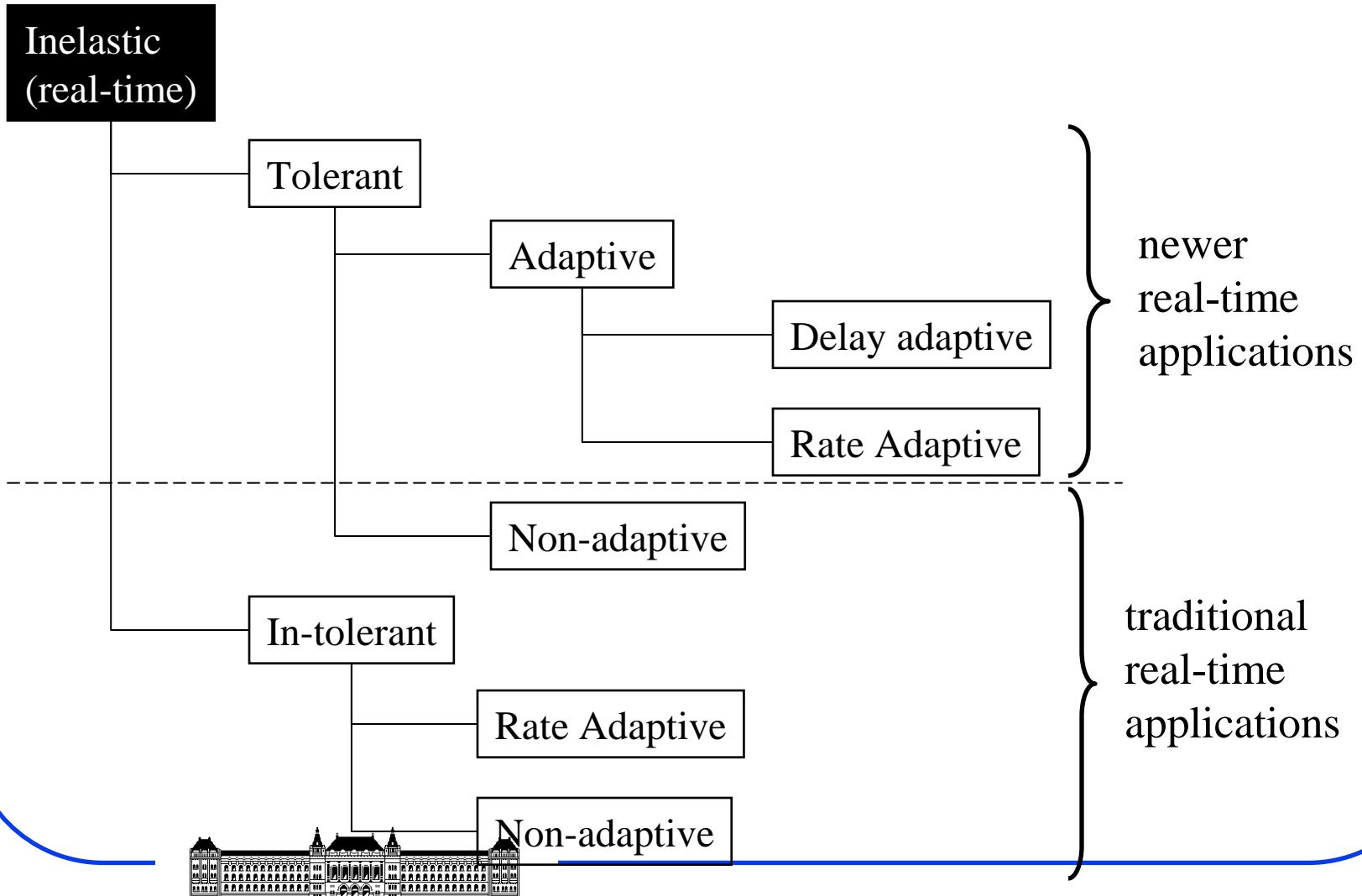


# IP hálózatok

- **Minőségi szolgáltatást nyújtó IP hálózat motivációja**
- IntServ (Integrated Service Architecture)
- DiffServ (Differentiated Service Architecture)



# Valós idejű alkalmazások



# Példák

- Streaming voice:
  - not interactive
  - end-to-end delay not important
  - end-to-end jitter not important
  - data rate and loss very important
- Real-time voice:
  - person-to-person
  - interactive
- Important to control:
  - end-to-end delay
  - end-to-end jitter
  - end-to-end loss
  - end-to-end data rate



# Forgalom kölcsönhatásai

- Különböző alkalmazások:
  - forgalmi karakterisztika
  - időzési követelmények
- Router-ekben a FCFS kiszolgálási elv:
  - alkalmazási követelmények felismerése
  - alkalmazások forgalmáinak megkülönböztetése
- Azonos út minden fajta forgalom számára

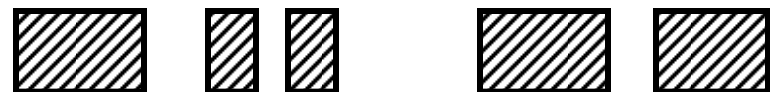
real-time audio



FTP



WWW

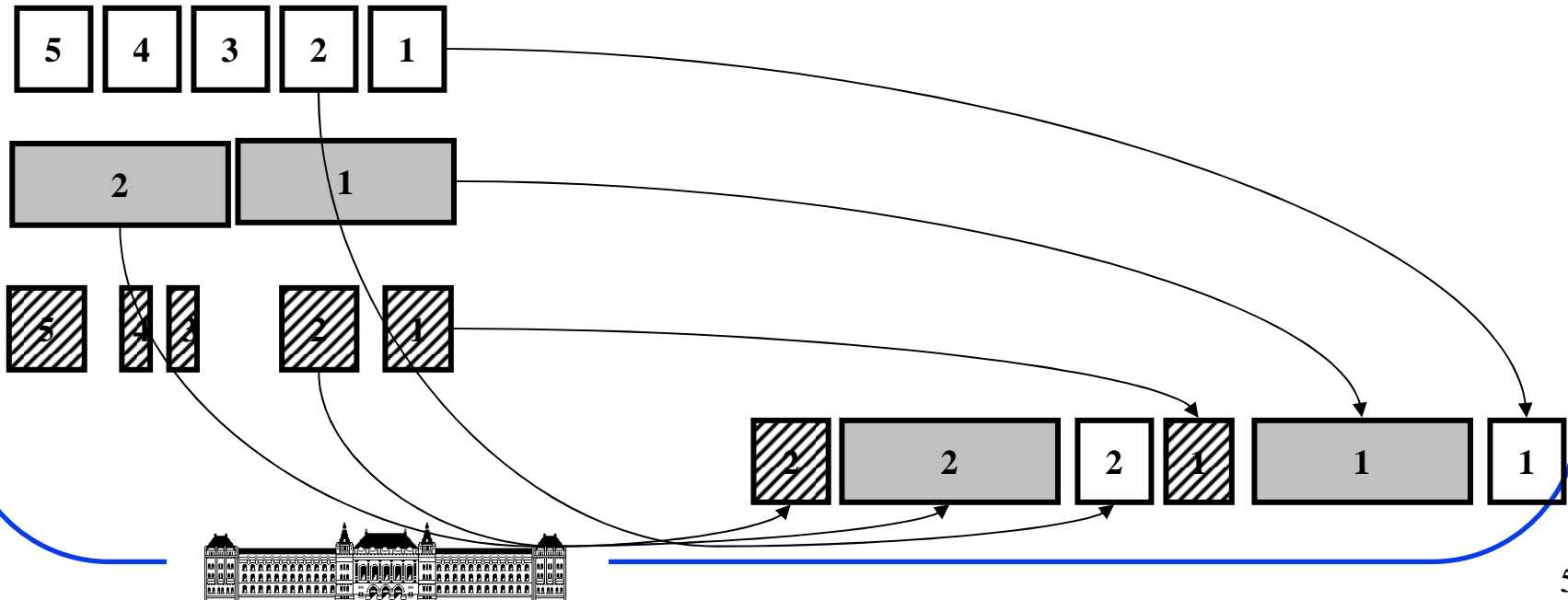


time →



# Forgalom kölcsönhatásai

- Router:
  - 3 bemenő interfész: round-robin kiszolgálási elv
  - 1 egy kimenő interfész (1 output puffer)



# IP probléma

- Adatátvitel:
  - datagramok: egyedi csomagok
  - nincs folyamszintű kezelés (**flows**)
  - összeköttetés mentes: nincs jelzés
- Kapcsolás és továbbítás a router-ekben
  - datagramonkénti routing tábla keresése
  - csomagszintű osztályozás nincs
- Routing:
  - **dinamikus routing**
  - nincs rögzített út → nincs rögzített QoS



# IP probléma

- **Ütemezés**
  - FCFS (first come, first serve)
  - forgalom típus ellenőrzés
- **Nincs prioritás:**
  - IPv4 ToS nincs kihasználva
- (QoS: pricing?)



