

Open Shortest Path First (OSPF) begrijpen - Ontwerpgids

Inhoud

[Inleiding](#)

[Achtergrondinformatie](#)

[OSPF vergeleken met RIP](#)

[Wat bedoelen we precies met linktoestanden?](#)

[Shortest Path First-algoritme](#)

[OSPF-kosten](#)

[Structuur met kortste pad](#)

[Gebieden en border-routers](#)

[Linktoestandpakketten](#)

[OSPF op de router inschakelen](#)

[OSPF-verificatie](#)

[Eenvoudige wachtwoordverificatie](#)

[Message Digest-verificatie](#)

[De backbone en area 0](#)

[Virtuele links](#)

[Gebieden die niet fysiek verbonden zijn met area 0
de ruggengraat](#)

[Neighbors](#)

[Aangrenzingeren](#)

[Verkiezing van DR](#)

[Creëer de nabijheid](#)

[Aangrenzingeren bij point-to-point interfaces](#)

[Aangrenzingeren bij NBMA-netwerken \(Non-Broadcast Multi-Access\)](#)

[Vermijd DR's en buurcommando op NBMA](#)

[Point-to-point subinterfaces](#)

[Selecteer Netwerktypen voor interfaces](#)

[OSPF en routesamenvatting](#)

[Samenvatting van routes tussen gebieden](#)

[Samenvatting van externe routes](#)

[Stubgebieden](#)

[Verdeel Routes opnieuw in OSPF](#)

[Externe routes van het type E1 en E2](#)

[Verdeel OSPF opnieuw in andere protocollen](#)

[Gebruik van een geldig meetcriterium](#)

[VLSM](#)

[Wederzijdse herdistributie](#)

[Injecteer standaardwaarden in OSPF](#)

[OSPF-ontwerptips](#)

[Aantal routers per gebied](#)

[Aantal neighbors](#)

[Aantal gebieden per ABR](#)

[Full mesh vergeleken met partial mesh](#)

[Geheugenproblemen](#)

[Samenvatting](#)

[Bijlage A: Synchronisatie met Link-State Database](#)

[Aankondigingen van linktoestanden](#)

[Voorbeeld van OSPF-database](#)

[Bijlage B: OSPF- en IP-multicast adres](#)

[Bijlage C: Subnetmaskers met variabele lengte \(VLSM\)](#)

[Gerelateerde informatie](#)

Inleiding

Dit document beschrijft hoe OSPF werkt en hoe het kan worden gebruikt om grote en ingewikkelde netwerken te ontwerpen en te bouwen.

Achtergrondinformatie

Het OSPF-protocol (Open Shortest Path First), gedefinieerd in [RFC 2328](#), is een IGP (Interior Gateway Protocol) dat wordt gebruikt om routinginformatie binnen één autonoom systeem te verspreiden.

Het OSPF-protocol is ontwikkeld omdat er binnen de internetcommunity behoefte was aan een hoogwaardig, niet-bedrijfseigen IGP voor de TCP/IP-protocolreeks.

De discussie over de ontwikkeling van een gemeenschappelijk interoperabel IGP voor internet begon in 1988 en werd pas in 1991 geformaliseerd.

Op dat ogenblik verzocht de **OSPF-werkgroep** dat OSPF in aanmerking zou worden genomen voor promotie naar **conceptstandaard voor internet**.

Het OSPF-protocol is gebaseerd op linktoestandtechnologie, waarmee afscheid is genomen van de vectorgebaseerde Bellman-Ford-algoritmen die werden gebruikt in traditionele internetroutingprotocollen, zoals RIP.

OSPF heeft nieuwe concepten geïntroduceerd, zoals de verificatie van routingupdates, subnetmaskers met variabele lengte (VLSM's), routesamenvattingen en dergelijke.

Deze hoofdstukken bespreken de OSPF terminologie, algoritme en de voordelen en nuances van het protocol in het ontwerp van de grote, gecompliceerde netwerken van vandaag.

OSPF vergeleken met RIP

De snelle groei en uitbreiding van moderne netwerken heeft het **Routing Information Protocol (RIP)** tot zijn grenzen gedwongen. **RIP heeft bepaalde beperkingen die problemen kunnen**

veroorzaken in grote netwerken:

- **RIP heeft een limiet van 15 hops.** Een netwerk dat meer dan 15 hop (15 routers) omvat, wordt als onbereikbaar beschouwd.
- **RIP kan subnetmaskers met variabele lengte (VLSM's) niet verwerken.** Gezien het tekort aan IP-adressen en de flexibiliteit die VLSM's bieden bij de efficiënte toewijzing van IP-adressen, wordt dit als een grote tekortkoming beschouwd.

Periodieke broadcasts van de volledige routingtabel verbruiken een grote hoeveelheid bandbreedte. Dit is een groot probleem voor grote netwerken, vooral bij trage links en WAN-clouds.

- **RIP converge is langzamer dan OSPF.** In grote netwerken kan de convergentie oplopen tot enkele minuten.
- **RIP-routers gaan door een periode van een hold-down en garbagecollection. Gegevens die niet onlangs zijn ontvangen, worden geleidelijk verwijderd.** Deze methode is niet geschikt in grote omgevingen en kan tot inconsistenties bij routing leiden.
- **Voor RIP bestaan de concepten netwerkvertragingen en linkkosten niet.** Routingbeslissingen worden gebaseerd op het aantal hops. Aan het pad met het laagste aantal hops naar de bestemming wordt altijd de voorkeur gegeven, zelfs als het langere pad een betere geaggregeerde linkbandbreedte en minder vertragingen heeft.
- **RIP-netwerken zijn platte netwerken.** Het concept van gebieden of grenzen bestaat niet. Met de introductie van klasseloze routing en het intelligente gebruik van aggregatie en samenvattingen zijn **RIP-netwerken** achterop geraakt.

Verbeteringen werden geïntroduceerd in een nieuwe versie van **RIP** genaamd **RIP2**. **RIP2** adresseert de problemen van **VLSM**, verificatie en multicast-routing-updates.

RIP2 is geen grote verbetering over **RIP** (nu genoemd **RIP1**) omdat het nog de beperkingen van hoptellingen en langzame convergentie heeft die in grote netwerken essentieel zijn.

OSPF biedt wel een oplossing voor de meeste van de eerder gemelde problemen:

- Met **OSPF** gelden er geen beperkingen ten aanzien van het aantal hops.
- Het intelligente gebruik van **VLSM's** is zeer nuttig bij het toewijzen van IP-adressen.
- **OSPF gebruikt IP-multicast om linktoestandupdates te verzenden.** Dit verzekert minder procesresourceconsumptie op routers die niet naar **OSPF**-pakketten luisteren. Updates worden alleen verzonden voor het geval dat wijzigingen in de routing optreden in plaats van periodiek. Dit zorgt voor een efficiënte bandbreedte.
- **OSPF biedt betere convergentie dan RIP.** Wijzigingen in de routing worden namelijk direct gepropageerd en niet periodiek.
- **OSPF maakt een betere taakverdeling mogelijk.**
- **Met OSPF kunnen netwerken logisch worden gedefinieerd, waarbij routers in gebieden kunnen worden onderverdeeld.** Dit beperkt de explosieve toename van het aantal linktoestandupdates in het hele netwerk. Dit verstrekt ook een mechanisme om routes samen te voegen en de onnodige propagatie van subnetinformatie te verminderen.
- **OSPF** staat voor het routing van verificatie via verschillende methoden van wachtwoordverificatie toe.
- **Met OSPF kunnen in een autonoom systeem geïnjecteerde externe routes worden overgedragen en getagd.** Zo kunnen externe routes worden gevolgd die zijn geïnjecteerd door externe protocollen, zoals **BGP**.

Dit leidt tot meer ingewikkeldheid in de configuratie en het oplossen van problemen van netwerken OSPF.

Beheerders die aan de eenvoud van RIP gewend zijn, worden uitgedaagd door de hoeveelheid nieuwe informatie waarmee ze vertrouwd moeten zijn om OSPF-netwerken te kunnen beheren.

Dit leidt tot meer overheadkosten bij geheugentoewijzing en CPU-gebruik. Sommige routers die **RIP** uitvoeren moeten worden bijgewerkt om de overheadkosten te kunnen verwerken die door OSPF worden veroorzaakt.

Wat bedoelen we precies met linktoestanden?

OSPF is een linktoestandprotocol. Denk aan een verbinding als interface op de router. De staat van de verbinding is een beschrijving van die interface en van zijn verhouding met zijn buurrouters.

Een beschrijving van de interface zou bijvoorbeeld het IP-adres van de interface, het masker, het type netwerk waarmee deze is verbonden, de routers die met dat netwerk verbonden zijn en dergelijke bevatten.

De verzameling van al deze linktoestanden zou een database met linktoestanden vormen.

Shortest Path First-algoritme

OSPF gebruikt een **kortste weg eerste** algoritme om de kortste weg aan alle bestemmingen te bouwen en te berekenen. Het kortste pad wordt berekend met het Dijkstra-algoritme.

Het algoritme is op zichzelf ingewikkeld. Dit is een blik op hoog niveau op de diverse stappen van het algoritme:

1. Bij initialisatie of vanwege een wijziging in routinginformatie genereert een router een aankondiging van linktoestanden. Deze aankondiging omvat de verzameling van alle linktoestanden op die router.
2. Alle routers ruilen verbinding-staten door overstromingen. Elke router die een verbinding-staat update ontvangt moet een exemplaar in zijn verbinding-staat gegevensbestand opslaan en dan de update aan andere routers verspreiden.
3. Als de database van elke router is voltooid, berekent de router een structuur voor het kortste pad naar alle bestemmingen. De router gebruikt het algoritme Dijkstra om de kortste wegboom, de bestemmingen, de bijbehorende kosten, en de volgende hop te berekenen om die bestemmingen van de IP routingstabel te bereiken.
4. In het geval dat de veranderingen in het OSPF-netwerk niet plaatsvinden, zoals de kosten van een link of een netwerk dat wordt toegevoegd of verwijderd, blijft OSPF erg stil. De veranderingen worden meegedeeld door verbinding-staat pakketten, en het algoritme Dijkstra wordt opnieuw berekend om de kortste weg te vinden.

Het algoritme plaatst elke router aan de basis van een structuur en berekent het kortste pad naar elke bestemming op basis van de cumulatieve kosten die nodig zijn om die bestemming te bereiken.

Elke router heeft zijn eigen mening van de topologie alhoewel alle routers een kortste wegboom bouwen die het zelfde verbinding-staat gegevensbestand gebruikt. Deze secties geven aan wat betrokken is bij het maken van een kortste pad boom.

OSPF-kosten

De kosten (ook wel het meetcriterium) van een interface in OSPF zijn een indicatie van de vereiste overhead voor het verzenden van pakketten via een bepaalde interface.

De kosten van een interface zijn omgekeerd evenredig met de bandbreedte van die interface. Een hogere bandbreedte duidt op lagere kosten

Er zijn meer overheadkosten (hogere kosten) en tijdvertragingen betrokken door een 56k seriële lijn dan door een 10M Ethernet lijn.

Voor de berekening van de kosten wordt de volgende formule gebruikt:

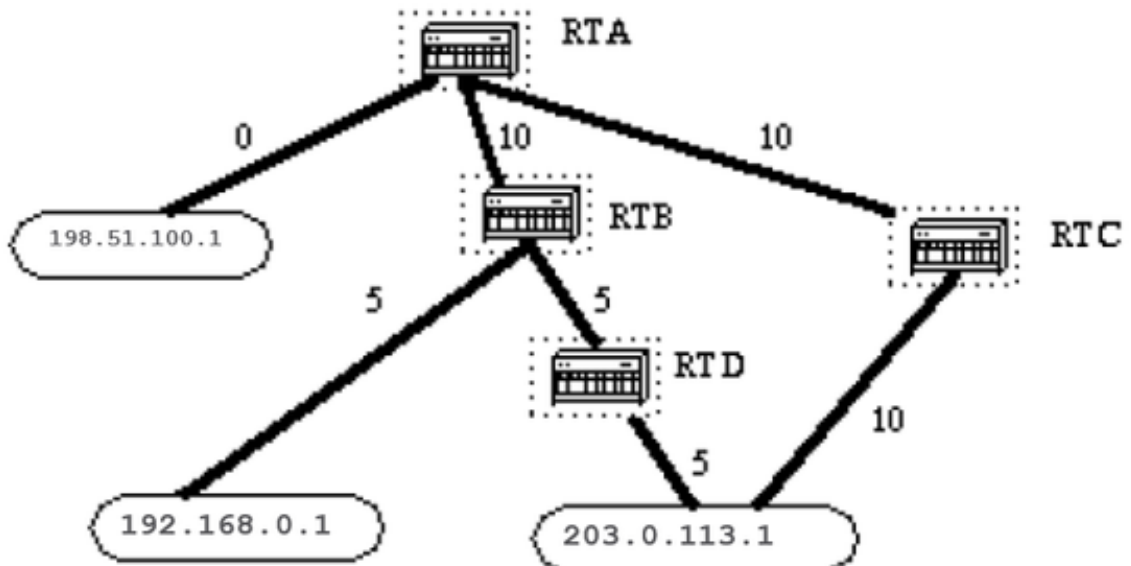
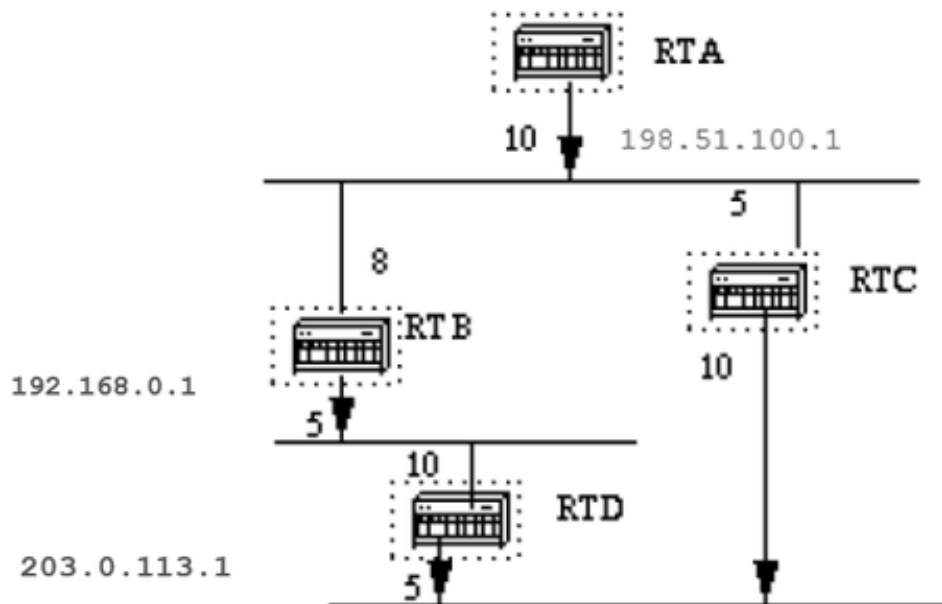
- $\text{kosten} = 10000\ 000 / \text{bandbreedte in Gbps}$

Het kost bijvoorbeeld $10\ \text{EXP8} / 10\ \text{EXP7} = 10$ om een 10M Ethernet-lijn over te steken en $10\ \text{EXP8} / 1544000 = 64$ om een T1-lijn over te steken.

Standaard worden de kosten van een interface berekend op basis van de bandbreedte; u kunt de kosten van een interface afdwingen met de `ip ospf cost` opdracht voor subconfiguratie van interface-modus.

Structuur met kortste pad

Verwijs naar dit netwerkdiagram met de vermelde interfacekosten. Om de structuur met het kortste pad voor RTA te bouwen, maken we van RTA de basis van de structuur en berekenen we de laagste kosten voor elke bestemming.



Dit is het beeld van het netwerk zoals het door RTA wordt gezien. Let op de richting van de pijlen in de kostenberekening.

De kosten van de RTB-interface naar het netwerk 198.51.100.1 is niet relevant wanneer de kosten worden berekend op 192.168.0.1.

RTA kan 192.168.0.1 bereiken via RTB met een kostprijs van 15 (10+5).

RTA kan ook 203.0.113.1 bereiken via RTC met een kostprijs van 20 (10+10) of via RTB met een kostprijs van 20 (10+5+5).

Indien er gelijke kostenpaden bestaan naar dezelfde bestemming, houdt de implementatie van OSPF tot zes (6) volgende hop naar dezelfde bestemming bij.

Nadat de router de kortste wegboom bouwt, bouwt het de routerlijst. Direct verbonden netwerken worden bereikt via een metrische (kosten) van 0 en andere netwerken worden bereikt in overeenstemming met de in de boom berekende kosten.

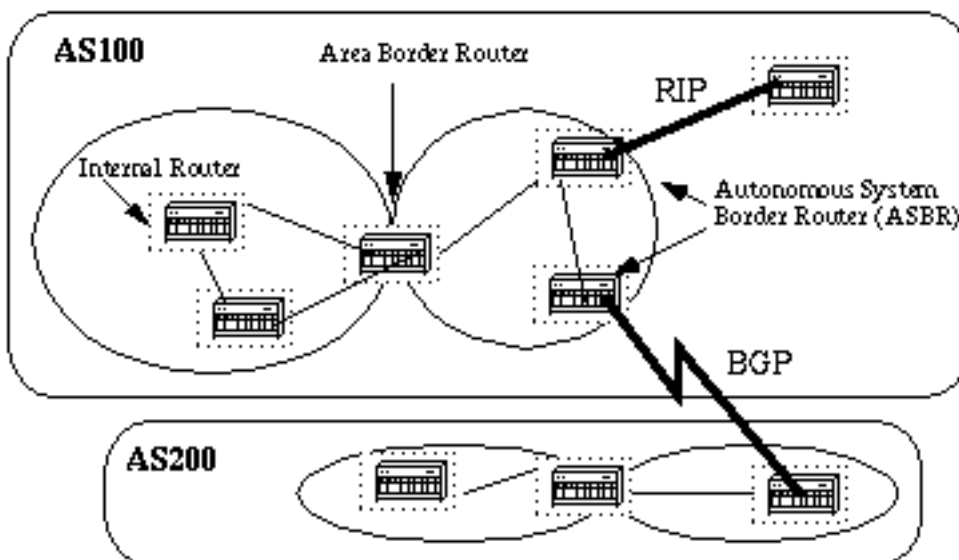
Gebieden en border-routers

Zoals eerder vermeld, OSPF gebruikt overstromingen om link-state updates tussen routers te ruilen. Elke wijziging in de routinginformatie wordt geflood naar alle routers in het netwerk.

Er worden gebieden geïntroduceerd om een grens te stellen aan de explosieve groei van het aantal linktoestandupdates. Overstromingen en de berekening van het Dijkstra-algoritme op een router zijn beperkt tot wijzigingen binnen een gebied.

Alle routers in een gebied hebben exact dezelfde database met linktoestanden. Routers die tot meerdere gebieden behoren en deze gebieden met het backbone-gebied verbinden, worden ABR's (area-border-router) genoemd.

ABR's moeten daarom informatie bijhouden die de backbone-gebieden en andere aangesloten gebieden beschrijft.



Een gebied is interfacespecifiek. Een router waarvan alle interfaces zich in hetzelfde gebied bevinden, wordt een IR (interne router) genoemd.

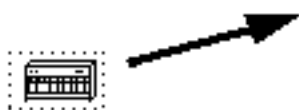
Een router met interfaces in meerdere gebieden, wordt een ABR (area-border-router) genoemd.

Routers die fungeren als gateways (herdistributie) tussen OSPF en andere routingprotocollen (IGRP, EIGRP, IS-IS, RIP, BGP, Static) of andere instanties van het OSPF-routingproces, worden ASBR's (Autonomous System Boundary Router) genoemd. Elke router kan een ABR of ASBR zijn.

Linktoestandpakketten

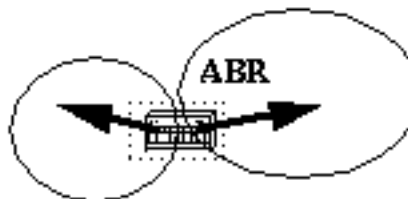
Er zijn verschillende typen Link State Packets, die zijn wat u normaal gezien ziet in een OSPF-database (Bijlage A en hier geïllustreerd).

Router Links



Describe the state and cost of the router's links (interfaces) to the area (Intra-area).

Summary Links



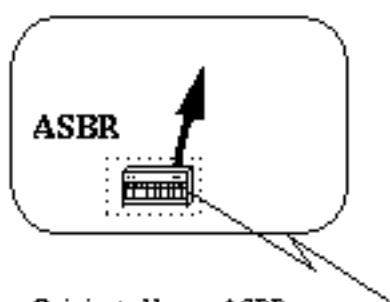
Originated by ABRs only. Describe networks in the AS but outside of an Area (Inter-area). Also describe the location of the ASBR.

Network Links



Originated for multi-access segments with more than one attached router. Describe all routers attached to the specific segment. Originated by a Designated Router (discussed later on).

External Links



Originated by an ASBR. Describe destinations external the autonomous system or a default route to the outside AS.

De routerverbindingen zijn een aanwijzing van de staat van de interfaces op een router in een bepaald aangewezen gebied. Elke router genereert een routerlink voor al zijn interfaces.

Overzichtskoppelingen worden gegenereerd door ABR's; dit is de manier waarop informatie over netwerkbereikbaarheid tussen gebieden wordt verspreid.

