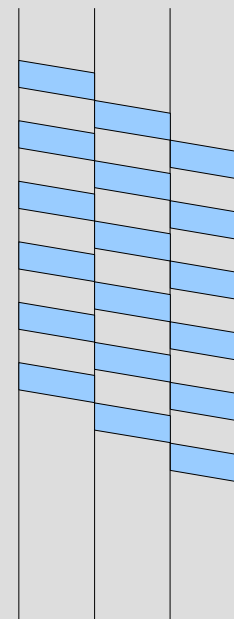
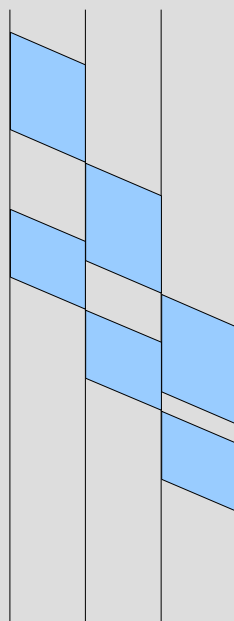
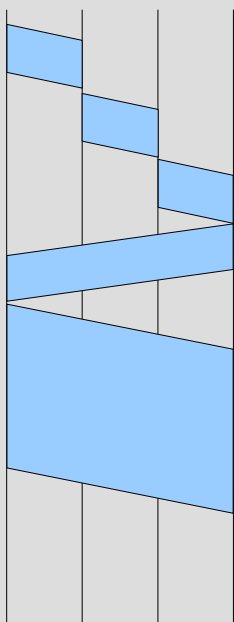