# IntServ (Integrated Service Architecture)





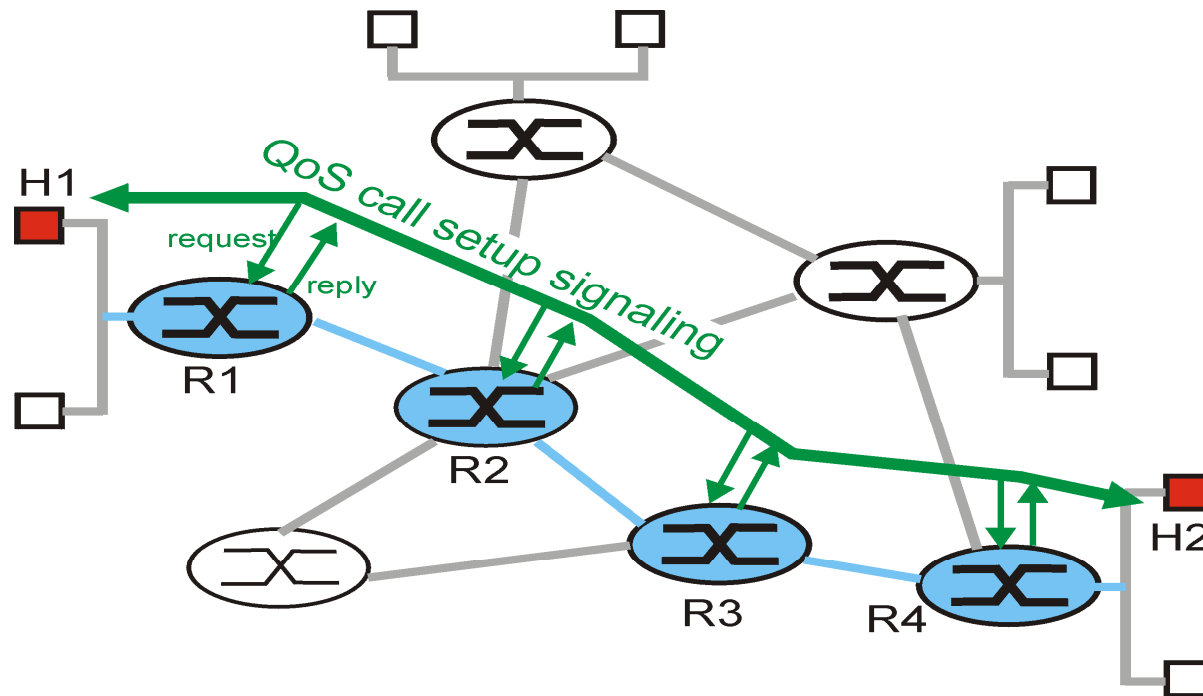
## IntServ (Integrated Service Architecture)

- Szolgáltatási modell a folyamok (flow) számára QoS-t biztosítja
- Router, amely a szolgáltatási modell megvalósítását teszi lehetővé
  - hívás-engedélyezés
  - ütemezés
  - puffer menedzsment
- RSVP (Resource Reservation Protocol) jelzési protokoll: erőforrás lefoglalásához



# IntServ

- An architecture for providing QoS guarantees in IP networks for individual application sessions
- relies on resource reservation, and routers need to maintain state info, maintaining records of allocated resources and responding to new Call setup requests on that basis



## Folyam leíró (flow)

- Filterspec: folyam egyértelmű azonosítása
  - forrás (IP cím)
  - cél (IP cím)
  - IPv4
    - forrás portszám
    - cél portszám
  - IPv6 flow number
  - protokoll (pl. TCP, UDP)
- Flowspec
  - Tspec (Traffic Specification)
  - Rspec (Service Request Specification)



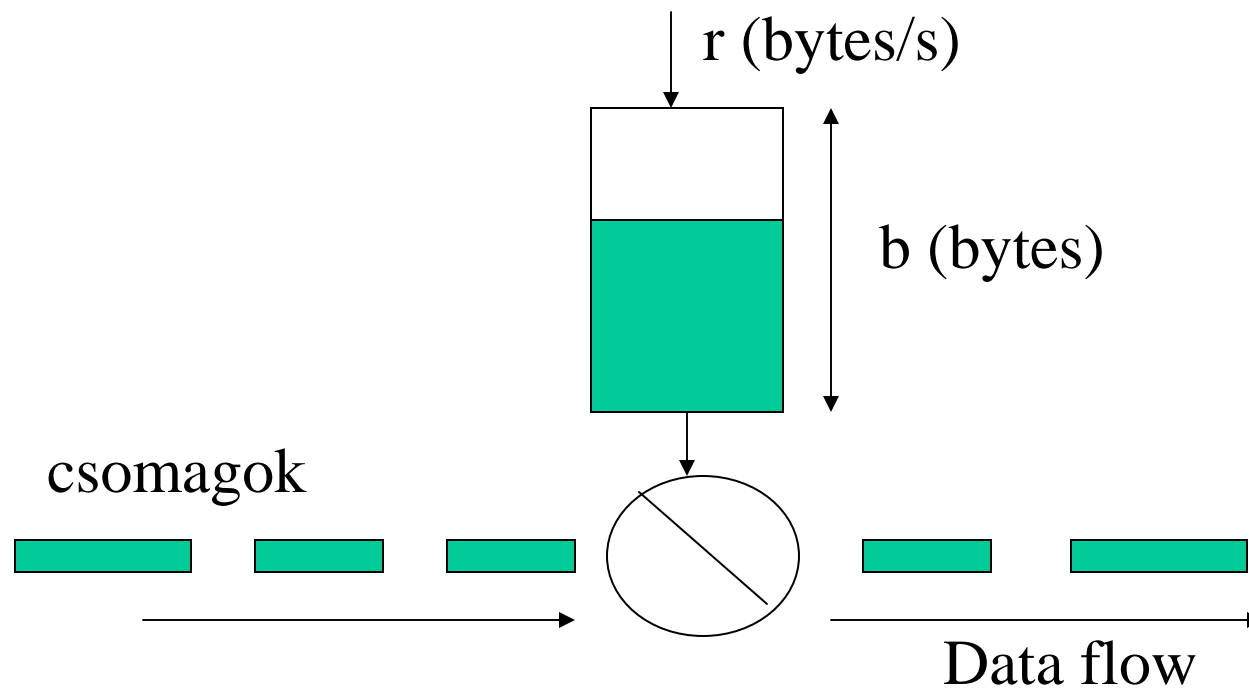
## Tspec

- $p$  (csúcs bitsebesség) bytes/s
- $b$  („maximális borsztméret”) bytes
- $r$  („átlagos bitsebesség”) bytes/s
- $m$  (minimum policed unit) bytes
- $M$  (maximum transfer unit) bytes (MTU)
- az adat mennyisége az  $T$  időszak alatt  
 $\max. rT+b$



# Tspec

- Traffic Specification: token bucket, lyukas vödör



# Rspec

- Rspec (Service Request Specification)
  - R sávszélesség, kiszolgálási intenzitás (bytes/s)
  - S slack term (ms)



# IntServ szolgálati modellje

- Garantált szolgáltatás:
  - maximum vég-vég késleltetés (determinisztikus korlát)
  - csomagvesztés 0
  - pl. videó, audió alkalmazások
  - Forgalomfelügyelet (policing)
    - Tspec-vel kompatibilis
    - belépési pont (ingress)
    - nem konformant csomagok jelölése a best-effort csomagokként



