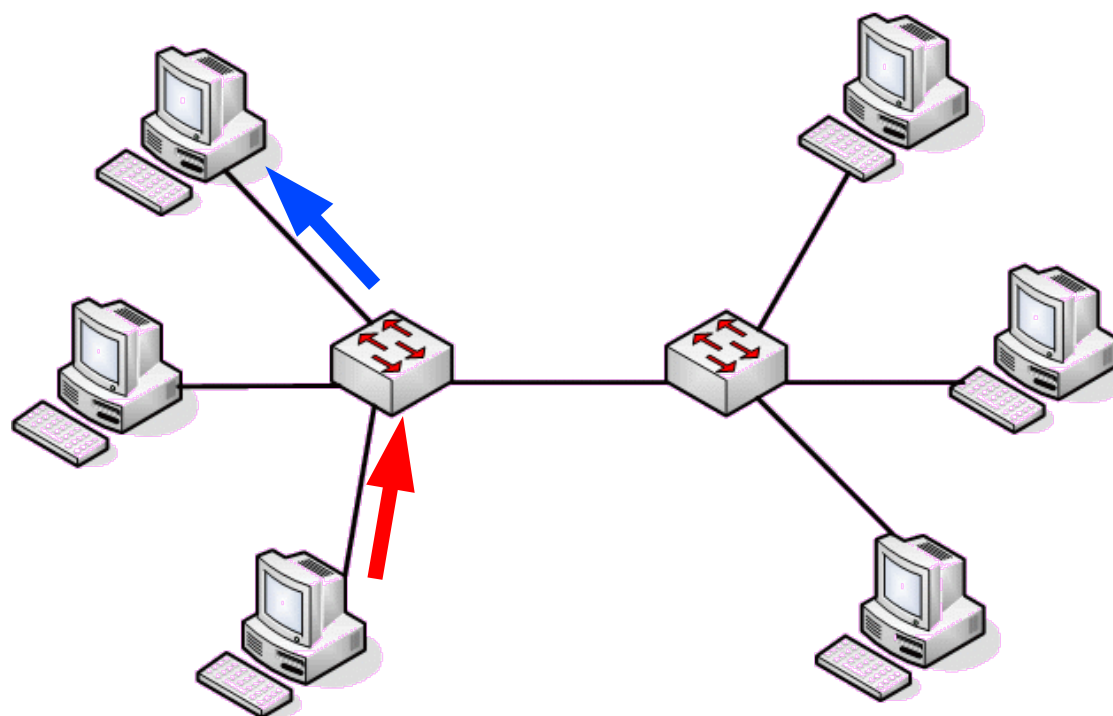
- přepínač dostane rámeček, o kterém neví, do kterého portu ho má odeslat
- pošle jej tedy do všech portů kromě toho, z kterého přišel, a upraví tabulku





