

Protocoale de rutare

1. Introducere

1.1. Noțiuni generale despre rutare

În rețelele de calculatoare, termenul **rutare** se referă la selectarea căilor într-o rețea, pe care să se trimită anumite date.

Rutarea direcționează drumul pachetelor ce conțin adrese logice dinspre sursă spre destinația finală prin noduri intermediare (numite **rutere**). Procesul de rutare direcționează de obicei pe baza unor tabele de rutare pe care le gestionează ruterele, care mențin o înregistrare a celor mai bune **route** către diferite destinații din rețea.

Rețelele mici pot gestiona tabele de rutare configurate manual. Rețelele mari implică topologii mari care se schimbă constant, făcând utilizarea manuală a tabelor de rutare foarte dificilă.

Există două mari tipuri de rutare care stau la baza tuturor celorlalte tipuri de rutare: **rutarea statică** și **rutarea dinamică**. Rutarea statică descrie un sistem care rutează într-o rețea de date în funcție de căi fixe. Rutarea dinamică construiește dinamic tabelele de rutare, bazându-se pe informațiile purtate de protocoale, permițând rețelei să acționeze în mod aproape automat pentru a evita erori și blocaje în rețea. Datorită proprietăților sale, rutarea dinamică domină în momentul actual internetul.

Avantajele rutării dinamice față de cea statică sunt scalabilitatea și adaptabilitatea. O rețea rutată dinamică poate crește mult mai repede și este capabilă să se adapteze schimbărilor din topologia rețelei aduse tocmai de această creștere sau de erorile din una sau mai multe componente ale rețelei. Într-o rețea dinamică, ruterele învață despre topologia rețelei comunicând cu alte rutere. Rutarea dinamică are însă și dezavantaje, cum ar fi creșterea complexității.

Datorită diferențelor pe care le au atât rutarea statică cât și cea dinamică, probabil vă întrebați care dintre ele ar fi cea mai bună alegere pentru dumneavoastră. Doar dumneavoastră puteți spune cu siguranță ce este mai util pentru rețeaua de care dispuneți. Dar există o limită neutră de complexitate a rutării dinamice, fără a-i sacrifica scalabilitatea. Această limită neutră este o schemă hibridă, în care o parte din rețea folosește rutarea statică, iar cealaltă parte, rutarea dinamică.

2. Utilizarea protocoalelor de rutare

2.1. Rutarea dinamică și rutarea statică

Bazele rutării dinamice

Ruterele utilizează protocoale cu rutare dinamică pentru a realiza trei funcții elementare: descoperirea de noi rute, comunicarea informațiilor despre noua rută descoperită altor rutere și expedierea pachetelor utilizând acele rute.

Protocoalele cu rutare dinamică se împart în trei mari categorii: cu vectori distanță, cu starea legăturilor și hibride. Principalele diferențe dintre ele constau în modul în care realizează primele două dintre cele trei funcții amintite anterior. Singura variantă la rutarea dinamică este *rutarea statică*.

Rutarea cu vectori-distanță

Rutarea se poate baza pe algoritmi cu vectori-distanță (numiți și *algoritmi Bellman-Ford*), care calculează ruterele să paseze periodic copii ale tabelor de rutare vecinilor cei mai apropiați din rețea. Fiecare destinatar adaugă la tabelă un vector-distanță (propria "valoare" distanță) și o expediază vecinilor săi cei mai apropiați. Acest proces se desfășoară în toate direcțiile între routerele aflate în imediată vecinătate.

Acest proces pas-cu-pas face ca fiecare router să afle informații despre celelalte routere și să-și dezvolte o perspectivă cumulativă asupra "distanțelor" rețelei. De exemplu, un protocol timpuriu de rutare este *Routing Information Protocol* (protocol de rutare a informațiilor), sau **RIP**. Acesta utilizează două unități de măsură pentru

distanțe ca să determine cea mai bună cale următoare pentru orice pachet. Aceste unități de măsură pentru distanță, tacturile și hopurile, sunt dependente de timp.

