

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Fakultet elektrotehnike i računarstva

SEMINAR IZ PREDMETA
SUSTAVI ZA PRAĆENJE I VOĐENJE PROCESA

RSVP (protokol za QoS)

Zagreb, 2004.

STUDENT: Duje Perić
0036383759

Sadržaj:

1. Uvod

2. Internet i kvaliteta usluge (QoS)

3. RSVP (Resource ReSerVation Protocol)

3.1 Razvoj

3.2 Način rada RSVP-a

3.3 Parametri rezervacije

3.4 Postupak rezervacije

3.5 Održavanje rezervacijskog stanja

3.6 RSVP i višeodredišno razošiljanje

4. Sažetak – prednosti i nedostaci

Literatura

1. Uvod

Računalne mreže su stvorene s ciljem spajanja računala na različitim lokacijama, tako da ona mogu razmjenjivati i dijeliti podatke (komunicirati). U počecima je većina podataka koji su se prenosili takvim mrežama bila u tekstualnom obliku. Danas, digitalizacijom zvučnih i video zapisa postoje rastuće potrebe za podršku usluga u stvarnom vremenu za napredne i multimedijske primjene. Multimedijske aplikacije već su postali nezaobilazna pojava na Internetu (npr. izravni video-prijenos raznih događaja: video-konferencije, Internet televizija)

Slanje multimedijskih podataka i pružanje stvarno-vremenskih usluga računalnim mrežama nije nimalo lak zadatak. Za početak postoje barem tri poteškoće:

- potrebna širina frekvencijskog pojasa
- kašnjenje, tj. brzina prijenosa (potreba prijenosa u realnom vremenu)
- opterećenost mreže i zagušenje u mreži

Zato se već dugo radi na razvoju računalnih komunikacijskih sustava, odnosno aplikacija koje bi trebale uspješno podržavati multimediju i usluge u stvarnom vremenu. U tom kontekstu definira se pojam **kvalitete usluge (Quality of Service – QoS)**. Definicija kvalitete usluge, u najširem smislu, bila bi «*stupanj zadovoljstva korisnika usluge*» (prema ITU-T E.800). Vezano za prijenos multimedijskih podataka, ili općenito bilo kakvog *data stream* – a računalnom mrežom, kvaliteta usluge ponajprije uključuje rješavanje tri gore navedena problema.

Dakle, cilj je izgraditi hardversku i softversku infrastrukturu i razne alate koji će podržavati prijenos multimedijskih usluga računalnim mrežama i omogućiti korisnicima kvalitetnu komunikaciju, tj. željenu razinu kvalitete usluge.

2. Internet i kvaliteta usluge

Internet se izuzetno brzo širi. Dobro razvijene LAN i WAN tehnologije temeljene na IP protokolu povezuju sve veće i veće mreže po cijelom svijetu i uključuju ih u

Internet. U stvari, Internet je postao platforma za većinu mrežnih aktivnosti. Ovo je osnovni razlog za daljnje razvijanje multimedijских internetskih protokola. Druga prednost prijenosa multimedije preko IP-a je da korisnici mogu imati integrirane podatkovne i multimedijске usluge u jednoj mreži bez dodatnih ulaganja u novu mrežu i sučelja između različitih mreža.

Internet je datagramska mreža, odnosno radi na principu komutacije (usmjerivanja) paketa. Svaki paket se usmjerava neovisno o ostalima te imamo različito kašnjenje i gubitke po različitim putevima. Kod njega ne postoji "jedan put" kojim bi se odvijala jedna komunikacija, već svaki paket koji se prenosi u okviru određene komunikacije može putovati različitim putem od istog izvora do istog odredišta.

Dakle, Internet (TCP/IP) ne opterećuje usmjerivače (routere) podacima o pojedinačnim komunikacijama, što uvelike olakšava organizaciju rada pojedinačnih usmjerivača, kao i organizaciju rada jedne tako opsežne i heterogene mreže u cjelini. Ali takva organizacija rada usmjerivača/mreže ima i svoje slabosti, odnosno ograničenja, koja se ovdje pokazuju u vidu nepostojanja mogućnosti da se nekoj komunikaciji eksplicitno zajamči određene performanse mreže.