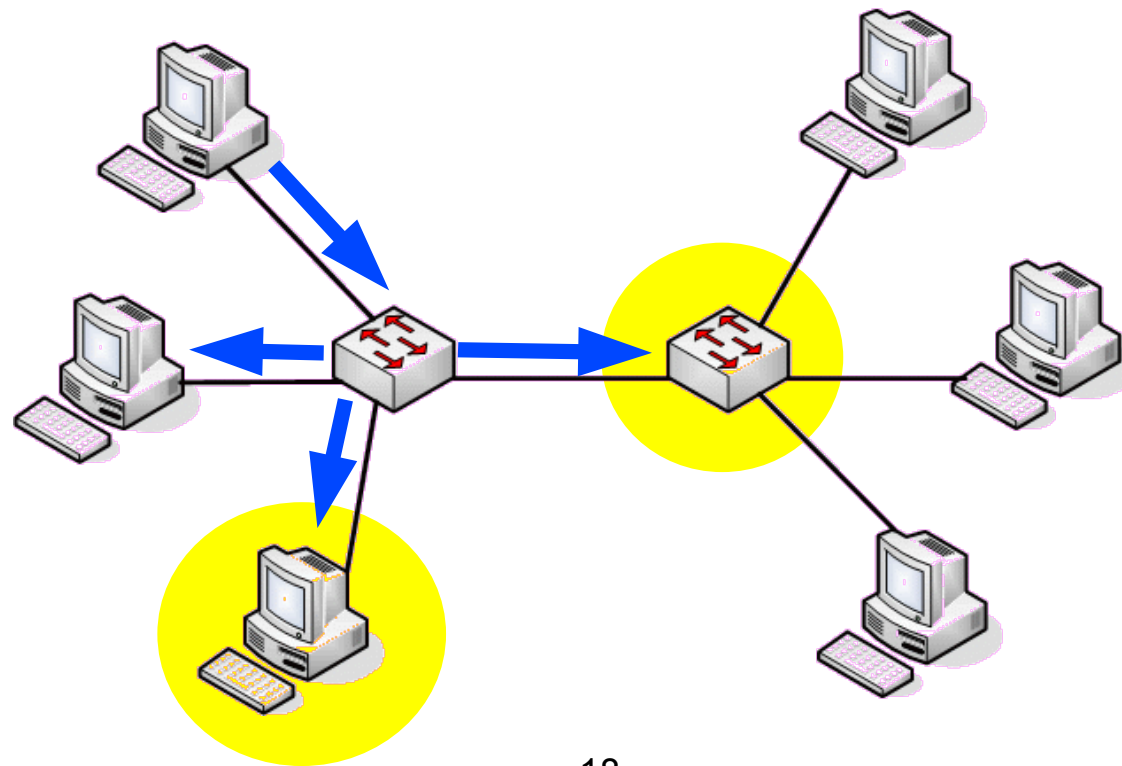
# Učení přepínače II.

- přepínač dostane rámeček, o kterém již ví, do kterého portu ho má poslat
- pošle jej tedy do portu uvedeného v tabulce pro danou adresu



# Učení přepínače III.

- přepínač přijme rámeček, který přichází ze směru, v kterém podle tabulky leží adresát
- přepínač tento rámeček ignoruje



# Učení přepínače IV.

- učení přestane fungovat, pokud topologie sítě nebude strom, ale bude obsahovat kružnici (smyčku)
- přepínače se však umí domluvit a kružnici přerušit
- kružnice může být v síti úmyslně (záloha spojení)
- STA: Spanning Tree Algorithm

# Spanning Tree Algorithm I.

- algoritmus, pomocí kterého se najde kostra dané síťové topologie
- přeruší se případné kružnice zablokováním některých portů
- tím se zachová stromová struktura
- v případě výpadku se zablokované porty opět uvolní
- všechny moderní přepínače tento algoritmus podporují (IEEE 802.1d)

# Spanning Tree Algorithm II.

- nejdříve se zvolí *kořenový přepínač (root switch)* - bude to ten s nejmenší MAC adresou
- každý přepínač tvrdí, že je *root*, pokud neví o jiném kořenovém přepínači
- rozesílají HELLO MESSAGE (Bridge Protocol Data Unit - BPDU)
- BPDU jsou přeposílána přepínači se zvýšenou hodnotou *cost* (cena cesty ke kořenovému přepínači)