Tabela cumulativă este apoi utilizată pentru actualizarea tabelelor de rutare ale fiecărui router. La finalul procesului, fiecare router a aflat niste informații vagi despre distanțele până la resursele din rețea. El nu a aflat nimic specific despre alte routere sau despre topologia reală a rețelei.

Această abordare poate, în anumite circumstanțe, să creeze probleme de rutare pentru protocoalele bazate pe vectori-distanță. De exemplu, în urma unei căderi în rețea esent necesar ceva timp pentru ca routerele să converge spre o nouă înțelegere a topologiei rețelei. În timpul acestui proces, rețeaua ar putea fi vulnerabilă la rutări contradictorii și chiar la bucle infinite.

Anumite măsuri de siguranță ar putea să micșoreze aceste riscuri, dar rămâne faptul că performanța rețelei este expusă riscurilor în timpul procesului de convergență. Prin urmare, este posibil ca protocoalele mai vechi care converg lent să nu fie potrivite pentru WAN-urile extinse, complexe.

Rutarea cu starea legăturilor

Algoritmii de rutare folosind starea legăturilor (link-state routing algorithm), cunoscuți colectiv ca protocoale cu *preferarea drumului minim* (SPF), mențin o bază de date complexă a topologiei rețelei. Spre deosebire de protocoalele cu vectori-distanță, cele folosind starea legăturilor dezvoltă și întrețin o cunoaștere completă a routerelor de rețea, ca și a felului cum sunt interconectate acestea.

Această cunoaștere este realizată prin schimbarea de pachete cu starea legăturilor (LSP) cu alte routere conectate direct. Fiecare router care a schimbat LSP-uri construiește apoi o bază de date logicș utilizând toate LSP-urile primite. Este utilizat apoi un algoritm "cu preferarea drumului liber", pentru a calcula cât de accesibile sunt destinațiile legate de rețea. Această informație este utilizată pentru a actualiza tabela de rutare. Acest proces este capabil să descopere modificările topologiei rețelei, care ar putea fi cauzate de căderea unei componente sau de mărirea rețelei. De fapt, schimbul de LSP-uri este declanșat de un eveniment din rețea, nu este realizat periodic.

Rutarea cu starea legăturilor are două zone parțiale de risc. Mai întâi, în timpul procesului inițial de descoperire, rutarea cu starea legăturilor poate acapara mediile de transmisie ale rețelei, reducând astfel în mod semnificativ capacitatea rețelei de a transporta date. Această degradare a performanței este temporară, dar foarte evidentă.

A doua problemă potențială este că rutarea cu starea legăturilor solicită intens memoria și procesorul. Din această cauză, routerele configurate pentru rutare cu starea legăturilor sunt în general mai scumpe.

Rutarea hibridă

Ultima formă de rutare dinamică este *hibridizarea*. Deși există protocoale hibride deschise, echilibrate, această formă este asociată aproape exclusiv creației brevetate a unei singure companii, Cisco Systems Inc. Acest protocol, EIGRP, a fost proiectat combinând cele mai bune aspecte ale protocoalelor cu vectori-distanță și cu starea legăturilor, fără limitările de performanță sau dezavantajele lor.

Protocoalele de rutare hibride echilibrate, utilizează unități de măsură vectori-distanță, dar realizează măsurători mult mai precise decât protocoalele cu vectori-distanță convenționale. De asemenea, ele converg mult mai rapid decât acestea din urmă, dar evită suprasarcinile și actualizările cu starea legăturilor. Hibridii echilibrați nu sunt periodici, ci conduși de evenimente, conservând astfel lărgimea de bandă pentru aplicații reale.

Bazele rutării statice

Un router care este programat pentru rutare statică expediază pachetele prin porturi predeterminate. După ce routerele statice sunt configurate, ele nu mai trebuie să încerce descoperirea rutelor, nici măcar să comunice informații despre rute. Rolul lor este redus la simpla expediere a pachetelor.

Rutarea statică este bună doar pentru rețele foarte mici, care au o singură cale către orice destinație dată. În astfel de cazuri, rutarea statică poate fi cel mai eficient mecanism de rutare, pentru că nu consumă lărgime de bandă, încercând să descopere rute și să comunice cu alte routere.