X36PKO

Síťová vrstva - směrování

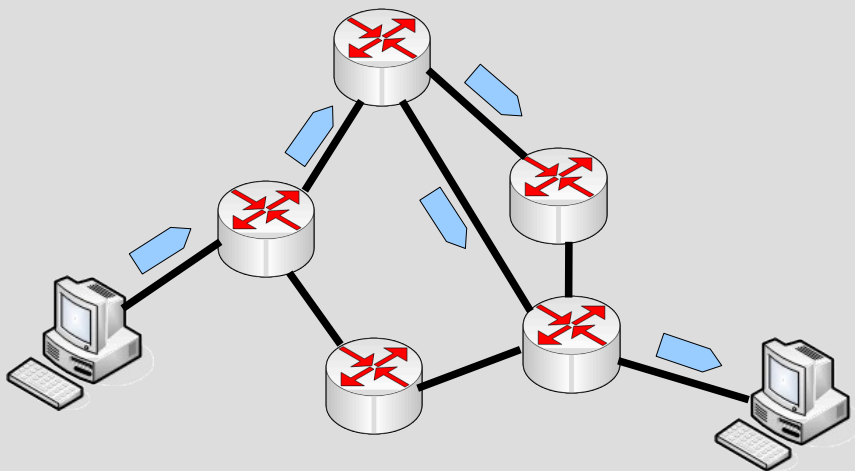
Způsoby přenosu dat

- přepojování kanálů
- přepojování zpráv
- přepojování paketů

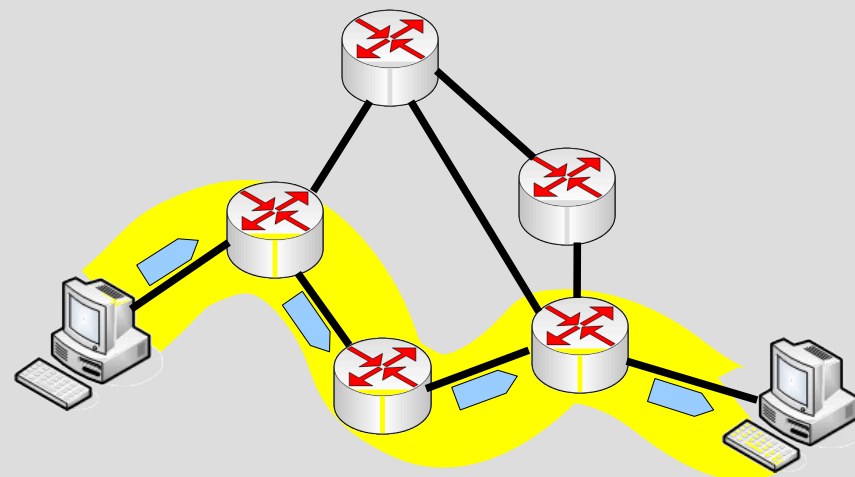


Způsob doručení

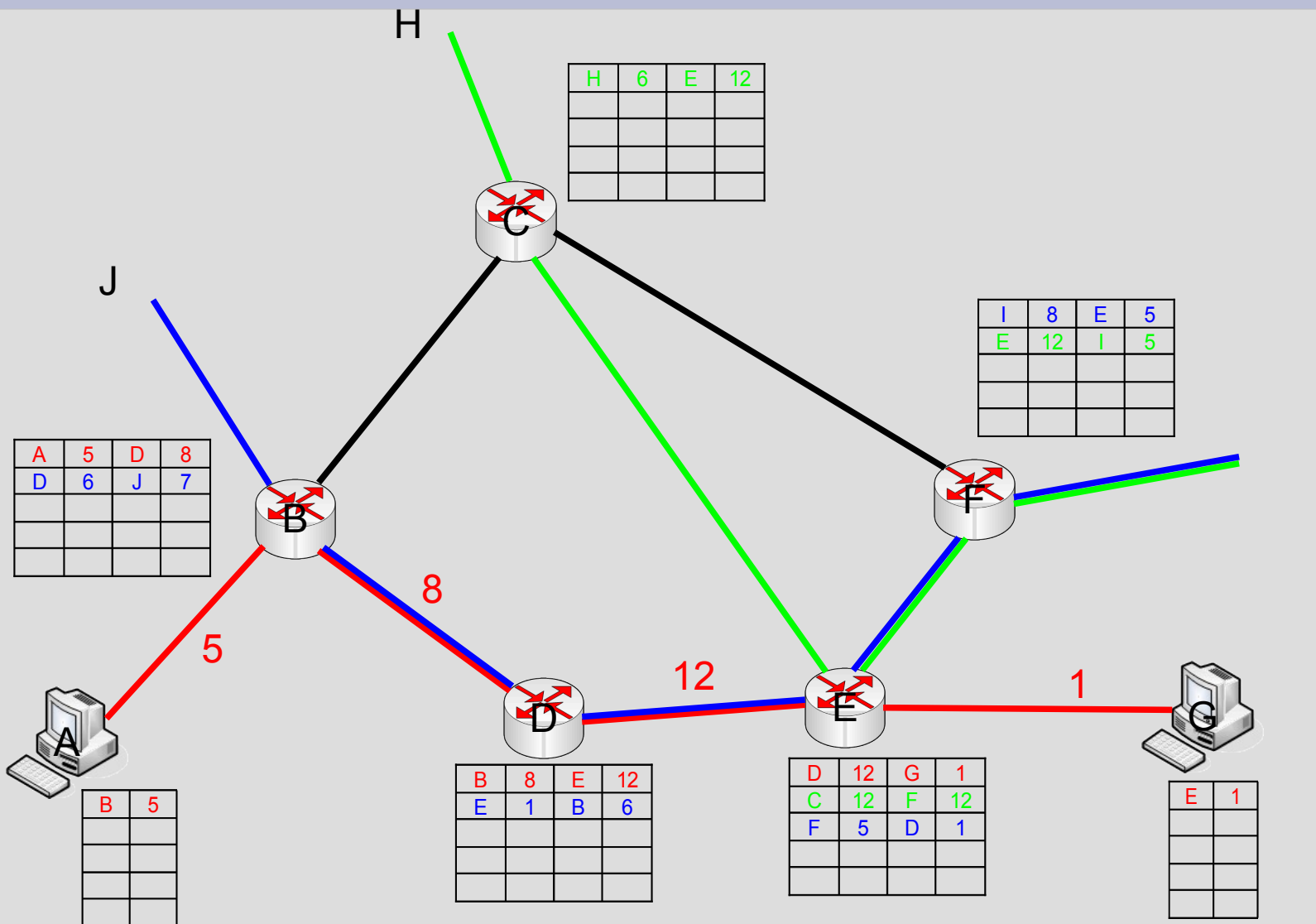
- datagramová služba



- virtuální kanál



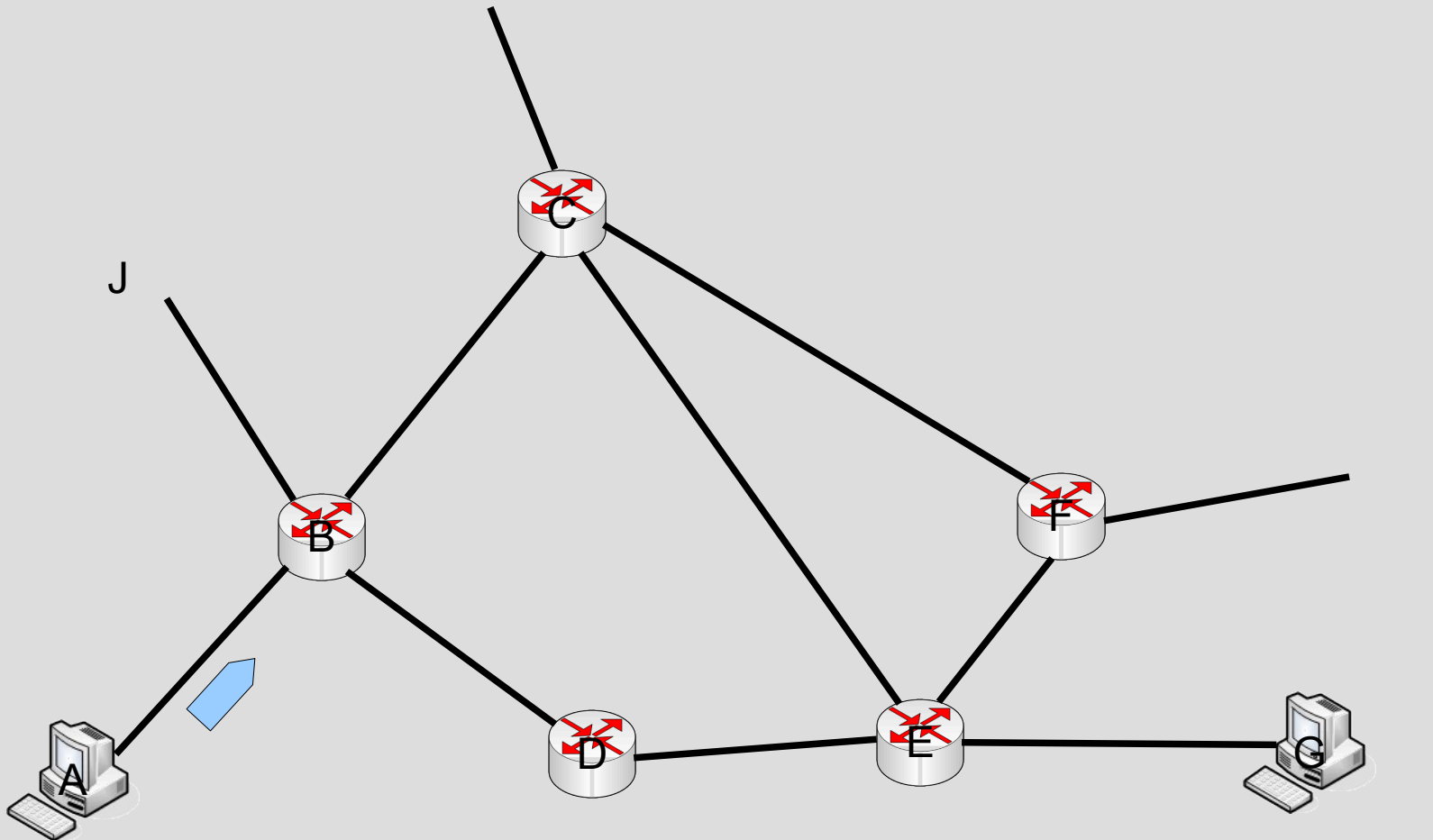
Virtuální kanály propojovací tabulky



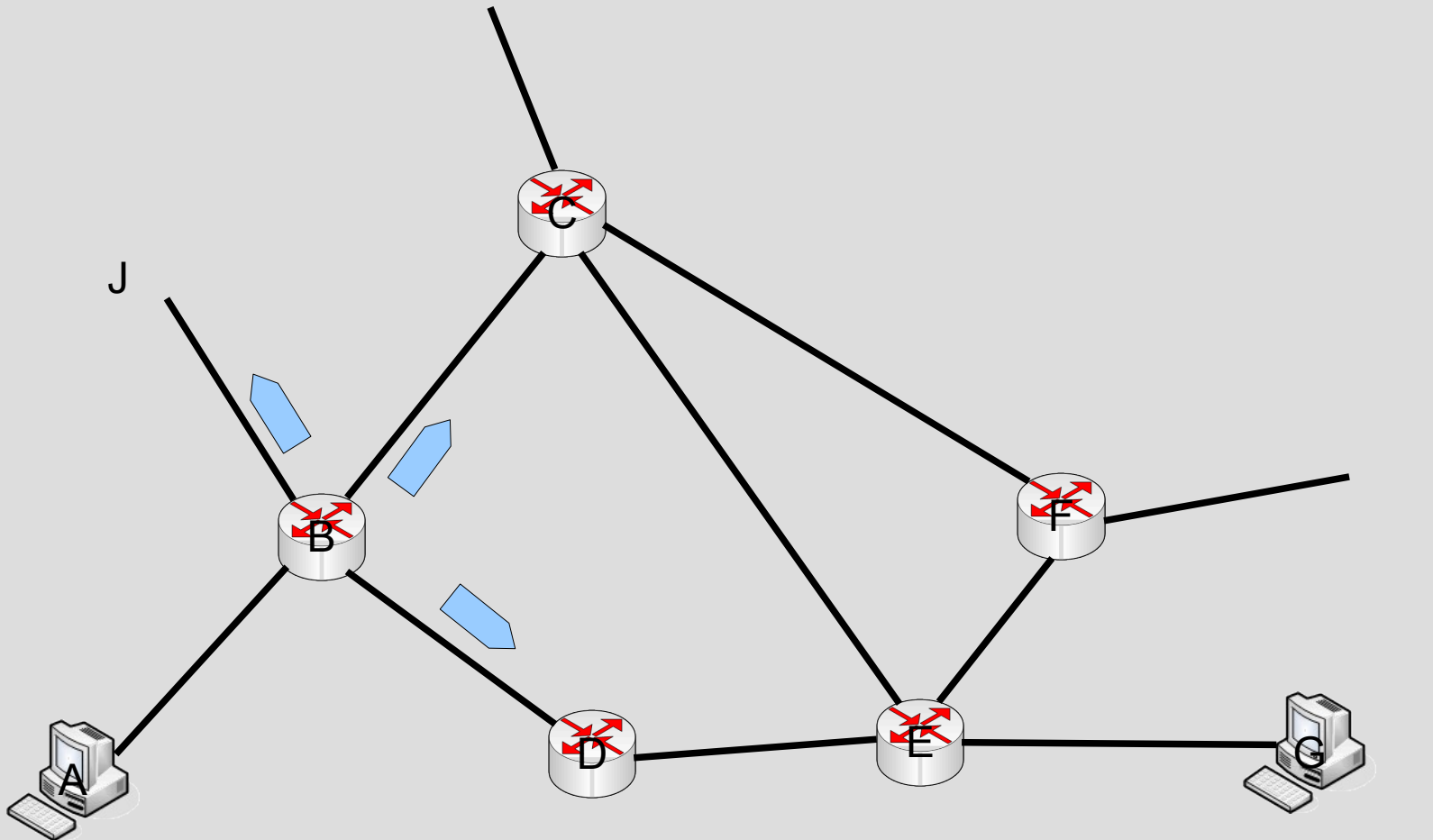
Směrovací metody

- záplavové směrování
- náhodné směrování
- izolované směrování
 - horký brambor
 - zpětné učení
- statické směrování
- adaptivní směrování
 - distance vector
 - link state
- hierarchické směrování