Usluge u Internetu koriste tzv «*best effort*» model: mreža će nastojati zadovoljiti korisnikove zahtjeve, ali bez ikakvih garancija da će tražena kvaliteta zaista biti pružena. U većini primjera zastupa se elastičan pristup kvaliteti usluge, tj. prilagođavanje promjenama u propusnosti i kašnjenju, dok se niti u slučaju mrežnog zagušenja usluga ne odbija, već svi korisnici osjećaju pogoršanje kvalitete. Za multimedijске primjene, kao i primjene u stvarnom vremenu, takav model nije prihvatljiv.

U tom kontekstu, postavlja se vrlo važno pitanje o tome na koji način bi se moglo dograditi (modificirati) postojeći Internet (tj. TCP/IP), tako da ta mreža može pouzdano jamčiti određenu kvalitetu usluge: dakle, da nekoj konkretnoj komunikaciji može jamčiti neku unapred dogovorenu propusnost, odnosno minimalnu brzinu prijenosa.

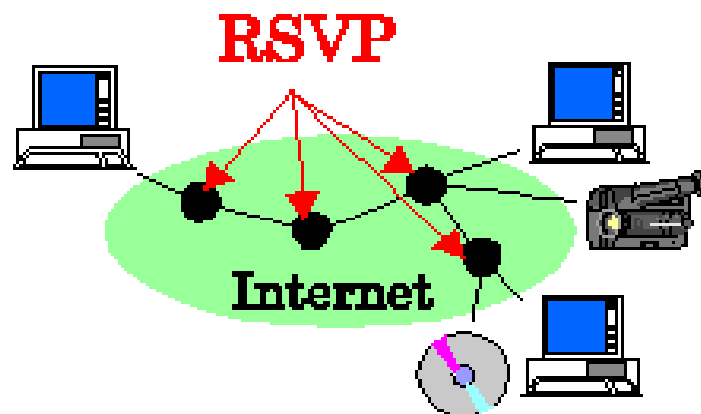
Jedan od pristupa rješavanju tog pitanja, tj. pristupa kvaliteti usluge u Internetu, su tzv. **Integrirane usluge** (Integrated services, IntServ).

Integrirane usluge je naziv za proširenje Internet arhitekture i protokola kako bi se pružile integrirane usluge, tj. kako bi se IP koristio za podršku usluga u stvarnom vremenu (*real-time*), kao i dosadašnjih (*non-real-time*) usluga. U IntServ arhitekturi definirane su dvije vrste usluga: usluga kontroliranog opterećenja (tok podataka ima

QoS kakvu bi imao pri malom opterećenju mreže u *best-effort* slučaju) i garantirana (garantirano kašnjenje i propusnost s kraja na kraj). Kod IntServ usluge se pružaju pojedinom toku (*flow*) te se polazi od pretpostavke da mora postojati izravan mehanizam za rezervaciju kapaciteta u mrežnim elementima, kako bi se oni pripremili za pružanje usluge tokovima koji uslugu zahtijevaju. Taj mehanizam u sadašnjim IntServ izvedbama pruža Resource Reservation Protocol (RSVP).

3. RSVP

RSVP je, dakle, mrežni protokol koji vrši rezervaciju resursa. To je «receiver – based» protokol: on omogućava prijamnoj strani da zatraži određenu kvalitetu usluge s kraja na kraj za njegov tok podataka. Dakle, rezervacija se vrši za pojedinačni tok (flow). Kako će biti pokazano kasnije, RSVP je pogodan i za pojedinačno i za višeodredišno razaslanje. Osnovni princip rezervacije je da se resursi rezerviraju za svaki tok za koji se zahtijeva QoS, u svakom mrežnom elementu (vezi ili usmjeritelju) na putu podataka od izvora do odredišta, tj. s kraja na kraj. Vidljivo je, dakle, da kod integriranih usluga sveukupna mrežna infrastruktura, tj. svi mrežni elementi na putu od primatelja do pošiljatelja moraju podržavati RSVP.