Pe măsură ce rețelele cresc și apar căi redundante către destinații, rutarea statică devine o sarcină care necesită prea

mult efort. Orice modificări în disponibilitatea routerelor sau a echipamentelor de transmisie din WAN trebuie să fie descoperite și programate manual. WAN-urile caracterizate prin tipologii mai complexe, care pot oferi mai multe căi posibile, necesită categoric rutare dinamică. Încercările de a utiliza rutarea statică în WAN-uri complexe, cu mai multe căi, anulează rolul rutelor redundante.

2.2. Clase de protocoale de rutare

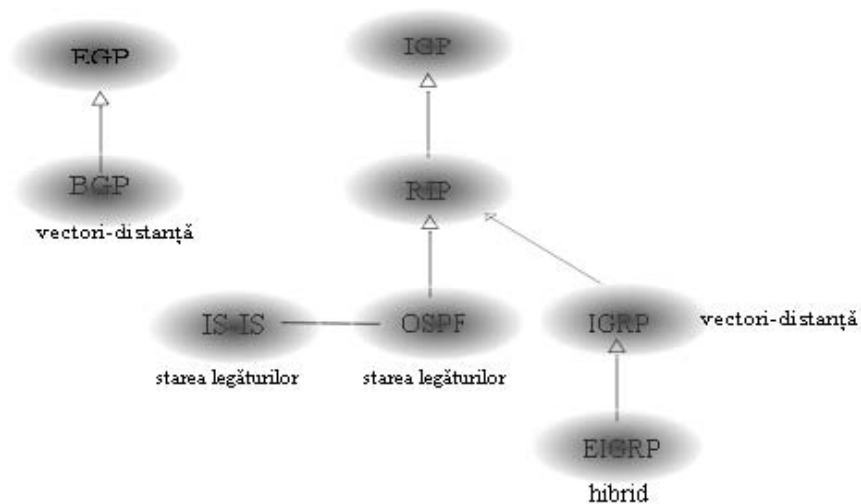
Există mai multe clase de protocoale de rutare: *protocoalele de rutare pentru rețele ad-hoc* care apar în rețele cu puțină sau chiar fără infrastructură, *protocoale de rutare internă* utilizate în interiorul sistemelor autonome și *protocoale de rutare externă*, acestea din urmă utilizându-se între sistemelor autonome.

Protocoale cu rutare internă (Interior Gateway Protocols - IGP)

- **RIP** (Routing Information Protocol) este un protocol mai vechi de rutare cu vectori-distanță
- **IGRP** (Interior Gateway Routing Protocol) este un protocol de rutare cu starea legăturilor, utilizat pe scară largă, dezvoltat de Cisco Systems. Este brevetat și acceptat doar pe routere Cisco.
- **EIGRP** (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) este un protocol de rutare bazat pe protocolul IGRP, predecesorul său. Este proprietate Cisco.
- **OSPF** (Open Shortest Path First) este un protocol cu starea legăturilor, cu un standard deschis.
- **IS-IS** (Intermediate System to Intermediate System) este un protocol bazat pe OSI

Protocoale cu rutare externă (Exterior Gateway Protocols - EGP)

- **EGP** (Exterior Gateway Protocol)
- **BGP** (Border Gateway Protocol: în versiunea curentă, BGPv4, datează din anii 1995) este un protocol de rutare modern, utilizat între sisteme autonome.



Un protocol extern transportă informațiile de rutare între entități administrative independente, cum ar fi două corporații sau două universități. Fiecare dintre aceste entități menține o infrastructură de rețea independentă și folosește EGP pentru a putea comunica cu cealaltă entitate. Astăzi, cel mai popular protocol extern este BGP. Este protocolul extern primar folosit între rețelele conectate la Internet și a fost proiectat special pentru acest lucru.

Un protocol intern este folosit în interiorul unui singur domeniu administrativ, sau între grupuri apropiate care cooperează. Spre deosebire de protocoalele externe, IGP tinde să fie mai simplu rezolvă suprasolicitațiile venite din partea unui ruter. Aceste protocoale nu pot fi utilizate în rețelele mari.