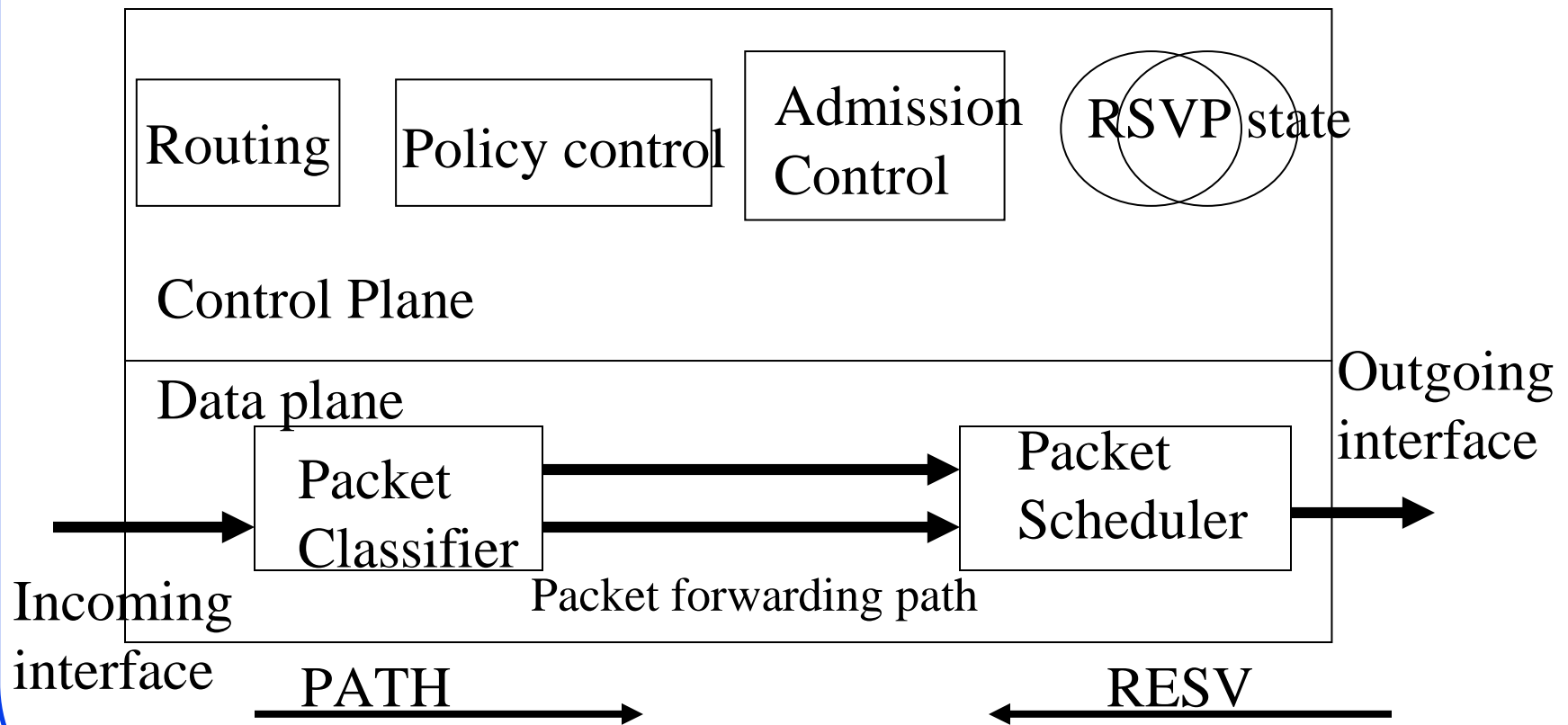
# IntServ szolgálati modellje

- Controlled load
  - torlódás-érzékeny alkalmazás támogatása
  - a szolgáltatási szint nem csökkent, ha a forgalom nő
  - best-effort szolgáltatási szint a kis terhelés esetén
    - a csomag nagy valószínűséggel sértetlenül érkezik a célhoz.
  - nem determinisztikus a szolgáltatási küszöb
    - késleltetés
  - Tspec