Normaal gesproken wordt alle informatie ingespoten in de backbone (gebied 0) en de backbone geeft deze weer door aan andere gebieden.

ABR's verspreiden ook de bereikbaarheid van de ASBR. Op deze manier weten routers hoe ze externe routes in andere autonome systemen kunnen bereiken.

Netwerklinks worden gegenereerd door een toegewezen router (DR) op een segment (DR2 wordt later besproken).

Deze informatie is een indicatie van alle routers die zijn verbonden met een bepaald multi-access segment, zoals Ethernet, Token Ring en FDDI (NBMA ook).

Externe links zijn een indicatie van netwerken buiten het AS. Deze netwerken worden via herdistributie in OSPF geïnjecteerd. De ASBR injecteert deze routes in een autonoom systeem.

OSPF op de router inschakelen

OSPF laat op de router toe impliceert twee stappen in configuratiewijze:

1. Schakel een OSPF-proces in met de `router ospf` uit.
2. Gebiedstoewijzing naar de interfaces met de `network` uit.

De OSPF-proces-id is een numerieke waarde die lokaal is voor de router. Deze hoeft niet overeen te komen met proces-id's op andere routers.

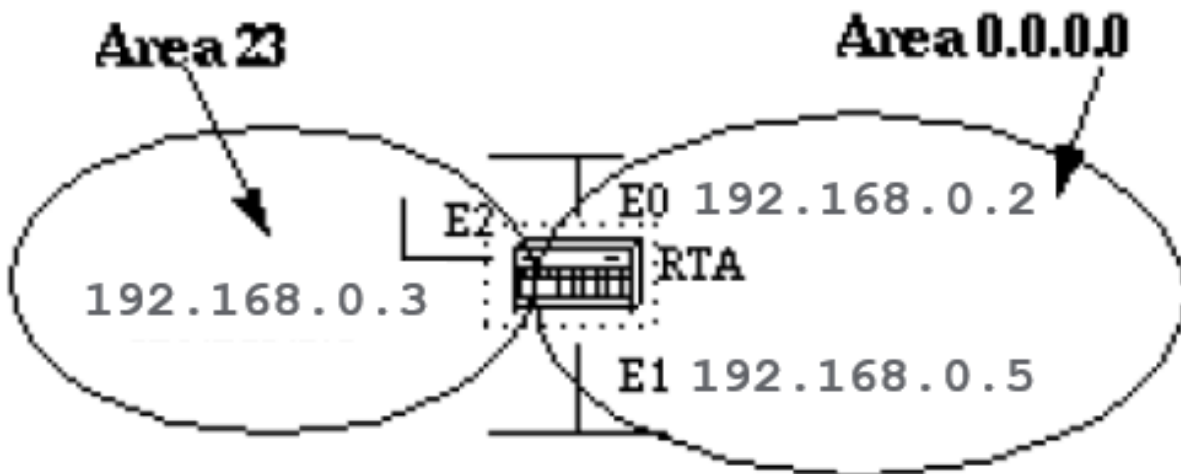
Het is mogelijk om meerdere OSPF-processen op dezelfde router uit te voeren, maar het wordt niet aanbevolen omdat hiermee meerdere database-instanties worden gemaakt die leiden tot extra overhead voor de router.

Het `network` commando is een toewijzingsmethode van een interface naar een bepaald gebied. Het masker wordt gebruikt als sneltoets en zet een lijst met interfaces op hetzelfde gebied met één lijn configuratie lijn.

Het masker bevat wilde kaartbeetjes waar 0 een gelijke is en 1 een "niet om"beetje is, bijvoorbeeld, wijst `0.0.255.255` op een gelijke in de eerste twee bytes van het netwerkaantal.

De waarde area-id is het gebiedsnummer waarin we de interface willen hebben. De waarde area-id kan een geheel getal tussen 0 en 4294967295 zijn of de vorm A.B.C.D hebben, vergelijkbaar met een IP-adres.

Hierna volgt een voorbeeld:



```
RTA#  
interface Ethernet0  
ip address 192.168.0.2 255.255.255.0  
  
interface Ethernet1  
ip address 192.168.0.5 255.255.255.0  
  
interface Ethernet2  
ip address 192.168.0.3 255.255.255.0
```

```
router ospf 100
network 192.168.0.4 0.0.255.255 area 0.0.0.0
network 192.168.0.3 0.0.0.0 area 23
```

De eerste netwerkverklaring plaatst zowel E0 als E1 in hetzelfde gebied 0.0.0.0, en de tweede netwerkverklaring zet E2 in gebied 23. Let op het masker van 0.0.0.0, dat een volledige overeenkomst op het IP-adres aangeeft.

Dit is een makkelijke manier om een interface in een bepaald gebied te plaatsen als u geen masker kunt oplossen.

OSPF-verificatie

Het is mogelijk om de OSPF-pakketten zo te verifiëren dat routers aan routingdomeinen kunnen deelnemen op basis van vooraf gedefinieerde wachtwoorden.

Standaard gebruikt een router een Null-verificatie, wat betekent dat routinguitwisselingen via een netwerk niet worden geverifieerd. Er bestaan nog twee andere verificatiemethoden: eenvoudige wachtwoordverificatie en **Message Digest** verificatie (MD-5).

Eenvoudige wachtwoordverificatie

Met eenvoudige wachtwoordverificatie kan per gebied een wachtwoord (sleutel) worden geconfigureerd. Routers in hetzelfde gebied die willen deelnemen aan het routeringsdomein moeten worden geconfigureerd met dezelfde sleutel.

Het nadeel van deze methode is dat deze kwetsbaar is voor passieve aanvallen. Iedereen met een tool voor het analyseren van links kan het wachtwoord eenvoudig achterhalen.

Gebruik de volgende opdrachten om wachtwoordverificatie in te schakelen:

- `ip ospf authentication-key key` (dit valt onder de specifieke interface)
- `area area-id authentication` (dit gaat ten onder `router ospf`)

Hierna volgt een voorbeeld:

```
interface Ethernet0
ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
ip ospf authentication-key mypassword

router ospf 10
network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
area 0 authentication
```

Message Digest-verificatie

Message Digest-verificatie is een cryptografische vorm van verificatie. Op elke router worden een sleutel (wachtwoord) en sleutel-id geconfigureerd.

De router gebruikt een algoritme gebaseerd op het OSPF-pakket, de sleutel en de sleutel-id om een Message Digest te genereren die aan het pakket wordt toegevoegd.

In tegenstelling tot bij de eenvoudige verificatie, wordt de sleutel niet via de kabel uitgewisseld. In elk OSPF-pakket is ook een niet-aflopend volgnummer opgenomen om bescherming te bieden tegen replay-aanvallen.

Deze methode maakt ook ononderbroken overgangen tussen sleutels mogelijk. Dit is handig voor beheerders die het OSPF-wachtwoord zonder communicatieonderbreking willen wijzigen.

Als een interface met een nieuwe sleutel wordt gevormd, verzendt de router veelvoudige exemplaren van het zelfde pakket, elk die door verschillende sleutels voor authentiek wordt verklaard.

De router verzendt geen dubbele pakketten wanneer het ontdekt dat al zijn burens de nieuwe sleutel hebben goedgekeurd.

Dit zijn de opdrachten die worden gebruikt voor de verificatie van berichtenoverzicht:

- `ip ospf message-digest-key keyid md5 key` (gebruikt onder de interface)
- `area area-id authentication message-digest` (gebruikt onder `router ospf`)

Hierna volgt een voorbeeld:

```
interface Ethernet0
ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
ip ospf message-digest-key 10 md5 mypassword

router ospf 10
network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
area 0 authentication message-digest
```

De backbone en area 0

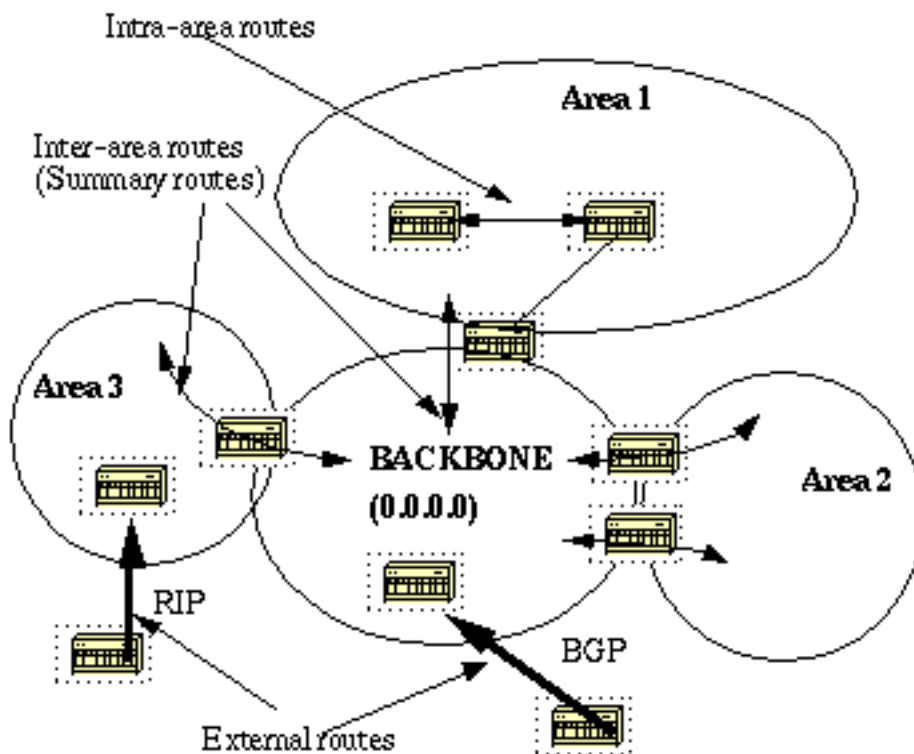
OSPF kent speciale beperkingen wanneer meerdere gebieden betrokken zijn. Als meer dan één gebied is geconfigureerd, moet een van deze gebieden gebied 0 zijn. Dit heet de ruggengraat.

Het is een goede netwerkontwerppraktijk om te beginnen met gebied 0 en vervolgens uit te breiden naar andere gebieden later.

De ruggengraat moet in het centrum van alle andere gebieden staan, dat wil zeggen dat alle gebieden fysiek verbonden moeten zijn met de ruggengraat.

De reden is dat OSPF verwacht dat alle gebieden routing-informatie in de backbone zullen injecteren en dat de backbone die informatie vervolgens naar andere gebieden verspreidt.

Dit diagram illustreert de stroom van informatie in een OSPF-netwerk:



In dit diagram worden alle gebieden rechtstreeks met de backbone verbonden. In zeldzame situaties waarin een nieuw gebied wordt geïntroduceerd dat geen directe fysieke toegang tot de backbone kan hebben, moet een virtuele link worden geconfigureerd.

Virtuele koppelingen worden in de volgende sectie besproken. Let op de verschillende soorten routinginformatie. Routes die worden gegenereerd vanuit een gebied (de bestemming hoort bij het gebied), noemen we **routes binnen gebieden**.

Voor deze routes wordt doorgaans de letter **O** weergegeven in de IP-routingtabel. Routes die afkomstig zijn uit andere gebieden worden opgeroepen **inter-area** of **Summary routes**.

De notatie voor deze routes is **O IA** in de IP-routingtabel. Routes die afkomstig zijn van andere routeringsprotocollen (of andere OSPF-processen) en die in OSPF via herdistributie worden geïnjecteerd, worden opgeroepen **external routes**.

Deze routes worden weergegeven als **O E2** of **O E1** in de IP-routingtabel. In deze volgorde wordt de voorkeur gegeven aan meerdere routes naar dezelfde bestemming: **intra-area**, **inter-area**, **external E1**, **external E2**. De externe types E1 en E2 worden later verklaard.

Virtuele links

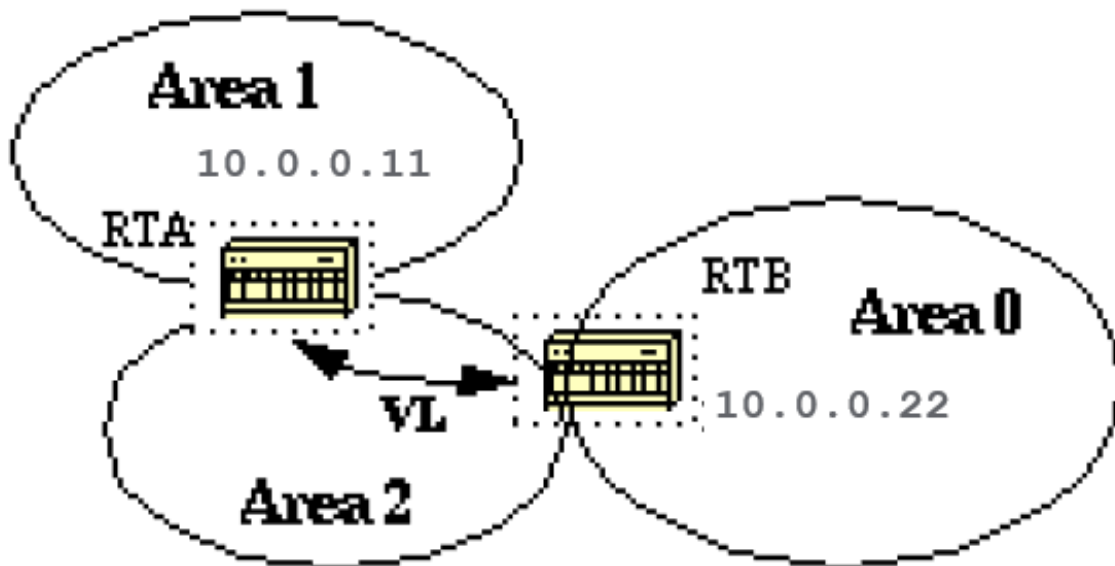
Virtuele links worden gebruikt voor twee doeleinden:

- Naar een gebied dat geen fysieke verbinding met de backbone heeft
- Om de backbone te herstellen als gebied 0 onderbroken is.

Gebieden die niet fysiek verbonden zijn met area 0

Zoals eerder aangegeven, moet area 0 in het midden van alle andere gebieden liggen. In een paar zeldzame gevallen waarin het onmogelijk is om een gebied fysiek te verbinden met de backbone, wordt een virtuele link gebruikt.

De virtuele link biedt het niet-verbonden gebied een logisch pad naar de backbone. De virtuele link moet tot stand worden gebracht tussen twee ABR's die een gemeenschappelijk gebied hebben, waarbij één ABR is verbonden met de backbone.



In dit voorbeeld heeft gebied 1 geen directe fysieke verbinding met gebied 0. Er moet een virtuele koppeling worden gemaakt tussen RTA en RTB. Gebied 2 wordt gebruikt als transitgebied en RTB is het toegangspunt tot gebied 0.

Op deze manier heeft RTA en gebied 1 een logische verbinding met de ruggengraat. Om een virtuele link te configureren gebruikt u de `area virtual-link router OSPF-subopdracht` op zowel RTA als RTB, waar gebied-id het transitgebied is.

In het diagram is dit gebied 2. RID is router-id. De OSPF router-id is gewoonlijk het hoogste IP-adres in het vak of het hoogste loopback-adres als er een is.

De router-id wordt alleen berekend tijdens het opstarten of wanneer het OSPF-proces opnieuw wordt gestart. Om router-id te vinden, gebruik `show ip ospf interface` uit.

Overweeg dat 10.0.0.11 en 10.0.0.2 de respectieve RID's van RTA en RTB zijn, de OSPF-configuratie voor beide routers zou zijn:

```
RTA#  
router ospf 10  
area 2 virtual-link 10.0.0.22
```

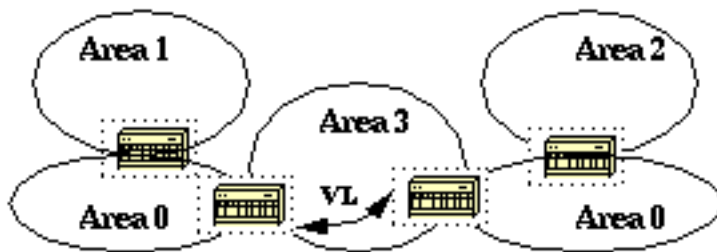
```
RTB#  
router ospf 10
```

de ruggengraat

OSPF staat voor onderbroken delen van de backbone toe om door een virtuele verbinding te verbinden. In sommige gevallen moeten verschillende gebieden die area 0 zijn, aan elkaar worden gekoppeld.

Dit kan voorkomen als, bijvoorbeeld, een bedrijf probeert om twee afzonderlijke OSPF-netwerken in één netwerk met een gemeenschappelijk gebied 0 samen te voegen. In andere gevallen worden virtuele links toegevoegd voor redundantie voor het geval dat een of andere routerfout ervoor zorgt dat de backbone in twee wordt gesplitst.

Er kan een virtuele link worden geconfigureerd tussen afzonderlijke ABR's die gebied 0 van elke kant aanraken en een gemeenschappelijk gebied delen (hier geïllustreerd).



In dit diagram zijn twee gebieden 0s met elkaar verbonden via een virtuele link. Als geen gemeenschappelijk gebied bestaat, kan een extra gebied, zoals area 3, worden gemaakt om als transitgebied te fungeren.

In het geval dat elk gebied dat anders is dan de backbone wordt verdeeld, de backbone zorgt voor de partitie-inspanning zonder het gebruik van virtuele links.

Het ene deel van het gesplitste gebied is bij het andere deel bekend via interzoneroutes in plaats van intraregionale routes.

Neighbors

Routers die een gemeenschappelijk segment delen, worden neighbors voor dat segment. Neighbors worden verkozen via het Hello-protocol. De pakketten van Hello worden periodiek verzonden uit elke interface door IP multicast (Bijlage B).

De routers worden burens zodra zij zich vermeld in het pakket van buurHello zien. Op die manier wordt communicatie in twee richtingen gewaarborgd. Onderhandelingen tussen neighbors zijn alleen van toepassing op het primaire adres.

Secundaire adressen kunnen op een interface worden geconfigureerd met een beperking dat zij tot hetzelfde gebied moeten behoren als het primaire adres.

Twee routers worden geen burens tenzij zij met deze criteria akkoord gaan.

- **Area-id:** Twee routers die een gemeenschappelijk segment hebben; hun interfaces moeten tot het zelfde gebied op dat segment behoren. De interfaces moeten tot dezelfde subnetverbinding behoren en een soortgelijk masker hebben.
- **Authentication:** OSPF maakt de configuratie van een wachtwoord voor een specifiek gebied mogelijk. Routers die neighbors willen worden, moeten hetzelfde wachtwoord uitwisselen voor een bepaald segment.
- **Hello and Dead Intervals:** OSPF-uitwisselingen Hello pakketten op elk segment. Dit is een vorm van keepalive die door routers wordt gebruikt om hun bestaan op een segment te erkennen en een aangewezen router (DR) op multiaccess segmenten te selecteren.

Het Hello interval de tijdsduur in seconden tussen de Hello pakketten die een router op een OSPF-interface verzendt.

Het dode interval is het aantal seconden dat een router Hello de pakketten zijn niet gezien alvorens zijn burens de OSPF router neer verklaren.

- OSPF vereist dat deze intervallen voor twee neighbors exact overeenkomen. Als om het even welk van deze intervallen verschillend zijn, worden deze routers geen burens op een bepaald segment. Deze timers worden ingesteld met de volgende routerinterfaceopdrachten: `ip ospf hello-interval seconds` en `ip ospf dead-interval seconds`.
- **Stub area flag:** Twee routers moeten ook akkoord gaan met de vlag van het stompgebied in de Hello pakketten om burens te worden. Stub-gebieden worden in een latere sectie besproken. Overweeg dat de definitie van stompgebieden het proces van de buurverkiezing beïnvloedt.

Aangrenzigen

Nabijheid is de volgende stap na het buurproces. Aangrenzende routers zijn routers die verder gaan dan de eenvoudige Hello uitwisseling en ga verder met het gegevensuitwisselingsproces.

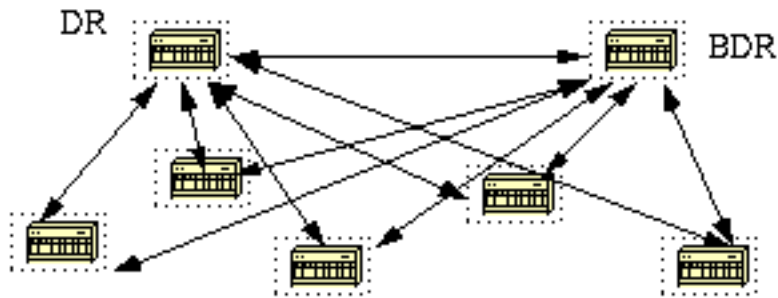
Om de hoeveelheid informatie-uitwisseling op een bepaald segment te minimaliseren, verkiest OSPF op elk multi-access segment één router als DR en één router als back-up voor de DR, of BDR.

De BDR wordt verkozen om als back-up te dienen voor het geval de DR offline gaat. Het idee hierachter is dat routers een centraal contactpunt hebben voor het uitwisselen van informatie.

In plaats van updates uit te wisselen met elke andere router in het segment, ruilt elke router informatie met de DR en BDR.

DR en BDR relay de informatie aan iedereen creationdy anders. In wiskundige termen wordt de informatie-uitwisseling van $O(n*n)$ naar $O(n)$ teruggebracht, waarbij n voor het aantal routers in een multi-access segment staat.