Slika 1.

Resursi se rezerviraju za svaki mrežni element

RSVP igra ulogu signalizacijskog (kontrolnog) protokola. Pri tome RSVP ne uspostavlja vezu niti sudjeluje u odabiru staze – to je uloga protokola usmjeravanja (RSVP konzultira lokalnu *routing* bazu podataka za dobijanje rute). Također, RSVP ne vrši prijenos podataka – to je uloga transportnih protokola.

3.1 Razvoj

RSVP su razvili Xerox Corp.'s Palo Alto Research Center (PARC), MIT i Information Sciences Institute of University of California (ISI). RSVP specifikacija je predana Internet Engineering Steering Group (IESG) na razmatranje 1994.g., a 1997.g. RSVP Version 1 Functional Specification i mnogi drugi prijedlozi bili su odobreni kao standardi:

- *RFC 2205, Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -- Version 1 Functional Specification*
- *RFC 2206, RSVP Management Information Base using SMIv2 (RFC 2206)*
- *RFC 2207, RSVP Extensions for IPSEC Data Flows*
- *RFC 2208, RSVP Version 1 Applicability Statement Some Guidelines on Deployment*
- *RFC 2209, RSVP Version 1 Message Processing Rule*

3.2 Način rada RSVP-a

Kada aplikacija koja prima tok podataka zatraži specifičnu kvalitetu usluge (QoS) za svoj tok podataka, ona svoj zahtjev dostavlja usmjeriteljima, preko kojih će ići podaci, pomoću RSVP-a. RSVP je odgovoran za “pregovaranje” oko parametara veze s tim usmjeriteljima. Jednom kada je rezervacija ostvarena, RSVP nadgleda usmjeritelje i prijamno računalo i održava kvalitetu veze koje je zatražena.

3.3 Parametri rezervacije

Pošiljalci karakteriziraju odlazni promet preko *specifikacije prometa*, **Tspec** (traffic specification), koja definira gornju i donju granicu za propusnost, kašnjenje i kolebanje kašnjenja. Od aplikacije pošiljalca očekuje se i stalno nadzire pridržava li se generirani promet najavljene specifikacije prometa. S prometom koji se ne uklapa u Tspec postupa se kao s *best-effort* prometom.

Kako bi izvršio rezervaciju, svaki primatelj šalje zahtjev za rezervaciju natrag prema pošiljalcu. Zahtjev, uz Tspec na kojeg se rezervacija odnosi (prema pripadnom Tspec pošiljalca), sadrži:

- vrstu usluge (kontrolirano opterećenje ili garantirana) ****ranije****
- specifikaciju zahtjeva **Rspec** (requested specification), koja opisuje željenu razinu kvalitete odabrane usluge
- *specifikaciju filtera* (**filterspec**), koja karakterizira pakete na koje se rezervacija odnosi (npr. odredišna adresa, transportni protokoli...)

Vrsta usluge, Tspec i Rspec primatelja zajedno čine specifikaciju toka (**flowspec**). Specifikacija toka i specifikacija filtera čine oznaku toka (**flow descriptor**) koju usmjeritelji koriste za identifikaciju svake rezervacije.

3.4 Postupak rezervacije

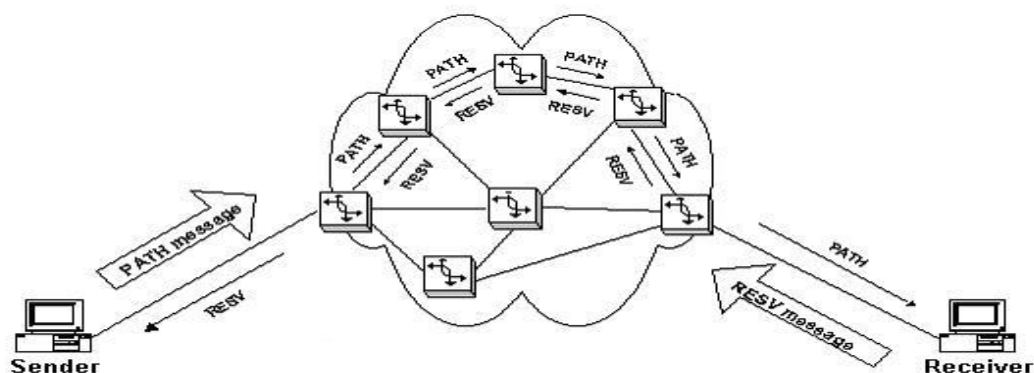
Rezervacije se implementiraju preko dva tipa RSVP poruka:

- PATH (za uspostavu staze)
- RESV (za rezervaciju duž staze)

Izvor (aplikacija pošiljalca) šalje RSVP PATH poruku koja sadrži Tspec na odredišnu adresu, koja može biti bilo pojedinačna, bilo višeodredišna. Tom porukom izvor opisuje svojstva prometa kojeg će generirati. Svaki usmjeritelj koji podržava RSVP na putu od izvora do odredišta «panti» da se nalazi na stazi i koji je prvi skok

«uz stazu» (u smjeru pošiljatelja), tj. od koga je dobio poruku. Ta informacija koristi se za kasnije prosljeđivanje rezervacijskih poruka prema pošiljatelju.

Kako bi izvršio rezervaciju, svaki primatelj šalje zahtjev za rezervaciju RESV porukom natrag prema pošiljatelju. Tom porukom primatelj traži željeni QoS od mreže za pojedini tok(ove) od nekog izvora (RESV poruka sadrži sve ranije opisane parametre). Dakle, postupak rezervacije kod RSVP započinje primatelj. Staza kojom RESV poruka putuje je ona prethodno uspostavljena PATH porukama.



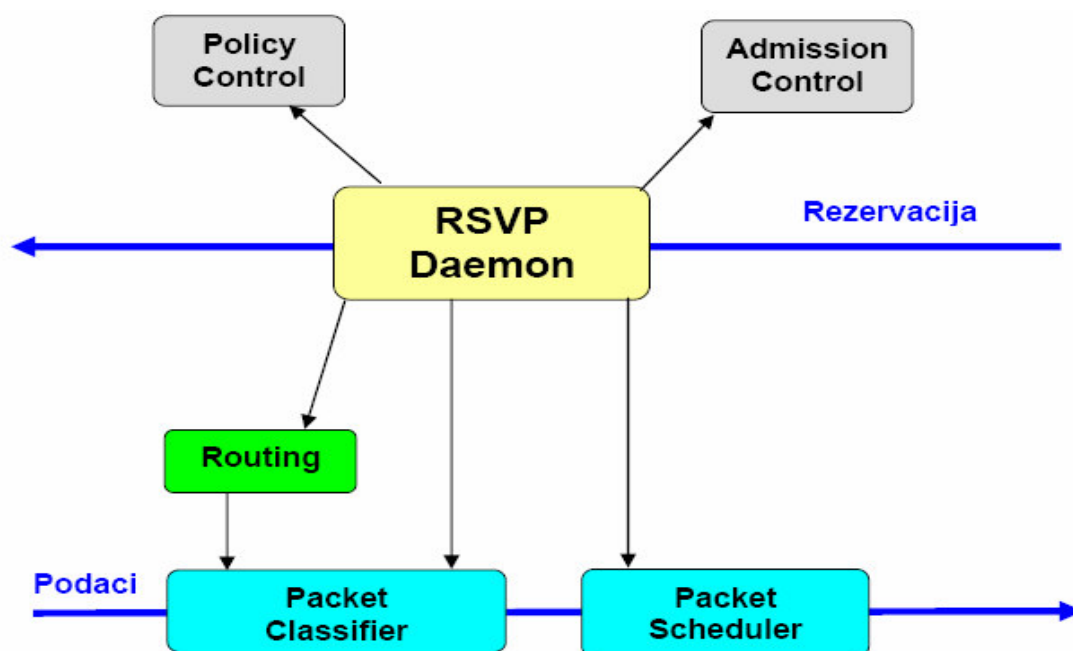
Slika 2.