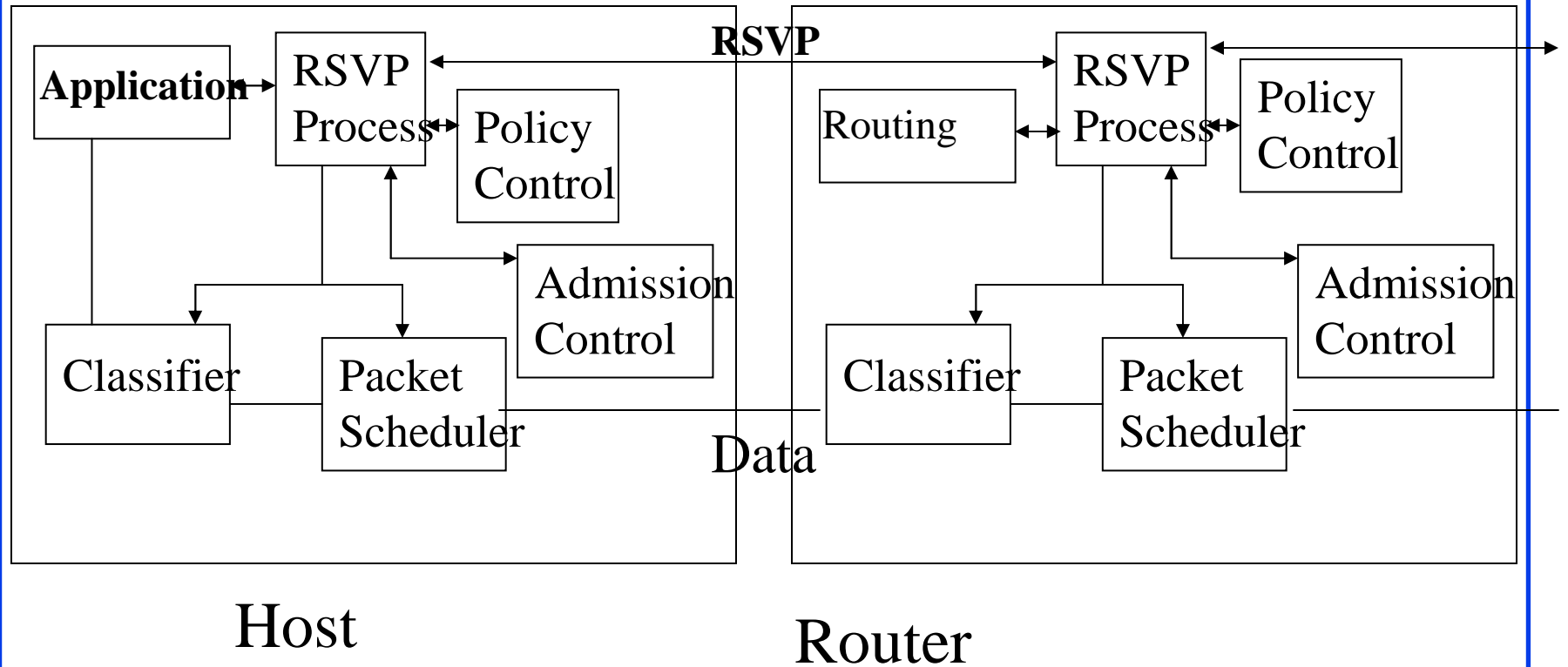




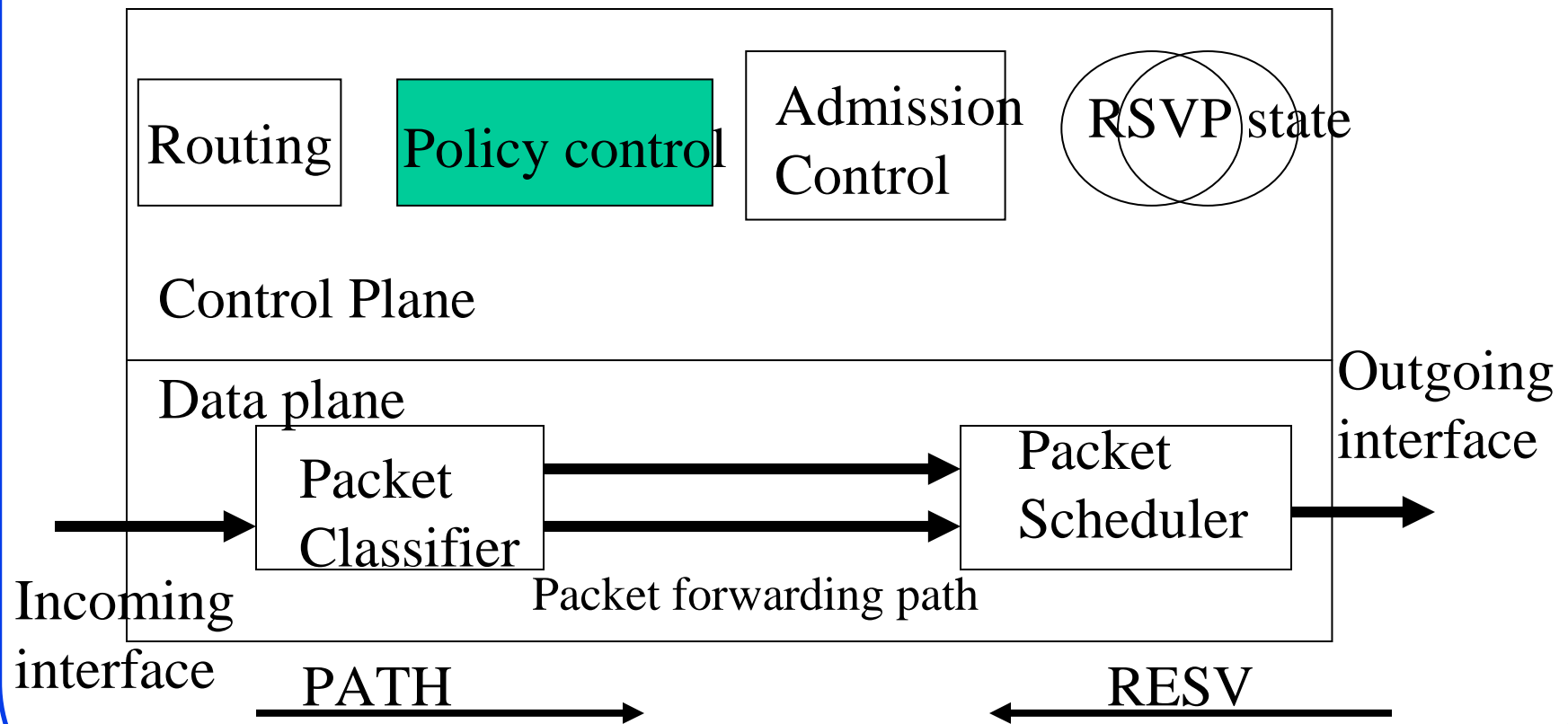
# IntServ elemei: router architektúra



# IntServ router és hoszt kapcsolata



# IntServ elemei: router architektúra

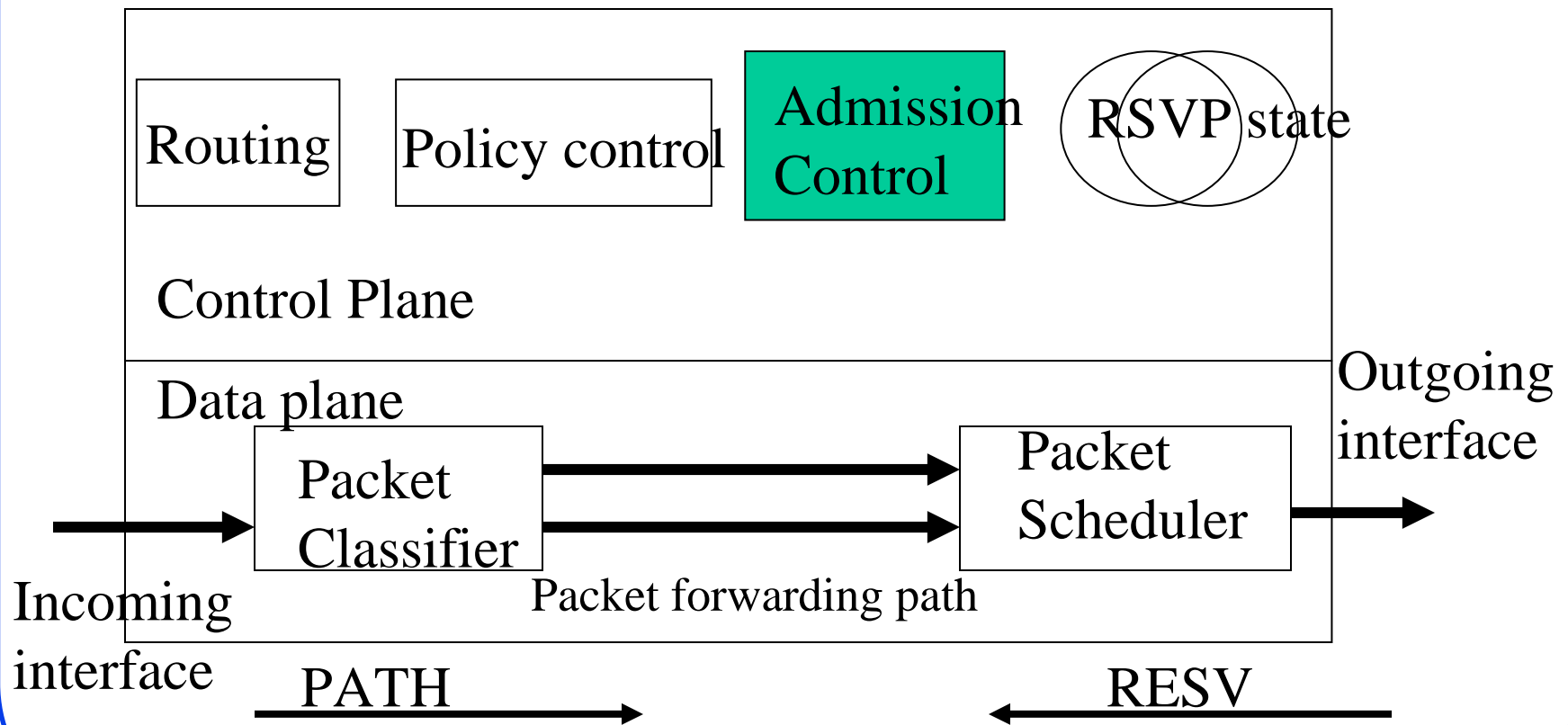


# Policy control

- csomagként figyeli a szolgálat-minőség tartását
- adminisztratív célok
  - előfizető azonosítása: ki jogosult a minőségi szolgáltatásra
  - számlázási funkciók támogatása