Dit routermodel illustreert DR. en BDR:



In dit diagram, delen alle routers een gemeenschappelijk multi-access segment. Door de uitwisseling van Hello pakketten, wordt één router verkozen DR en een andere wordt verkozen BDR.

Elke router op het segment (dat al een buur is geworden) probeert een nabijheid met DR en BDR vast te stellen.

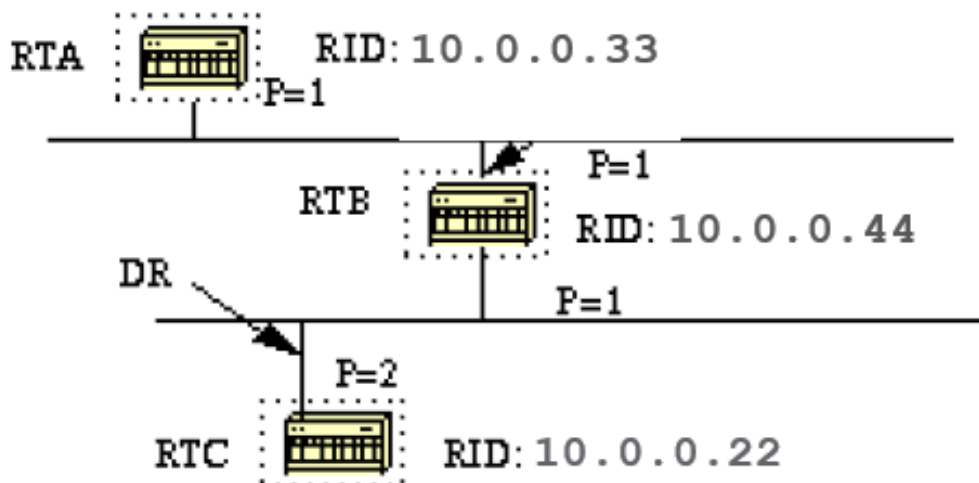
Verkiezing van DR

DR- en BDR-verkiezingen vinden plaats via de Hello protocol. Hello pakketten worden uitgewisseld via IP multicast-pakketten (Bijlage B) op elk segment.

De router met de hoogste OSPF-prioriteit op een segment wordt de DR voor dat segment. Ditzelfde proces wordt herhaald voor de BDR. In het geval van een gelijkspel, prevaleert de router met het hoogste RID.

De standaard voor de OSPF-prioriteit voor interfaces is één. Houd er rekening mee dat de concepten DR en BDR per multi-access segment gelden. De OSPF-prioriteitswaarde op een interface wordt uitgevoerd met de `ip ospf priority` interfaceopdracht.

Een prioriteitswaarde van nul duidt op een interface die niet als DR of BDR moet worden verkozen. De toestand van de interface met prioriteit nul is **DROTHER**. Dit illustreert de DR-verkiezing:



In dit diagram hebben RTA en RTB dezelfde interfaceprioriteit, maar RTB heeft een hogere RID. RTB is de DR op dat segment. RTC heeft een hogere prioriteit dan RTB. RTC is de DR op dat segment.

Creëer de nabijheid

Het nabijheidsbouwproces wordt van kracht nadat meerdere fasen zijn voltooid. Routers die aangrenzend worden hebben de exacte link-state database.

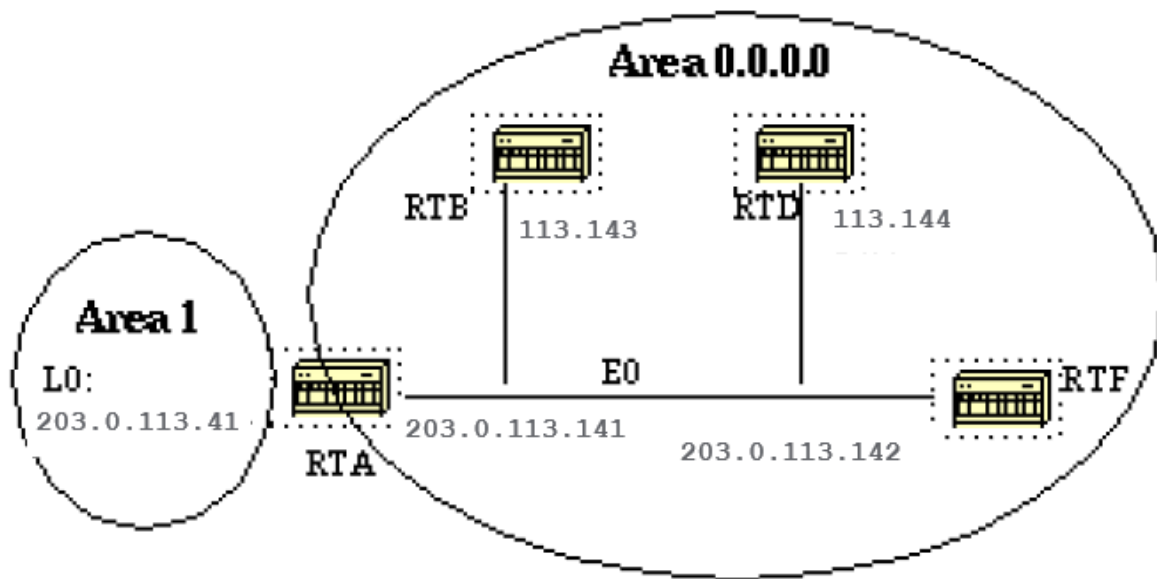
Hier is een samenvatting van staten die een interface doorgaat alvorens het naast een andere router wordt:

- **Weg:** er is van niemand informatie ontvangen over het segment.
- **Poging:** Op niet-uitgezonden multi-access wolven zoals **Frame Relay** en X.25, wijst deze staat erop dat geen recente informatie van de buur is ontvangen. Om de buur te contacteren, verstuur **Hello** pakketten aan het verminderde tarief Poll Interval.
- **Init:** De interface heeft een pakket van **Hello** van een buur ontdekt maar de bidirectionele mededeling is nog niet gevestigd.
- **Bidirectionele** communicatie met een buurman. De router heeft zichzelf gezien in de **Hello**-pakketten van een buurman. Als dit stadium is voltooid, zijn de DR en BDR verkozen. Aan het eind van het 2 manierstadium, beslissen de routers of om in een nabijheid te werk te gaan bouwen. De beslissing wordt gebaseerd op de vraag of een van de routers een DR of BDR is, of dat de link een point-to-point of virtuele link is.
- **Exstart:** Routers proberen het initiële volgnummer vast te stellen dat gebruikt moet worden in de informatie-uitwisselingspakketten. Het volgnummer zorgt ervoor dat routers altijd de meest recente informatie krijgen. De ene router wordt de primaire en de andere secundaire router. De primaire router krijgt het secundaire voor informatie.
- **Exchange:** Routers beschrijven hun gehele link-state database door middel van verzonden database beschrijving pakketten. Bij deze status kunnen pakketten naar andere interfaces op

de router worden geflood.

- **Laden:** in deze staat voltooien routers de informatie-uitwisseling. Routers hebben een aanvraaglijst voor linktoestanden en een hertransmissielijst voor linktoestanden gemaakt. Alle informatie die onvolledig of verouderd lijkt, wordt op de verzoeklijst geplaatst. Updates worden op de wederuitzendlijst geplaatst totdat ze worden bevestigd.
- **Volledig:** bij deze staat, is de nabijheid volledig. De buurrouters zijn volledig aangrenzend. De aangrenzende routers hebben een gelijkaardig verbinding-staat gegevensbestand.

Hierna volgt een voorbeeld:



RTA, RTB, RTD en RTF delen een gemeenschappelijk segment (E0) in gebied 0.0.0.0. Dit zijn de configuraties van RTA en RTF. RTB en OTD moeten een soortgelijke configuratie hebben als RTF en zijn niet inbegrepen.

```
RTA#  
hostname RTA  
  
interface Loopback0  
ip address 203.0.113.41 255.255.255.0  
  
interface Ethernet0  
ip address 203.0.113.141 255.255.255.0  
  
router ospf 10  
network 203.0.113.41 0.0.0.0 area 1  
network 203.0.113.100 0.0.255.255 area 0.0.0.0
```

```
RTF#  
hostname RTF  
interface Ethernet0  
ip address 203.0.113.142 255.255.255.0
```

```
router ospf 10
 network 203.0.113.100 0.0.255.255 area 0.0.0.0
```

Dit is een eenvoudig voorbeeld dat een paar bevelen aantoont die in het zuiveren van netwerken OSPF zeer nuttig zijn.

- **show ip ospf interface**

Deze opdracht is een snelle controle om te bepalen of alle interfaces tot de gebieden behoren waarin ze verondersteld worden te zijn. De volgorde van de OSPF-netwerkopdrachten is zeer belangrijk.

In RTA-configuratie, als de "netwerk 203.0.113.100 0.0.255.255 gebied 0.0.0.0"verklaring vóór de "netwerk 203.0.113.41 0.0.0.0"verklaring werd gezet, zouden alle interfaces in gebied 0 zijn, wat onjuist is omdat de loopback in gebied 1 is.

Hier is de opdrachtoutput op RTA, RTF, RTB en RTD:

```
RTA#show ip ospf interface e0
Ethernet0 is up, line protocol is up
  Internet Address 203.0.113.141 255.255.255.0, Area 0.0.0.0
  Process ID 10, Router ID 203.0.113.41, Network Type BROADCAST, Cost:
10
  Transmit Delay is 1 sec, State BDR, Priority 1
  Designated Router (ID) 203.0.113.151, Interface address 203.0.113.142
  Backup Designated router (ID) 203.0.113.41, Interface address
203.0.113.141
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  Hello due in 0:00:02
  Neighbor Count is 3, Adjacent neighbor count is 3
  Adjacent with neighbor 203.0.113.151 (Designated Router)
Loopback0 is up, line protocol is up
  Internet Address 203.0.113.41 255.255.255.255, Area 1
  Process ID 10, Router ID 203.0.113.41, Network Type LOOPBACK, Cost: 1
  Loopback interface is treated as a stub Host
```

```
RTF#show ip ospf interface e0
Ethernet0 is up, line protocol is up
  Internet Address 203.0.113.142 255.255.255.0, Area 0.0.0.0
  Process ID 10, Router ID 203.0.113.151, Network Type BROADCAST, Cost: 10
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 203.0.113.151, Interface address 203.0.113.142
  Backup Designated router (ID) 203.0.113.41, Interface address
203.0.113.141
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  Hello due in 0:00:08
  Neighbor Count is 3, Adjacent neighbor count is 3
  Adjacent with neighbor 203.0.113.41 (Backup Designated Router)
```

```
RTD#show ip ospf interface e0
Ethernet0 is up, line protocol is up
  Internet Address 203.0.113.144 255.255.255.0, Area 0.0.0.0
  Process ID 10, Router ID 192.0.2.174, Network Type BROADCAST, Cost:
10
  Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 1
  Designated Router (ID) 203.0.113.151, Interface address 203.0.113.142
  Backup Designated router (ID) 203.0.113.41, Interface address
203.0.113.141
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  Hello due in 0:00:03
```

Neighbor Count is 3, Adjacent neighbor count is 2

Adjacent with neighbor 203.0.113.151 (Designated Router)

Adjacent with neighbor 203.0.113.41 (Backup Designated Router)

```
RTB#show ip ospf interface e0
```

Ethernet0 is up, line protocol is up

Internet Address 203.0.113.143 255.255.255.0, Area 0.0.0.0

Process ID 10, Router ID 203.0.113.121, Network Type BROADCAST, Cost: 10

Transmit Delay is 1 sec, **State DROTHER**, Priority 1

Designated Router (ID) 203.0.113.151, Interface address 203.0.113.142

Backup Designated router (ID) 203.0.113.41, Interface address

203.0.113.141

Timer intervals configured, **Hello 10, Dead 40**, Wait 40, Retransmit 5

Hello due in 0:00:03

Neighbor Count is 3, Adjacent neighbor count is 2

Adjacent with neighbor 203.0.113.151 (Designated Router)

Adjacent with neighbor 203.0.113.41 (Backup Designated Router)

Deze output toont zeer belangrijke informatie. Bij RTA-uitgang is Ethernet0 in gebied 0.0.0.0. De proces-ID is 10 (router ospf 10) en de router-ID is 203.0.13.41.

Herinner dat RID het hoogste IP adres op de doos of de loopbackinterface is, die in laarstijd wordt berekend of wanneer het proces OSPF opnieuw is begonnen.

De status van de interface is BDR. Aangezien alle routers dezelfde OSPF-prioriteit op Ethernet 0 hebben (standaard is 1), is de RTF-interface geselecteerd als DR vanwege het hogere RID.

Op dezelfde manier is RTA verkozen als BDR. RTD en RTB zijn geen DR of BDR en hun status is DROTHER.

Let op de buurtelling en de aangrenzende telling. RTD heeft drie neighbors en is aangrenzend met twee ervan, namelijk de DR en de BDR. RTF heeft drie neighbors en is aangrenzend met alle drie omdat het de DR is.

De informatie over het netwerktype is belangrijk en bepaalt de staat van de interface. Op uitzendingsnetwerken zoals Ethernet is de selectie van DR en BDR irrelevant voor de eindgebruiker.

Het maakt niet uit wie de DR of BDR zijn. In andere gevallen, zoals NBMA-media als Frame Relay en X.25, wordt dit zeer belangrijk voor OSPF om correct te functioneren.

Met de introductie van point-to-point en point-to-multipoint subinterfaces is DR-verkiezing niet langer een probleem. OSPF via NBMA wordt in de volgende sectie besproken.

Een andere opdracht die we moeten bekijken is:

- **show ip ospf neighbor**

Laten we eens kijken naar de OTO-resultaten:

```
RTD#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
203.0.113.121	1	2WAY/DROTHER	0:00:37	203.0.113.143	Ethernet0
203.0.113.151	1	FULL/DR	0:00:36	203.0.113.142	Ethernet0
203.0.113.41	1	FULL/BDR	0:00:34	203.0.113.141	Ethernet0

Het `show ip ospf neighbor` Het bevel toont de staat van alle burens op een bepaald segment. Wees niet bang als de **buurID** niet bij het segment hoort waar je naar kijkt.

In ons geval zijn 203.0.113.121 en 203.0.113.151 niet op Ethernet0. De **buurID** is eigenlijk het RID dat elk IP-adres in het vak kan zijn.

Omdat RTD en RTB alleen neighbors zijn, is de status 2WAY/DROTHER. RTD is aangrenzend aan RTA en RTF, en de status is FULL/DR en FULL/BDR.

Aangrenzigen bij point-to-point interfaces

OSPF vormt altijd een nabijheid met de buur aan de andere kant van een point-to-point interface zoals point-to-point seriële lijnen. Hierbij bestaat het concept van DR's en BDR's niet. De status van de seriële interfaces is point-to-point.

Aangrenzigen bij NBMA-netwerken (Non-Broadcast Multi-Access)

Speciale zorg moet worden betracht bij de configuratie van OSPF over multi-access niet-broadcast media zoals Frame Relay, X.25, ATM. Het protocol beschouwt deze media als alle andere broadcastmedia, zoals Ethernet.

NBMA-clouds worden doorgaans gebouwd in een hub en spoke-topologie. PVC's of SVC's worden in een gedeeltelijk mesh uiteengezet en de fysieke topologie biedt niet de multi-toegang die OSPF kan detecteren.

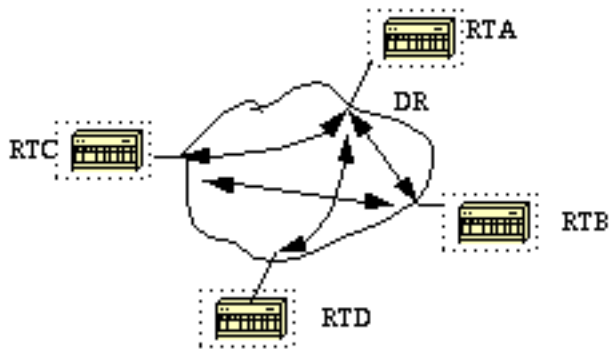
De keuze van de DR wordt een probleem omdat de DR en BDR volledige fysieke connectiviteit vereisen met alle routers die in de cloud bestaan.

Wegens het gebrek aan uitzendmogelijkheden, moeten DR en BDR een statische lijst van alle andere routers hebben die aan de wolk worden verbonden.

Dit wordt bereikt met de `neighbor ip-address [priority number] [poll-interval seconds]` opdracht, waarbij de "ip-adres" en "prioriteit" het IP-adres en de OSPF-prioriteit zijn die aan de buur is gegeven.

Een neighbor met een prioriteit van 0 komt niet in aanmerking voor verkiezing als DR. Het "opiniepeilinterval" is de hoeveelheid tijd die een NBMA-interface wacht voor de opiniepeiling (een verzonden **Hello**) naar een vermoedelijk dode buur.

Het `neighbor` Deze opdracht is van toepassing op routers met DR- of BDR-potentiaal (interfaceprioriteit niet gelijk aan 0). Dit toont een netwerkdiagram waar DR-selectie erg belangrijk is:



In dit diagram is het essentieel dat de RTA-interface naar de cloud wordt gekozen voor DR. RTA is namelijk de enige router met volledige connectiviteit met andere routers.

De keuze van de noodherkenning kan worden beïnvloed door de prioriteitsparameter van de ospf op de interfaces. Routers die geen DR's of BDR's hoeven te worden, hebben een prioriteit van 0 of andere routers kunnen een lagere prioriteit hebben.

Het `neighbor` De opdracht wordt niet diepgaand behandeld in dit document en wordt verouderd door een nieuwe interface-netwerktipe ongeacht de onderliggende fysieke media. Dit wordt in de volgende sectie uitgelegd.

Vermijd DR's en buurcommando op NBMA

Er kunnen verschillende methoden worden gebruikt om de complicaties van statische buurconfiguratie en specifieke routers die DR's of BDR's worden in de niet-uitzendbare cloud te vermijden.

Om te specificeren welke methode te gebruiken wordt beïnvloed door of wij het netwerk van bij het begin beginnen of als wij een ontwerp rectificeren dat reeds bestaat.

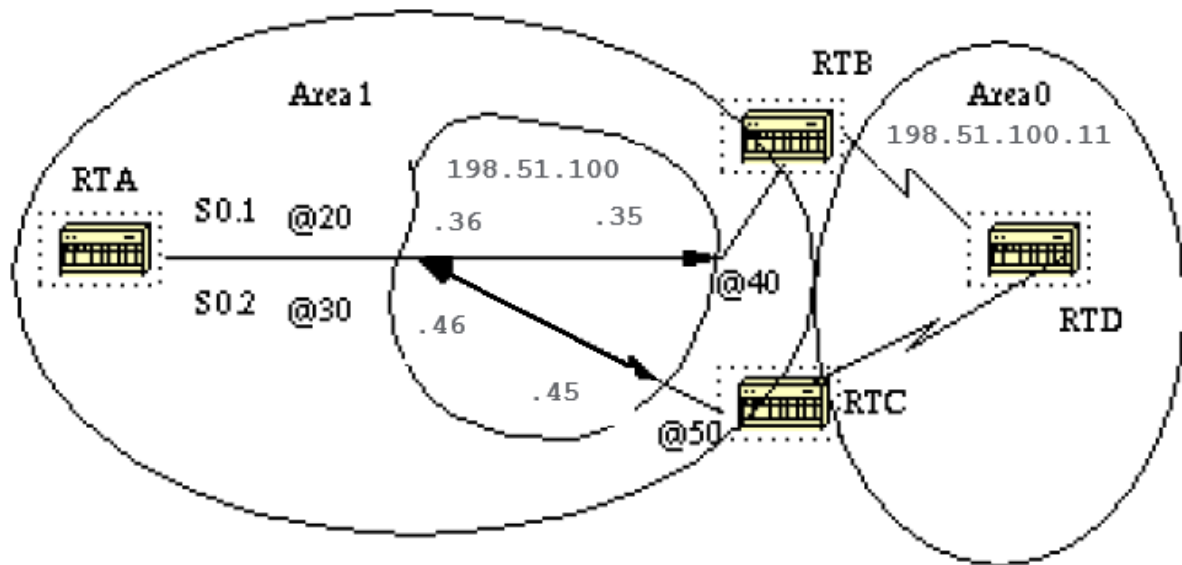
Point-to-point subinterfaces

Een subinterface is een logische manier om een interface te definiëren. Dezelfde fysieke interface kan opgesplitst worden in meerdere logische interfaces, waarbij elke subinterface gedefinieerd wordt als point-to-point.

Dit werd oorspronkelijk gecreëerd om problemen veroorzaakt door de toepassing van split horizon bij NBMA en vectorgebaseerde routingprotocollen op te lossen.

Een point-to-point subinterface heeft de eigenschappen van een fysieke point-to-point interface. Bij OSPF wordt een aangrenzing altijd gevormd via een point-to-point subinterface zonder een DR- of BDR-verkiezing.

Dit is een illustratie van point-to-point subinterfaces:



In dit diagram, op RTA, kunnen wij Serie 0 in twee punt-tot-punt subinterfaces, S0.1 en S0.2 verdelen. Op deze manier beschouwt OSPF de cloud als een verzameling point-to-point links in plaats van één multi-access netwerk.

Het enige nadeel voor het punt-tot-punt is dat elk segment tot een ander subnet behoort. Dit is onaanvaardbaar omdat sommige beheerders al één IP-subnetverbinding voor de hele cloud hebben toegewezen.

Een andere tijdelijke oplossing is het gebruik van ongenummerde IP-interfaces in de cloud. Dit is ook een probleem voor beheerders die WAN beheren op basis van IP-adressen van de seriële lijnen. Dit is een typische configuratie voor RTA en RTB:

```

RTA#

interface Serial 0
  no ip address
  encapsulation frame-relay

interface Serial0.1 point-to-point
  ip address 198.51.100.36 255.255.252.0
  frame-relay interface-dlci 20

interface Serial0.2 point-to-point
  ip address 198.51.100.46 255.255.252.0
  frame-relay interface-dlci 30

router ospf 10
network 198.51.100.1 0.0.255.255 area 1

```

```

RTB#

interface Serial 0
  no ip address

```

```
encapsulation frame-relay

interface Serial0.1 point-to-point
 ip address 198.51.100.35 255.255.252.0
 frame-relay interface-dlci 40

interface Serial1
 ip address 198.51.100.11 255.255.255.0

router ospf 10
 network 198.51.100.1 0.0.255.255 area 1
 network 198.51.100.10 0.0.255.255 area 0
```

Selecteer Netwerktypen voor interfaces

De opdracht die wordt gebruikt om het netwerktype van een OSPF-interface in te stellen is als volgt:

```
ip ospf network {broadcast | non-broadcast | point-to-multipoint}
```

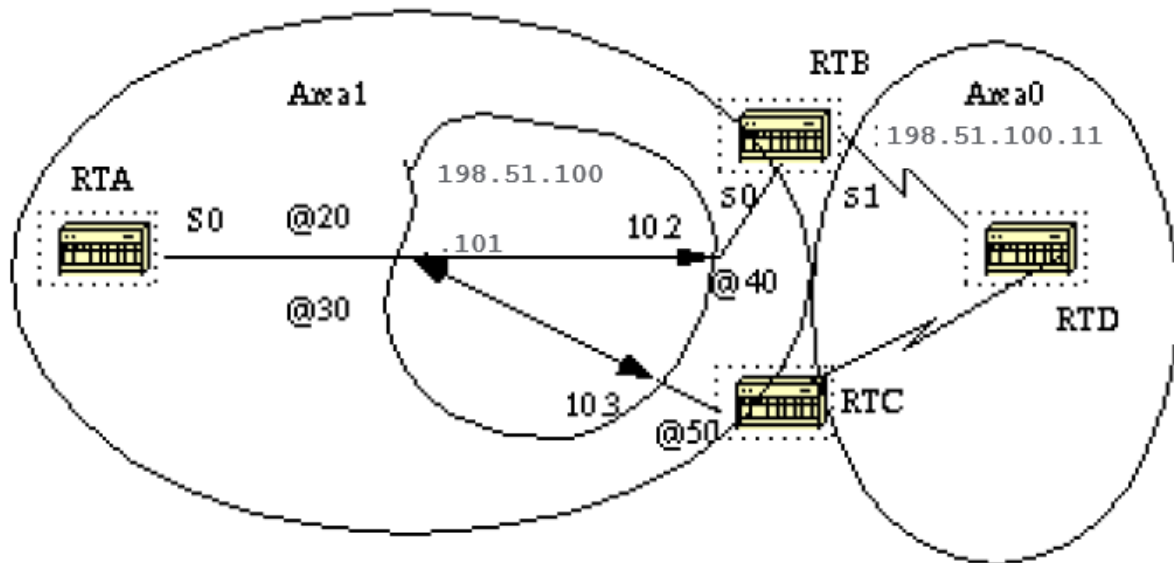
Point-to-multipoint interfaces

Een OSPF point-to-multipoint interface wordt gedefinieerd als een genummerde point-to-point interface met een of meer burens. Dit concept is beter dan het eerder beschreven point-to-point en is een stap in de goede richting.

Beheerders hoeven zich geen zorgen te maken over meerdere subnetten voor elke point-to-point link. De cloud wordt geconfigureerd als één subnet.

Dit werkt goed voor degenen die migreren naar het point-to-point concept zonder wijziging van het IP-adres in de cloud. Ook kunnen ze DR's en buurverklaringen negeren.

OSPF point-to-multipoint werkt door de uitwisseling van extra link-state-updates die een aantal informatie-elementen bevatten die connectiviteit met de buurrouters beschrijven.



```

RTA#

interface Loopback0
 ip address 203.0.113.101 255.255.255.0

interface Serial0
 ip address 198.51.100.101 255.255.255.0
 encapsulation frame-relay
 ip ospf network point-to-multipoint

router ospf 10
 network 198.51.100.1 0.0.255.255 area 1

```

```

RTB#

interface Serial0
 ip address 198.51.100.102 255.255.255.0
 encapsulation frame-relay
 ip ospf network point-to-multipoint

interface Serial1
 ip address 198.51.100.11 255.255.255.0

router ospf 10
 network 198.51.100.1 0.0.255.255 area 1
 network 198.51.100.10 0.0.255.255 area 0

```

Merk op dat er geen statische frame relay-plattegronden zijn geconfigureerd; dit komt doordat Inverse ARP zorg draagt voor de DLCI naar IP-adresomzetting. Laten we eens kijken naar een aantal `show ip ospf interface` en `show ip ospf route` output:

```

RTA#show ip ospf interface s0
Serial0 is up, line protocol is up
 Internet Address 198.51.100.101 255.255.255.0, Area 0
 Process ID 10, Router ID 203.0.113.101, Network Type
 POINT_TO_MULTIPOINT, Cost: 64
 Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_MULTIPOINT,

```

```
Timer intervals configured, Hello 30, Dead 120, Wait 120, Retransmit 5
Hello due in 0:00:04
Neighbor Count is 2, Adjacent neighbor count is 2
Adjacent with neighbor 198.51.100.174
Adjacent with neighbor 198.51.100.130
```

RTA#show ip ospf neighbor

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
198.51.100.103	1	FULL/ -	0:01:35	198.51.100.103	Serial0
198.51.100.102	1	FULL/ -	0:01:44	198.51.100.102	Serial0

RTB#show ip ospf interface s0

```
Serial0 is up, line protocol is up
Internet Address 198.51.100.102 255.255.255.0, Area 0
Process ID 10, Router ID 198.51.100.102, Network Type
POINT_TO_MULTIPOINT, Cost: 64
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_MULTIPOINT,
Timer intervals configured, Hello 30, Dead 120, Wait 120, Retransmit 5
Hello due in 0:00:14
Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
Adjacent with neighbor 203.0.113.101
```

RTB#show ip ospf neighbor

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
203.0.113.101	1	FULL/ -	0:01:52	198.51.100.101	Serial0

Het enige nadeel van point-to-multipoint is dat voor alle neighbors meerdere hostroutes (routes met masker 255.255.255.255) worden gegenereerd. Let op de hostroutes in de IP-routeringstabel voor RTB:

RTB#show ip route

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is not set

```
203.0.113.210 255.255.255.255 is subnetted, 1 subnets
O 203.0.113.101 [110/65] via 198.51.100.101, Serial0
198.51.100.1 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O 198.51.100.103 255.255.255.255
[110/128] via 198.51.100.101, 00:00:00, Serial0
O 198.51.100.101 255.255.255.255
[110/64] via 198.51.100.101, 00:00:00, Serial0
C 198.51.100.100 255.255.255.0 is directly connected, Serial0
172.16.0.0 255.255.255.0 is subnetted, 1 subnets
C 172.16.0.1 is directly connected, Serial1
```

RTC#show ip route

```
203.0.113.210 255.255.255.255 is subnetted, 1 subnets
O 203.0.113.101 [110/65] via 198.51.100.101, Serial1
198.51.100.1 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
O 198.51.100.102 255.255.255.255 [110/128] via 198.51.100.101, Serial1
O 198.51.100.101 255.255.255.255 [110/64] via 198.51.100.101, Serial1
C 198.51.100.100 255.255.255.0 is directly connected, Serial1
172.16.0.0 255.255.255.0 is subnetted, 1 subnets
O 172.16.0.1 [110/192] via 198.51.100.101, 00:14:29, Serial1
```

Merk op dat in de RTC IP-routeringstabel netwerk 172.16.0.1 bereikbaar is via volgende hop 198.51.100.101 en niet via 198.51.100.102, normaal gezien via Frame Relay-clouds die dezelfde subnetverbinding delen.

Dit is één voordeel van de point-to-multipoint configuratie omdat u geen statische afbeelding op RTC nodig hebt om de volgende hop 198.51.100.102 te bereiken.

Broadcast-interfaces

Deze benadering is een tijdelijke oplossing voor de `neighbor` bevel dat statisch van alle huidige burens een lijst maakt. De interface is logisch gezien ingesteld op broadcast en gedraagt zich alsof de router is aangesloten op een LAN.

DR en BDR de selectie worden uitgevoerd zo dat of een volledige netwerktopologie of een statische selectie van DR. op de interfaceprioriteit wordt gebaseerd die. De opdracht die de interface instelt op broadcasten is als volgt:

```
ip ospf network broadcast
```

OSPF en routesamenvatting

Samenvattend is het samenvoegen van meerdere routes in één advertentie. Dit gebeurt gewoonlijk aan de grenzen van area-border-routers (ABR's).

Hoewel de samenvatting tussen om het even welke twee gebieden wordt gevormd, is het beter in de richting van de backbone samen te vatten. Op deze manier ontvangt de backbone alle geaggregeerde adressen en injecteert deze, reeds samengevat, in andere gebieden.

Er zijn twee typen samenvattingen:

- Samenvatting van routes tussen gebieden
- Samenvatting van externe routes

Samenvatting van routes tussen gebieden

Routesamenvatting tussen gebieden vindt plaats op ABR's en is van toepassing op routes vanuit het AS. Deze is niet van toepassing op externe routes die via herdistributie in OSPF worden geïnjecteerd.

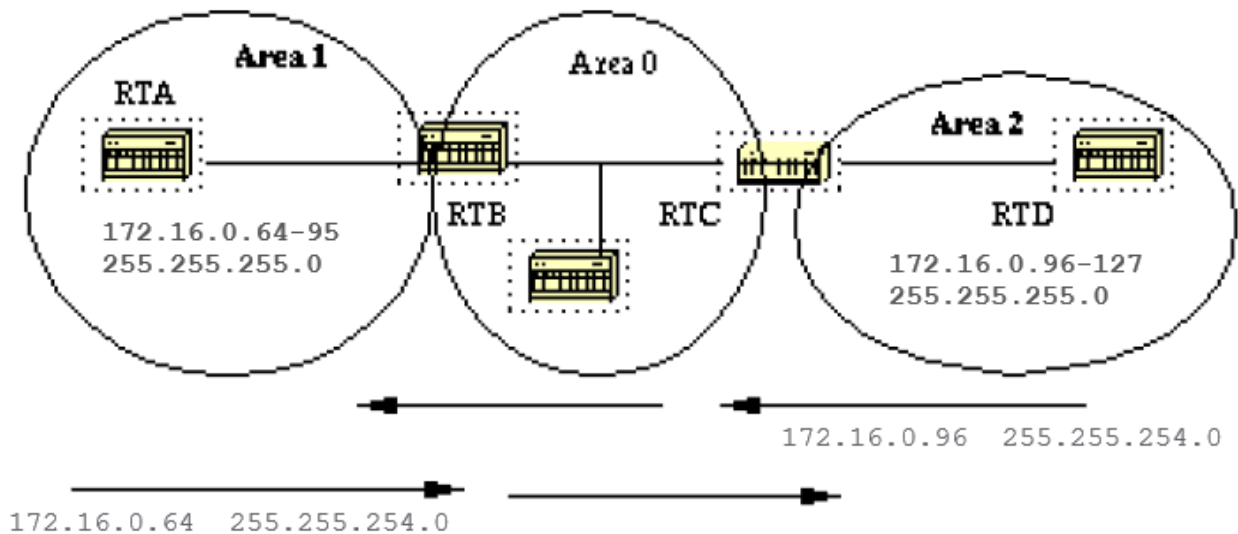
Om voordeel te halen uit de samenvatting, moeten de netwerknummers in gebieden op een aangrenzende manier worden toegewezen om deze adressen in één bereik samen te voegen.

Om een adresbereik te specificeren, voert u deze taak in de routerconfiguratiemodus uit:

```
area area-id range address mask
```

Waar de **oppervlakte-id** het gebied is dat netwerken bevat die moeten worden samengevat. Het

"adres" en het "masker" geven aan welke adressen in één bereik moeten worden samengevat. Dit is een voorbeeld van een samenvatting:



In dit diagram vat RTB het bereik van subnetten van 172.16.0.64 tot 172.16.0.95 samen in één bereik: 172.16.0.64 255.255.224.0. Om dit te bereiken, maskeren de eerste drie linker meeste bits van 64 met een masker van 255.255.224.0.

Op dezelfde manier genereert RTC het overzichtsadres 172.16.0.96 255.255.224.0 in de backbone. Deze samenvatting is succesvol omdat er twee verschillende subnetbereiken zijn: 64-95 en 96-127.

Het is moeilijk samen te vatten als de subnetten tussen gebied 1 en gebied 2 overlappen. Het backbone-gebied zou dan samengevatte bereiken ontvangen die overlappen en routers in het midden zouden niet weten waar ze het verkeer op basis van het samenvattingsadres naartoe moeten verzenden.

Dit is de relatieve configuratie van RTB:

```
RTB#  
router ospf 100  
area 1 range 172.16.0.64 255.255.224.0
```

Voorafgaand aan Cisco IOS®-software release 12.1(6), is het aanbevolen om op de ABR-router een afgedankte statische route voor het summier adres handmatig te configureren om mogelijke routerlijnen te voorkomen. Voor de getoonde summier route, gebruik dit bevel:

```
ip route 172.16.0.64 255.255.224.0 null0
```

In Cisco IOS® 12.1(6) en hoger wordt de afvoerroute automatisch standaard gegenereerd. Om route te verwerpen, configureer opdrachten onder `router ospf`:

- Hetzij `[no] discard-route internal`

- OF `[no] discard-route external`

Opmerking over de metrische berekening van het overzichtsadres: [RFC 1583](#) wordt opgeroepen om de metriek voor overzichtsroutes te berekenen op basis van de minimale metriek van de beschikbare samengestelde paden.

[RFC 2178](#) (nu verouderd door [RFC 2328](#)) wijzigde de gespecificeerde methode om maatstaven voor overzichtsroutes te berekenen, zodat de component van de samenvatting met de maximum (of grootste) kosten de kosten van de samenvatting zou bepalen.

Voorafgaand aan Cisco IOS® 12.0 was Cisco compatibel met de toen-huidige [RFC 1583](#). Sinds Cisco IOS® 12.0, heeft Cisco het gedrag van OSPF zodanig gewijzigd dat het compatibel is met de nieuwe standaard, [RFC 2328](#).

Deze situatie maakte niet-optimale routing mogelijk als niet alle ABR's in een gebied tegelijkertijd werden geüpgraded naar de nieuwe code.

Om dit potentiële probleem aan te pakken, is een opdracht toegevoegd aan de OSPF-configuratie van Cisco IOS® waarmee u compatibiliteit met [RFC 2328](#) selectief kunt uitschakelen.

Het nieuwe configuratiebevel staat onder `router ospf`, en heeft de syntaxis:

```
[no] compatible rfc1583
```

De default parameter is compatibel met [RFC 1583](#). Deze opdracht is beschikbaar in deze versies van Cisco IOS®:

- 12.1(03)DC
- 12.1(03)DB
- 12.001(001.003) - 12.1 Mainline
- 12.1(01.03)T - 12.1 T-Train
- 12.000(010.004) - 12.0 Mainline
- 12.1(01.03)E - 12.1 E-Train
- 12.1(01.03)EC
- 12.0(10.05)W05(18.00.10)
- 12.0(10.05)SC

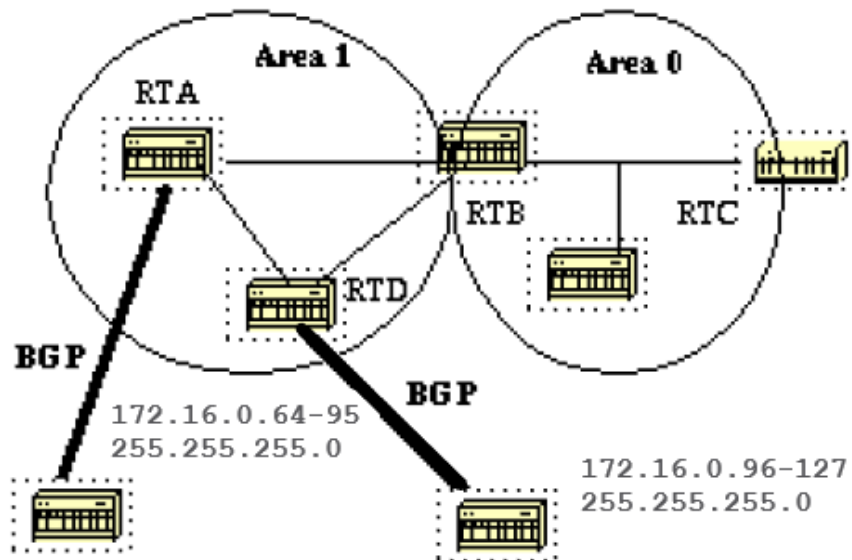
Samenvatting van externe routes

Samenvatting van externe routes is specifiek van toepassing op externe routes die in OSPF via herdistributie worden geïnjecteerd. Zorg er ook voor dat de externe bereiken die worden samengevat aaneengesloten zijn.

De samenvatting van overlappende waaiers van twee verschillende routers kon pakketten veroorzaken om naar de verkeerde bestemming worden verzonden. De samenvatting wordt gemaakt via de `router ospf` Onderbevel:

```
summary-address ip-address mask
```

Deze opdracht is alleen effectief bij ASBR-herdistributie in OSPF.



In dit diagram injecteren RTA en RTD externe routes in OSPF door herverdeling. RTA injecteert subnetten in het bereik 128.213.64-95 en OTO injecteert subnetten in het bereik 128.213.96-127. U kunt als volgt de subnetten in één bereik op elke router samenvatten:

```
RTA#
router ospf 100
summary-address 172.16.0.64 255.255.224.0
redistribute bgp 50 metric 1000 subnets
```

```
RTD#
router ospf 100
summary-address 172.16.0.96 255.255.224.0
redistribute bgp 20 metric 1000 subnets
```

Hierdoor genereert RTA 172.16.0.64 255.255.224.0 en genereert RTD 172.16.0.96 255.255.224.0.

Merk op dat de **summary-address** De opdracht heeft geen effect indien gebruikt op RTB omdat RTB de herverdeling in OSPF niet uitvoert.

Stubgebieden

Met OSPF kunnen bepaalde gebieden als stubgebieden worden geconfigureerd. Externe netwerken, zoals netwerken die via andere protocollen naar OSPF worden geherdistribueerd, mogen niet via flooding in een stubgebied terechtkomen.

Routing via deze gebieden naar de buitenwereld is gebaseerd op een standaardroute. De configuratie van het stubgebied vermindert de topologische gegevensbestandsgrootte binnen een gebied en vermindert de geheugenvereisten van routers binnen dat gebied.

Een gebied kan als stubgebied worden gekwalificeerd wanneer het één uitgangspunt heeft, of als routing naar bestemmingen buiten het gebied niet via een optimaal pad hoeft te verlopen.

Deze laatste beschrijving geeft aan dat een stub gebied met meerdere exitpunten ook een of meer gebiedskader routers heeft die een standaard in dat gebied injecteren.

Routing naar de buitenwereld zou een suboptimaal pad naar de bestemming uit het gebied kunnen nemen via een exitpunt dat verder naar de bestemming is dan andere exitpunten.

Een andere beperking van het stubgebied is dat het niet kan worden gebruikt als transitgebied voor virtuele links. Een stubgebied kan ook geen interne ASBR hebben.

Deze beperkingen worden gemaakt omdat een stompgebied hoofdzakelijk wordt gevormd om externe routes niet te dragen en om het even welk van deze situaties veroorzaken externe verbindingen om in dat gebied worden geïnjecteerd. De backbone kan niet als stub worden geconfigureerd.

Alle OSPF-routers binnen een stubgebied moeten worden geconfigureerd als stubrouters. Wanneer een gebied als stub is geconfigureerd, wisselen alle interfaces die behoren tot dat gebied **Hello**-pakketten uit met een vlag die aangeeft dat de interface stub is.

Eigenlijk is dit slechts een beetje in het **Hello** pakket (E bit) dat wordt ingesteld op 0. Alle routers die een gemeenschappelijk segment hebben, moeten het eens worden over die vlag. Anders, worden ze geen burens en wordt routing niet van kracht.

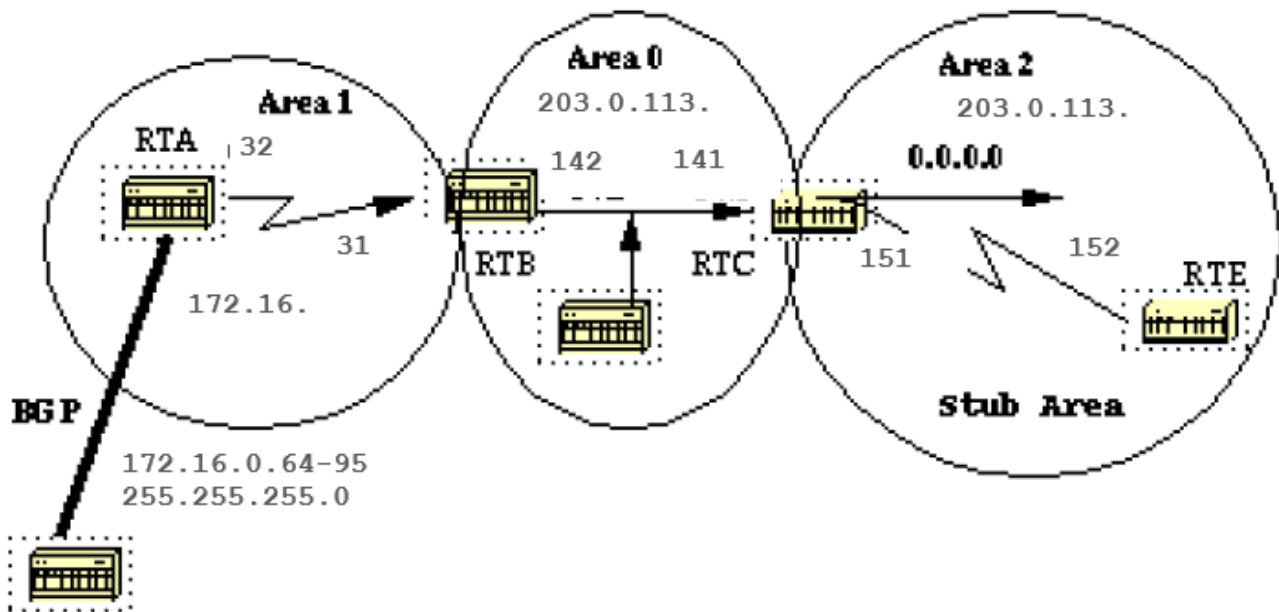
Een uitbreiding naar stub-gebieden wordt **totaal stubby gebieden** genoemd. Cisco geeft dit aan met de toevoeging van een **no-summary** sleutelwoord aan de configuratie van het stompgebied.

Een **volledig stroef gebied** is er een dat externe routes en summiere routes (interzoneroutes) blokkeert vanaf de toegang tot het gebied.

Hierdoor zijn routes binnen gebieden en de standaardroute 0.0.0.0 de enige routes die in dat gebied worden geïnjecteerd.

- Een gebied wordt met de volgende opdracht als stub geconfigureerd: `area stub [no-summary]`
- De opdracht voor het configureren van de standaardkosten in een gebied is: `area area-id default-cost cost`

Als de kosten niet met dat bevel worden geplaatst, worden de kosten van 1 geadverteerd door ABR.



Stel dat area 2 als stubgebied moet worden geconfigureerd. Dit voorbeeld toont de routingstabel van RTE vóór en na gebied 2 stompconfiguratie.

RTC#