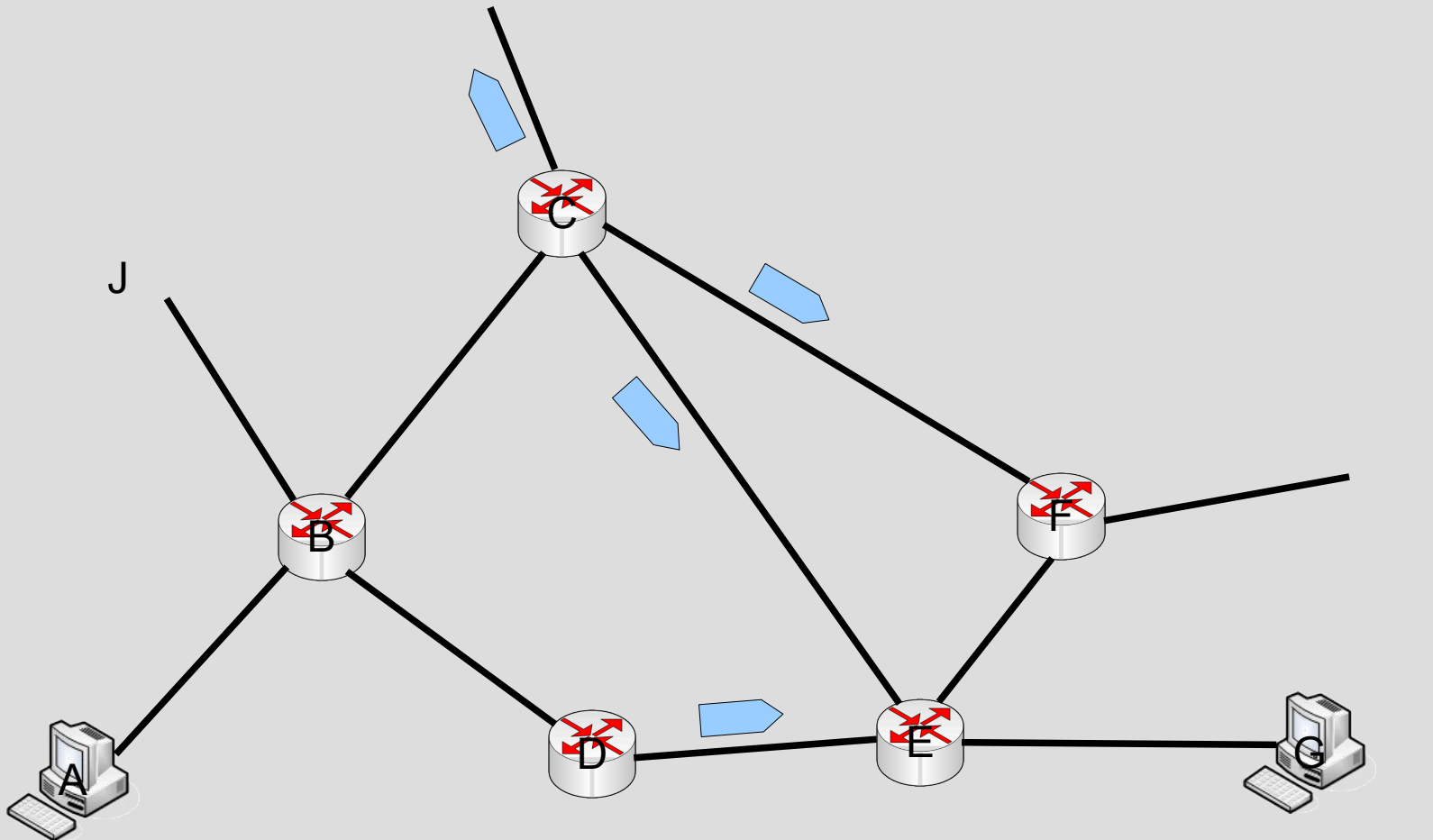
Záplavové směrování



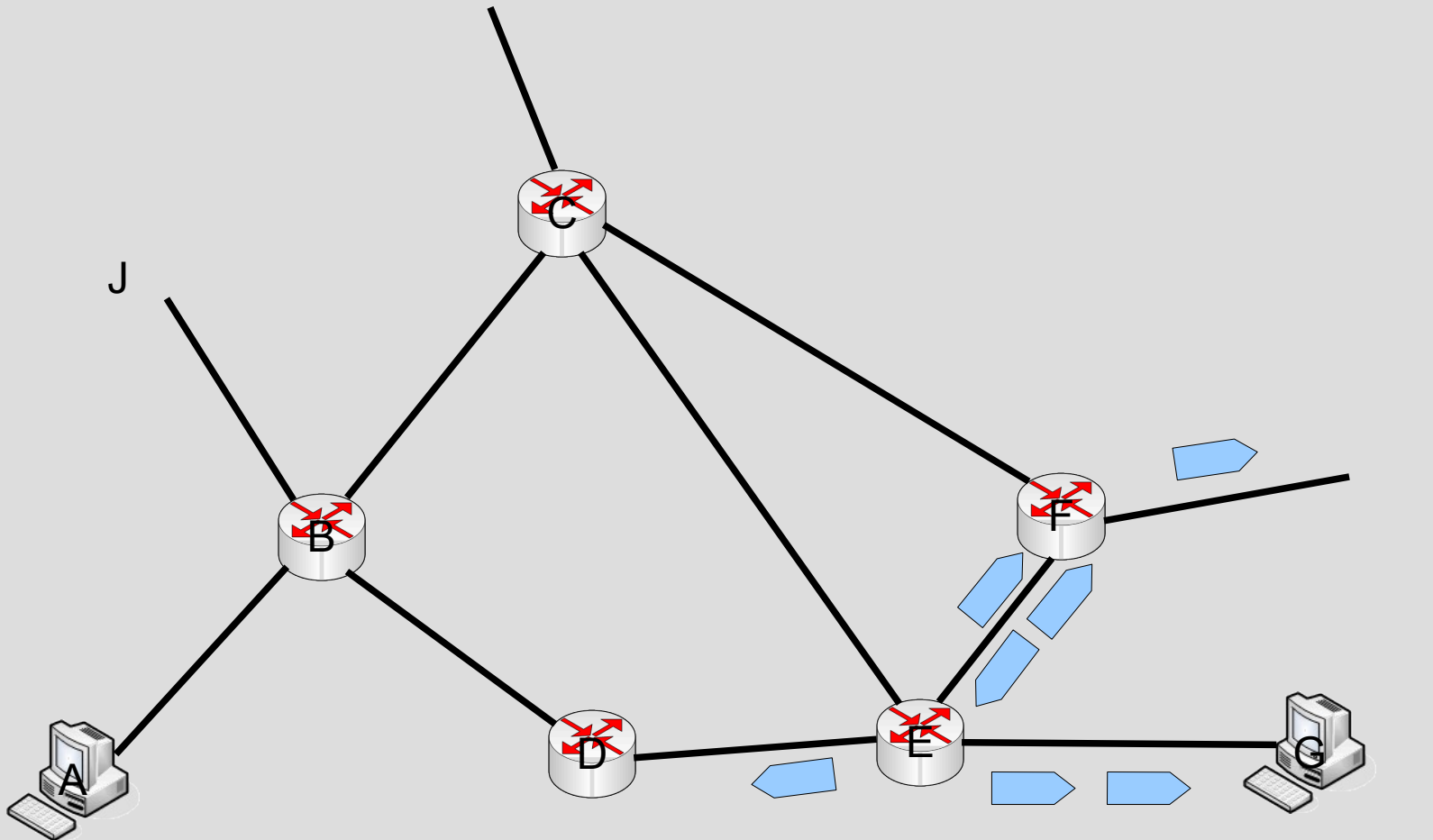
Záplavové směrování



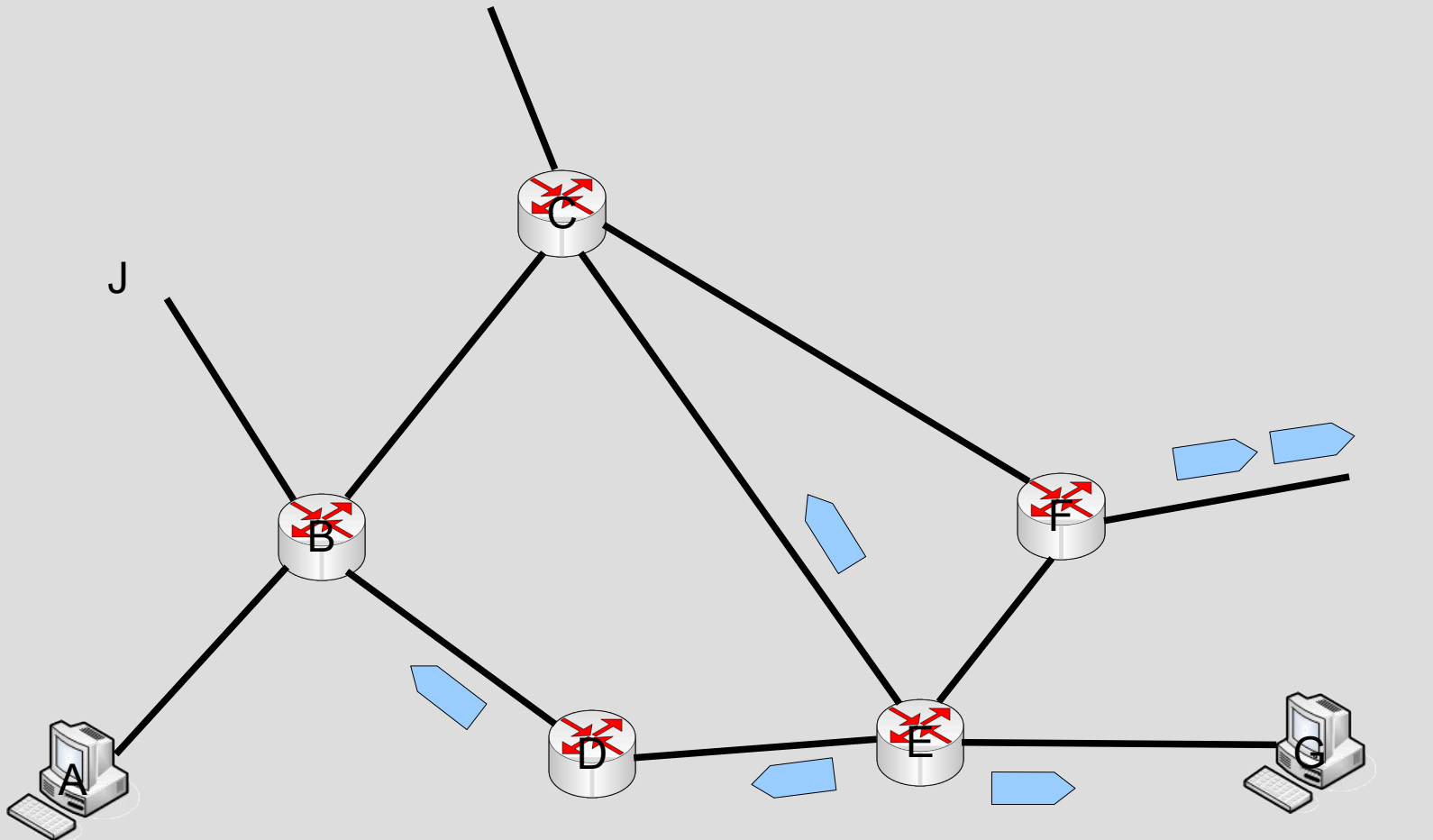
Záplavové směrování



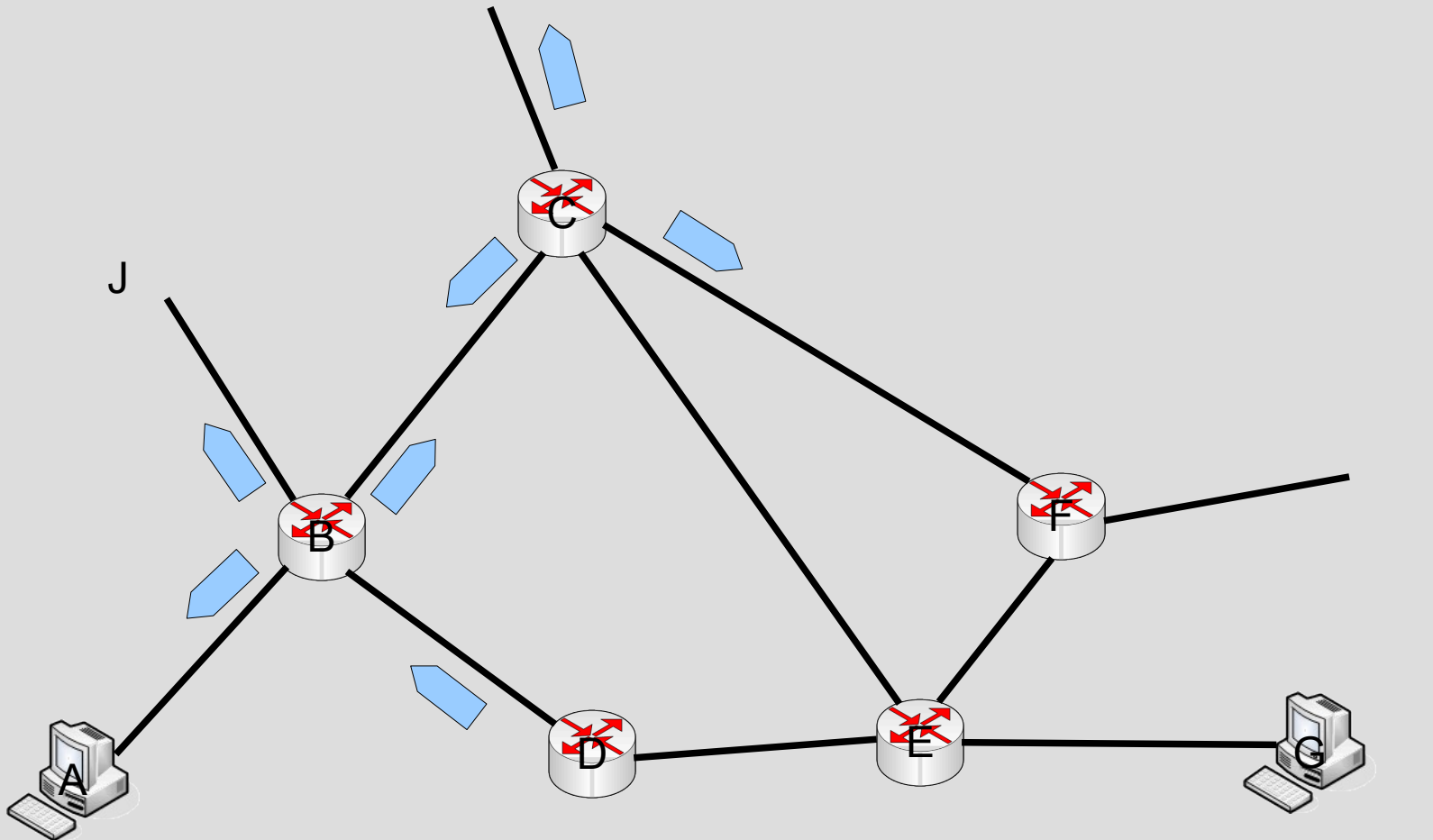
Záplavové směrování



Záplavové směrování



Záplavové směrování



Záplavové směrování

- odesílání paketu na všechny výstupy
- nejkratší cesta
- zahlcení sítě
- potřeba likvidovat nadbytečné pakety
 - TTL
 - informace na směrovači
 - informace v paketu

Další metody směrování

- náhodné směrování
 - odesílání paketu na náhodný výstup
 - nezaručuje omezenou dobu doručení
 - potřeba dodatečné informace
- horký brambor
 - odesílání paketu do nejkratší fronty
 - nezaručuje omezenou dobu doručení
 - potřeba dodatečné informace
- zpětné učení
 - využití informací o času/počtu průchodů v paketu
 - tabulka obsahuje odesílatele, nejkratší čas, směr odkud paket přišel
 - nutné kombinovat s jinou metodou
 - pomalá konvergence při chybě – potřeba zapomínání

Statické směrování

- statické nastavení tabulek
 - při návrhu sítě
 - při změně topologie
- nereaguje na změnu topologie
 - možnost nastavení alternativních směrů
 - využití při výpadku nebo přetížení
- nepodporuje rozdělení toku
 - řešením stochastické směrování
- může být v kombinaci s předchozími metodami

Adaptivní směrování

- opakovaný výpočet směrovacích tabulek při provozu
- centralizovaný x distribuovaný výpočet
- metrika
- bezpečnost
- množství přenášené informace
- reakce na změnu
- konvergence
- pulzování
- možnost kombinace s předchozími metodami
 - δ směrování

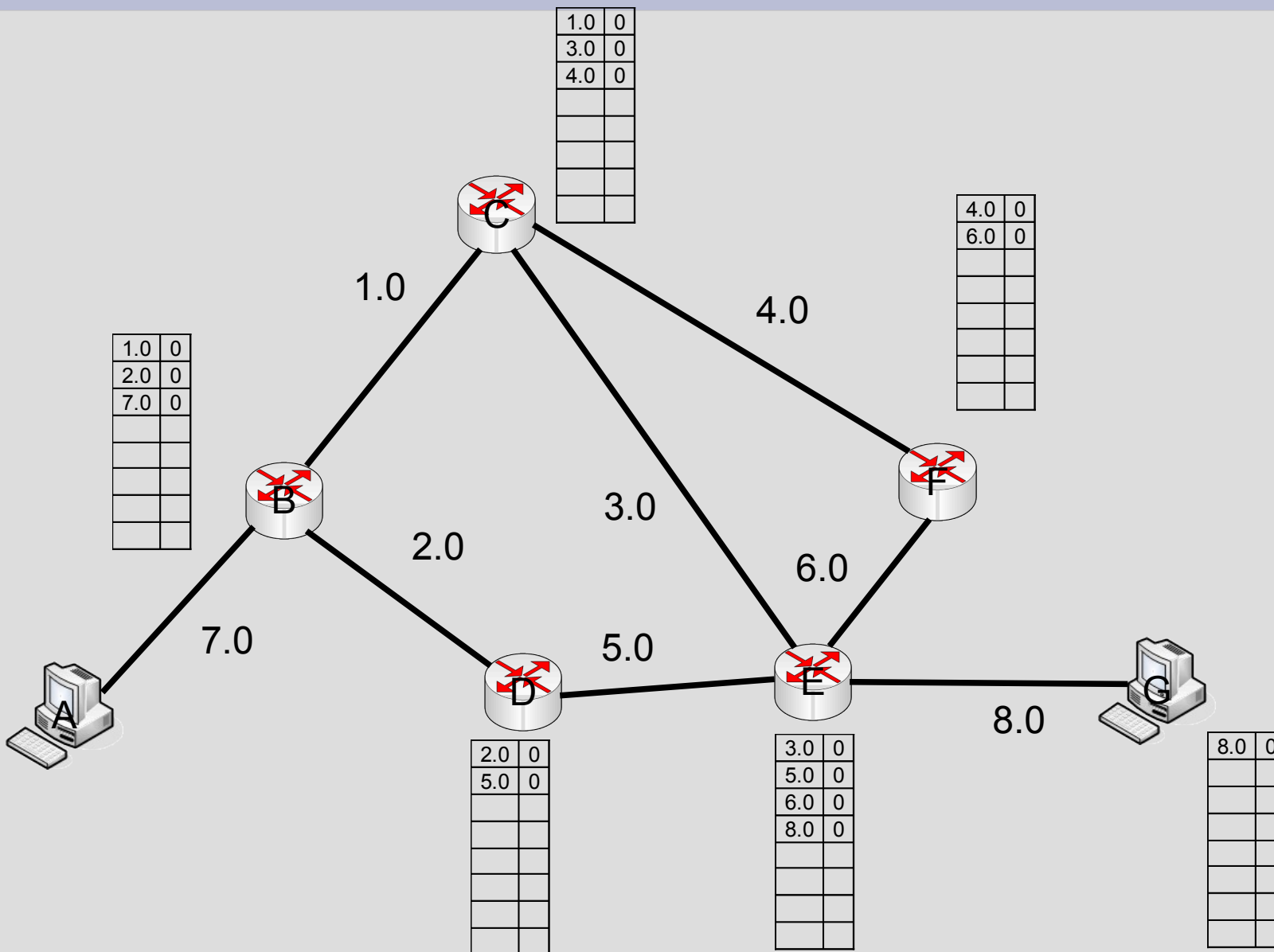
Distance vector algoritmy

- výměna kompletních směrovacích tabulek
- velké zatížení sítě
- pomalá konvergence
 - obzvlášť při výpadku
- Ford-Fulkersonův algoritmus
- RIP, IGRP, EIGRP, BGP