# IntServ elemei: router architektúra

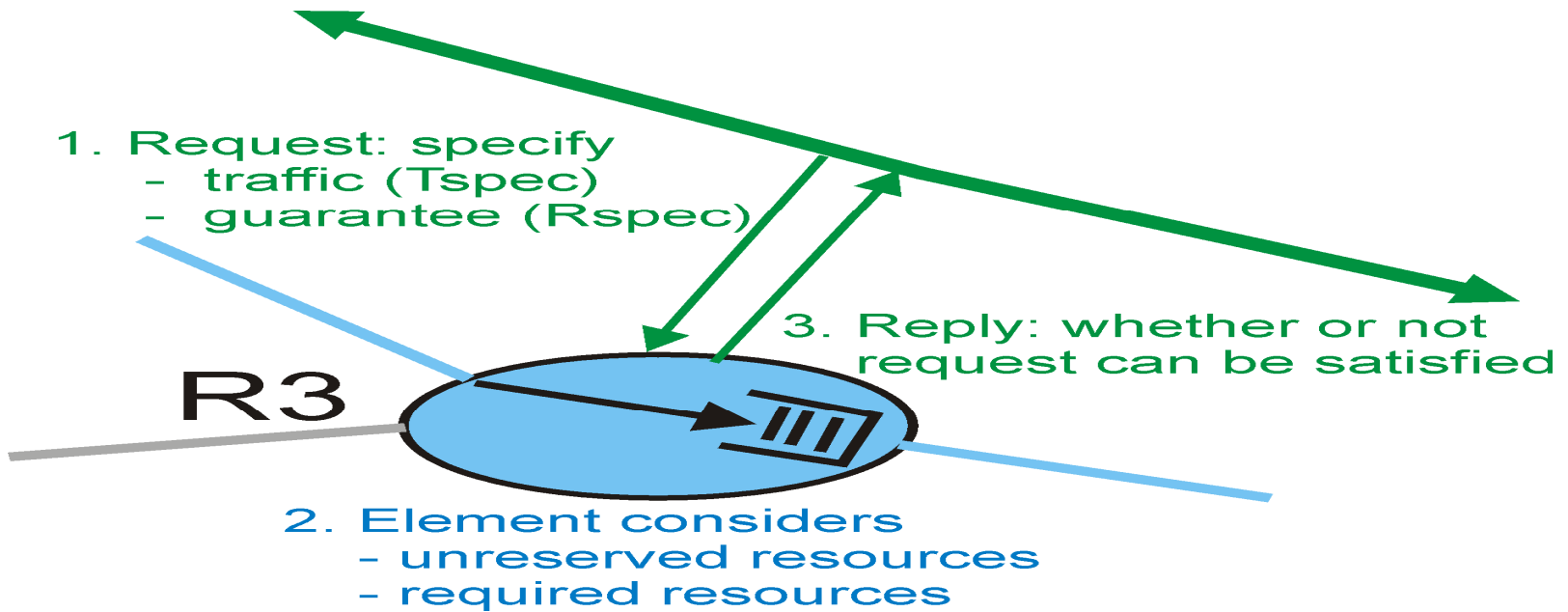


# Hívás-engedélyezés

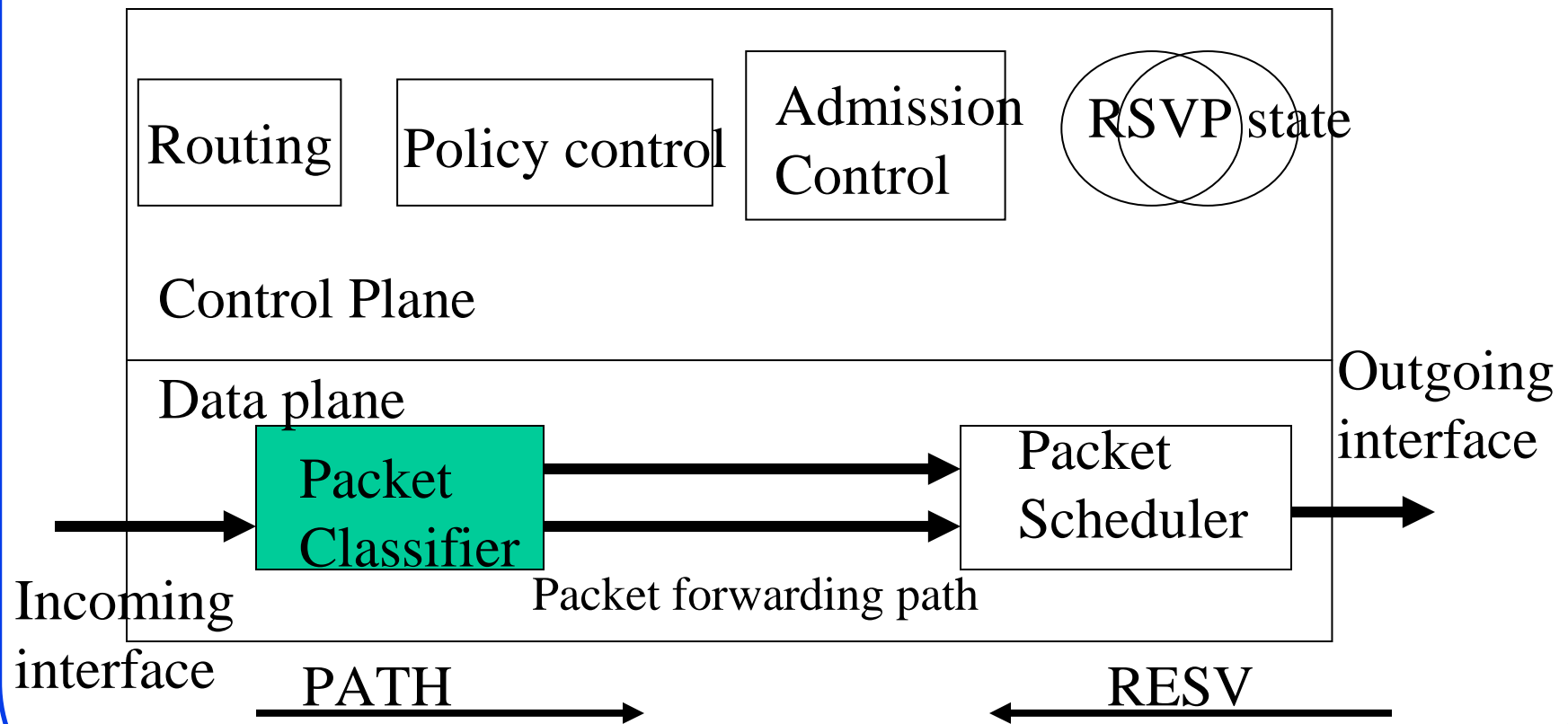
- QoS minőség és forgalom jellemzőinek közlése a hálózattal
  - **R-spec**: QOS minőség specifikálása
  - **T-spec**: forgalom specifikálása
- RSVP protokoll segítségével R-spec és T-spec továbbítása a routerekhez
- döntés arra vonatkozóan, hogy a hálózatban van-e elég forrás (sávszélesség) az igényelt minőség kiszolgálásához
- nincs elég sávszélesség, a folyam elfogadása veszélyezteti a meglévőket, így el kell utasítani
- elfogadás esetén a csomag osztályozóban és az és az ütemezőben a folyamnak megfelelő állapot kerül rögzítésre
  - hívás-engedélyezés az egész út minden router-énél



# Hívás-engedélyezés



# IntServ elemei: router architektúra



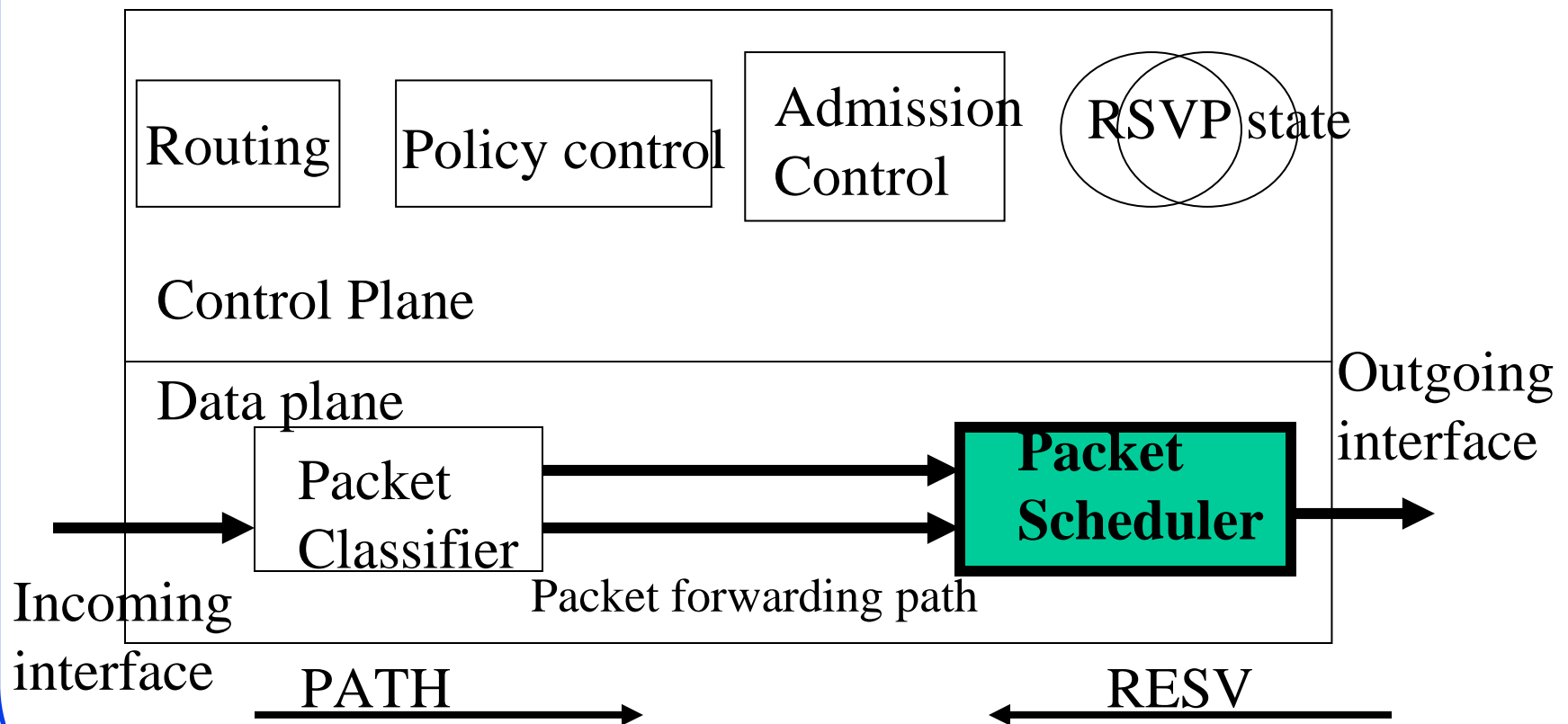


# Packet classifier

- IP folyamatok azonosítása és hozzárendelése a megfelelő szolgálati osztályhoz
- azonos osztályhoz tartozók azonos szolgáltatási szintet kapnak az ütemezőtől
- osztály
  - a folyamatok egy halmaza
  - egyetlen folyamat
- WFQ, Weighted Random Early Detection