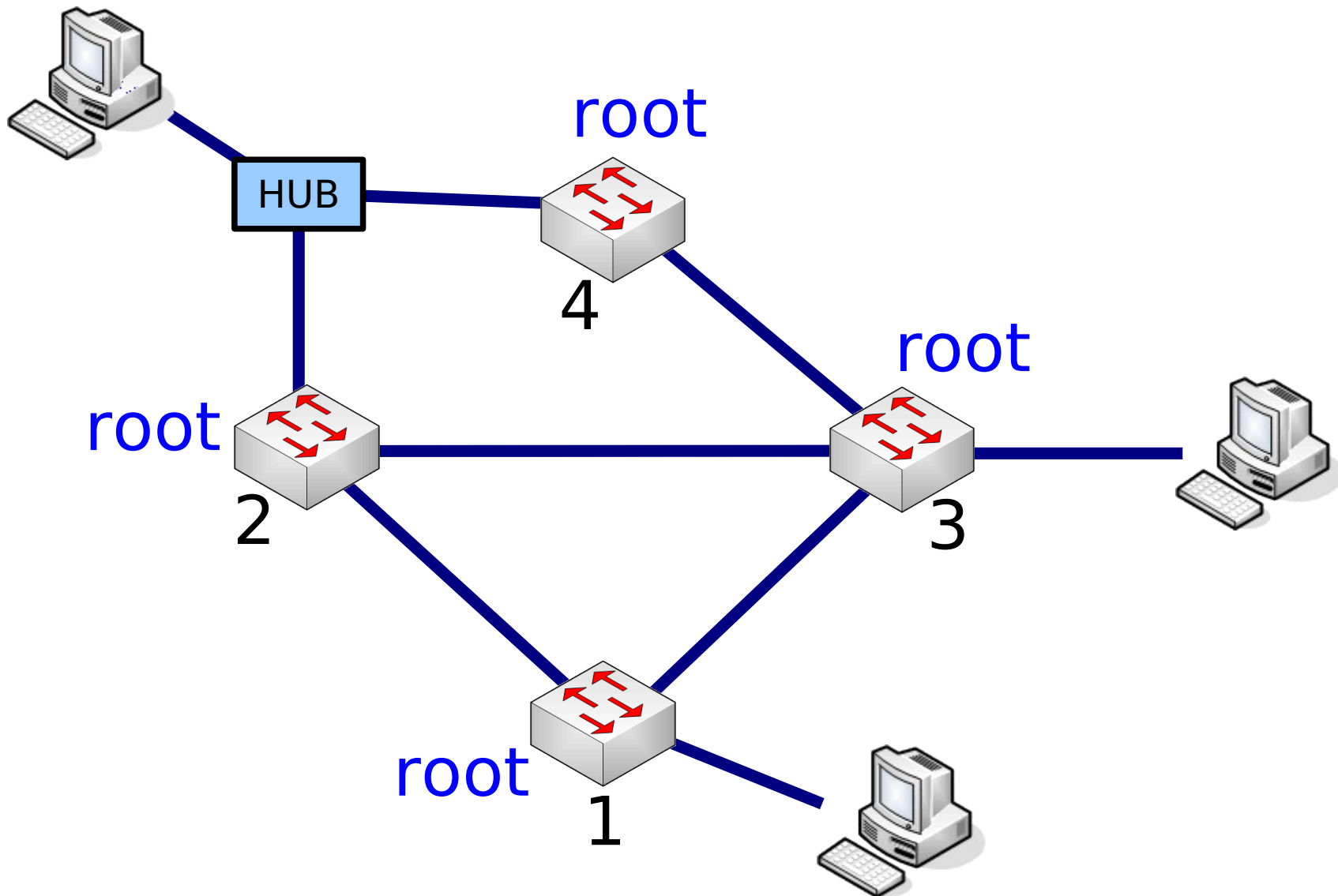
# Spanning Tree Algorithm III.

- na každém segmentu se zvolí vyhrazený přepínač (*designated switch*) - ten, který má nejlepší cestu ke kořenovému přepínači
- porty přepínačů, které nejsou na kostře grafu, se přepnou do blokujícího stavu
- stav portu
  - *blocking* - neprocházejí rámce, záložní port
  - *listening* - pouze příjem a vysílání BPDU
  - *learning* - neprocházejí rámce, učí se MAC
  - *forwarding* - procházejí rámce, cílový stav
  - *disabled*