2.3. Comparație între clasele de rutare

RIP

Routing Information Protocol (RIP) este protocolul intern cel mai des folosit în sistemele UNIX. RIP este integrat în cele mai utilizate sisteme UNIX. RIP

selectează ruta cu cel mai mic "număr de hopuri" (metrică) ca fiind ruta cea mai bună. Numărul de hopuri reprezentat de acest protocol este numărul de porți prin care trebuie să treacă datele pentru a ajunge la destinație.

RIP

consideră cea mai bună rută ca fiind cea care folosește cele mai puține porți. Această alegere de rute se face cu ajutorul unor algoritmilor vector-distanță.

RIP

este ușor de implementat și de configurat. Perfect! Totuși, lucrurile stau altfel. Aceste următoarele impedimente:

- *Diametrul rețelei este limitat:* cea mai lungă rută RIP este de 15 hopuri; o rută RIP nu poate menține o tabelă de rutare completă pentru o rețea care are destinații mai departe de 15 hopuri; numărul hopurilor nu poate fi incrementat din cauza următorului impediment.
- *Convergența lentă:* pentru a șterge o rută proastă este uneori nevoie de schimburi de multiple pachete-de-revizuire (update packets) până ce costul (lungimea) rutei devine 16. Aceasta se mai numește și "numărarea la infinit" pentru că RIP continuă să incrementeze costul rutei până ce devine mai mare decât cea mai mare metrică RIP validă. RIP poate aștepta 180 secunde înainte de a șterge rutele invalide. În termenii tehnici, aceasta se mai numește și întârzierea "convergenței de rutare"; i.e., îi ia mult timp tabelii să reflecte starea curentă a rețelei. Rutarea de clasă RIP interpretează toate adresele în funcție de niște reguli de clasă. Pentru acest protocol, toate adresele sunt de clasă A, B, sau C, ceea ce face ca RIP să fie incompatibil cu rețelele CIDR.

În multe rețele, RIP nu ar fi alegerea potrivită pentru rutare, deoarece timpul său de convergență și scalabilitatea sunt mai slabe? În comparație cu EIGRP, OSPF, sau IS-IS (ultimele două fiind cu stare a legăturilor), și limita de hopuri reduce sever dimensiunea rețelei. Pe de altă parte, este ușor de utilizat și de configurat.

RIP

este unul dintre cele mai longevive protocoale. Acesta este și unul dintre cele mai ușor de confundat protocoale, din cauza varietății de protocoale de rutare care au aceleași nume. RIP și multe alte protocoale asemănătoare s-au bazat pe același set de algoritmi care folosesc vectori de distanță comparând matematic rutele pentru a identifica cea mai bună cale spre orice adresă-destinație dată. Acești algoritmi au fost creați după o cercetare academică riguroasă care a început în anul 1957

În ciuda vârstei protocolului RIP și a apariției mai multor protocoale de rutare mai sofisticate, acesta este departe de a fi învechit. Acest protocol este matur, stabil, în mare măsură suportat, și ușor de configurat. Simplitatea lui se potrivește foarte bine la rețelele stub și în sisteme autonome mici care nu au destule căi redundante pentru a suporta suprasolicitățile protocoalelor sofisticate.

EIGRP

EIGRP a fost dezvoltat de către Cisco (eliberat în 1988) cu scopul de a îmbunătăți protocolul RIP pe vremea când IETF încă lucra la dezvoltarea OSPF-ului. EIGRP

este un protocol brevetat. Acest protocol elimină unele dintre defectele protocolului RIP, și are îmbunătățiri ca folosirea de metrici compuse, rutarea pe căi multiple, și mînuirea rutelor implicite.

Evoluția protocolului EIGRP furnizează compatibilitate și operații precise cu rutare EIGRP. Capacități cheie care dînting EIGRP

de alte protocoale de rutare includ convergența rapidă, suport pentru mască de subrețea variable-length, suport pentru update, și suport pentru multiple network layer protocols.

EIGRP

are toate avantajele flexibilității și ale configurării simple în timp ce îmbunătățește viteza și consumarea resurselor. Dealtfel, este capabil să fie un protocol unic atât pentru IP cât și pentru protocoale non-IP, eliminînd nevoia de a folosi multiple protocoale de rutare într-o rețea multi-protocol.