Putanja PATH i RESV poruka

Na temelju rezervacijskih poruka, svaki usmjeritelj na putu vrši rezervaciju potrebnih resursa (npr. spremnika, komunikacijskih veza i sl.) i, ako je rezervacija uspješna, prosljeđuje zahtjev sljedećem usmjeritelju «uz tok» (prema pošiljatelju). Ako je rezervacija neuspješna, npr. u nedostatku potrebnih slobodnih resursa, usmjeritelj šalje primatelju poruku o grešci. Kada rezervacija dođe do posljednjeg usmjeritelja u nizu (što znači da je rezervacija uspješno provedena po cijelom putu) usmjeritelj šalje primatelju potvrdu, a pošiljatelj šalje tok podataka, koji prima zadanu kvalitetu usluge. «Posljednji usmjeritelj u nizu» je ili usmjeritelj najbliži pošiljatelju, ili usmjeritelj na kojem se spajaju rezervacijski zahtjevi kod višeodredišnih tokova.

Tokom rezervacijskog postupka na određenom elementu mreže zahtjev za QoS se prosljeđuje na dva lokalna modula. To su: kontrola prihvata (*admission control*) i kontrola politike (*policy control*). Kontrola prihvata provjerava da li postoje odgovarajući resursi koji se mogu dodijeliti za podršku tražene kvalitete usluge za promatrani tok. Kontrola politike provjerava da li korisnik ima odgovarajuće ovlasti za uspostavu rezervacije. *RSVP daemon* surađuje s oba modula.

Ako ijedna provjera vrati grešku, rezervacija se ne ostvaruje te se šalje poruka o grešci korisniku (aplikaciji) koji je zatražio QoS. Ako su oba zahtjeva zadovoljena *RSVP daemon* podešava *packet scheduler* i *packet classifier* kako bi se ostvarila tražena kvaliteta usluge. *Packet classifier* (klasifikacija paketa) određuje klasu kvalitete usluge za svaki paket, a *packet scheduler* (raspoređivanje paketa) slaže prijenos paketa kako bi se ostvarila dogovorena kvaliteta usluge za svaki tok podataka. Npr. u usmjeritelju se paketi pohranjuju u memorijske međuspremnike i obrađuju u procesoru. Komponenta koja vrši raspoređivanje paketa mora osigurati dovoljno memorije i procesorske moći za obradu paketa kako bi se postigla tražena kvaliteta usluge. *RSVP daemon* također komunicira s usmjeriteljem kako bi odredio put kojim će poslati daljnje zahtjeve za rezervaciju.



Slika 3. Izvedba mrežnog elementa

3.5 Održavanje rezervacijskog stanja

Rezervacijska stanja koja RSVP stvara na usmjerivačima su tzv. mekana stanja (*soft state*): uspostava nekog mekog stanja znači da je usmjerivač «zapamtio» kojim je putem proslijedio prvi paket od nekog izvora D_i , njegova porta/procesa P_j i protokola T_k , prema primatelju (odredištu) D_l , njegovu portu/procesu P_m i protokolu T_n . Usmjerivač će zatim tim istim putem prosljeđivati sve pakete koji dolaze od (D_i, P_j, T_k) i koji su namijenjeni za (D_l, P_m, T_n) , sve dok traje ta komunikacija. Nakon toga, usmjerivač zaboravlja na to meko stanje, tj. na izlaz/put kojim je proslijedio sve pakete od (D_i, P_j, T_k) ka (D_l, P_m, T_n) u okviru jedne komunikacije. Spomenute adrese, portove, i protokole usmjerivači čitaju iz TCP/IP zaglavlja paketa koje prenose.

Svako rezervacijsko stanje se periodički osvježava *PATH* i *RESV* porukama. Rezervacijsko stanje se automatski briše ako ne dođe do osvježavajućih poruka unutar *cleanup timeout* vremenskog intervala. Rezervacija se također može eksplicitno obrisati *teardown* porukom.

Ako se u nekom slučaju topologija putanje promjeni slijedeća *Path* poruka će inicijalizirati novu putanju, a buduća *Resv* poruka će uspostaviti novo rezervacijsko stanje.