# IntServ elemei: router architektúra



# Packet scheduler

- csomagok továbbításának kezelése a szolgáltatás osztálynak megfelelően
- puffer menedzsment
- ütemezési algoritmus
- forgalomformázás illetve felügyelet
- 2. (link) rétegnél, kártya driver
- Class Based Queueing, WFQ, Weighted Random Early Detection



## IntServ elemei: RSVP

- RSVP üzenetek UDP protokollt használnak
- PATH üzenet
  - Phop
  - Sender template: filterspec
  - Sender Tspec
  - Adspec
- Resv üzenetet a fogadó küldi
- PathErr, ResErr



# RSVP üzenetek

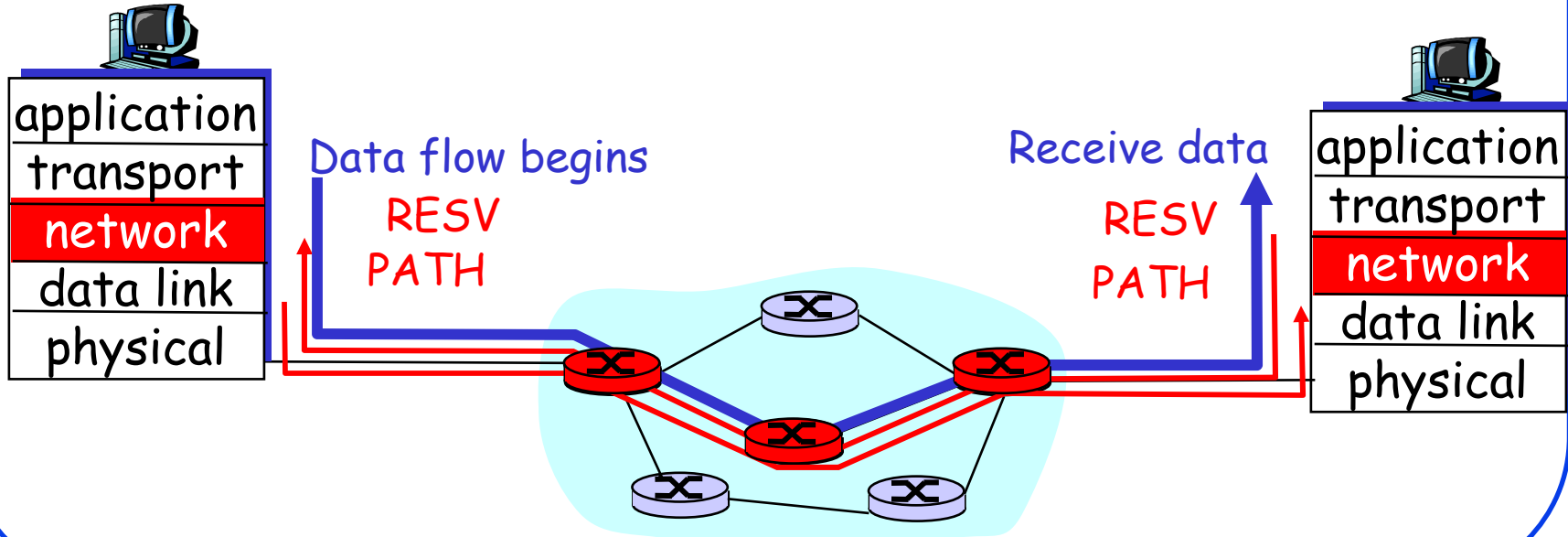
0

31

Version	Flags	Message Type	RSVP checksum
Send TTL	Reserved		RSVP Length
Length	Class number		C- Type
Object contents			



# RSVP



## RSVP üzenet feldolgozása a router-nél

- Path üzenet érkezésekor
  - hiba ellenőrzés (érvényes?), hiba esetén PathErr küldése
  - küldő számára fenntartott “path” állapot frissítése illetve létrehozása
    - Sender Tspec
    - cím
    - Phop
    - Adspec
  - időzítés (cleanup timer) beállítása (“Soft-state” állapot törlése egy meghatározott idő után)



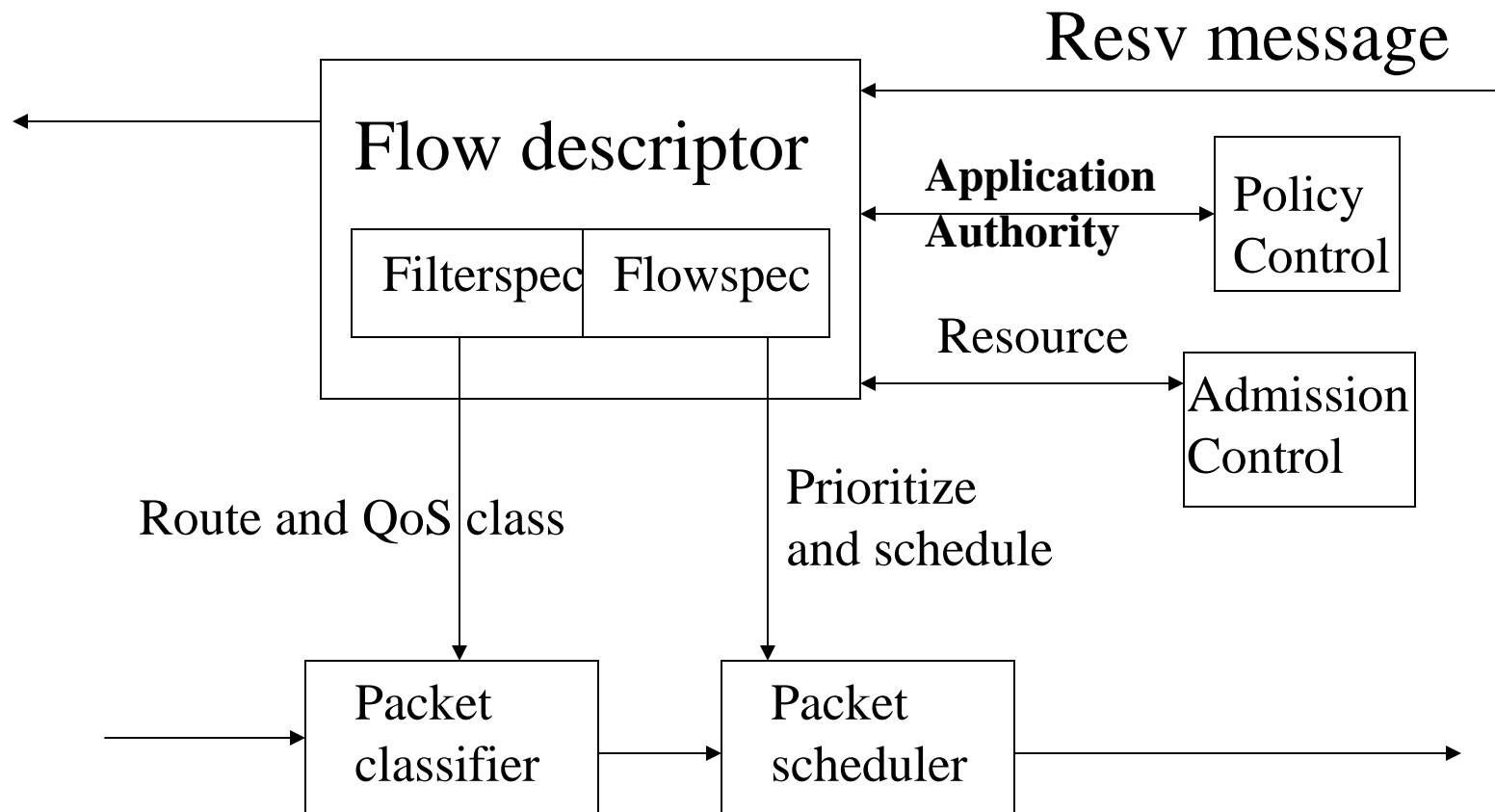
## RSVP üzenet feldolgozása a routernél

- Path üzenet generálása és továbbítása a tárolt állapotok alapján meghatározott időközönként (<<cleanup timer)
  - sávszélesség veszteség
- Információk frissítése
  - Adspec
  - Phop
- PathTear:
  - azonnal el kell küldeni a kommunikáció befejezésekor (gentlemen's agreement, illetve számlázás)