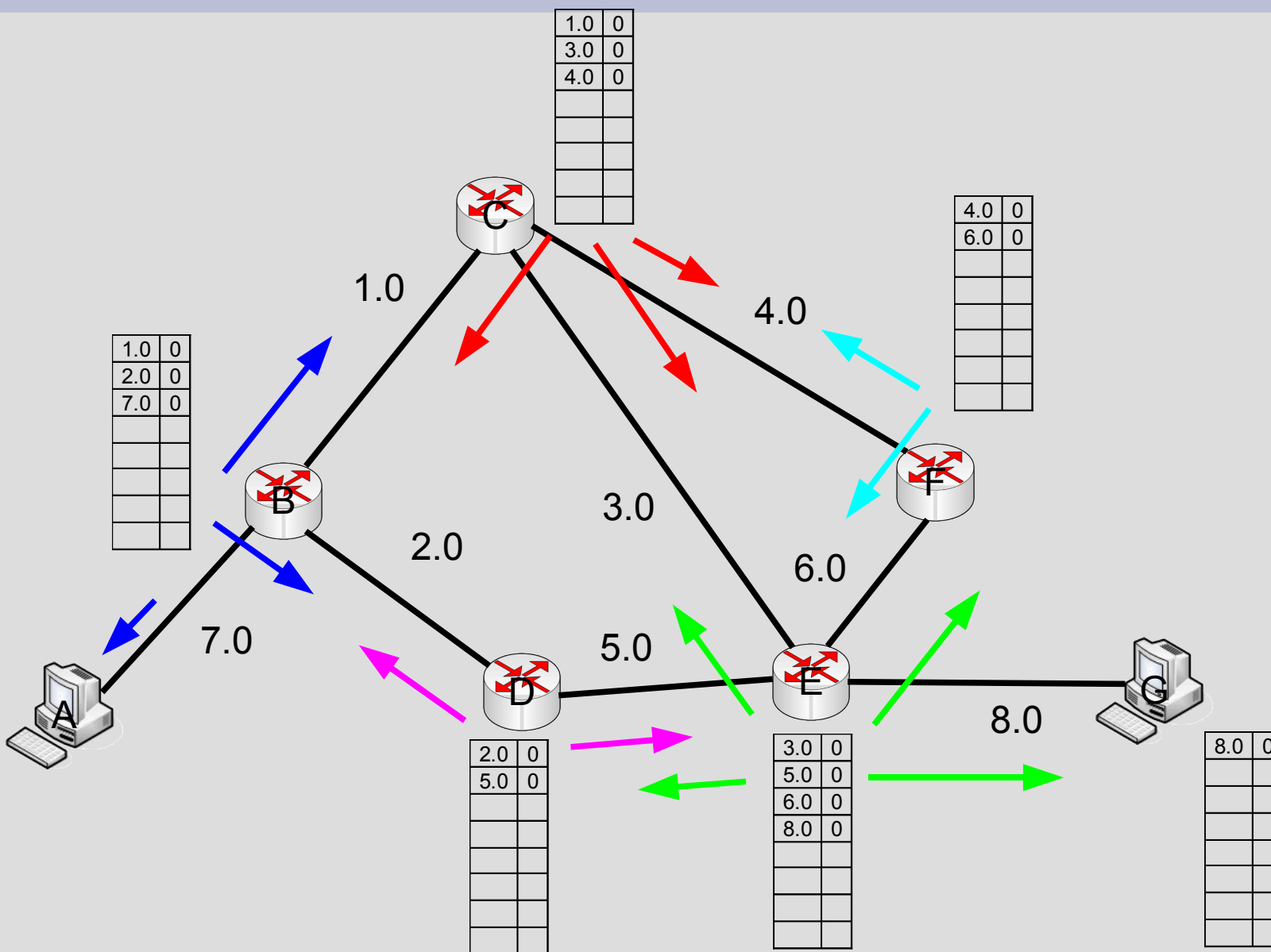
RIP

- Routing Information Protocol, rfc1058, rfc2453
- metrika: počet směrovačů
- komunikace se sousedy
- pouze jedna cesta
- RIP 2
 - maska sítě
 - autorizace
 - heslo – otevřený text :-((
 - multicast