Periodično slanje osvježavajućih poruka od strane servera dozvoljava povremeni gubitak RSVP poruka. Ako je efektivni *cleanup timeout* postavljen na K puta interval slanja poruka tada RSVP može tolerirati gubitak $K-1$ paketa. Mrežna kontrola prometa bi trebala biti konfigurirana tako da ostavi minimalni *bandwidth* za RSVP pakete da ne dolazi do pogrešnih brisanja rezervacijskih stanja.

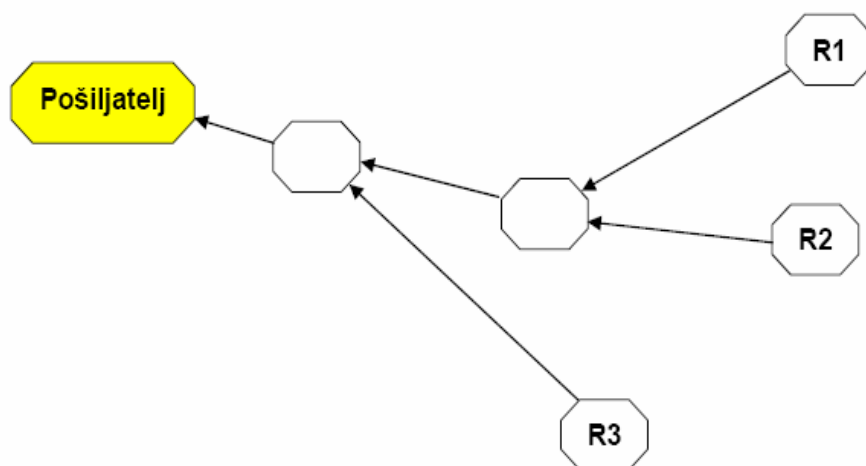
Održavanje rezervacijskog stanja je dinamičko. Ako bilo tko od korisnika želi promijeniti QoS jednostavno se počmu slati revidirane *Path* i *Resv* poruke. Automatski se prilagođavaju sva RSVP stanja u čvorovima duž putanje (naravno, uz dopuštenje *admission* i *policy control-a*). Nekorištena stanja, ako se eksplicitno ne obrišu, će se automatski izbrisati nakon *timeout-a*.

RSVP *teardown* poruka briše *path* ili rezervacijsko stanje. Iako nije potrebno eksplicitno brisati *path* i rezervacijsko stanje zbog *timeout*-a savjetuje se da aplikacija čim završi šalje zahtjev za brisanjem. Postoje dvije vrste *teardown* poruka: *PathTear* i *ResvTear*. *PathTear* poruka putuje prema svim *receiver*-ima od točke njene inicijalizacije prema dolje. *ResvTear* briše rezervacijsko stanje i putuje prema gore svim pošiljaocima.

S obzirom da nije moguće implementirati RSVP na cijeloj mreži, protokol mora podržavati normalan rad i kad paketi prolaze kroz usmjerivač koji ne podržava RSVP. Naravno, taj usmjerivač ne može rezervirati određene resurse, ali ako ima dovoljne kapacitete može pružiti dovoljnu kvalitetu usluge. Kako nemogućnost rezervacije unosi nesigurnost u kvalitetu usluge RSVP protokol postavlja *NonRSVP* zastavicu.

3.6 RSVP i višeodredišno razašiljanje

Zahtjevi za rezervacijom potječu od primatelja. Oni ne moraju ići do samog izvorišta podataka nego putuju uz stablo višeodredišnog usmjeravanja prema njemu sve dok se ne susretnu sa nekim drugim zahtjevom za istim podacima i spoje se sa njima.



Slika 4. Spajanje rezervacija

Takva rezervacija, temeljena na primatelju (*receiver-based reservation*), pri kojoj se vrši spajanje zahtjeva za rezervacijom glavna je prednost RSVP-a. Na taj se način može veliki broj korisnika uključiti u *multicast* grupu bez značajnog povećanja mrežnog prometa (to svojstvo se naziva *scalability*). Npr. ako primatelji R1 i R2 rezerviraju svaki 64 kbit/s za isti tok audio podataka, tada je spojeni zahtjev (koji se prosljeđuje sljedećem usmjeritelju) 64 kbit/s, a ne 128 kbit/s.