# RSVP működése



## OPWA (One Pass With Advertising)

- Fogadó a PATH alapján
  - Tspec:  $r, b, p, m$
  - Adspec: minimum latency,  $C_{tot}$ ,  $D_{tot}$ , path bandwidth
- $Q(req)$  meghatározása
- $R$  érték meghatározása



# Adspec

- Router-ek használják az út karakterisztikái hirdetésére illetve megismertetésére
- fogadó oldalon feldolgozása és döntése, hogy érdemes-e elindítani a QoS kérést
- Általános paraméterek (Default General Parameters)
- Guaranteed Service fragment
- Controlled-Load Service fragment



# Multicast támogatása

- Multicast alkalmazások jellemzői
  - nagy mennyiségű forgalom
  - a multicast csoport népsége (membership) változik
  - réteg kódolás alkalmazása (pl. videó folyam az alap komponensből és hozzáadott értékű komponensből áll)
  - multicast fa építése a routing feladata

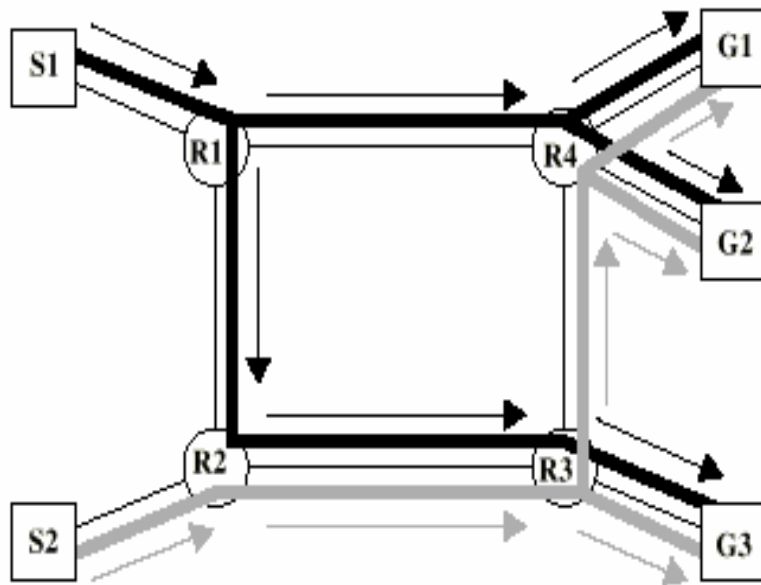


# Multicast támogatása

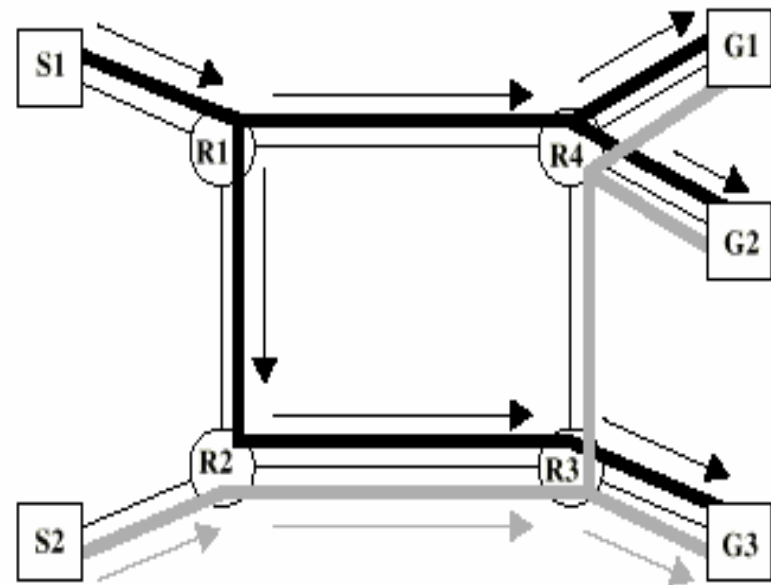
- Követelmények az erőforrások lefoglalásához
  - fogadó dönthessen a foglalás mértékéről
    - részleges lefoglalás (alap videó folyam)
    - egy csoporton belül a foglalás mértéke különböző lehet
  - a résztvevők változása miatt dinamikus foglalás
  - multicast fa közös szakaszainak figyelembevétele
  - küldő választása



# Multicast alkalmazás támogatása



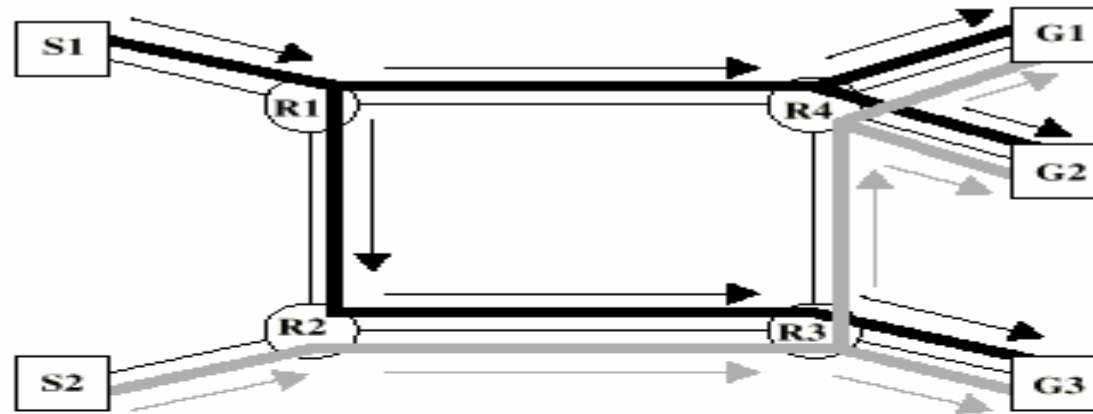
(a) Data distribution to a multicast group