```
interface Ethernet 0
 ip address 203.0.113.141 255.255.255.0

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.252
```

```
router ospf 10
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 2
 network 203.0.113.140 0.0.0.255 area 0
```

RTE#show ip route

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is not set

```
203.0.113.150 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial0
O IA  203.0.113.140 [110/74] via 203.0.113.151, 00:06:31, Serial0
      198.51.100.1 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O E2  172.16.0.64 255.255.192.0
      [110/10] via 203.0.113.151, 00:00:29, Serial0
O IA  172.16.0.63 255.255.255.252
      [110/84] via 203.0.113.151, 00:03:57, Serial0
      172.16.0.108 255.255.255.240 is subnetted, 1 subnets
O      172.16.0.208 [110/74] via 203.0.113.151, 00:00:10, Serial0
```

RTE heeft de routes tussen gebieden (O IA) 203.0.113.140 en 172.16.0.63, de route binnen gebied (O) 172.16.0.208 en de externe route (O E2) 172.16.0.64 geleerd.

Zo configureert u gebied 2 als stub:

RTC#

```
interface Ethernet 0
 ip address 203.0.113.141 255.255.255.0

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.252

router ospf 10
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 2
 network 203.0.113.140 0.0.0.255 area 0
 area 2 stub
```

RTE#

```
interface Serial1
 ip address 203.0.113.152 255.255.255.252
router ospf 10
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 2
 area 2 stub
```

Merk op dat de **stub** het bevel wordt ook gevormd op RTE, anders wordt RTE nooit een buur aan RTC. De standaardkosten waren niet ingesteld, dus RTC adverteert 0.0.0.0 naar RTE met een metriek van 1.

RTE#**show ip route**

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is 203.0.113.151 to network 0.0.0.0
```

```
      203.0.113.150 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial0
O IA  203.0.113.140 [110/74] via 203.0.113.151, 00:26:58, Serial0
      198.51.100.1 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
O IA   172.16.0.63 [110/84] via 203.0.113.151, 00:26:59, Serial0
      172.16.0.108 255.255.255.240 is subnetted, 1 subnets
O      172.16.0.208 [110/74] via 203.0.113.151, 00:26:59, Serial0
O*IA  0.0.0.0 0.0.0.0 [110/65] via 203.0.113.151, 00:26:59, Serial0
```

Merk op dat alle routes behalve de externe routes verschijnen die door een standaardroute van 0.0.0.0 werden vervangen. De kosten van de route bedroegen 65 (64 voor een T1-lijn + 1 geadvertiseerd door RTC).

We configureren nu gebied 2 om volledig koppig te zijn, en wijzigen de standaardkosten van 0.0.0.0 naar 10.

RTC#

```
interface Ethernet 0
 ip address 203.0.113.141 255.255.255.0

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.252
```

```
router ospf 10
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 2
 network 203.0.113.140 0.0.0.255 area 0
 area 2 stub no-summary
 area 2 default cost 10
```

RTE#**show ip route**

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is not set

```
      203.0.113.150 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
C       203.0.113.150 is directly connected, Serial0
      172.16.0.108 255.255.255.240 is subnetted, 1 subnets
O       172.16.0.208 [110/74] via 203.0.113.151, 00:31:27, Serial0
O*IA 0.0.0.0 0.0.0.0 [110/74] via 203.0.113.151, 00:00:00, Serial0
```

Merk op dat de enige routes die verschijnen de intra-gebied routes (O) en de standaard-route 0.0.0.0 zijn. De externe en interzonale routes zijn geblokkeerd.

De kosten van de standaardroute zijn nu 74 (64 voor T1-lijn + 10 aangekondigd door RTC). Er is in dit geval geen configuratie nodig op RTE.

Het gebied is al stub, en de **no-summary** opdracht heeft geen invloed op het Hello-pakket als de **stub** de opdracht wel.

Verdeel Routes opnieuw in OSPF

Verdeel routes in OSPF van andere routeringsprotocollen of van statische oorzaken opnieuw deze routes om externe routes te worden OSPF. Om routes in OSPF opnieuw te verdelen, gebruik dit bevel op de wijze van de routerconfiguratie:

```
redistribute protocol [process-id] [metric value] [metric-type value] [route-map map-tag]
[subnets]
```

Opmerking: deze opdracht moet op één regel staan.

Het **protocol** en **process-id** zijn het protocol dat we in OSPF en de bijbehorende process-id injecteren als deze afsluit. De metriek is de kosten die we aan de externe route toewijzen.

Als geen metriek wordt gespecificeerd, zet OSPF een standaardwaarde van 20 wanneer de routes van alle protocollen behalve routes BGP worden opnieuw verdeeld, die metrisch van 1 krijgen. Het metrieke type wordt in de volgende alinea besproken.

De routekaart is een methode die wordt gebruikt om de her distributie van routes tussen routingdomeinen te beheren. De opmaak van een routekaart is als volgt:

```
route-map map-tag [[permit | deny] | [sequence-number]]
```

Met routeherdistributie in OSPF, slechts worden de routes die niet subnetted zijn opnieuw verdeeld als subnets het sleutelwoord is niet opgegeven.

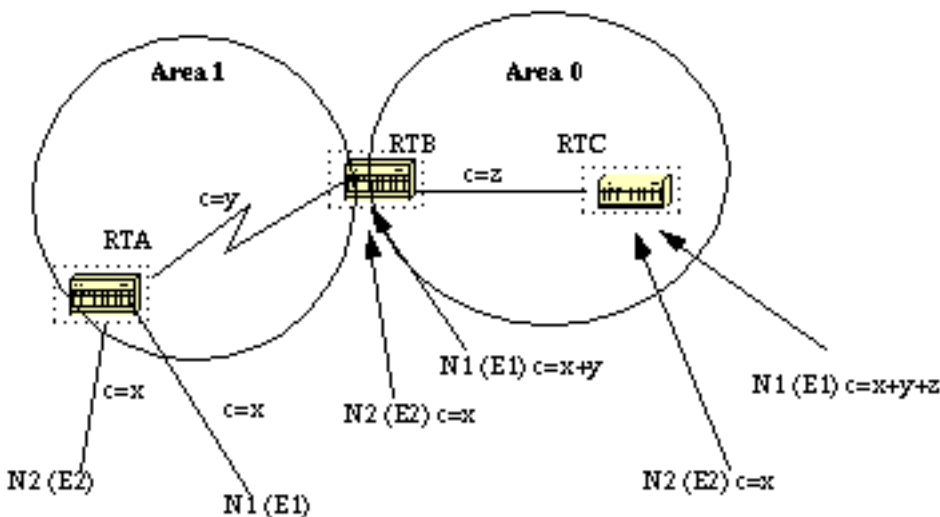
Externe routes van het type E1 en E2

Externe routes vallen onder twee categorieën: extern type 1 en extern type 2. Het verschil tussen deze twee is de manier waarop de kosten (metrisch) van de route worden berekend.

De kosten van een route van type 2 zijn altijd de externe kosten, ongeacht de interne kosten om die route te bereiken.

Kosten van type 1 zijn de optelling van de externe kosten en de interne kosten die worden gebruikt om die route te bereiken.

Een route van type 1 heeft altijd de voorkeur op een route van type 2 voor dezelfde bestemming.

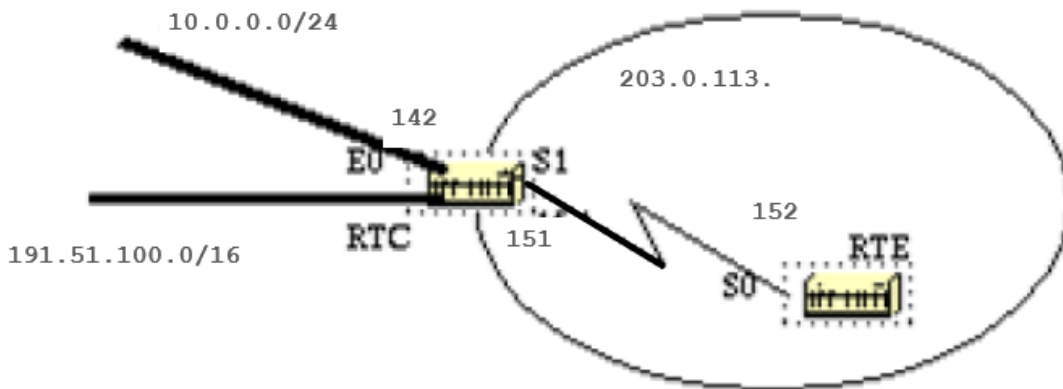


Zoals het dit diagram toont, herverdeelt RTA twee externe routes in OSPF. N1 en N2 hebben beide externe kosten ter hoogte van x. Het enige verschil is dat N1 wordt herverdeeld in OSPF met een metrisch type 1 en N2 wordt herverdeeld met een metrisch type 2.

Als we de routes volgen zoals ze van gebied 1 naar gebied 0 lopen, zijn de kosten om N2 te bereiken zoals gezien van RTB of RTC altijd x. De interne kosten worden niet in aanmerking genomen. Anderzijds worden de kosten om N1 te bereiken verhoogd met de interne kosten. De kosten bedragen x+y zoals gezien vanuit RTB en x+y+z zoals gezien vanuit RTC.

Als beide externe routes van type 2 zijn en de externe kosten naar het bestemmingsnetwerk gelijk zijn, wordt het pad met de laagste kosten voor de ASBR geselecteerd als het beste pad.

Tenzij anders aangegeven, is het standaard externe type van externe routes type 2.



Veronderstel dat we twee statische routes hebben toegevoegd die naar E0 wijzen op RTC:
 10.0.0.16 255.255.255.0 (de /24 notatie geeft een 24-bits masker aan dat begint van uiterst links)
 en 198.51.100.1 255.255.0.0.

Dit toont het verschillende gedrag wanneer verschillende parameters worden gebruikt in de **redistribute** opdracht op RTC:

```
RTC#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.142 255.255.255.0

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.252

router ospf 10
 redistribute static
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 2
 network 203.0.113.140 0.0.0.255 area 0

ip route 10.0.0.16 255.255.255.0 Ethernet0
ip route 198.51.100.1 255.255.0.0 Ethernet0
```

```
RTE#

interface Serial0
 ip address 203.0.113.152 255.255.255.252

router ospf 10
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 2
```

De output van **show ip route** bij RTE:

```
RTE#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is not set
```

```
    203.0.113.150 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial0
O IA 203.0.113.140 [110/74] via 203.0.113.151, 00:02:31, Serial0
O E2 198.51.100.1 [110/20] via 203.0.113.151, 00:02:32, Serial0
```

Merk op dat de enige externe route die is verschenen 198.51.100.1 is, omdat we niet de **subnet** trefwoord. Vergeet niet dat als de **subnet** het sleutelwoord wordt niet gebruikt, slechts worden de routes die niet subnetted zijn opnieuw verdeeld. In dit voorbeeld is 10.0.0.16 een route van klasse A die is gesubnet en niet is geherdistribueerd. Aangezien de **metric** trefwoord niet gebruikt (of een **default-metric** verklaring onder router OSPF), zijn de kosten die aan de externe route worden toegewezen 20 (het gebrek is 1 voor BGP).

redistribute static metric 50 subnets

```
RTE#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M
- mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
      i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
    10.0.0.16 255.255.255.0 is subnetted, 1 subnets
O E2   10.0.0.16 [110/50] via 203.0.113.151, 00:00:02, Serial0
    203.0.113.150 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial0
O IA 203.0.113.140 [110/74] via 203.0.113.151, 00:00:02, Serial0
O E2 198.51.100.1 [110/50] via 203.0.113.151, 00:00:02, Serial0
```

Merk op dat 10.0.0.16 nu is opgedoken en de kosten voor externe routes is 50. Aangezien de externe routes van type 2 (E2) zijn, zijn de interne kosten niet opgeteld. Stel dat we het type nu in E1 wijzigen:

redistribute static metric 50 metric-type 1 subnets

```
RTE#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
      i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
    10.0.0.16 255.255.255.0 is subnetted, 1 subnets
O E1   10.0.0.16 [110/114] via 203.0.113.151, 00:04:20, Serial0
    203.0.113.150 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial0
O IA 203.0.113.140 [110/74] via 203.0.113.151, 00:09:41, Serial0
O E1 198.51.100.1 [110/114] via 203.0.113.151, 00:04:21, Serial0
```

Het type is gewijzigd in E1 en de kosten zijn verhoogd met de interne kosten van S0, die 64 bedragen. De totale kosten komen op 64+50=114.

Stel dat we een routekaart toevoegen aan de RTC-configuratie:

```
RTC#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.142 255.255.255.0
```

```

interface Serial1
  ip address 203.0.113.151 255.255.255.252

router ospf 10
redistribute static metric 50 metric-type 1 subnets route-map STOPUPDATE
  network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 2
  network 203.0.113.140 0.0.0.255 area 0

ip route 10.0.0.16 255.255.255.0 Ethernet0
ip route 198.51.100.1 255.255.0.0 Ethernet0

access-list 1 permit 198.51.100.1 0.0.255.255

route-map STOPUPDATE permit 10
  match ip address 1

```

De routekaart laat slechts 198.51.100.1 toe om in OSPF worden opnieuw verdeeld en ontkent de rest. Dit is waarom 10.0.0.16 niet meer in de RTE-routeringstabel verschijnt.

```

RTE#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is not set

    203.0.113.150 255.255.255.252 is subnetted, 1 subnets
C       203.0.113.150 is directly connected, Serial0
O IA   203.0.113.140 [110/74] via 203.0.113.151, 00:00:04, Serial0
O E1   198.51.100.1 [110/114] via 203.0.113.151, 00:00:05, Serial0

```

Verdeel OSPF opnieuw in andere protocollen

Gebruik van een geldig meetcriterium

Wanneer u OSPF herdistribueert in andere protocollen, moet u de regels van die protocollen respecteren. In het bijzonder, moet de toegepaste metriek de metriek aanpassen die door dat protocol wordt gebruikt.

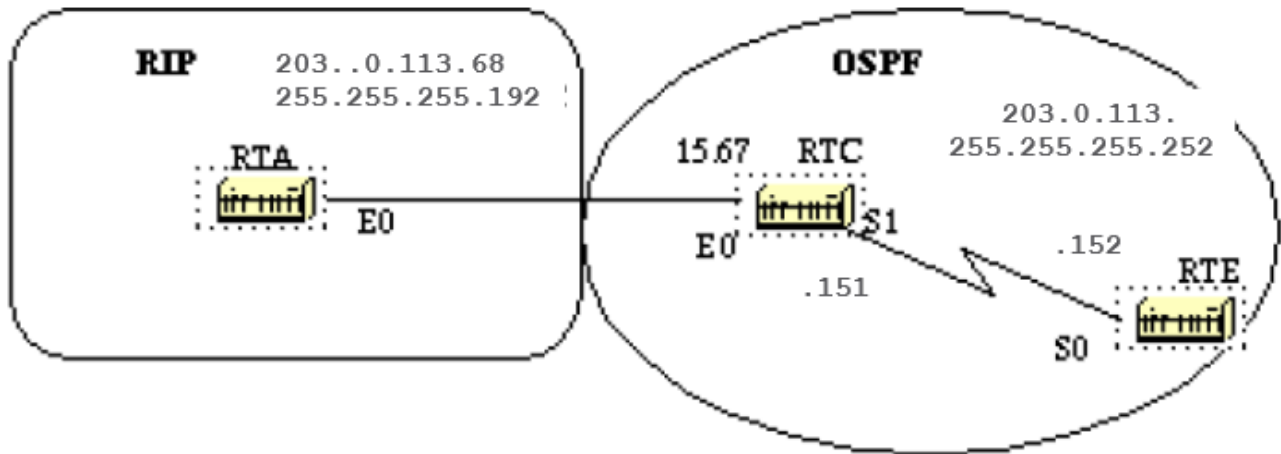
Bijvoorbeeld, is de metriek van RIP een hoptelling tussen 1 en 16, waar 1 erop wijst dat een netwerk één hop weg is en 16 wijst erop dat het netwerk onbereikbaar is. IGRP en EIGRP vereisen daarentegen een meetcriterium van de volgende vorm:

```
default-metric bandwidth delay reliability loading mtu
```

VLSM

Er moet tevens rekening worden gehouden met VLSM (Variable Length Subnet Guide) (bijlage C). OSPF kan informatie over meerdere subnetten voor hetzelfde hoofdnetwerk bevatten, maar andere protocollen zoals RIP en IGRP kunnen dat niet (EIGRP werkt wel goed met VLSM).

Als hetzelfde hoofdnet de grenzen van een OSPF- en RIP-domein overschrijdt, gaat VLSM-informatie die opnieuw in RIP of IGRP is verdeeld, verloren en moeten statische routes in de RIP- of IGRP-domeinen worden geconfigureerd. Dit voorbeeld illustreert dit probleem.



In dit diagram voert RTE OSPF en RTA RIP uit. RTC voert de herverdeling tussen de twee protocollen uit. Het probleem is dat het klasse C-netwerk 203.0.113.150 variabel subnetted is, het heeft twee verschillende maskers 255.255.255.252 en 255.255.255.192.