U slučaju da na usmjeritelj dođu zahtjevi s različitim parametrima (*flowspec*), uzima se onaj najveći. Ovdje naravno treba uzeti u obzir nedorečenost izraza najveći jer ako npr. jedan primatelj traži širu vezu, a drugi manju propagaciju signala ne može se govoriti o najvećem zahtjevu. Umjesto toga potrebne su procedure koje će stvoriti treći *flowspec* s zahtjevima oba primatelja.

4. Sažetak – prednosti i nedostaci

Najveća prednost RSVP-a je mogućnost da aplikacija može točno definirati rezervacijske zahtjeve za tok i za prihvaćeni zahtjev dobiti čvrstu garanciju kvalitete usluge.

Prednosti vezane za *soft state* rezervaciju su:

- pouzdanost rezervacije, budući da se izgubljene RESV poruke nadoknađuju periodičkim slanjem
- prilagodljivost rezervacije, budući da se promjena rezervacijskih parametara od strane primatelja ogleda već u sljedećoj RESV poruci
- dinamička promjena puta kojim tok putuje te promjena rezervacije, odnosno brisanje rezervacije ako nema novih RESV poruka u zadanom intervalu (ova svojstva ne postoje kod mreža s komutacijom kanala kao što su npr. ATM i telefonska mreža)

Bitna prednost RSVP-a je prilagođenost primatelju, što ga čini pogodnim za višeodredišne, heterogene skupine. Pojedini primatelj bira razinu kvalitete usluge i tako stvara rezervaciju i održava ju na toj razini koliko god dugo želi. Pošiljalci raspoređuju promet u nekoliko različitih RSVP tokova s različitim razinama kvalitete usluge. Svaki RSVP tok podataka je homogen i primatelji mogu birati jedan ili više tih

tokova. Ovakav pristup omogućava heterogenim primateljima da zatraže različite kvalitete usluga prilagođene njihovim karakterističnim mogućnostima i potrebama.

QoS kontrolni uređaji određuju kako podesiti parametre veze da bi se postigla tražena kvaliteta usluge, a RSVP samo pruža mogućnost distribucije tih parametara. Budući da razne aplikacije mogu imati razne QoS kontrolne uređaje RSVP je dizajniran tako da te QoS parametre tretira kao nevidljive podatke koji se moraju isporučiti kontrolnim modulima u usmjerivačima koji ih onda interpretiraju po potrebi. Ovo logičko odvajanje QoS kontrolnih uređaja i distribucijskih sredstava pojednostavljuje RSVP i čini ga prilagodljivijim novim mrežnim tehnologijama i primjenama.

RSVP je kompatibilan s drugim protokolima. Radi s IPv4 i s IPv6.

Osnovni prigovor RSVP-u jest da bitno narušava TCP/IP koncepciju mreže na kojoj se zasniva Internet, jer RSVP zahtjeva da usmjerivači evidentiraju pojedinačne tokove, što je suprotno načelu usmjerivanja paketa na kojem se zasniva Internet. Zbog takvog načina rada javlja se problem opterećivanja usmjerivača, tj. problem *overhead*-a zbog obrade u svakom usmjeritelju i za svaki tok pojedinačno. Zbog istog razloga postoji neprilagodljivost veličini čime će RSVP možda prije naći primjenu u npr. poslovnim mrežama gdje je broj tokova za koje se traži rezervacija relativno mali.

Dodatni problem predstavlja složenost, tj. «cijena» u vidu složenosti pristupa koji sve to omogućuje: imamo vrlo složene postupke kao što su provjera politike, dozvola, naplata, kontrola prihvata te administracijska politika.

Literatura

<http://www.freesoft.org/CIE/RFC/2205/1.htm>

<http://www.cse.ohio-state.edu/cgi-bin/rfc/rfc2205.html>

<http://www.isi.edu/div7/rsvp/rsvp.html>

«Uvođenje kvalitete usluge u Internet», skripta, FER – Zavod za telekomunikacije