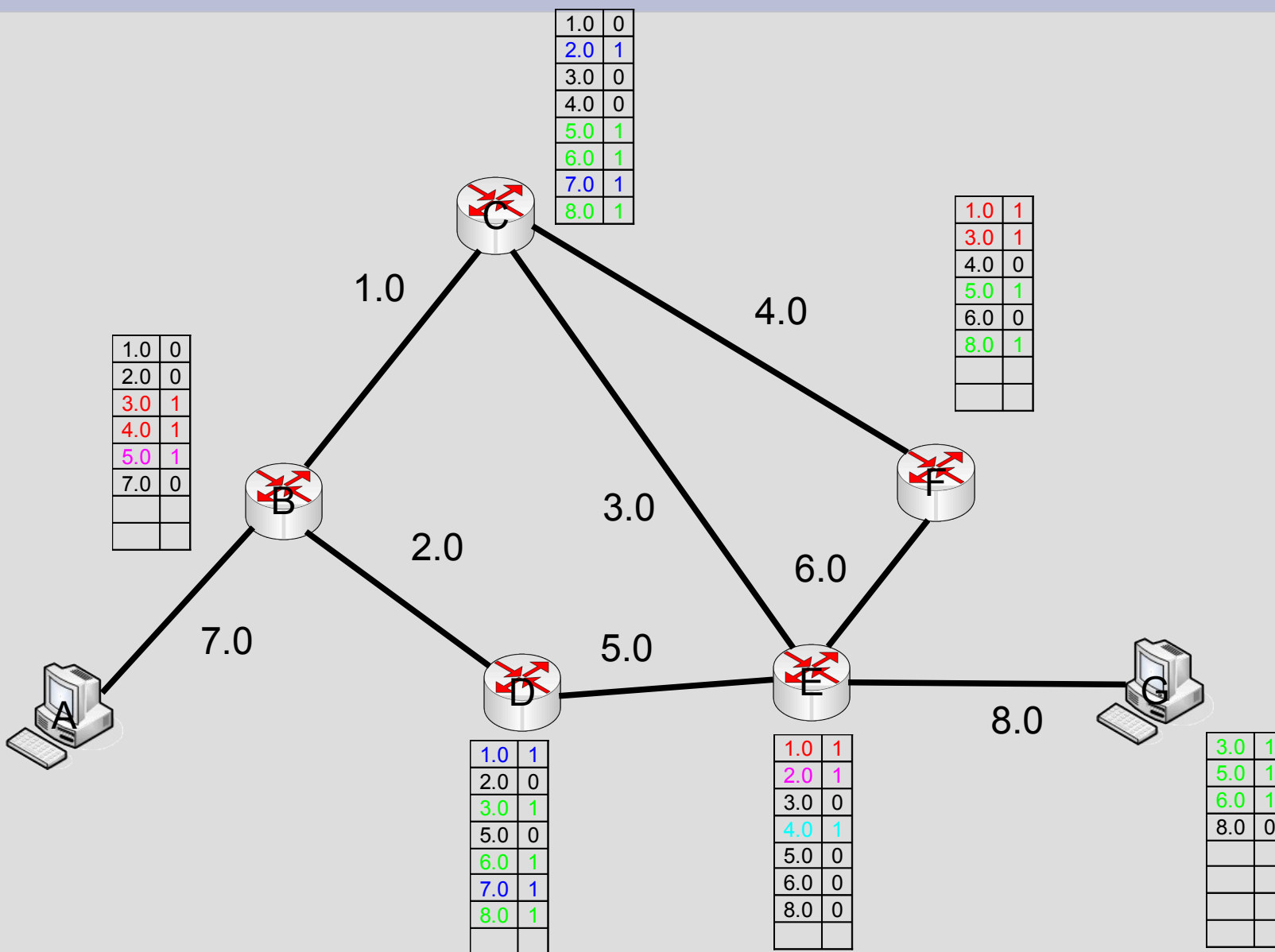
RIP výpočet



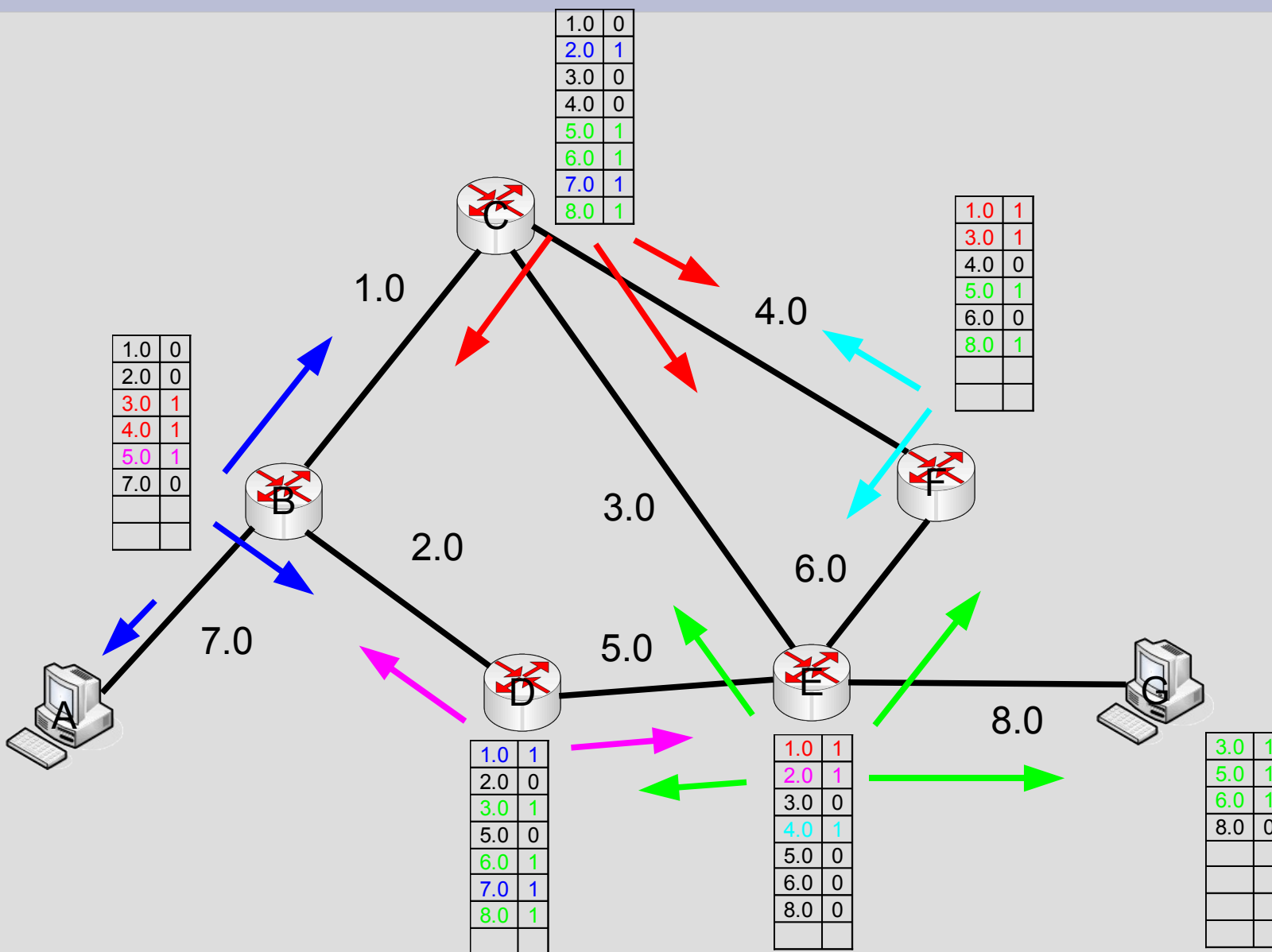
RIP výpočet



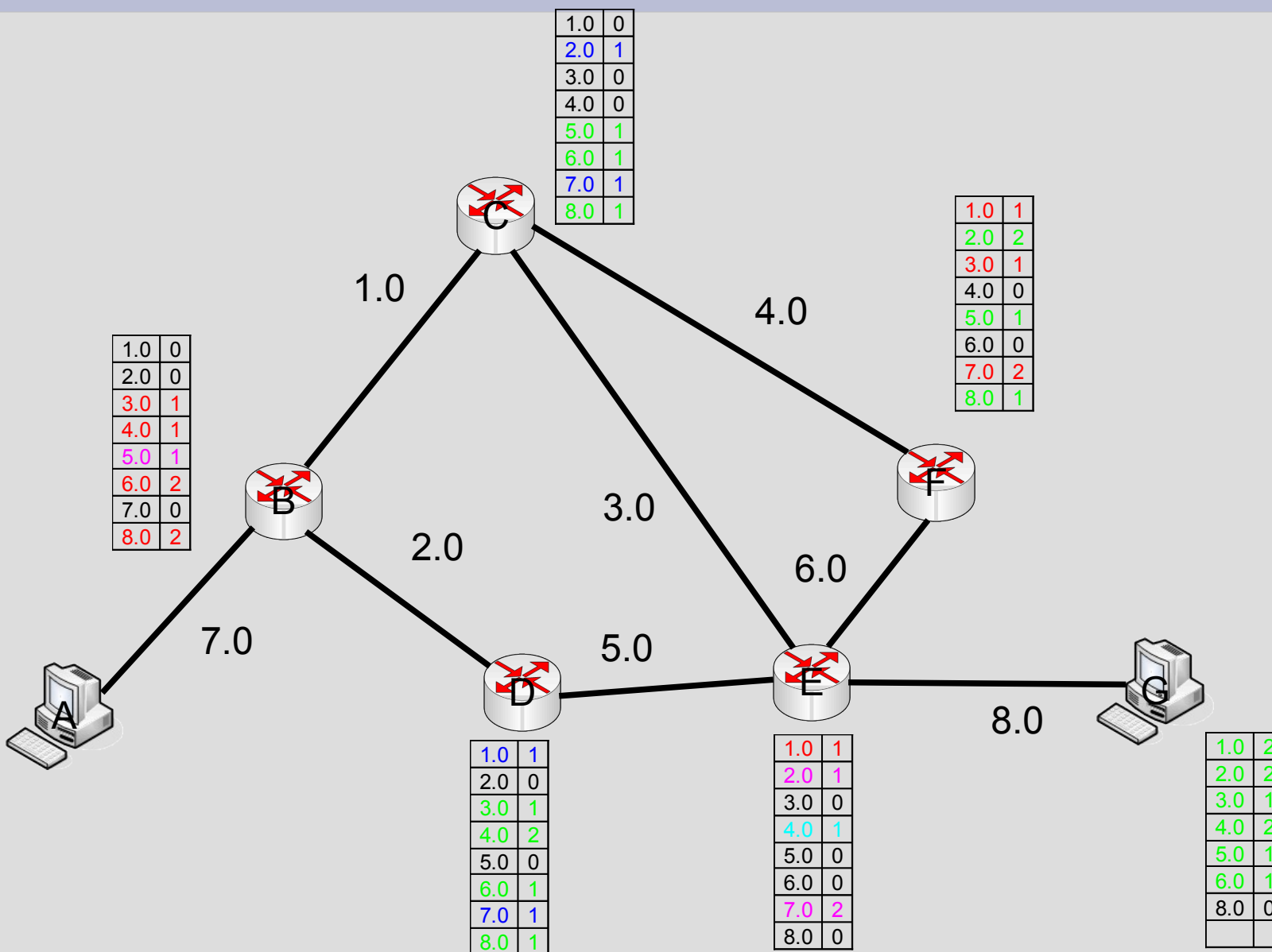
RIP výpočet



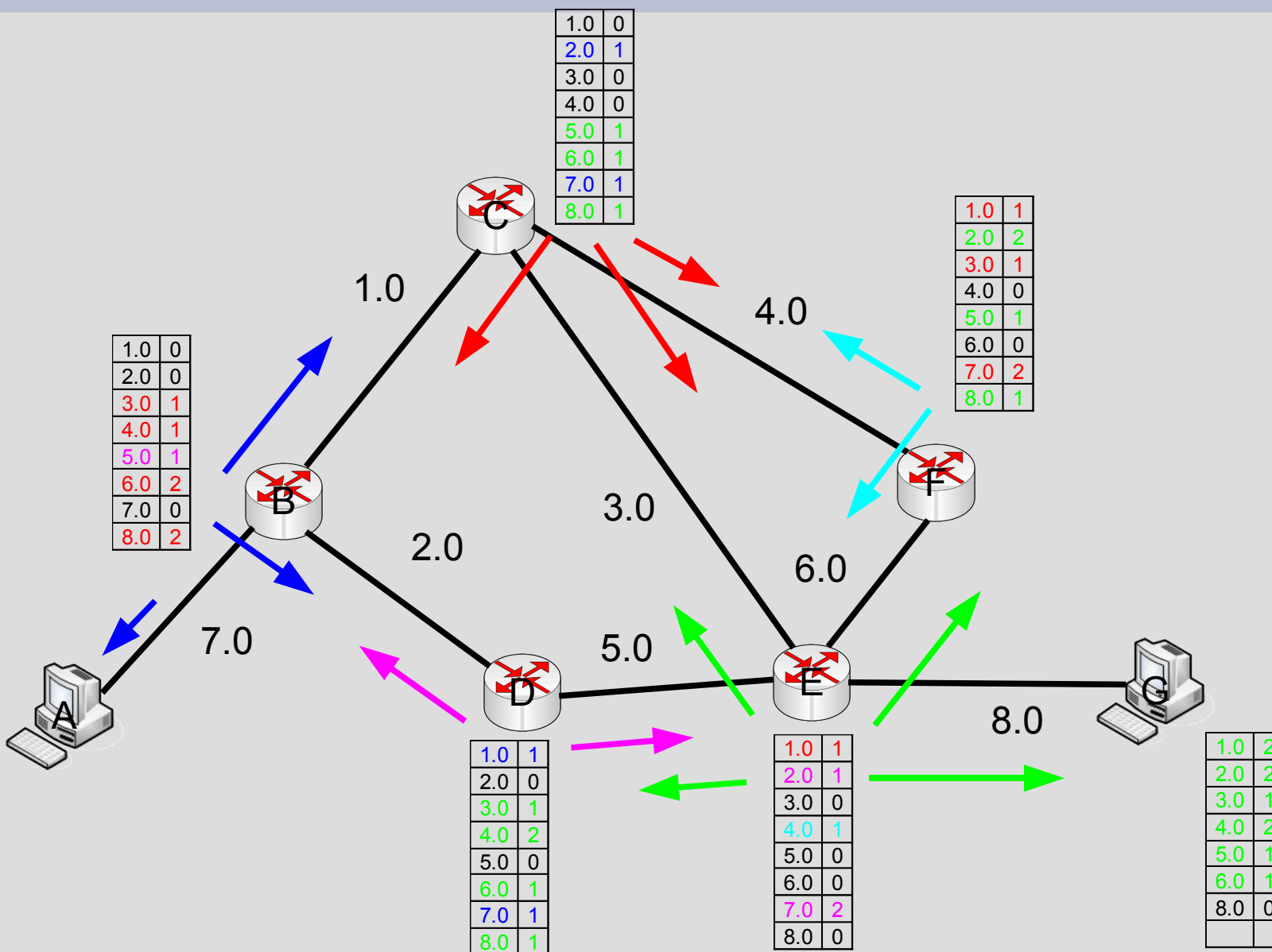
RIP výpočet



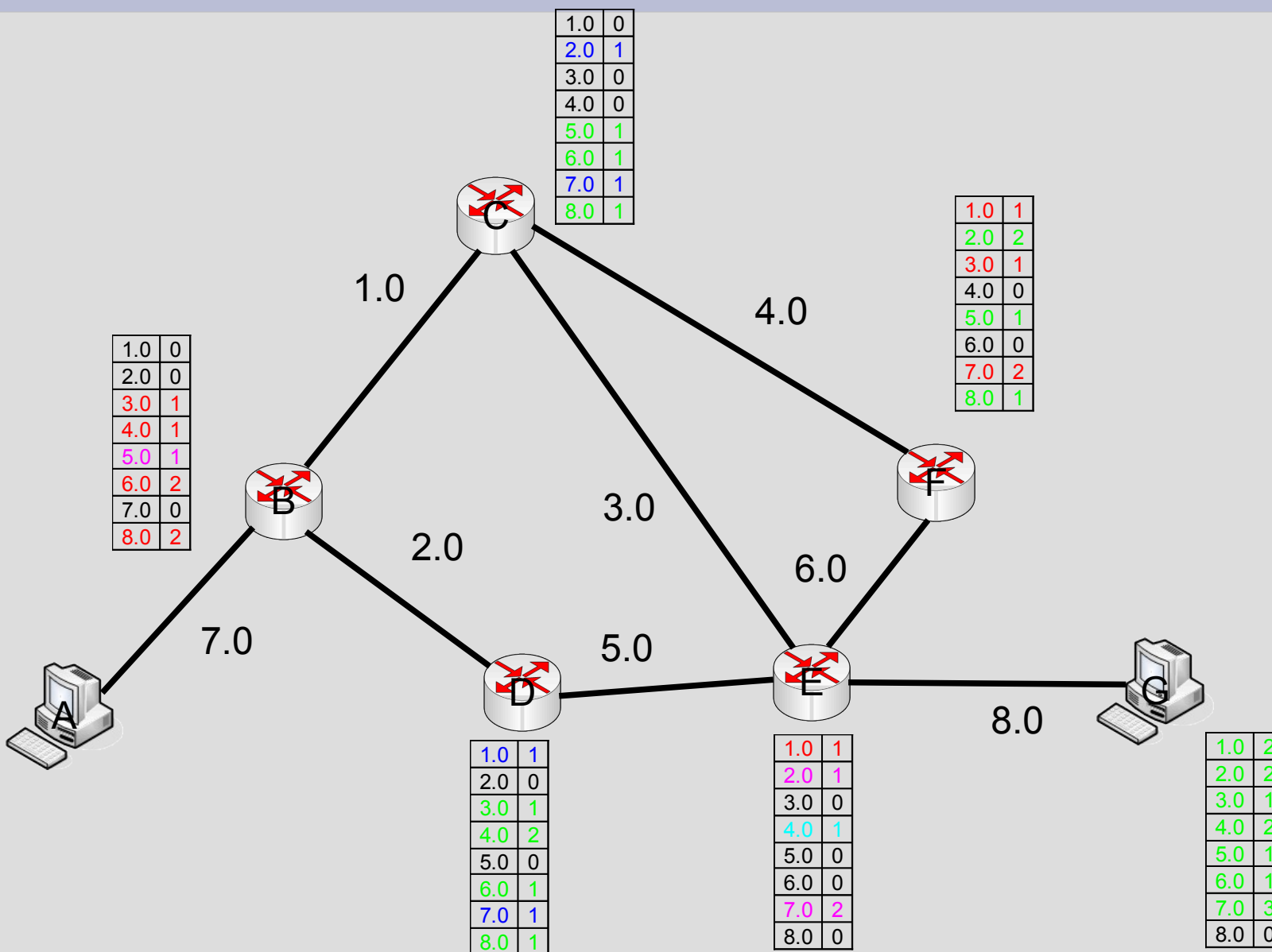
RIP výpočet



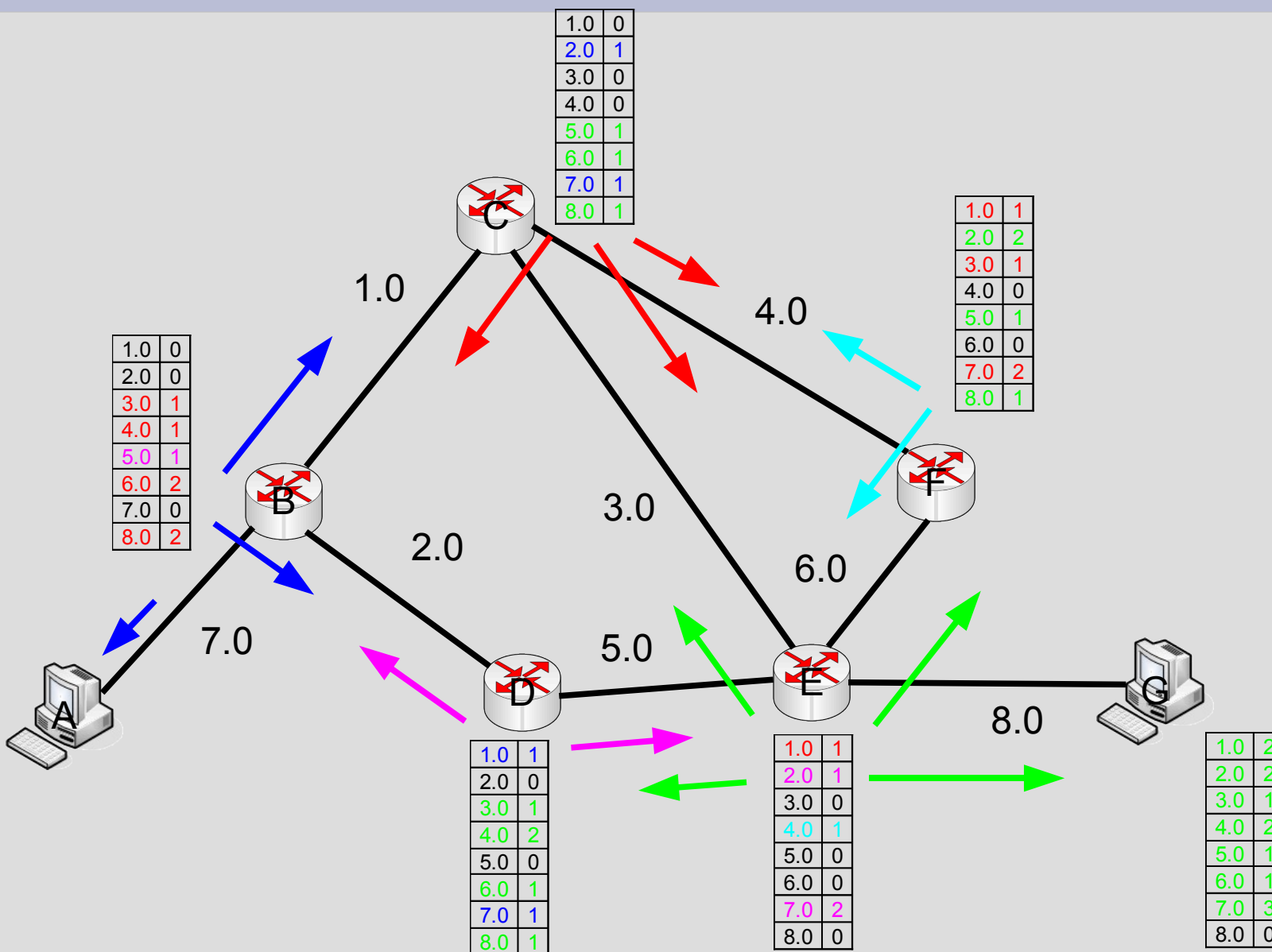
RIP výpočet



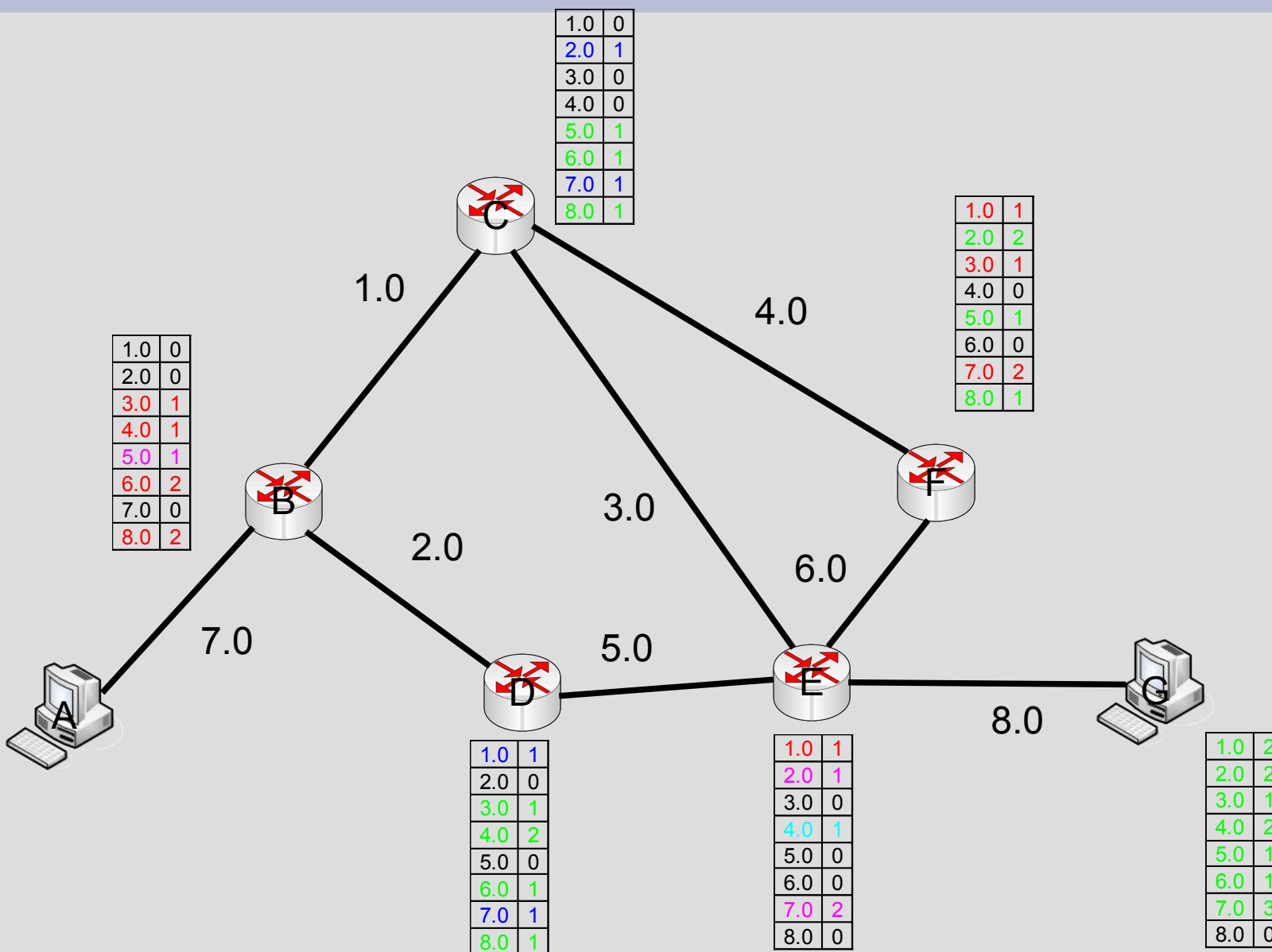
RIP výpočet



RIP výpočet



RIP výpočet



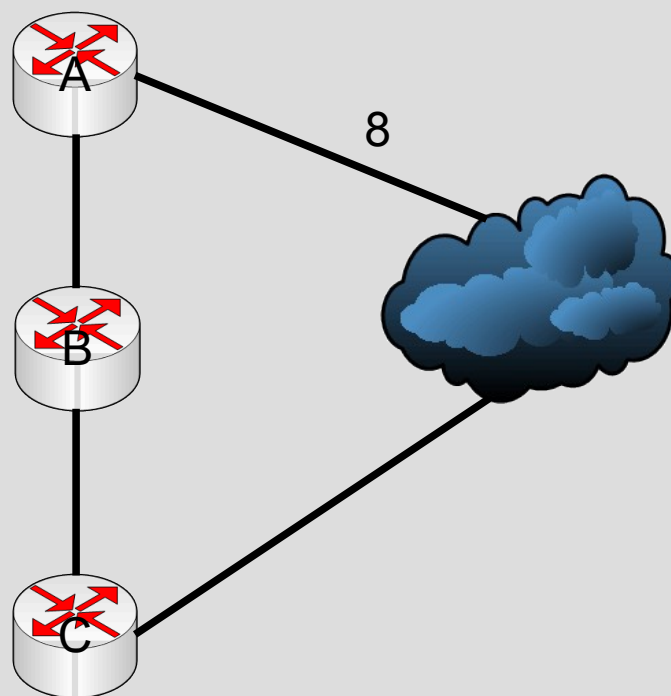
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	2	B