Hier zijn de configuratie en de routingstabellen van RTE en RTA:

```

RTA#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.68 255.255.255.192
router rip
 network 203.0.113.150
RTC#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.67 255.255.255.192

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.252
router ospf 10
 redistribute rip metric 10 subnets
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 0
router rip
 redistribute ospf 10 metric 2
 network 203.0.113.150

```

RTE#show ip route

```

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

```

Gateway of last resort is not set

```
203.0.113.150 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    203.0.113.150 255.255.255.252 is directly connected, Serial0
O    203.0.113.64 255.255.255.192
     [110/74] via 203.0.113.151, 00:15:55, Serial0
RTA#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is not set

```
203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 1 subnets
C    203.0.113.64 is directly connected, Ethernet0
```

RTE heeft gedetecteerd dat 203.0.113.150 twee subnetten heeft, terwijl RTA denkt dat er sprake is van slechts één subnet (het subnet dat op de interface is geconfigureerd).

Informatie over subnet 203.0.113.150 255.255.255.252 gaat in het RIP-domein verloren. Om dat subnet te bereiken moet op RTA een statische route worden geconfigureerd:

```
RTA#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.68 255.255.255.192
router rip
 network 203.0.113.150

ip route 203.0.113.150 255.255.255.0 203.0.113.67
```

Op deze manier kan RTA de andere subnetten bereiken.

Wederzijdse herdistributie

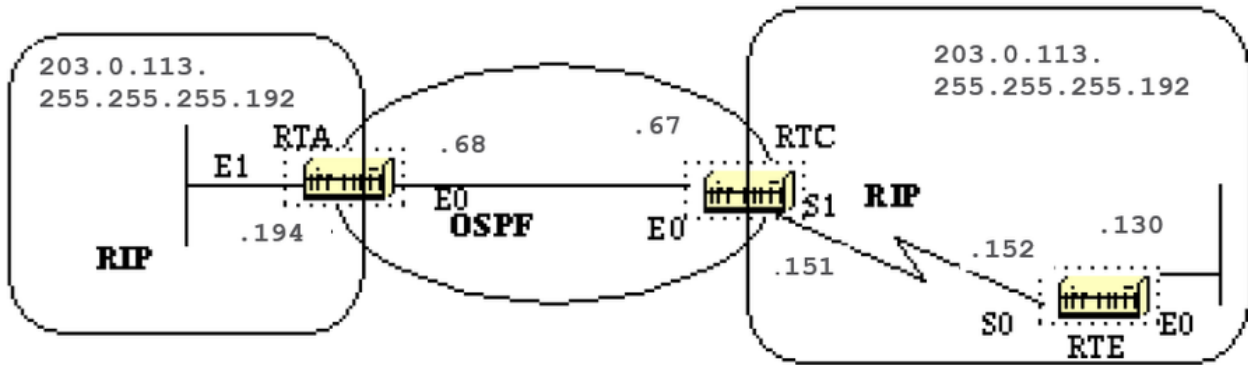
Wederzijdse herverdeling tussen protocollen moet zeer zorgvuldig en op een gecontroleerde manier gebeuren. Onjuiste configuratie kan potentiële routinginformatielussen tot gevolg hebben.

Een vuistregel voor wederzijdse herdistributie is niet toe te staan dat informatie die van een protocol is geleerd in datzelfde protocol wordt geïnjecteerd.

Passieve interfaces en distributielijsten moeten worden toegepast op de herverdelingsrouters. Het is moeilijk om informatie te filteren met link-state-protocollen zoals OSPF.

Distribute-list out werkt aan de ASBR om herverdeelde routes in andere protocollen te filteren. **Distribute-list in** werkt op elke router om routes uit de routingtabel te weren, maar voorkomt niet dat link-state-pakketten zich voortplanten; downstream-routers hebben nog steeds de routes.

Het is beter om een OSPF-filter zoveel mogelijk te vermijden als filters op de andere protocollen kunnen worden toegepast om lusvorming te voorkomen.



Om te illustreren, veronderstel RTA, RTC, en RTE looppas RIP. RTC en RTA voeren ook OSPF uit. Zowel RTC als RTA doen herverdeling tussen RIP en OSPF.

Als u niet wilt dat de RIP van RTE wordt ingespoten in het OSPF-domein, zet een passieve interface voor RIP op E0 van RTC. U hebt echter toegestaan dat de RIP van RTA in OSPF wordt geïnjecteerd. Het resultaat is als volgt:

Opmerking: gebruik deze configuratie niet.

```
RTE#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.15130 255.255.255.192

interface Serial0
 ip address 203.0.113.152 255.255.255.192

router rip
 network 203.0.113.150
```

```
RTC#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.67 255.255.255.192

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.192

router ospf 10
 redistribute rip metric 10 subnets
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 0

router rip
 redistribute ospf 10 metric 2
 passive-interface Ethernet0
 network 203.0.113.150
```

```
RTA#
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.68 255.255.255.192

router ospf 10
```

```
redistribute rip metric 10 subnets
network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 0
```

```
router rip
redistribute ospf 10 metric 1
network 203.0.113.150
```

RTC#show ip route

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is not set

```
      203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 4 subnets
C       203.0.113.150 is directly connected, Serial1
C       203.0.113.64 is directly connected, Ethernet0
R       203.0.113.15128 [120/1] via 203.0.113.68, 00:01:08, Ethernet0
          [120/1] via 203.0.113.152, 00:00:11, Serial1
O       203.0.113.15192 [110/20] via 203.0.113.68, 00:21:41, Ethernet0
```

Merk op dat RTC twee paden heeft om 203.0.113.15128-subnet te bereiken: Serial 1 en Ethernet 0 (E0 is duidelijk het verkeerde pad). Dat komt doordat RTC die vermelding via OSPF aan RTA gaf en RTA deze via RIP retourneerde omdat RTA dit niet via RIP heeft geleerd.

Dit voorbeeld omvat een zeer kleine schaal aan lussen die door een onjuiste configuratie kunnen optreden. In grote netwerken wordt deze situatie nog verergerd.

Om de situatie in ons voorbeeld op te lossen, niet **RIP** op RTA Ethernet 0 via een passieve interface verzenden. Dit is niet geschikt voor het geval dat sommige routers op Ethernet alleen RIP-routers zijn.

In dit geval kunt u RTC toestaan om RIP op Ethernet te verzenden; op deze manier stuurt RTA het niet terug op de draad vanwege gesplitste horizon (dit werkt niet op NBMA-media als gesplitste horizon is uitgeschakeld).

Met split horizon kunnen geen updates worden geretourneerd via dezelfde interface als waar ze zijn geleerd (via hetzelfde protocol).

Een andere goede methode is distributielijsten op RTA toe te passen om subnetten te ontkennen die via OSPF van de terugkeer naar RIP op Ethernet worden geleerd. De laatste wordt gebruikt:

```
RTA#
interface Ethernet0
ip address 203.0.113.68 255.255.255.192

router ospf 10
redistribute rip metric 10 subnets
network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 0

router rip
redistribute ospf 10 metric 1
network 203.0.113.150
distribute-list 1 out ospf 10
```

En de output van de RTC routingtabel zou zijn:

```
RTF#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```

    203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 4 subnets
C       203.0.113.150 is directly connected, Serial1
C       203.0.113.64 is directly connected, Ethernet0
R       203.0.113.15128 [120/1] via 203.0.113.152, 00:00:19, Serial1
O       203.0.113.15192 [110/20] via 203.0.113.68, 00:21:41, Ethernet0
```

Injecteer standaardwaarden in OSPF

Een Autonomous System Boundary Router (ASBR) kan worden gedwongen om een standaardroute in het OSPF-domein te genereren. Een router wordt een ASBR wanneer de routes in een OSPF-domein opnieuw worden verdeeld.

Een ASBR genereert echter niet automatisch een standaardroute naar het OSPF-routingdomein.

Om OSPF te hebben een standaardroutegebruik produceren:

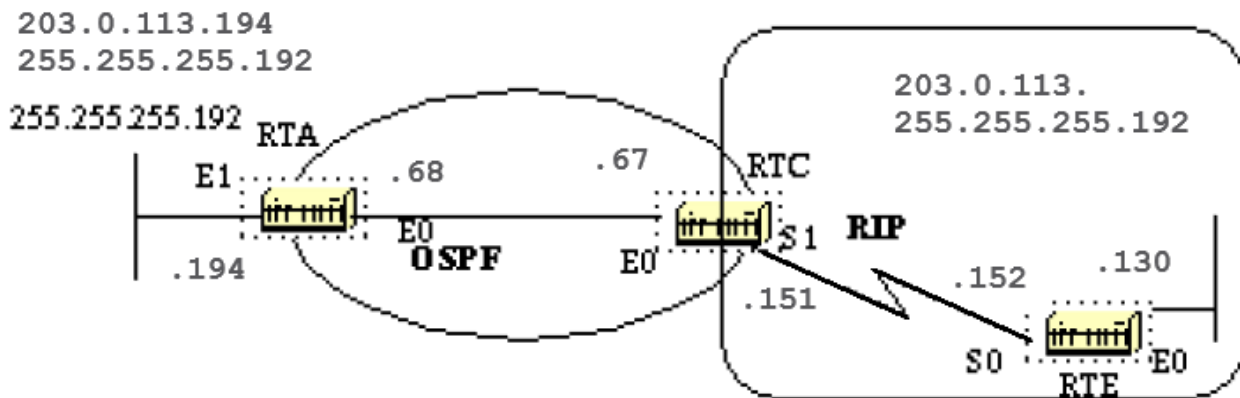
```
default-information originate [always] [metric metric-value] [metric-type type-value] [route-map map-name]
```

Opmerking: deze opdracht moet op één regel staan.

Er zijn twee manieren om een standaardroute te genereren. De eerste is door 0.0.0.0 binnen het domein aan te kondigen, maar alleen als de ASBR zelf al een standaardroute heeft. De tweede is door 0.0.0.0 aan te kondigen, ongeacht of de ASBR een standaardroute heeft. De laatste kan worden ingesteld met het trefwoord *always*.

Voorzichtigheid is geboden wanneer de *always* het sleutelwoord wordt gebruikt. Als uw router een gebrek (0.0.0.0) binnen het domein adverteert en geen gebrek zelf of een weg heeft om de bestemmingen te bereiken, is de routing gebroken.

De waarden *metric* en *metric-type* zijn de kosten en het type (E1 of E2) toegewezen aan de standaardroute. De routekaart bevat de reeks voorwaarden waaraan moet worden voldaan voordat de standaardroute wordt gegenereerd.



Veronderstel dat RTE een standaard-route 0.0.0.0 in RIP injecteert. RTC heeft een gateway van laatste redmiddel van 203.0.113.152. RTC verspreidt de standaard niet naar RTA totdat we RTC configureren met een **default-information originate** uit.

RTC#**show ip route**

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is 203.0.113.152 to network 0.0.0.0

```
203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 4 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial1
C      203.0.113.64 is directly connected, Ethernet0
R      203.0.113.15128 [120/1] via 203.0.113.152, 00:00:17, Serial1
O      203.0.113.15192 [110/20] via 203.0.113.68, 2d23, Ethernet0
R*    0.0.0.0 0.0.0.0 [120/1] via 203.0.113.152, 00:00:17, Serial1
       [120/1] via 203.0.113.68, 00:00:32, Ethernet0
```

RTC#

```
interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.67 255.255.255.192

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.192

router ospf 10
 redistribute rip metric 10 subnets
 network 203.0.113.150 0.0.0.255 area 0
 default-information originate metric 10
```

```
router rip
 redistribute ospf 10 metric 2
 passive-interface Ethernet0
 network 203.0.113.150
```

RTA#**show ip route**

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
```

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is 203.0.113.67 to network 0.0.0.0

```
203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 4 subnets
O      203.0.113.150 [110/74] via 203.0.113.67, 2d23, Ethernet0
C      203.0.113.64 is directly connected, Ethernet0
O E2   203.0.113.15128 [110/10] via 203.0.113.67, 2d23, Ethernet0
C      203.0.113.15192 is directly connected, Ethernet1
O*E2  0.0.0.0 0.0.0.0 [110/10] via 203.0.113.67, 00:00:17, Ethernet0
```

Merk op dat RTA 0.0.0.0 als externe route met metrische 10 heeft geleerd. De gateway van laatste redmiddel is ingesteld op 203.0.113.67 zoals verwacht.

OSPF-ontwerptips

De OSPF RFC (1583) bevat geen richtlijnen voor het aantal routers in een gebied of het aantal neighbors per segment, en beschrijft geen beste manier om een netwerk te ontwerpen.

Er zijn verschillende benaderingen van OSPF-netwerkontwerp. Het belangrijkste om te onthouden is dat elk protocol onder druk kan mislukken.

Het doel is om het protocol niet op de proef te stellen maar ermee samen te werken om optimale werking te garanderen.

Aantal routers per gebied

Het maximale aantal routers per gebied is afhankelijk van verschillende factoren:

- Wat voor type gebied heeft u?
- Wat is het CPU-vermogen in dat gebied?
- Welke typen media worden er gebruikt?
- Loopt OSPF in NBMA-modus?
- Is uw NBMA-netwerk onderdeel van een mesh?
- Zijn er veel externe LSA's in het netwerk?
- Zijn andere gebieden goed samengevat?

Om deze reden is het moeilijk om een maximum aantal routers per gebied te specificeren. Raadpleeg uw plaatselijke verkoopteam of systeemengineer voor specifieke hulp bij netwerkontwerp.

Aantal neighbors

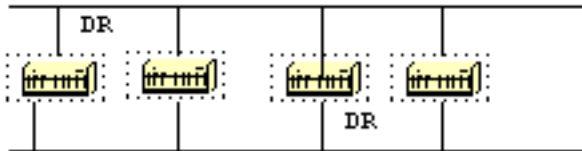
Het aantal routers dat met hetzelfde LAN is verbonden is ook van belang. Elk LAN heeft een DR en BDR die aangrenzenden creëren met alle andere routers.

Hoe minder neighbors er op het LAN bestaan, hoe kleiner het aantal aangrenzenden dat een DR of BDR moet creëren. Dat hangt af van het vermogen van de router.

U kunt de OSPF-prioriteit altijd wijzigen om de DR te selecteren. Vermijd dezelfde router als DR op meer dan één segment.

Als DR-selectie wordt gebaseerd op de hoogste RID, kan één router per ongeluk de DR worden op alle segmenten waarmee deze is verbonden. Deze router vereist extra inspanning terwijl andere routers nutteloos zijn.

More neighbors = more work for DR/BDR



Aantal gebieden per ABR

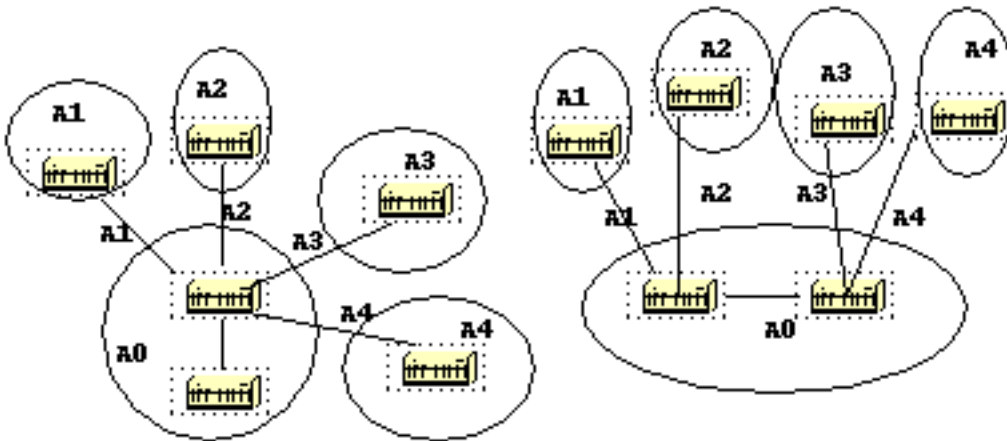
ABR's houden een kopie van de database bij voor alle gebieden die ze onderhouden. Als een router bijvoorbeeld met vijf gebieden is verbonden, moet hij een lijst van vijf verschillende databases bijhouden.

Het aantal gebieden per ABR is een aantal dat afhankelijk is van vele factoren, die het type gebied (normaal, stub, NSSA), de macht van ABR CPU, aantal routes per gebied, en aantal externe routes per gebied omvatten.

Daarom kan er geen specifiek aantal gebieden per ABR worden aanbevolen. Het is niet verkieslijk om een ABR te overladen wanneer u de gebieden altijd over andere routers kunt uitspreiden.

Dit diagram toont het verschil tussen een ABR die vijf verschillende databases (waaronder gebied 0) en twee ABR's die elk drie databases bevatten.

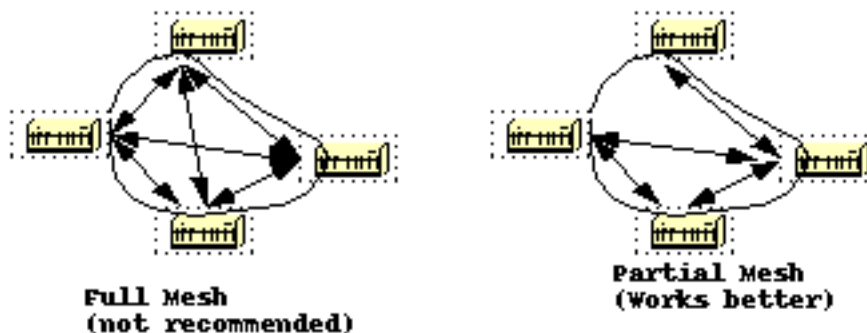
Dit zijn slechts richtsnoeren. Meer gebieden die per ABR zijn geconfigureerd, resulteren in lagere prestaties. In sommige gevallen zijn lagere prestaties geen probleem.



Full mesh vergeleken met partial mesh

De combinatie van lage bandbreedte en te veel link-statussen (gekoppeld aan **NBMA-clouds (Non Broadcast Multi-Access)** zoals **Frame Relay** of **X.25**) is altijd een uitdaging

Een partial mesh-topologie gedraagt zich bewezen beter dan een full mesh-topologie. Een goed ontworpen point-to-point of point-to-multipoint netwerk werkt beter dan multipoint netwerken die te maken hebben met DR-problemen.



Geheugenproblemen

Het is niet makkelijk om het vereiste geheugen voor een bepaalde OSPF-configuratie te bepalen. Geheugenproblemen treden meestal op als er te veel externe routes in het OSPF-domein worden geïnjecteerd.

Een backbone-gebied met 40 routers en een standaardroute naar de buitenwereld heeft minder geheugenproblemen dan een backbone-gebied met 4 routers en 33.000 externe routes die in

OSPF worden geïnjecteerd.

Het geheugen wordt ook bewaard door goed OSPF ontwerp. Samenvatting bij de area-border-routers en het gebruik van stubgebieden kunnen het aantal routes dat wordt uitgewisseld verder beperken.

Het totale geheugen dat door OSPF wordt gebruikt is de som van het geheugen dat in de routingstabel wordt gebruikt (`show ip route summary`) en het geheugen dat in de link-state database wordt gebruikt.

De getallen zijn vuistregel-schattingen. Elke ingang in de routerlijst verbruikt tussen ongeveer 200 en 280 bytes plus 44 bytes per extra pad.

Elke LSA verbruikt een 100 bytes overhead plus de grootte van de daadwerkelijke reclame van de verbindingstaat, misschien nog 60 tot 100 bytes (voor routerverbindingen, hangt dit van het aantal interfaces op de router af).

Dit moet worden toegevoegd aan geheugen dat wordt gebruikt door andere processen en door Cisco IOS® zelf. Om het exacte nummer te weten, voert u `show memory` met en zonder aangezet OSPF.

Het verschil in het gebruikte processorgeheugen is het exacte aantal (maak een back-up van de configuratie).

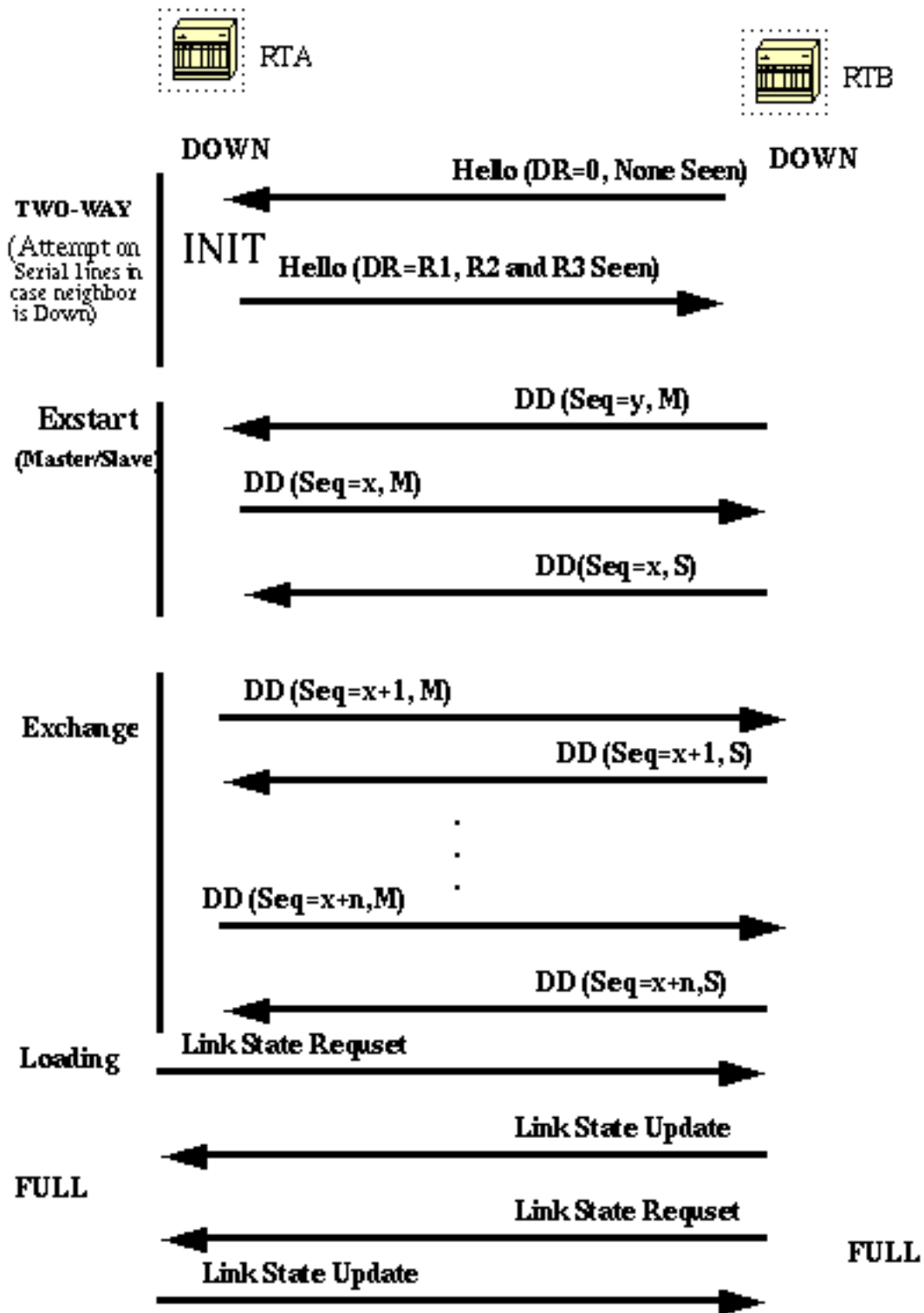
Normaal gesproken kan een routingstabel met minder dan 500K bytes worden aangepast met 2 tot 4 MB RAM; grote netwerken met meer dan 500K hebben 8 tot 16 MB nodig, of 32 tot 64 MB als volledige routes van het internet worden geïnjecteerd.