Acest protocol de rutare este unul dintre cele mai diversificate și robuste protocoale de rutare. Combinația sa unică de caracteristici îmbină cele mai bune atribute ale protocoalelor de vector-distanță cu cele mai bune atribute ale protocoalelor cu starea legăturilor. Rezultatul este un protocol de rutare hibrid care sfidează împărțirea pe categorii a protocoalelor convenționale.

Poate fi folosit împreună cu IPv4, AppleTalk, și IPX. Mai important, arhitectura sa modulara va permite ca Cisco să adauge suport pentru alte protocoale de rutare importante care vor apărea în viitor.

Spre deosebire de alte protocoale de rutare bazate pe vectori-distanța, EIGRP nu mandatează o revizuire periodică al tabelor de rutare între rutere vecine. În schimb, folosește un mecanism de descoperire/recuperare pentru a asigura că vecinii sunt conștienți de accesibilitatea fiecăruia în parte.

OSPF

Open Shortest Path First (OSPF) este alt protocol cu starea legăturilor dezvoltat pentru TCP/IP. Se folosește în rețele foarte mari și dispune de câteva avantaje față de RIP. Similar cu Interior Gateway Routing Protocol (IGRP), OSPF a fost creat deoarece la mijlocul anilor '80, Routing Information Protocol (RIP) a devenit incapabil să servească inter-rețele mari, eterogene. OSPF are două mari caracteristici. Prima este că protocolul este deschis, ceea ce înseamnă că specificațiile sale sunt de domeniu public. A doua caracteristică principală este că se bazează pe algoritmul SPF (Shortest Path First).

Deoarece dimensiunea și viteza Internetului au crescut, limitările protocolului RIP i-au diminuat popularitatea. În schimb, OSPF este considerat acum a fi protocolul de rutare intern preferat de rețeaua Internet.

Ideea principală: în loc de a schimba informații despre distanțele până la destinații (ca în cazul protocolului RIP), toate nodurile vor menține hărți specifice ale rețelei care sunt revizuite după fiecare schimbare din topologie; aceste hărți sunt mai apoi folosite pentru a determina rute care sunt mai fiabile decât cele în cazul protocoalelor cu vectori-distanță; rutele determinate de OSPF par a fi la fel de precise ca și cele determinate central, totuși această determinare fiind distribuită. Astfel, spre deosebire de RIP, OSPF împarte informații despre vecinii săi cu întreaga rețea (cel mult un singur sistem autonom). RIP nu încearcă să învețe despre întreaga rețea Internet, iar OSPF nu încearcă să se promoveze în întregul Internet. Nu aceasta este menirea lor. Ele sunt protocoale de rutare interne; astfel, slujba lor este de a construi rutarea în cadrul unui sistem autonom.

Cele mai importante avantajeale protocolului OSPF sunt *facilitățile de securitate, facilități de căi multiple, facilități în ceea ce privește utilizarea metricilor de costuri diferite, suport integrat atât pentru rutarea unicast, cât și pentru cea multicast, convergență rapidă.*

În mod clar, OSPF dispune de multă flexibilitate pentru a subdiviza un sistem autonom. Dar este oare necesar? O problemă a protocolului cu legare de stare este cantitatea mare de date care poate fi colectată în baza de date cu și de timpul prea lung care este necesar pentru a calcula rutele pentru acele date.

OSPF este probabil cel mai folosit protocol IGP în rețele de dimensiuni mari. În contrast cu RIP sau BGP, OSPF nu folosește TCP sau UDP dar folosește direct protocolul IP 89.

OSPF domină protocoalele de rutare IGP, mai ales în rețele Enterprise.

IS-IS

Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) este un protocol de rutare intern din familia protocoalelor OSI. Implementează algoritmul folosind starea legăturilor (link-state), după principiul Shortest Path First (SPF). A fost protocolul folosit pentru T1 NSFNET și este încă folosit de anumiți provideri mari de servicii.