# Spanning Tree Algorithm IV.

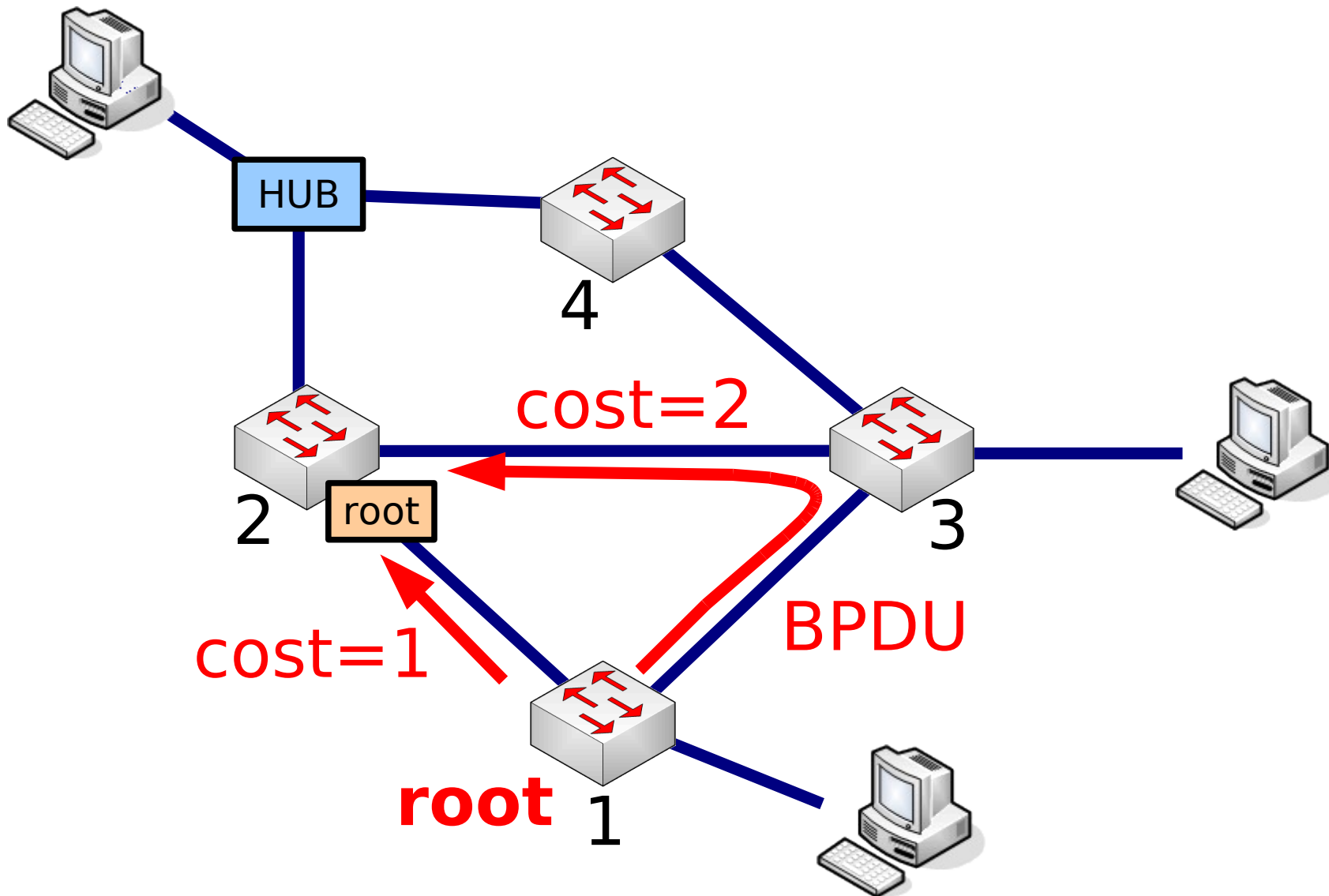
- Výběr *root portu*:
  - každý přepínač preposílá BPDU, které přijme
  - při každém preposlání inkrementuje *cost*
  - přepínač eviduje pro každý port tuto cenu
  - *root port* je port s nejmenší cenou
  - *root port* je vždy ve stavu *forwarding*
- *Designated switch* = přepínač s nejmenší cenou *cost* na jednom segmentu
- příslušný port = *designated port*
- všechny ostatní porty ve stavu *blocking*