Samenvatting

Het OSPF-protocol dat in RFC 1583 is gedefinieerd, biedt een open protocol met hoge functionaliteit waarmee netwerken van meerdere leveranciers kunnen communiceren met de TCP/IP-protocolfamilie.

Enkele voordelen van OSPF zijn: snelle convergentie, VLSM, verificatie, hiërarchische segmentatie, routesamenvatting en -aggregatie die nodig zijn voor grote en complexe netwerken.

Bijlage A: Synchronisatie met Link-State Database



In dit diagram, gaan de routers op het zelfde segment door een reeks staten alvorens zij een succesvolle nabijheid vormen. De neighbor en DR worden verkozen via het hello-protocol.

Wanneer een router zich in zijn buurpakket van Hello ziet, de staatsovergangen naar "2-weg". Op dat moment worden op multi-access segmenten de DR en BDR verkozen.

Een router blijft een nabijheid met een buur vormen als één van beiden van de twee routers DR. of BDR is of zij worden aangesloten via een punt aan punt of virtuele verbinding.

In de **Exstart**-staat vormen de twee burens een primaire/secundaire relatie waar ze het eens worden over een eerste **sequentienummer**. Het volgnummer wordt gebruikt om oude of dubbele aankondigingen van linktoestanden (LSA's) te detecteren.

In de staat **Exchange** worden **Database Description Packets (DD)** uitgewisseld. Dit zijn afgekorte aankondigingen van linktoestanden in de vorm van linktoestandsheaders. De header levert voldoende informatie voor de identificatie van een link.

De primaire knooppunt verstuurt DD-pakketten die vanaf de secundaire knooppunt met DD-pakketten worden bevestigd. Alle nabijheid in uitwisselingsstaat of groter worden gebruikt door de overstromingsprocedure.

Deze nabijheid zijn volledig geschikt voor transmissie en ontvangst van alle typen OSPF-routeringsprotocolpakketten.

In de staat van de **Lading**, worden de verbinding-staat verzoekpakketten verzonden naar burens, om recentere reclame te vragen die is ontdekt maar nog niet ontvangen. Elke router stelt een lijst op van vereiste LSA's om zijn aangrenzing up-to-date te brengen.

Er wordt een lijst voor **hertransmissie** bijgehouden om ervoor te zorgen dat elke LSA wordt erkend. Om het aantal seconden tussen hertransmissies van een aankondiging van linktoestanden voor de aangrenzing te specificeren, kunt u het volgende gebruiken:

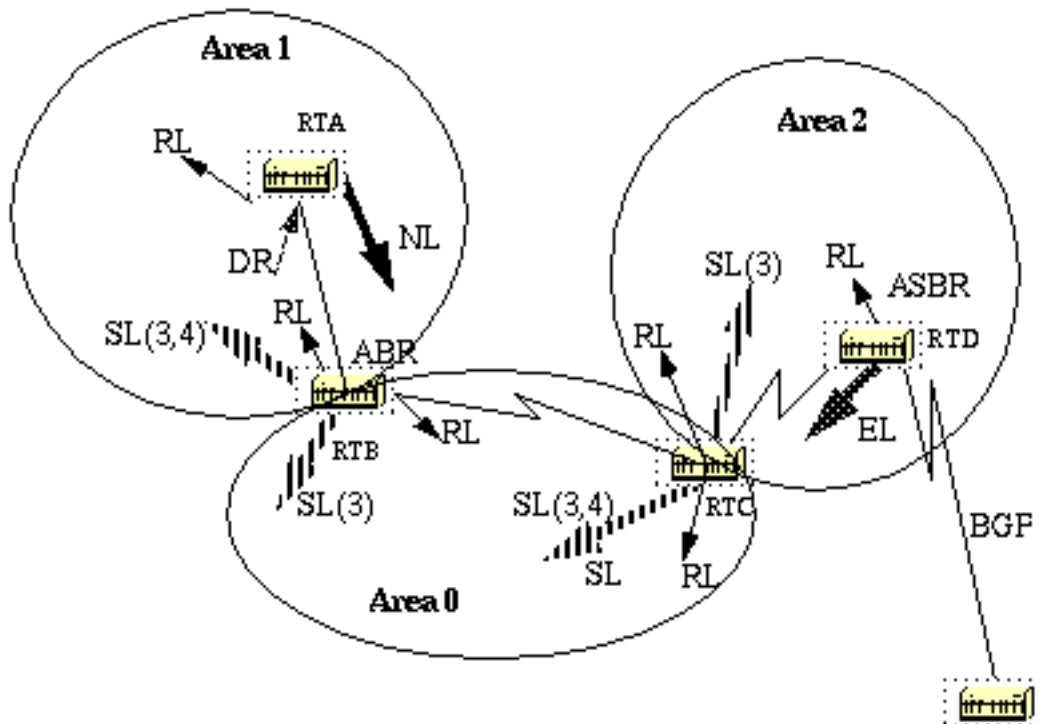
```
ip ospf retransmit-interval seconds
```

Pakketten met linktoestandupdates worden verzonden als antwoord op aanvraagpakketten. De link-state updatepakketten worden overspoeld over alle nabijheid.

In de toestand **Full** zijn de neighbor-routers volledig aangrenzend. De databases van een gemeenschappelijk gebied zijn voor aangrenzende routers exact hetzelfde.

Elke LSA heeft een veld **age** dat periodiek wordt verhoogd terwijl het in de database zit of terwijl er flooding plaatsvindt naar het gehele gebied. Wanneer een LSA een **Maxage** bereikt, wordt deze uit de database verwijderd als die LSA niet op een lijst voor hertransmissie van een van de neighbors staat.

Aankondigingen van linktoestanden



Aankondigingen van linktoestanden worden in vijf typen onderverdeeld. Routerlinks (RL) worden door alle routers gegenereerd. Deze links beschrijven de toestand van de routerinterfaces binnen een bepaald gebied.

Deze verbindingen zijn slechts overstromd binnen het routergebied. Network Links (NL) worden gegenereerd door een DR van een bepaald segment; dit zijn een indicatie van de routers die zijn aangesloten op dat segment.

Overzichtslinks (SL) zijn de intergebiedskoppelingen (type 3); deze koppelingen maken een lijst van de netwerken binnen andere gebieden, maar behoren nog steeds tot het autonome systeem.

Samenvattingslinks worden door de ABR vanuit de backbone in andere gebieden geïnjecteerd en vanuit andere gebieden in de backbone. Deze links worden gebruikt voor aggregatie tussen gebieden.

Andere typen samenvattingslinks zijn de ASBR-samenvattingslinks. Dit zijn links van type 4 die verwijzen naar de ASBR. Dit moet ervoor zorgen dat alle routers weten wat de uitgang van het autonome systeem is.

Het laatste type is type 5, de externe links (EL). Deze worden door de ASBR in het domein geïnjecteerd.

Het vorige diagram illustreert de verschillende linktypes. RTA genereert een routerlink (RL) in area 1 en genereert ook een netwerklink (NL) aangezien het op dat specifieke segment de DR is.

RTB is een ABR en genereert RL in gebied 1 en gebied 0. RTB genereert ook overzichts koppelingen naar gebied 1 en gebied 0. Deze koppelingen zijn de lijsten met netwerken die tussen de twee gebieden worden uitgewisseld.

Een ASBR summiere link wordt ook geïnjecteerd door RTB in gebied 1. Dit is een indicatie van het bestaan van OTO, de Autonomous System border router (ASBR).

Evenzo genereert RTC, een andere ABR, RL voor gebied 0 en gebied 2, en een SL (3) in gebied 2 (aangezien er geen ASBR wordt aangekondigd), en een SL (3,4) in gebied 0 om RTD aan te kondigen.

RTD genereert een RL voor area 2 en genereert een EL voor externe routes die via BGP zijn geleerd. De externe routers zijn overstroomd over het hele domein.

Deze tabel is een samenvatting van de advertenties van de koppelingsstaat.

LS-type Beschrijving van aankondiging

- 1 Aankondigingen van routerlinks. Door elke router gegenereerd voor elk gebied waartoe het behoort. Zij beschrijven de staten van de rouverterbinding met het gebied. Deze zullen alleen binnen een bepaald gebied via flooding worden aangeboden.
- 2 Aankondigingen van netwerklinks. Gegenereerd door aangewezen routers. Ze beschrijven de routes van routers die aan een bepaald netwerk zijn gekoppeld. Via flooding verspreid in het gebied dat het netwerk bevat.
- 3 of 4 Aankondigingen van samenvattingslinks. Gegenereerd door area-border-routers. Ze beschrijven routes tussen gebieden (inter-area). Type 3 beschrijft routes naar netwerken, ook gebruikt om routes samen te voegen. Type 4 beschrijft routes naar de ASBR.
- 5 Aankondigingen van externe AS-links. Gemaakt door de ASBR. Zij beschrijven routes naar bestemmingen buiten het AS. Worden via flooding overal verspreid, met uitzondering van stubgebieden.

Als u de OSPF-database in detail bekijkt, met `show ip ospf database detail`, zijn er verschillende trefwoorden zoals **Link-Data**, **Link-ID**, en **Link-state ID**. Deze termen worden inconsistent omdat de waarde van elke waarde afhankelijk is van het type koppelingsstaat en het type koppeling.

Wij herzien deze terminologie en verstrekken een gedetailleerd voorbeeld op het OSPF-gegevensbestand zoals die van de router wordt gezien.

De ID van de linktoestand definieert in principe de identiteit van de linktoestand afhankelijk van het LS-type.

Routerlinks worden geïdentificeerd via de router-ID (RID) van de router die de aankondiging heeft gedaan.

Netwerklinks worden geïdentificeerd door het relatieve IP-adres van de DR. Dit is logisch, omdat de netwerklinks van de aangewezen router afkomstig zijn.

Overzichtslinks (type 3) worden geïdentificeerd aan de hand van de IP-netwerknummers van de bestemmingen waarnaar ze verwijzen.

ASBR-samenvattingslinks (samenvattingslinks type 4) worden geïdentificeerd door de RID van de ASBR.

Externe links worden geïdentificeerd aan de hand van de IP-netwerknummers van de externe bestemmingen waarnaar ze verwijzen. In deze tabel wordt deze informatie samengevat:

LS-type **Link State ID (In de weergave op hoog niveau van de database wanneer er naar een router wordt verwezen, wordt dit Link ID genoemd)**

- 1 De oorsprong router-ID (RID).
- 2 Het IP-interfaceadres van de aangewezen router.
- 3 Het nummer van het bestemmingsnetwerk.
- 4 De router-ID van de beschreven ASBR.
- 5 Het externe netwerknummer.

De verschillende beschikbare links:

Stub netwerk links: Deze term heeft niets te maken met stub gebieden. Een stubsegment is een segment dat met slechts één router verbonden is.

Een Ethernet- of Token Ring-segment dat met één router verbonden is, wordt beschouwd als een link met een stubnetwerk. Een loopback-interface wordt ook beschouwd als een link met een stubnetwerk met een 255.255.255.255 masker (host-route).

Point-to-point links: deze kunnen fysiek of logisch zijn (subinterfaces) point-to-point seriële linkverbindingen. Deze links kunnen genummerd zijn (op de link is een IP-adres geconfigureerd) of ongenummerd zijn.

Transit links: dit zijn interfaces die zijn aangesloten op netwerken waarop meer dan één router is aangesloten, vandaar de naam transit.

Virtuele koppelingen: Dit zijn logische koppelingen die gebieden die geen fysieke verbindingen hebben, verbinden met de backbone. Virtuele links worden behandeld als genummerde point-to-point links.

De **link-ID** is een identificatie van de link zelf. Dit is verschillend voor elk type link.

Een **transitlink** wordt geïdentificeerd door het IP-adres van de DR op die link.

Een **genummerde point-to-point link** wordt geïdentificeerd door de RID van de neighbor-router op de point-to-point link.

Virtuele links zijn identiek aan point-to-point links.

Stub-netwerkkoppelingen worden geïdentificeerd door het IP-adres van de interface naar het stubnetwerk. In deze tabel wordt deze informatie samengevat:

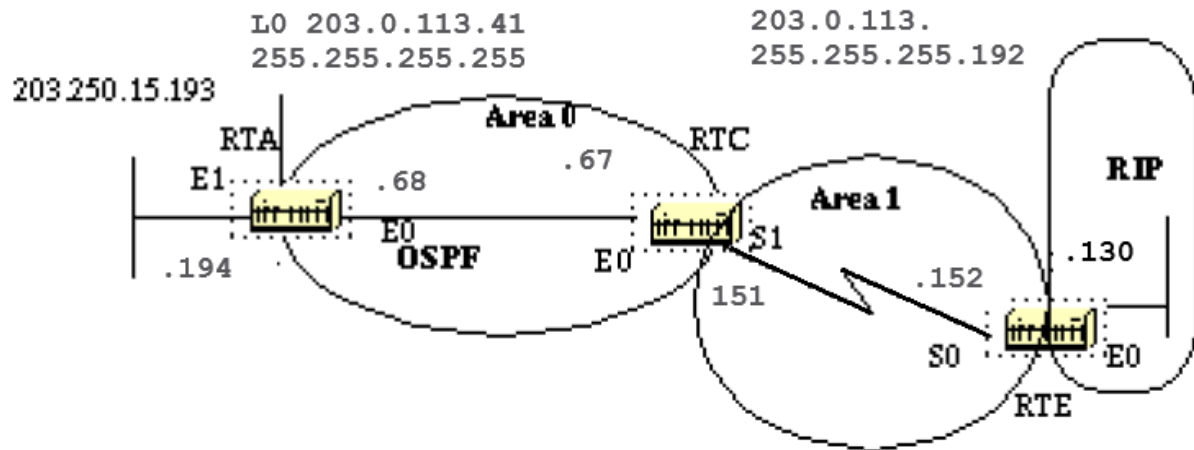
Linktype	Link-ID (dit geldt voor afzonderlijke links)
Point-to-point	ID van neighbor-router
Link naar transitnetwerk	Adres van interface van DR
Link naar stubnetwerk (in het geval van loopback is dit het masker 255.255.255.255)	Netwerk-/subnetnummer
Virtuele link	ID van neighbor-router

Bij **Link Data** staat het IP-adres van de link, behalve voor het stubnetwerk waarbij de linkdata het netwerkmasker is.

Linktype	Linkdata
Stubnetwerk	Netwerkmasker
Andere netwerken (alleen van toepassing op routerlinks)	Router - gekoppeld IP-interfaceadres

Tenslotte is een aankondigende router de RID van de router die de LSA heeft verzonden.

Voorbeeld van OSPF-database



Gezien dit netwerkdiagram, zijn de configuraties, en de IP routelijsten, hier verschillende manieren om het OSPF- gegevensbestand te begrijpen.

```
RTA#
interface Loopback0
  ip address 203.0.113.41 255.255.255.255

interface Ethernet0
  ip address 203.0.113.68 255.255.255.192

interface Ethernet1
  ip address 203.0.113.15193 255.255.255.192
```

```
router ospf 10
  network 203.0.113.100 0.0.255.255 area 0
```

RTA#show ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default

Gateway of last resort is 203.0.113.67 to network 0.0.0.0

```
203.0.113.128 255.255.255.192 is subnetted, 1 subnets
O E2 203.0.113.1288 [110/10] via 203.0.113.67, 00:00:50, Ethernet0
203.0.113.30 255.255.255.255 is subnetted, 1 subnets
C 203.0.113.41 is directly connected, Loopback0
203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 3 subnets
O IA 203.0.113.150 [110/74] via 203.0.113.67, 00:00:50, Ethernet0
C 203.0.113.64 is directly connected, Ethernet0
C 203.0.113.15192 is directly connected, Ethernet1
O*E2 0.0.0.0 0.0.0.0 [110/10] via 203.0.113.67, 00:00:50, Ethernet0
```

RTE#

```
ip subnet-zero

interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.16 255.255.255.192

interface Serial0
 ip address 203.0.113.152 255.255.255.192

router ospf 10
 redistribute rip metric 10 subnets
 network 203.0.113.150 0.0.0.63 area 1
 default-information originate metric 10

router rip
 network 203.0.113.128

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Ethernet0
```

RTE#show ip route

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

```
      203.0.113.128 255.255.255.192 is subnetted, 1 subnets
C      203.0.113.1288 is directly connected, Ethernet0
      203.0.113.30 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O IA   203.0.113.41 255.255.255.255
       [110/75] via 203.0.113.151, 00:16:31, Serial0
      203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 3 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial0
O IA   203.0.113.64 [110/74] via 203.0.113.151, 00:16:31, Serial0
O IA   203.0.113.15192 [110/84] via 203.0.113.151, 00:16:31, Serial0
S*    0.0.0.0 0.0.0.0 is directly connected, Ethernet0
```

RTC#

```
ip subnet-zero

interface Ethernet0
 ip address 203.0.113.67 255.255.255.192

interface Serial1
 ip address 203.0.113.151 255.255.255.192

router ospf 10
 network 203.0.113.64 0.0.0.63 area 0
 network 203.0.113.150 0.0.0.63 area 1
```

RTF#show ip route

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
```

Gateway of last resort is 203.0.113.152 to network 0.0.0.0

```
      203.0.113.128 255.255.255.192 is subnetted, 1 subnets
O E2   203.0.113.1288 [110/10] via 203.0.113.152, 04:49:05, Serial1
      203.0.113.30 255.255.255.255 is subnetted, 1 subnets
O      203.0.113.41 [110/11] via 203.0.113.68, 04:49:06, Ethernet0
      203.0.113.150 255.255.255.192 is subnetted, 3 subnets
C      203.0.113.150 is directly connected, Serial1
```

```
C      203.0.113.64 is directly connected, Ethernet0
O      203.0.113.15192 [110/20] via 203.0.113.68, 04:49:06, Ethernet0
O*E2 0.0.0.0 0.0.0.0 [110/10] via 203.0.113.152, 04:49:06, Serial1
```

Globaal overzicht van de database

```
RTC#show ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)
```

```
Router Link States (Area 1)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
203.0.113.67	203.0.113.67	48	0x80000008	0xB112	2
203.0.113.16	203.0.113.16	212	0x80000006	0x3F44	2

```
Summary Net Link States (Area 1)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.0.113.41	203.0.113.67	602	0x80000002	0x90AA
203.0.113.64	203.0.113.67	620	0x800000E9	0x3E3C
203.0.113.15192	203.0.113.67	638	0x800000E5	0xA54E

```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
203.0.113.41	203.0.113.41	179	0x80000029	0x9ADA	3
203.0.113.67	203.0.113.67	675	0x800001E2	0xDD23	1

```
Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.0.113.68	203.0.113.41	334	0x80000001	0xB6B5

```
Summary Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.0.113.150	203.0.113.67	792	0x80000002	0xAEED

```
Summary ASB Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.0.113.16	203.0.113.67	579	0x80000001	0xF9AF

```
AS External Link States
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Tag
0.0.0.0	203.0.113.16	1787	0x80000001	0x98CE	10
203.0.113.1288	203.0.113.16	5	0x80000002	0x93C4	0

Dit is een algemeen overzicht van de hele OSPF-database. De gegevensbank wordt in overeenstemming met de gebieden vermeld. In dit geval kijken we naar de RTC-database die een ABR is. Zowel de databases van area 1 als die van area 0 staan in de lijst.

Voor area 1 zijn dit routerlinks en samenvattingslinks. Er bestaan geen netwerkkoppelingen omdat er geen DR bestaat op een van de segmenten in gebied 1. Er bestaan geen overzichtsASBR-koppelingen in gebied 1 omdat de enige ASBR zich in gebied 0 bevindt.

Externe links horen niet tot een bepaald gebied omdat ze overstroomd zijn. Houd er rekening mee dat alle links de verzamelde cumulatieve links van alle routers in een gebied zijn.

Concentreer je op de database in gebied 0. De link-ID die hier wordt vermeld, is eigenlijk de link-staat-id. Dit is een weergave van de hele router, niet van een bepaalde link. Dit lijkt ambigu.

Vergeet niet dat deze link-ID op hoog niveau (feitelijk link-state-id) de gehele router vertegenwoordigt en niet alleen een link.