IS-IS

rămâne un protocol necunoscut pentru majoritatea administratorilor de rețea și a fost preponderent folosit de providerii de servicii care aveau de gestionat o rețea mare de calculatoare. IS-IS a devenit mai cunoscut în ultimii ani și a devenit o alternativă viabilă a protocolului OSPF.

Dacă dorim să realizăm o comparație între IS-IS și OSPF trebuie să avem în vedere anumite aspecte. Ambele protocoale utilizează rutarea folosind starea legăturilor, având implementat algoritmul lui Dijkstra de aflare a rutei optime în cadrul unei rețele. Ca și concept, protocoalele sunt similare. Amândouă au suport pentru lungimi variabile ale măștilor de subrețea (subnet masks), pot folosi rute multiple de descoperire a vecinilor folosind pachete ecou și au suport pentru autentificare în cazul update-urilor.

Dacă OSPF este creat nativ de a ruta IP, IS-IS este un protocol ISO CLNS. IS-IS nu folosește IP pentru a

transporta mesajele cu informații. Routerele IS-IS construiesc o reprezentare topologică a rețelei. Această hartă indică IP -ul subrețelelor în care poate fiecare router IS-IS să ajungă, cunoscând și calea de cost redus. O altă diferență ar fi metoda prin care topologia IS-IS transferă informațiile prin rețea.

Deoarece OSPF este mai popular, protocolul are un set bogat de extensii și funcții adăugate. Mulți susțin însă ca IS-IS poate satisface rețele de dimensiuni mai mari.

Adițional, IS-IS este mult mai neutru din punct de vedere al tipurilor de adrese de rețea pe care le poate ruta. OSPF, de cealaltă parte a fost creat având în vedere numai Ipv4. Astfel IS-IS a fost mult mai ușor de adaptat să suporte Ipv6, în timp ce OSPF a avut nevoie de o revizie majoră (OSPF v3).

IS-IS diferă de OSPF prin felul în care "zonele" sunt definite și prin felul în care are loc rutarea între aceste zone. Routerele IS-IS pot fi de Nivel 1 (intra-area), Nivel 2 (interarea) sau Nivel 1-2 (ambele). Un router de Nivel 2 poate fi aflat în relație doar cu un alt router de același nivel. Schimbul de informații se poate realiza doar între routere de același nivel (fie ele de Nivel 1 sau Nivel 2). Din această cauză a fost implementat routerul de Nivel 1-2 care realizează schimbul de informații între routerele intra-area și cele interarea.

In OSPF

, zonele sunt delimitate astfel încât Area border router (ABR) se află de fapt în două sau mai multe zone. Deasemenea este delimitată o zonă Area 0, prin care trebuie să treacă tot traficul inter-area.

Din punct de vedere logic, OSPF

se aseamănă cu o pânză de păianjen sau o topologie stea de mai multe zone conectate cu Area 0, în timp ce IS-IS creează o topologie logică asemănătoare unei vertebre, în care routerele de Nivel 2 au ramuri care se separă în routere de Nivel 1-2 și Nivel 1.

BGP

The Border Gateway Protocol (BGP)

este protocolul de bază al Internetului. Funcționează prin menținerea unei tabelă de rețele IP care stabilește modul de conectare între sisteme autonome.

BGP

este un protocol de rutare între sisteme autonome. Un sistem autonom este o rețea sau un grup de rețele sub o administrare unică cu aceleași reguli de rutare în toată rețeaua. BGP este folosit pentru a comunica informații despre rute pentru Internet și este protocolul folosit între providerii de servicii Internet.

BGP este cel mai folosit protocol extern de rutare. Este robust și scalabil și se bazează pe IDRP. BGP moștenește abilitatea sistemelor autonome de a putea alege rutele și de a-și implementa regulile de rutare fără a trebui să depindă de o autoritate centrală.

Și cel mai important lucru despre un protocol extern este acela ca majoritatea sistemelor nici nu îl folosesc, deoarece nu sunt nevoite să furnizeze servicii externe.

BGP are și câteva neajunsuri. În primul rând necesită configurație manuală excesivă. BGP 4 are suport numai pentru Ipv4

, o versiune "multiprotocol" fiind în dezvoltare. Fiind necesară o politică de rutare se implementează soluții ca: BGP tunnelling, Source Demand Routing, IDPR și MPLS.