A	1	A
B	0	B
C	1	C

A	2	B
B	1	B
C	0	C



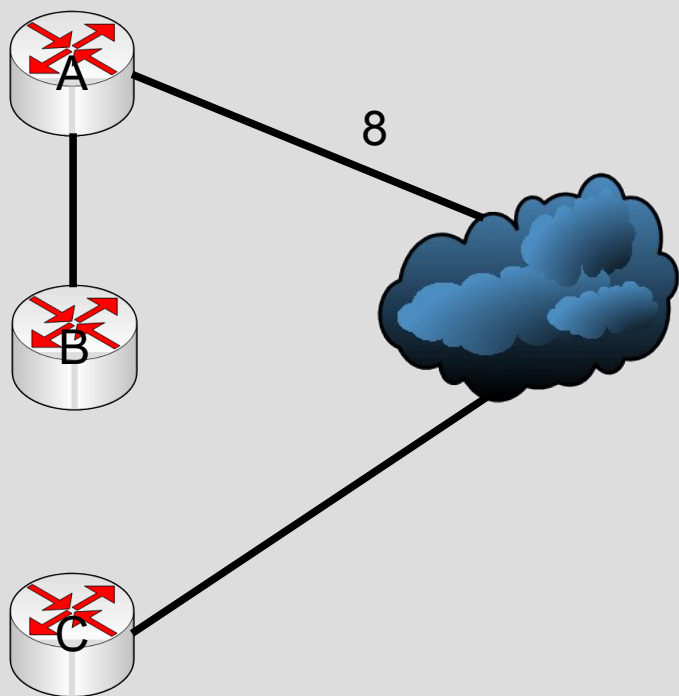
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	2	B

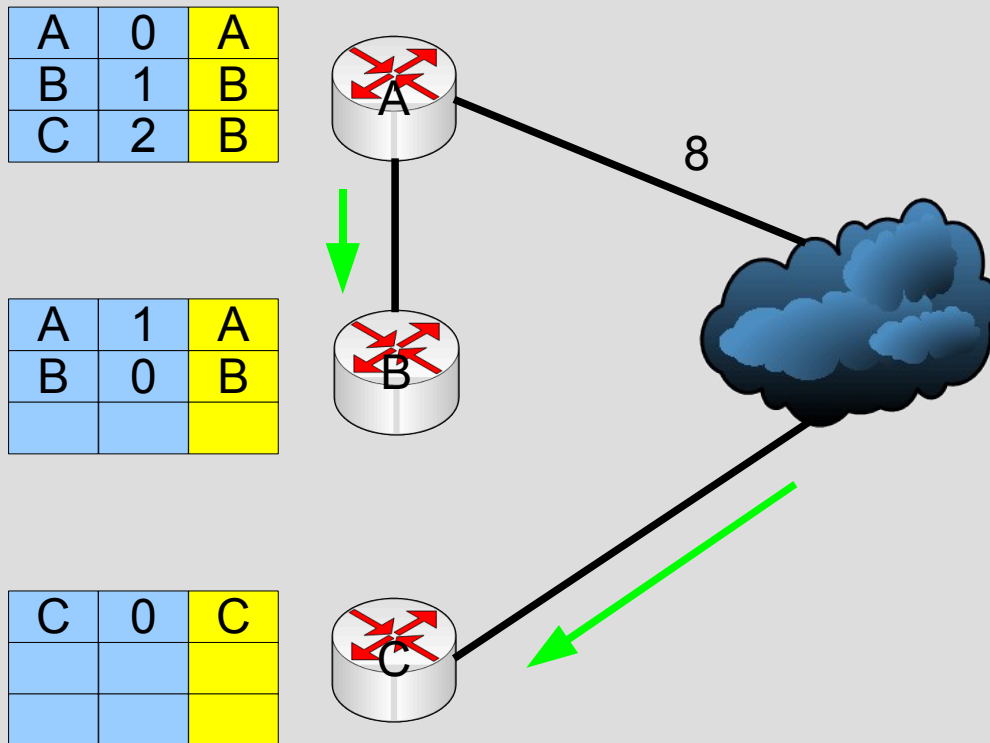
A	1	A
B	0	B
C	1	C

A	2	B
B	1	B
C	0	C



RIP

výpadek linky



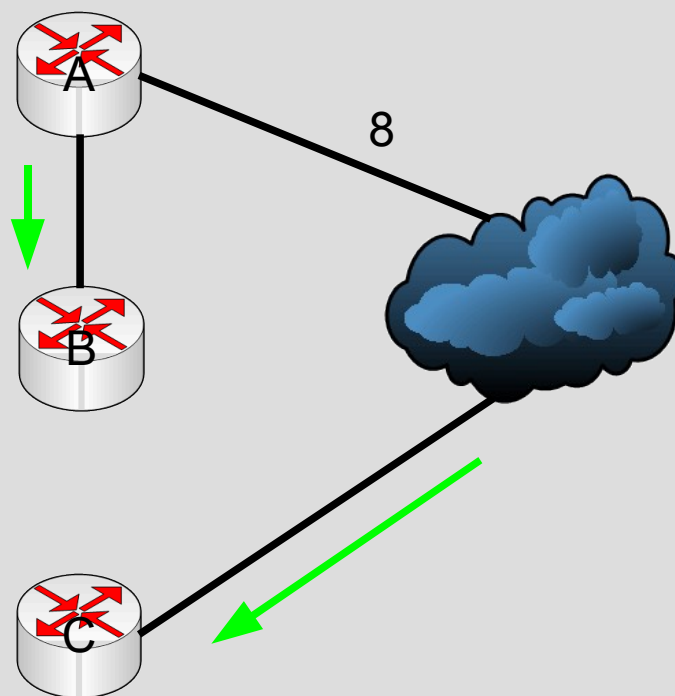
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	2	B

A	1	A
B	0	B
C	3	A

A	4	X
B	3	X
C	0	C



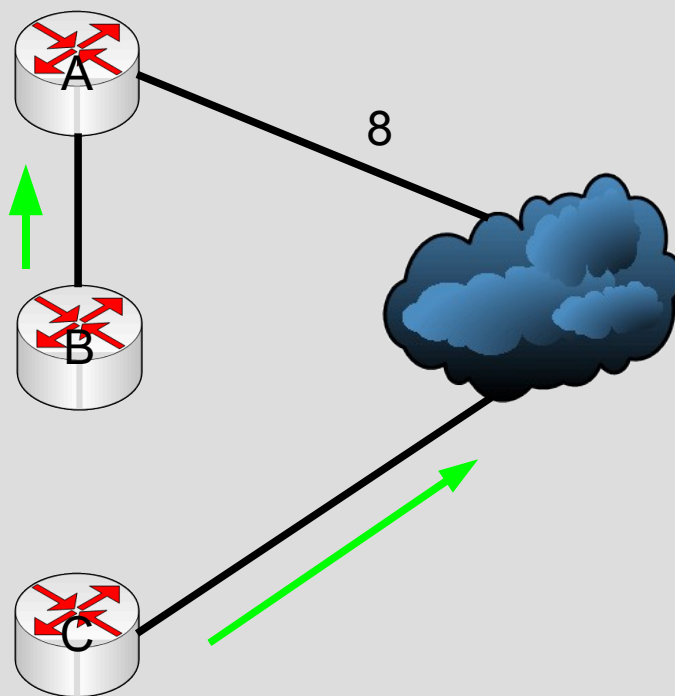
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	4	B