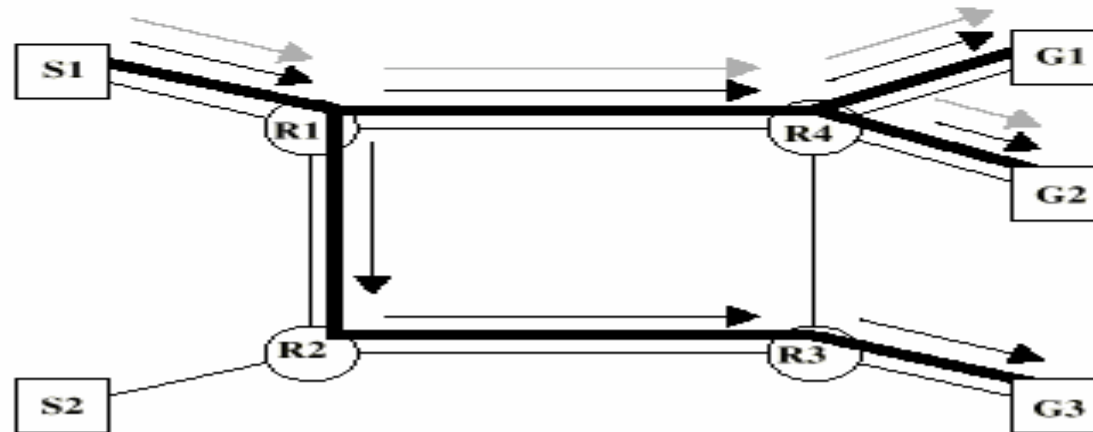
(b) Filtering by Source



# Multicast alkalmazás támogatása



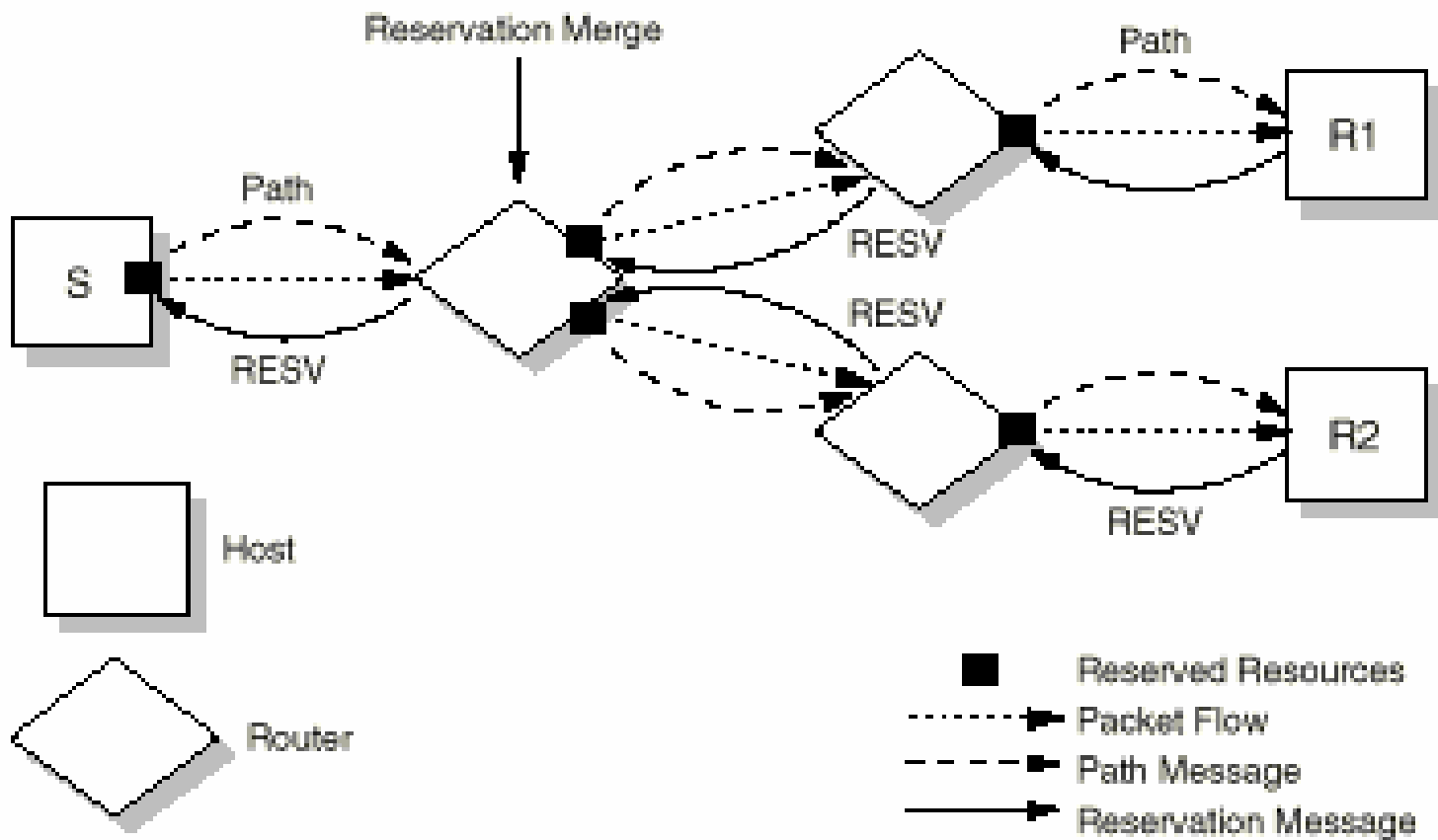
(a) Data distribution to a multicast group



(c) Filtering a Substream



# Session aggregation





# RSVP reservation style

- Foglalás attribútuma:
  - szeparált minden forgalom számára
  - közös foglalása a több küldőből származó forgalom számára
    - intelligens forgalom paraméter specifikálása (több Tspec-ből egy közös Tspec létrehozása illetve egyesítése)
- Küldő választása
  - explicit
  - implicit (mindenki)

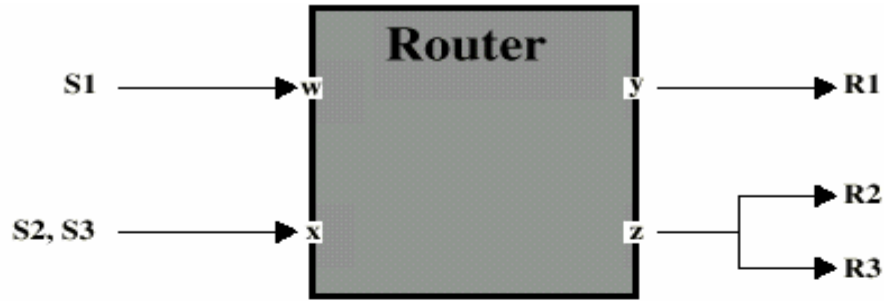


## RSVP reservation style

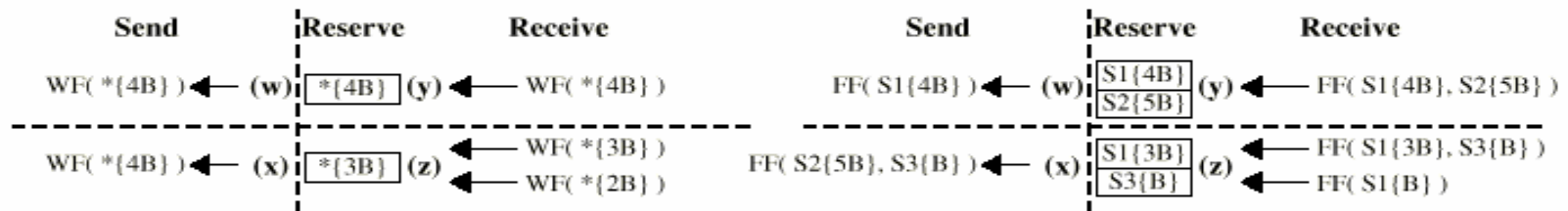
- Külön küldő (distinct reservation) egy session-n belül
  - FF (Fixed Filter): egy foglalás egy küldő számára
- Több küldő (shared reservation) egy session-n belül
  - WF (Wildcard-Filter): egy foglalás az összes küldő számára (aggreagálás szükséges)
  - SE (Shared Explicit): a küldő halmazából kell egy foglalás



# RSVP reservation style

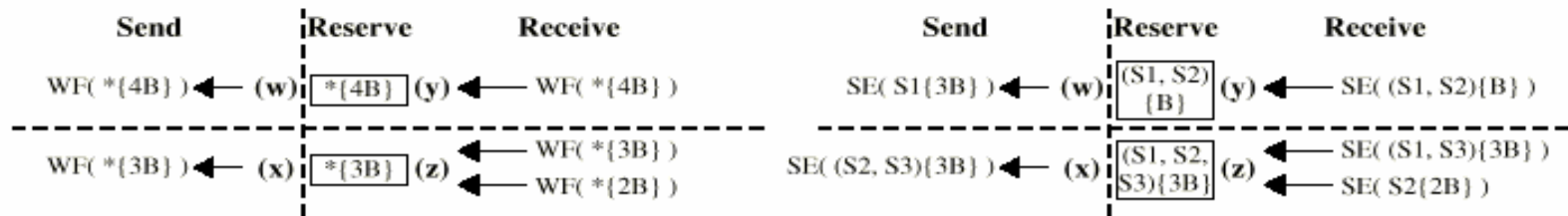


(a) Router configuration



(b) Wildcard-filter reservation example

(d) Fixed-filter reservation example



(c) Wildcard-filter reservation example - partial routing

(e) Shared-explicit reservation example



# IntServ

- Soft-state vs. hard state
  - útvonal változása ellen hatékony
- Foglалás a torlódás elkerülésének egyik formája
- Scaleability
  - tranzit router  $n \times 10000$  folyamam kezelése
  - nagy IP hálózat esetén csak hozzáférési hálózat részeken
- egységes számlázási architektúra illetve módszer
  - hiányzik
  - kutatási tárgya



# IntServ

- Routing
  - IS-t támogató út megtalálása, TOS routing
  - elégséges kapacitás út megkeresése
    - instability
    - alternatív utak
  - link meghibásodás elleni védekezés
- Alkalmazások
  - tömeges mértékben hiányzik
  - Web, FTP