2.4. Alegerea protocolului

Este posibil să folosim un protocol intern în locul unuia extern, și vice-versa, dar acest lucru nu este indicat. Protocoalele externe sunt proiectate pentru rețele mari, astfel încât complexitatea lor și fenomenul de suprasolicitare a ruterului, pot copleși o rețea mică –medie. De cealaltă parte, protocoalele interne nu se pot mula pe rețelele mari.

În momentul alegerii unui protocol am putea avea preferințe fie pentru rutarea folosind starea legăturilor (link-state) sau rutarea cu vectori distanță (distance-vector), dar alegerea doar în funcție de algoritmul folosit nu este recomandată. Vom prezenta și alte criterii de alegere care ne vor ajuta să selectăm protocolul care se potrivește cel mai bine rețelei pe care o gestionăm.

Ar trebui să avem în vedere cât de repede protocolul se va adapta schimbărilor intervenite în rețea. Aici intervine timpul de convergență, care este cantitatea de timp scursă de la întâlnirea unei schimbări în rețea până la restabilirea consistenței și modificarea tabelului de rutare. În mod ideal ne dorim ca acest timp să fie suficient de mic astfel încât să nu poată fi detectat de utilizatori.

Un alt criteriu important este consumul de resurse, astfel protocolul de rutare trebuie să aibă suport pentru lungimi variabile de măști de subrețea. Trebuie să considerăm nu numai consumul de bandă realizat de mesajele protocolului, ci și câtă putere de procesare și memorie folosește ruterul. Un protocol cu starea legăturii va gestiona mai bine consumul de bandă, iar un protocol cu vectori distanță va gestiona consumul memoriei și al procesorului.

Trebuie avut în vedere și felul în care se iau în vedere rutele multiple către o destinație. Acest lucru poate să fie critic sau nu în rețeaua gestionată. În cazul în care nu există căi redundante în rețea atunci acest aspect ar putea să nu intereseze. Dar există pericolul adăugării acestor căi în rețea în viitor, fiind astfel necesar schimbarea protocolului pentru a putea satisface noile cerințe.

Putem considera și modul în care protocolul este scalabil în funcție de dimensiunile pe care le poate atinge rețeaua. Protocoalele care folosesc starea legăturilor scalează mai bine, dar câteva protocoale cu vectori distanță, cum ar fi EIGRP, au putut fi folosite și în rețele cu mai mult de 1000 de rutere

Un aspect final este dacă protocolul este standard deschis sau este un protocol brevetat. Acest lucru este relevant din cauza politicii de care este constrânsă organizația care deține rețeaua sau de faptul că ruterele din rețea trebuie să fie compatibile. Tabelul de mai jos identifică criteriile prezentate mai sus

Protocol	RIP	OSPF	IGRP	EIGRP
Tipul	vectori distanță	starea legăturilor	vectori distanță	vectori distanță
Timpul de Convergență	încet	rapid	încet	rapid
VLSM	nu	da	nu	da
Consum de Bandă	ridicat	scăzut	ridicat	scăzut
Consum de Resurse	scăzut	ridicat	scăzut	scăzut
Suport căi multiple	nu	da	da	da
Scalabilitate	nu	da	da	da
Brevetat	nu	nu	da	da
Protocol Non-IP	nu	nu	nu	da

2.5. Bibliografie

- Internetworking Technology Handbook: http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/index.htm
- TCP/IP Network Administration: <http://www.unix.org.ua/oreilly/networking/tcpip/index.htm>
- Managing IP Networks with Cisco Routers: <http://www.oreilly.com/catalog/cisco/chapter/ch05.html>
- <http://www.nada.kth.se/kurser/kth/2D1490/00-01/>
- Wikipedia: <http://www.wikipedia.org/>
- Cisco Systems: <http://www.cisco.com/>
- "Rețele de Calculatoare", Peter Norton, Dave Kearns, Editura Teora, 1999

2.6. Autori

- Ecaterina Valică: <http://students.info.uaic.ro/~evalica/>
- Raluca Moroșan: <http://students.info.uaic.ro/~rmorosan/>