A	1	A
B	0	B
C	3	A

A	4	X
B	3	X
C	0	C



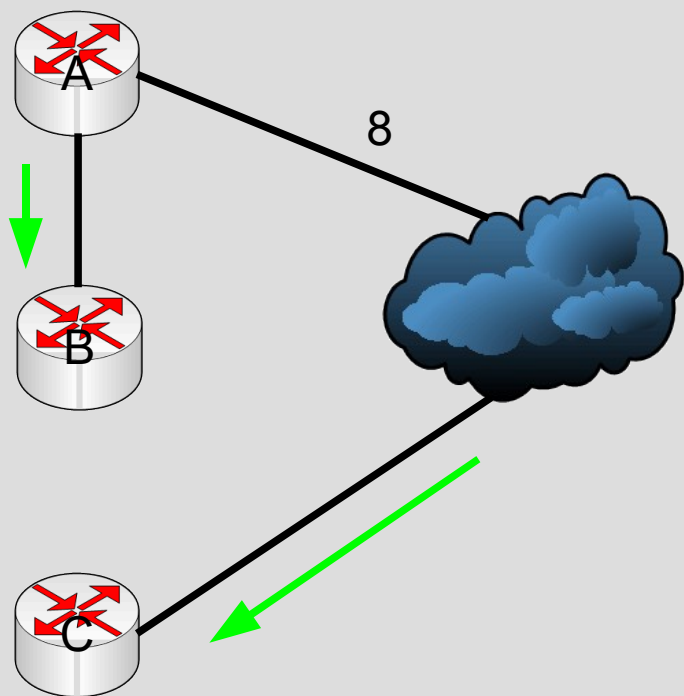
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	4	B

A	1	A
B	0	B
C	5	A

A	6	X
B	5	X
C	0	C



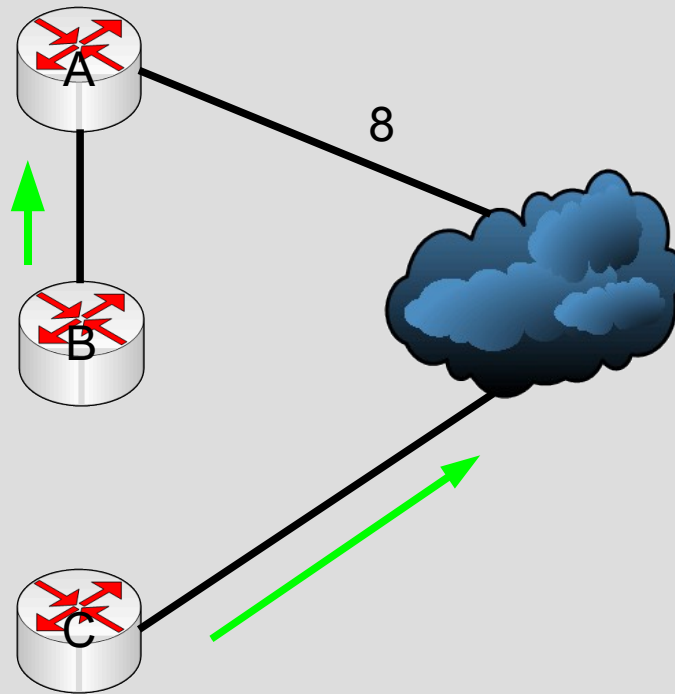
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	6	B

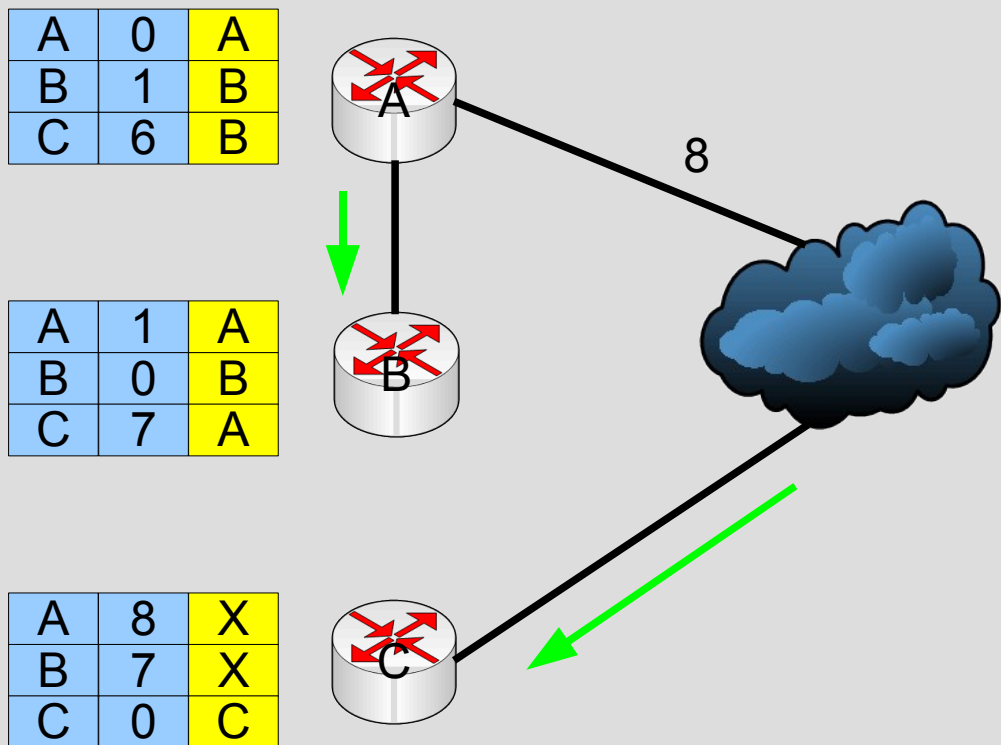
A	1	A
B	0	B
C	5	A

A	6	X
B	5	X
C	0	C



RIP

výpadek linky



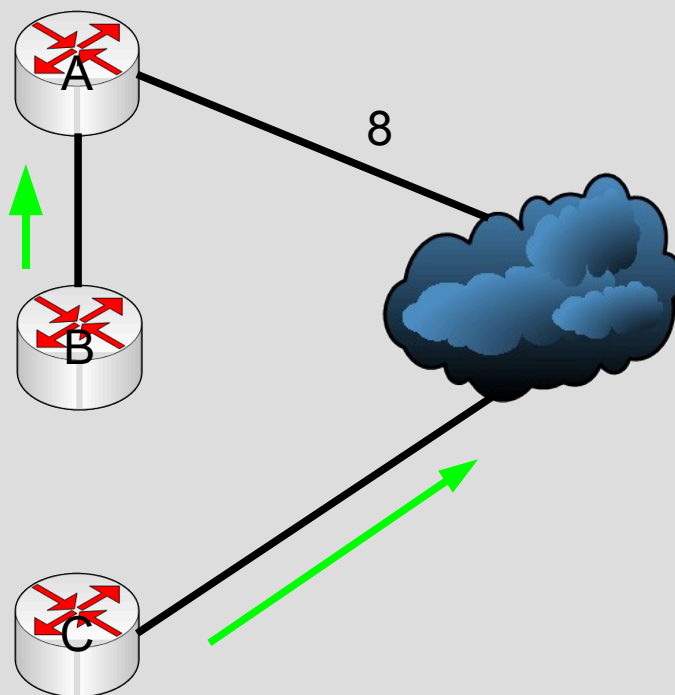
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	8	B

A	1	A
B	0	B
C	7	A

A	8	X
B	7	X
C	0	C



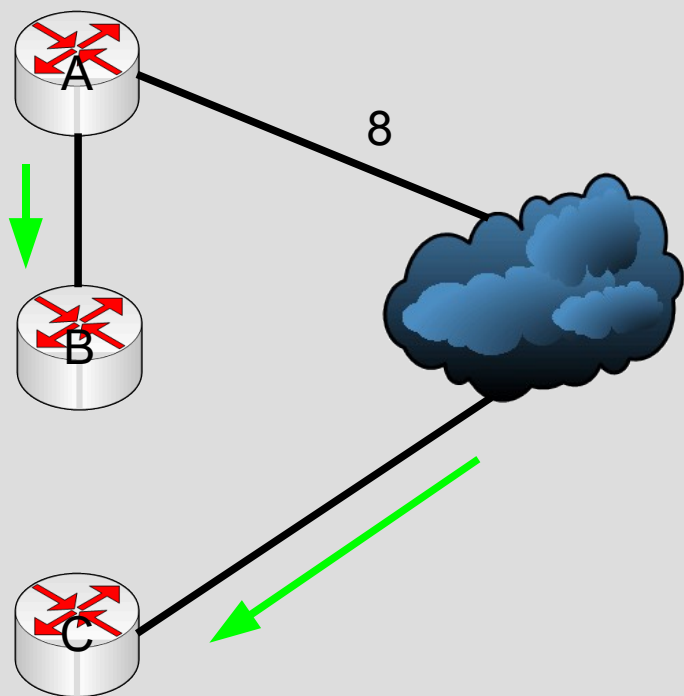
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	8	B

A	1	A
B	0	B
C	9	A

A	8	X
B	9	X
C	0	C



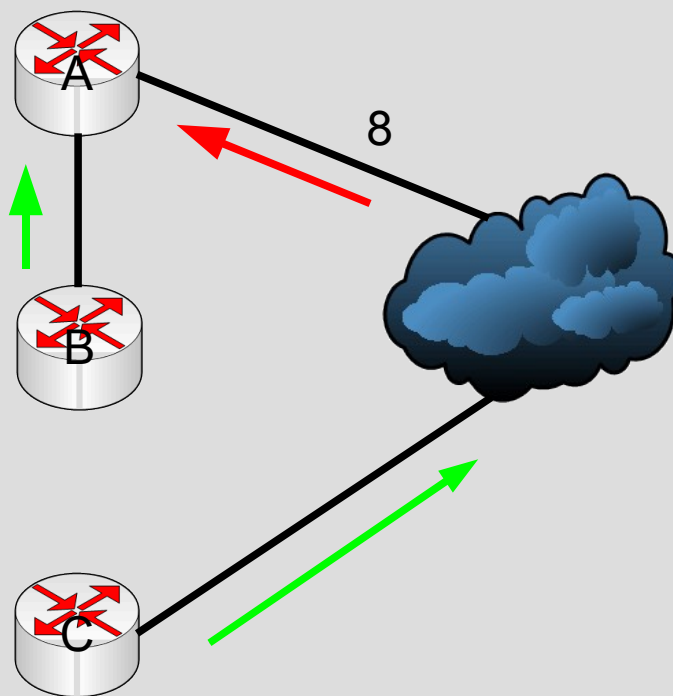
RIP

výpadek linky

A	0	A
B	1	B
C	8	Y

A	1	A
B	0	B
C	9	A

A	8	X
B	9	X
C	0	C



RIP výpadek

- definice nekonečna (16)
 - omezení maximálního průměru
- zrychlená konvergence
 - split horizon
 - pouze aktualizace získané z jiného uzlu
 - poison reverse
 - pouze aktualizace získané z jiného uzlu, jinak 16
- vyvolané aktualizace