# Spanning Tree Algorithm V.





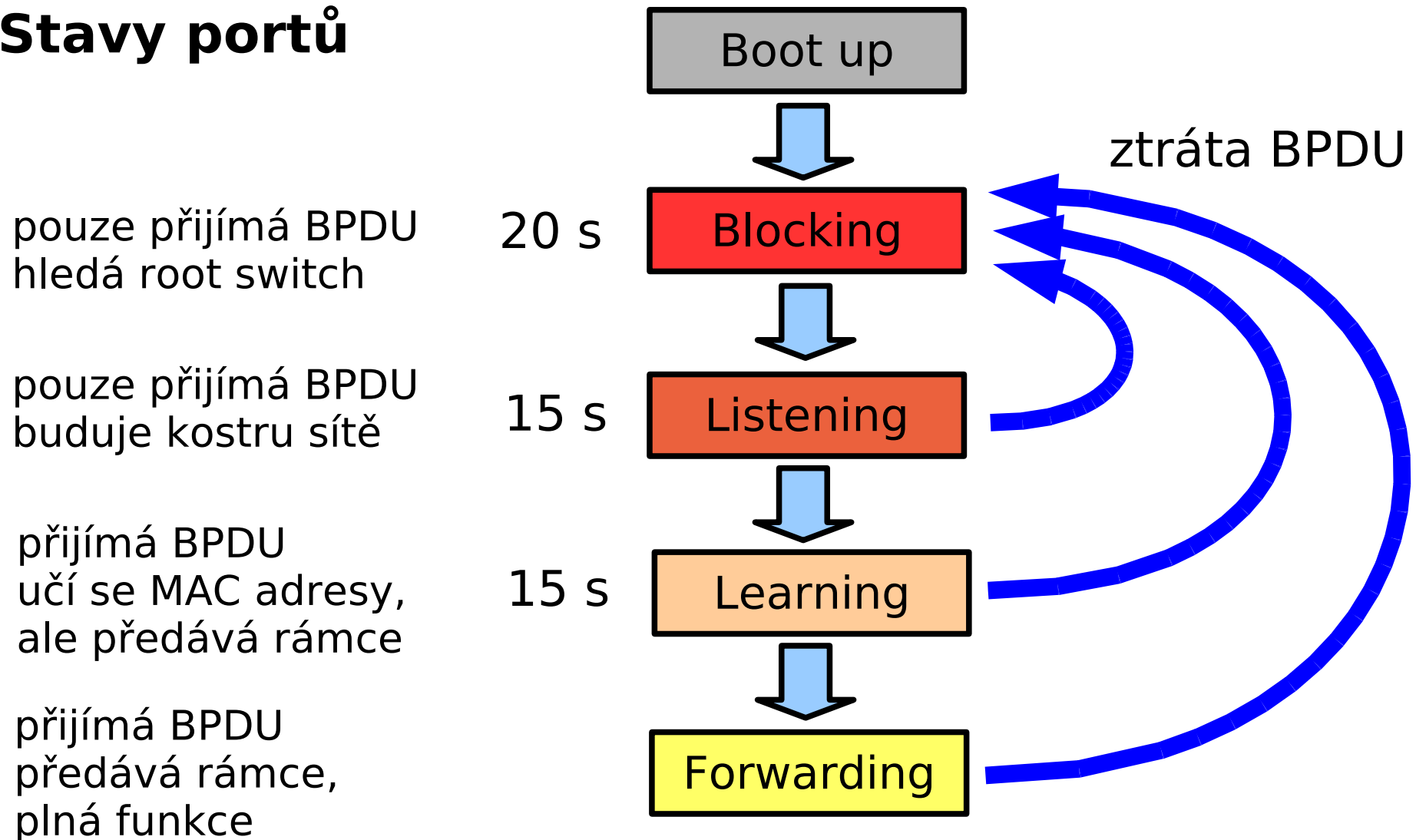
# Spanning Tree Algorithm VI.