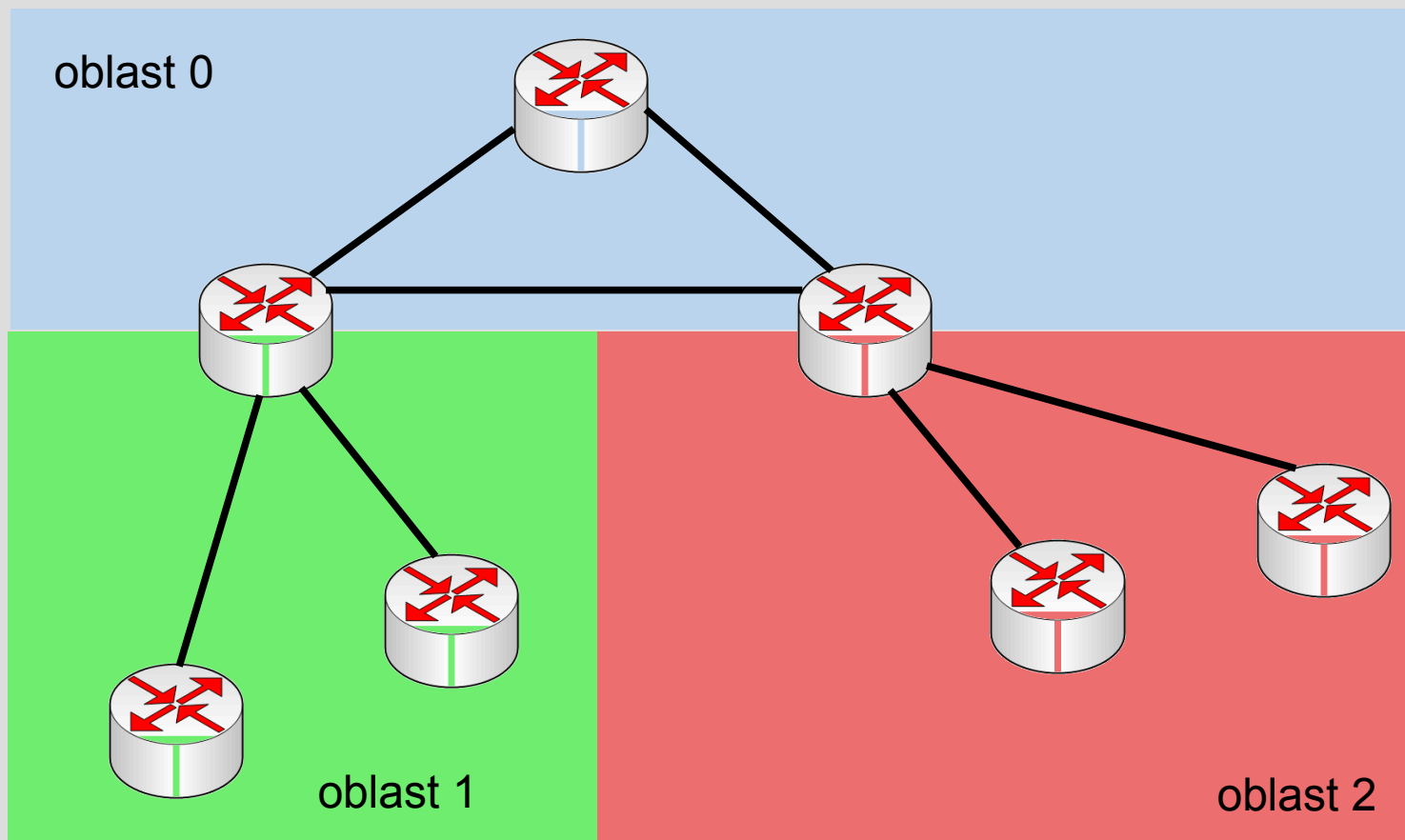
Link state algoritmy

- výměna změn sítě
- každý uzel má informace o síti
- pořadí paketů - číslování
- restart směrovače
 - nesmíme ignorovat zprávy
 - speciální číslo
- ověřování linek
- algoritmus výpočtu tabulek
 - Dijkstra
- rychlá konvergence
- nízké zatížení sítě
- OSPF

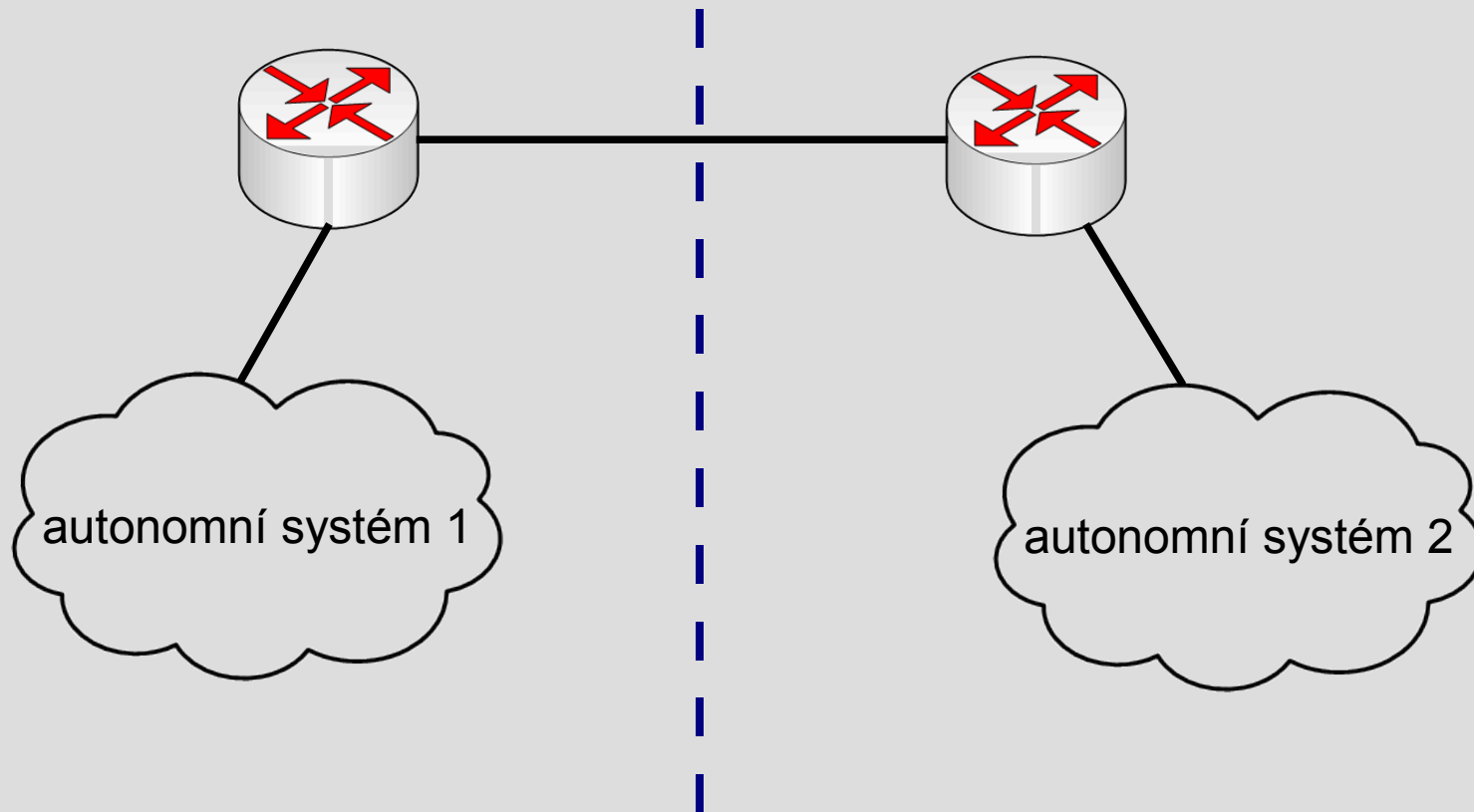
OSPF

- Open Shortest Path First, rfc2328
- rozdělení sítě na oblasti (area)
 - číslo oblasti (32b)
 - oblast 0 – páteř (backbone)
 - směrovače
 - interní
 - hraniční
 - páteřní
 - směrování
 - uvnitř oblasti
 - mezi oblastmi (vždy přes oblast 0)
 - propojení sítí
 - autonomní systém
 - hraniční směrovač autonomního systému
- autorizace
 - NONE, SIMPLE, MD5

OSPF oblasti



OSPF propojení sítí



OSPF zprávy

- LSA – link state advertisements
- jen ve své oblasti
 - interní – interní, hraniční
 - hraniční – interní, hraniční, páteřní – souhrnné cesty
 - páteřní – páteřní, hraniční – souhrnné cesty
- typy paketů
 - hello
 - testování a nastavení spojení
 - maska sítě, interval hello, interval death, susedi
 - popis databáze
 - popis databáze stavů linek (ne obsah databáze)
 - inicializace relace
 - požadavek stavu linky
 - vyžádání konkrétní části databáze stavů linek
 - aktualizace stavu linky
 - LSA o lince směrovače, LSA o síťové lince, souhrnné LSA do IP, souhrnné LSA do hraničního směrovače AS, LSA externích linek AS
 - potvrzení stavu linky
 - potvrzení příjmu paketu

OSPF metriky

- automatické
 - automaticky vypočtené směrovači
 - nemusí být implementovány
 - mohou se dynamicky měnit
 - cena = $100\,000\,000 / \text{šířka pásma [bps]}$
- implicitní
 - v celé síti stejné
 - vhodné pro homogenní prostředí
- manuální
 - pevně nastavené
- ve výpočtu se nerozlišují

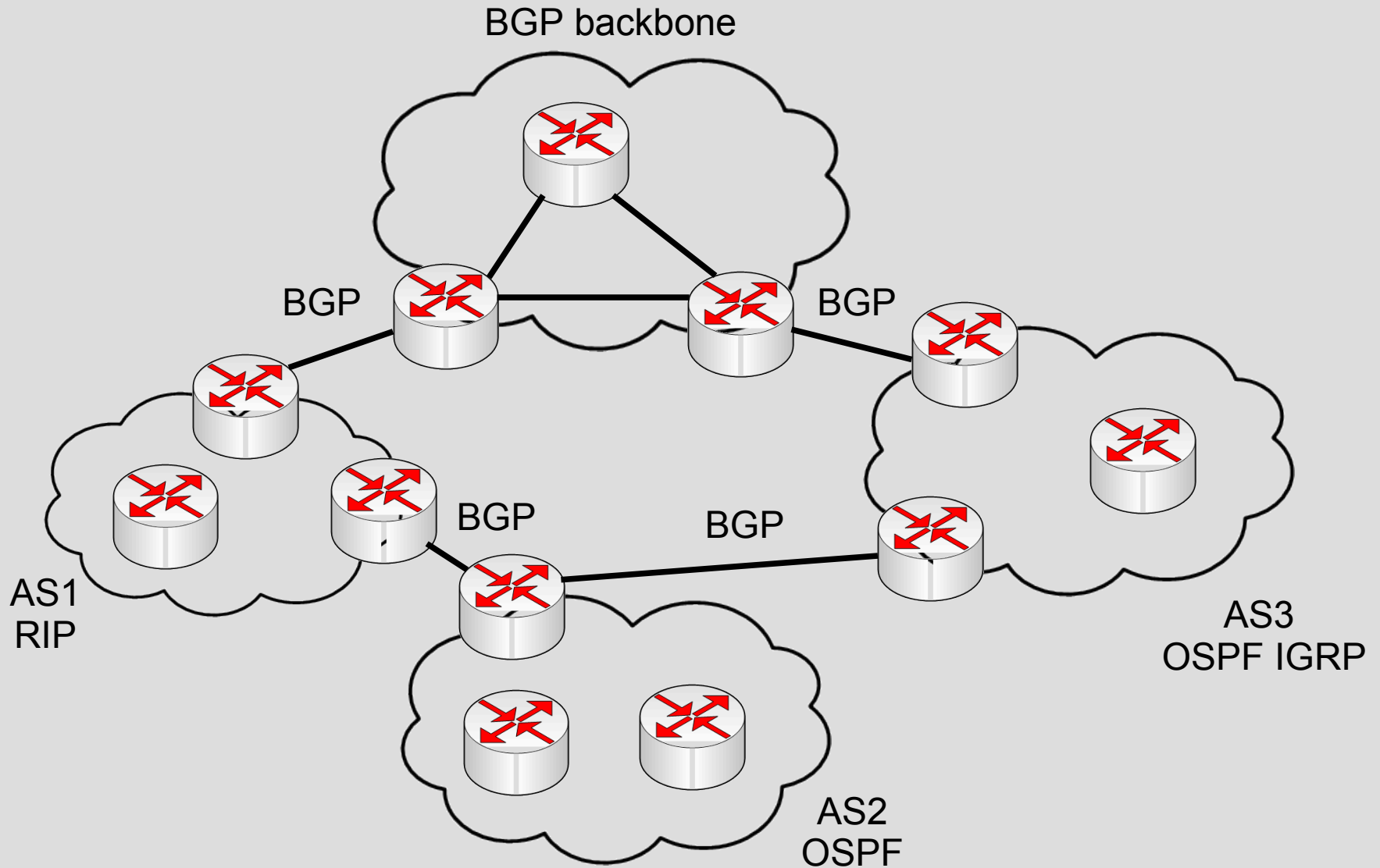
Exterior algoritmy

- směrování v páteři Internetu
- výměna informací mezi autonomními systémy
- předpoklad různých směrovacích algoritmů
- směrovací politika
 - kdo komu platí
- agregace
 - slučování adres (i IGP)
- redistribuce
 - propagace informací z jiného protokolu
- EGP, BGP

BGP

- Border Gateway Protocol, rfc4271
- směrování a řízení provozu mezi AS
- přidělování jednoznačných identifikátorů AS
- distance vector algoritmus
- směrovače spojeny pomocí TCP
- přenos inkrementálních změn v tabulkách
- slouží i k připojení zákazníků s více cestami do Internetu

BGP



a co
IGRP, EIGRP
bezpečnost
formáty paketů

...
?