# Spanning Tree Algorithm VIII.

## Stavy portů

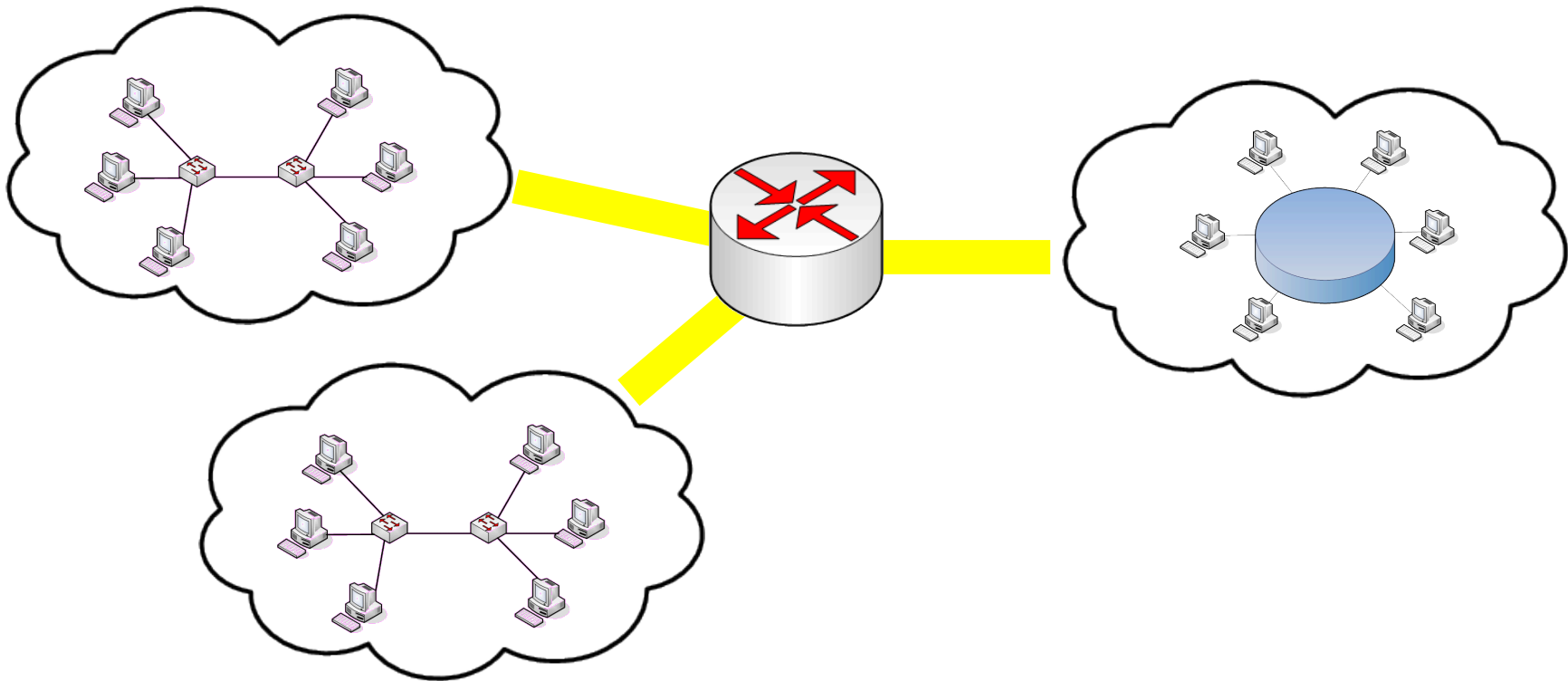


# Spanning Tree Algorithm IX.

- konvergence STP při změně topologie tedy trvá implicitně 50 sekund (20+15+15)
- 802.1w = Rapid Spanning Tree (RSTP)
- Tento protokol slučuje stavy *Disabled*, *Blocking* a *Listening* do stavu *Discarding*
- díky aktivnímu potvrzování nemusí RSTP čekat na timeouty

# Směrovač (router)

- pracuje na síťové vrstvě, propojuje sítě,
- pracuje se síťovými adresami,
- nešíří broadcasty z jedné sítě do druhé.



# Směrovač II.

- přenáší data i mezi sítěmi, které používají naprosto odlišné linkové technologie,
- jsou tedy naprosto nezbytné pro Internet,
- kromě směrování může podporovat i další funkce (firewall, NAT, VPN),
- směrování je statické nebo dynamické (např. RIP, OSPF, ...).

# Přepínače na vyšších vrstvách

- dnešní přepínače podporují QoS, VLAN, a další funkce
- podporují různé verze STA (s rychlejší konverencí atd.)
- filtrování rámců na různých úrovních:
  - linková
  - síťová => Layer 3 Switch (filtrování IP adres, IP protokolu)
  - transportní => Layer 4 Switch (filtrování na úrovni portů TCP a UDP)
  - aplikační => Layer 7 Switch (rozložení zátěže mezi více serverů)

# Přepínače na vyšších vrstvách II.

- Layer 3 Switch je vlastně HW optimalizovaný směrovač,
- Layer 4 Switch umožňuje rozlišovat provoz (např. load balancer),
- Layer 7 Switch se používá např. k rozložení zátěže (např. http požadavků) na několik serverů, které se navenek tváří jako jeden server.



# Brána (gateway)

- *Přenosová brána* je obecný termín
- 3 typy:
  - směrovač
  - aplikační brána
  - brána pro překlad protokolů z jedné množiny protokolů do jiné
- příklady aplikační brány: software pro poštovní aplikace, proxy WWW server apod.