Routerlinks

Router Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
203.0.113.41	203.0.113.41	179	0x80000029	0x9ADA	3
203.0.113.67	203.0.113.67	675	0x800001E2	0xDD23	1

Begin met de routerverbindingen. Er zijn twee ingangen die voor 203.0.113.41 en 203.0.113.67 worden vermeld, zijn dit RIDs van de twee routers in gebied 0. Het aantal koppelingen in gebied 0 voor elke router wordt ook aangegeven. RTA heeft drie links naar area 0 en RTC heeft één link. Een gedetailleerde weergave van de RTC-routerlinks:

```
RTC#show ip ospf database router 203.0.113.67
```

```
OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)
```

```
Router Link States (Area 1)
```

```
LS age: 1169
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Router Links
Link State ID: 203.0.113.67
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000008
Checksum: 0xB112
Length: 48
Area Border Router
Number of Links: 2
```

```
Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighbor Router ID: 203.0.113.16
(Link Data) Router Interface address: 203.0.113.151
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64
```

```
Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 203.0.113.150
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.192
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64
```

Houd er hier rekening mee dat OSPF een extra stub-link genereert voor elk point-to-point interface. Raak niet in verwarring als het aantal links groter is dan het aantal fysieke interfaces.

```
Router Link States (Area 0)
```

```
LS age: 1227
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Router Links
```

Link State ID: 203.0.113.67
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000003
Checksum: 0xA041
Length: 36
Area Border Router
Number of Links: 1

Link connected to: a Transit Network
(Link ID) Designated Router address: 203.0.113.68
(Link Data) Router Interface address: 203.0.113.67
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Merk op dat de link-ID gelijk is aan het IP-adres (niet het RID) van het bijgevoegde DR.; in dit geval is het 203.0.113.68. De Link Data is het RTC IP-adres.

Netwerklinks

Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.0.113.68	203.0.113.41	334	0x80000001	0xB6B5

Eén netwerkverbinding wordt vermeld, aangegeven door het IP-adres van de interface (niet het RID) van de DR, in dit geval 203.0.113.68. Een gedetailleerd overzicht van dit bericht:

RTC#**show ip ospf database network**

OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)

Net Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA
LS age: 1549
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Network Links
Link State ID: 203.0.113.68 (address of Designated Router)
Advertising Router: 203.0.113.41
LS Seq Number: 80000002
Checksum: 0xB4B6
Length: 32
Network Mask: 255.255.255.192

Attached Router: 203.0.113.41
Attached Router: 203.0.113.67

Merk op dat de netwerkverbinding een lijst maakt van de RID's van de routers die aan het transitnetwerk zijn gekoppeld; in dit geval zijn de RID's van RTA en RTC vermeld.

Samenvattingslinks

Summary Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.0.113.150	203.0.113.67	792	0x80000002	0xAEED

Area 0 has one summary link represented by the IP network address of the link 203.0.113.150. This link was injected by the ABR RTC from area 1 into area 0. A detailed view of this summary link, summary links for

area 1 are not listed here:

```
RTC#show ip ospf database summary (area 1 is not listed)
```

```
Summary Net Link States (Area 0)
```

```
LS age: 615
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Summary Links(Network)
Link State ID: 203.0.113.150 (summary Network Number)
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000003
Checksum: 0xACBE
Length: 28
Network Mask: 255.255.255.192 TOS: 0 Metric: 64
```

ASBR-samenvattingslinks

```
Summary ASB Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.0.113.16	203.0.113.67	579	0x80000001	0xF9AF

Dit is een indicatie van welk apparaat de ASBR is. In dit geval is de ASBR RTE vertegenwoordigd door zijn RID 203.0.113.16. De advertentierouterie voor deze ingang in gebied 0 is RTC met RID 203.0.113.67. Een gedetailleerd overzicht van de samenvatting van de ASBR-vermelding:

```
RTC#show ip ospf database asbr-summary
```

```
OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)
```

```
Summary ASB Link States (Area 0)
```

```
LS age: 802
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Summary Links(AS Boundary Router)
Link State ID: 203.0.113.16 (AS Boundary Router address)
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000003
Checksum: 0xF5B1
Length: 28
Network Mask: 0.0.0.0 TOS: 0 Metric: 64
```

Externe links

```
AS External Link States
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Tag
0.0.0.0	203.0.113.16	1787	0x80000001	0x98CE	10
203.0.113.1288	203.0.113.16	5	0x80000002	0x93C4	0

We hebben twee externe links, de eerste is de 0.0.0.0 geïnjecteerd in OSPF via de **default-information originate** uit.

De andere vermelding is netwerk 203.0.113.128 8 dat door herdistributie in OSPF is geïnjecteerd.

De router die deze netwerken aankondigt is 203.0.113.16, de RID van RTE.

Dit is het gedetailleerde overzicht van de externe routes:

```
RTC#show ip ospf database external
```

```
OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)
```

```
AS External Link States
```

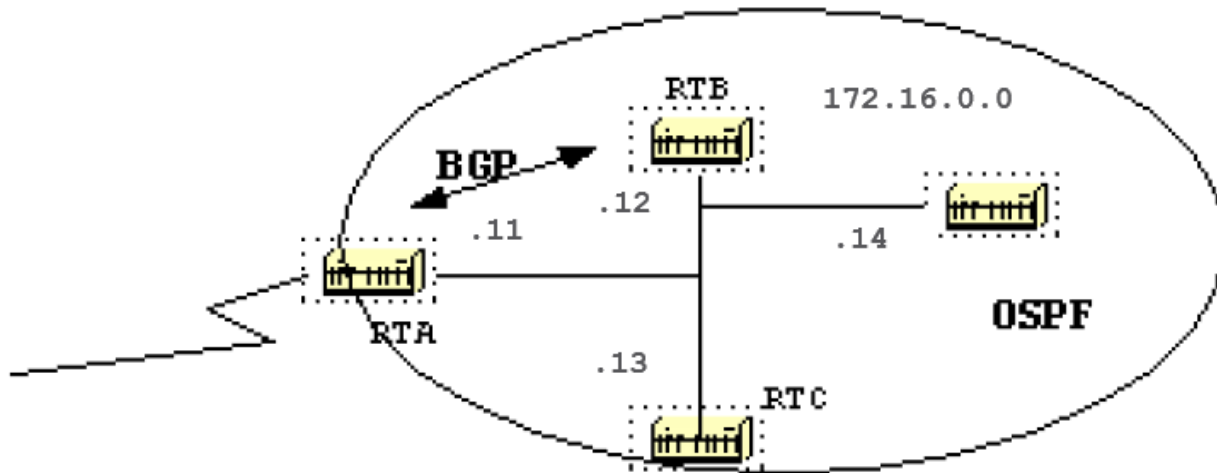
```
Routing Bit Set on this LSA
LS age: 208
Options: (No TOS-capability)
LS Type: AS External Link
Link State ID: 0.0.0.0 (External Network Number )
Advertising Router: 203.0.113.16
LS Seq Number: 80000002
Checksum: 0x96CF
Length: 36
Network Mask: 0.0.0.0
    Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
    TOS: 0
    Metric: 10
    Forward Address: 0.0.0.0
    External Route Tag: 10
```

```
Routing Bit Set on this LSA
LS age: 226
Options: (No TOS-capability)
LS Type: AS External Link
Link State ID: 203.0.113.1288 (External Network Number)
Advertising Router: 203.0.113.16
LS Seq Number: 80000002
Checksum: 0x93C4
Length: 36
Network Mask: 255.255.255.192
    Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
    TOS: 0
    Metric: 10
    Forward Address: 0.0.0.0
    External Route Tag: 0
```

Let op het doorstuuradres. Wanneer dit adres 0.0.0.0 is, geeft het aan dat de externe routes via de advertentierouterd bereikbaar zijn, in dit geval 203. 250.16.130.

Daarom wordt de ASBR-identiteit door ABR's geïnjecteerd in andere gebieden die ASBR-overzichtskoppelingen gebruiken.

Dit adres is niet altijd 0.0.0.0. In sommige gevallen, zou het het IP adres van een andere router op het zelfde segment kunnen zijn. Dit diagram illustreert deze situatie:



In deze situatie RTB, loopt BGP met RTA, en OSPF met de rest van het domein. RTA voert geen OSPF uit. RTB herverdeelt BGP-routes in OSPF.

In overeenstemming met OSPF is RTB een ASBR die externe routes adverteert. Het doorsturen adres in dit geval is ingesteld op 172.16.0.11 en niet op de advertentierouterversie (0.0.0.0) RT B.

Je hoeft geen extra hop te maken. Routers binnen het OSPF-domein moeten het doorsturen adres via OSPF bereiken om de externe routes in de IP-routingstabel te kunnen zetten.

Als het doorstuuradres via een ander protocol wordt bereikt of niet toegankelijk is, staan de externe vermeldingen wel in de database, maar niet in de IP-routingtabel.

Een andere situatie zou zich voordoen als zowel RTB als RTC ASBR's zijn (RTC voert BGP met RTA uit). In deze situatie, om de duplicatie van de inspanning te elimineren, adverteert één van de twee routers niet (spoelt) de externe routes. De router met het hogere RID prevaleert.

De volledige database

Dit is een lijst van de hele database als een oefening. U kunt nu elke vermelding bekijken en uitleggen:

```
RTC#show ip ospf database router
```

```
OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)
```

```
Router Link States (Area 1)
```

```
LS age: 926
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Router Links
Link State ID: 203.0.113.67
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000035
Checksum: 0x573F
Length: 48
Area Border Router
Number of Links: 2
```

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighbor Router ID: 203.0.113.16
(Link Data) Router Interface address: 203.0.113.151
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 203.0.113.150
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.192
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

Routing Bit Set on this LSA
LS age: 958
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Router Links
Link State ID: 203.0.113.16
Advertising Router: 203.0.113.16
LS Seq Number: 80000038
Checksum: 0xDA76
Length: 48
AS Boundary Router
Number of Links: 2

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighbor Router ID: 203.0.113.67
(Link Data) Router Interface address: 203.0.113.152
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 203.0.113.150
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.192
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

Router Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA
LS age: 1107
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Router Links
Link State ID: 203.0.113.41
Advertising Router: 203.0.113.41
LS Seq Number: 8000002A
Checksum: 0xC0B0
Length: 60
AS Boundary Router
Number of Links: 3

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 203.0.113.41
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.255
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 1

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 203.0.113.15192
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.192
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: a Transit Network
(Link ID) Designated Router address: 203.0.113.68

(Link Data) Router Interface address: 203.0.113.68
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

LS age: 1575
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Router Links
Link State ID: 203.0.113.67
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000028
Checksum: 0x5666
Length: 36
Area Border Router
Number of Links: 1

Link connected to: a Transit Network
(Link ID) Designated Router address: 203.0.113.68
(Link Data) Router Interface address: 203.0.113.67
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

RTC#show ip ospf database network

OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)

Net Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA
LS age: 1725
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Network Links
Link State ID: 203.0.113.68 (address of Designated Router)
Advertising Router: 203.0.113.41
LS Seq Number: 80000026
Checksum: 0x6CDA
Length: 32
Network Mask: 255.255.255.192
Attached Router: 203.0.113.41
Attached Router: 203.0.113.67

RTC#show ip ospf database summary

OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)

Summary Net Link States (Area 1)

LS age: 8
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Summary Links(Network)
Link State ID: 203.0.113.41 (summary Network Number)
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000029
Checksum: 0x42D1
Length: 28
Network Mask: 255.255.255.255 TOS: 0 Metric: 11

LS age: 26
Options: (No TOS-capability)
LS Type: Summary Links(Network)
Link State ID: 203.0.113.64 (summary Network Number)
Advertising Router: 203.0.113.67
LS Seq Number: 80000030
Checksum: 0xB182
Length: 28

Network Mask: 255.255.255.192 TOS: 0 Metric: 10

LS age: 47

Options: (No TOS-capability)

LS Type: Summary Links(Network)

Link State ID: 203.0.113.15192 (summary Network Number)

Advertising Router: 203.0.113.67

LS Seq Number: 80000029

Checksum: 0x1F91

Length: 28

Network Mask: 255.255.255.192 TOS: 0 Metric: 20

Summary Net Link States (Area 0)

LS age: 66

Options: (No TOS-capability)

LS Type: Summary Links(Network)

Link State ID: 203.0.113.150 (summary Network Number)

Advertising Router: 203.0.113.67

LS Seq Number: 80000025

Checksum: 0x68E0

Length: 28

Network Mask: 255.255.255.192 TOS: 0 Metric: 64

RTC#show ip ospf asbr-summary

OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)

Summary ASB Link States (Area 0)

LS age: 576

Options: (No TOS-capability)

LS Type: Summary Links(AS Boundary Router)

Link State ID: 203.0.113.16 (AS Boundary Router address)

Advertising Router: 203.0.113.67

LS Seq Number: 80000024

Checksum: 0xB3D2

Length: 28

Network Mask: 0.0.0.0 TOS: 0 Metric: 64

RTC#show ip ospf database external

OSPF Router with ID (203.0.113.67) (Process ID 10)

AS External Link States

Routing Bit Set on this LSA

LS age: 305

Options: (No TOS-capability)

LS Type: AS External Link

Link State ID: 0.0.0.0 (External Network Number)

Advertising Router: 203.0.113.16

LS Seq Number: 80000001

Checksum: 0x98CE

Length: 36

Network Mask: 0.0.0.0

Metric Type: 2 (Larger than any link state path)

TOS: 0

Metric: 10

Forward Address: 0.0.0.0

External Route Tag: 10

Routing Bit Set on this LSA


```

LS age: 653
Options: (No TOS-capability)
LS Type: AS External Link
Link State ID: 203.0.113.1288 (External Network Number)
Advertising Router: 203.0.113.16
LS Seq Number: 80000024
Checksum: 0x4FE6
Length: 36
Network Mask: 255.255.255.192
    Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
    TOS: 0
    Metric: 10
    Forward Address: 0.0.0.0
    External Route Tag: 0

```

Bijlage B: OSPF- en IP-multicast adres

OSPF gebruikte IP-multicast om hello-pakketten en updates van linktoestand uit te wisselen. Een IP-multicast adres wordt geïmplementeerd met class D-adressen. Een adres van klasse D varieert van 224.0.0.0 tot 239.255.255.255.

Class D addressing



Sommige speciale IP-multicastadressen zijn gereserveerd voor OSPF:

- 224.0.0.5: Alle OSPF-routers moeten dit adres kunnen verzenden en beluisteren.
- 224.0.0.6: Alle DR en BDR routers moeten dit adres kunnen verzenden en beluisteren.

De koppeling tussen IP-multicast adressen en MAC-adressen heeft de regel:

Voor multiaccess netwerken die multicast ondersteunen, worden de lage volgorde van 23 bits van het IP-adres gebruikt als de lage-ordebits van het MAC-multicast-adres 01-005E-00-00-00.

Voorbeeld:

- 224.0.0.5 zou worden toegewezen aan 01-00-5E-00-00-05
- 224.0.0.6 zou worden toegewezen aan 01-00-5E-00-00-06

OSPF gebruikt broadcasten op Token Ring-netwerken.

Bijlage C: Subnetmaskers met variabele lengte (VLSM)

Dit is een binaire/decimale omzettingsgrafiek:

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
0	0000 16	0000 32	0000 48	0000 64	0000 80	0000 96	0000 112	0000
1	0001 17	0001 33	0001 49	0001 65	0001 81	0001 97	0001 113	0001
2	0010 18	0010 34	0010 50	0010 66	0010 82	0010 98	0010 114	0010

```

3  0011 19  0011 35  0011 51  0011 67  0011 83  0011 99  0011 115 0011
4  0100 20  0100 36  0100 52  0100 68  0100 84  0100 100 0100 116 0100
5  0101 21  0101 37  0101 53  0101 69  0101 85  0101 101 0101 117 0101
6  0110 22  0110 38  0110 54  0110 70  0110 86  0110 102 0110 118 0110
7  0111 23  0111 39  0111 55  0111 71  0111 87  0111 103 0111 119 0111
8  1000 24  1000 40  1000 56  1000 72  1000 88  1000 104 1000 120 1000
9  1001 25  1001 41  1001 57  1001 73  1001 89  1001 105 1001 121 1001
10 1010 26  1010 42  1010 58  1010 74  1010 90  1010 106 1010 122 1010
11 1011 27  1011 43  1011 59  1011 75  1011 91  1011 107 1011 123 1011
12 1100 28  1100 44  1100 60  1100 76  1100 92  1100 108 1100 124 1100
13 1101 29  1101 45  1101 61  1101 77  1101 93  1101 109 1101 125 1101
14 1110 30  1110 46  1110 62  1110 78  1110 94  1110 110 1110 126 1110
15 1111 31  1111 47  1111 63  1111 79  1111 95  1111 111 1111 127 1111
    1000    1001    1010    1011    1100    1101    1110    1111
128 0000 144 0000 160 0000 176 0000 192 0000 208 0000 224 0000 240 0000
129 0001 145 0001 161 0001 177 0001 193 0001 209 0001 225 0001 241 0001
130 0010 146 0010 162 0010 178 0010 194 0010 210 0010 226 0010 242 0010
131 0011 147 0011 163 0011 179 0011 195 0011 211 0011 227 0011 243 0011
132 0100 148 0100 164 0100 180 0100 196 0100 212 0100 228 0100 244 0100
133 0101 149 0101 165 0101 181 0101 197 0101 213 0101 229 0101 245 0101
134 0110 150 0110 166 0110 182 0110 198 0110 214 0110 230 0110 246 0110
135 0111 151 0111 167 0111 183 0111 199 0111 215 0111 231 0111 247 0111
136 1000 152 1000 168 1000 184 1000 200 1000 216 1000 232 1000 248 1000
137 1001 153 1001 169 1001 185 1001 201 1001 217 1001 233 1001 249 1001
138 1010 154 1010 170 1010 186 1010 202 1010 218 1010 234 1010 250 1010
139 1011 155 1011 171 1011 187 1011 203 1011 219 1011 235 1011 251 1011
140 1100 156 1100 172 1100 188 1100 204 1100 220 1100 236 1100 252 1100
141 1101 157 1101 173 1101 189 1101 205 1101 221 1101 237 1101 253 1101
142 1110 158 1110 174 1110 190 1110 206 1110 222 1110 238 1110 254 1110
143 1111 159 1111 175 1111 191 1111 207 1111 223 1111 239 1111 255 1111

```

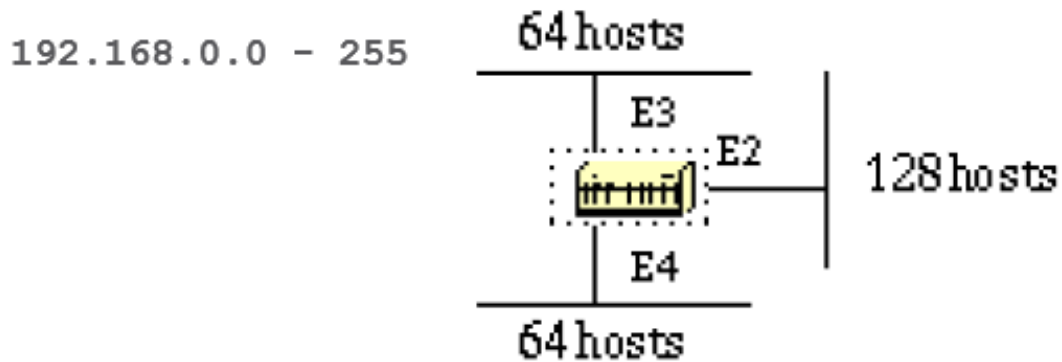
Het idee achter veranderlijke lengtesubnet maskers is meer flexibiliteit aan te bieden om een belangrijk net in veelzijdige subnets te verdelen en te blijven bekwaam om een adequaat aantal gastheren in elke subnet te handhaven.

Zonder VLSM kan slechts één subnetmasker op een belangrijk netwerk worden toegepast. Dit beperkt het aantal hosts gezien het aantal vereiste subnetten.

Als u het masker kiest waarmee u genoeg subnetten heeft, kunt u niet genoeg hosts in elk subnet toewijzen. Het zelfde is waar voor de gastheren; een masker dat genoeg gastheren toestaat verstrekt niet genoeg subnetruimte.

Stel dat u een klasse C-netwerk 192.168.0.0 hebt toegewezen en dat netwerk moet worden verdeeld in drie subnetten met 100 hosts in één subnetverbinding en 50 hosts voor de rest van de subnetten.

Als u de twee eindlimieten 0 en 255 negeert, heeft u theoretisch gezien 256 adressen (192.168.0.0 – 192.168.0.255) tot uw beschikking. Dit kunt u zonder VLSM niet voor elkaar krijgen.



Er zijn een handvol subnetmaskers die kunnen worden gebruikt; merk op dat een masker een aangrenzend aantal degenen moet hebben die van de linkerkzijde beginnen en de rest van de beetjes zijn alle 0s.

- 252 (1111 1100) The address space is divided into 64.
- 248 (1111 1000) The address space is divided into 32.
- 240 (1111 0000) The address space is divided into 16.
- 224 (1110 0000) The address space is divided into 8.
- 192 (1100 0000) The address space is divided into 4.
- 128 (1000 0000) The address space is divided into 2.

Zonder VLSM heeft u de keuze om masker 255.255.255.128 te gebruiken en de adressen te verdelen in 2 subnetten met 128 hosts elk of 255.255.255.192 te gebruiken en de ruimte te verdelen in 4 subnetten met elk 64 hosts.

Dit voldoet niet aan de vereisten. Als u meerdere maskers gebruikt, kunt u maskers 128 en verder subnett de tweede chunk van adressen met masker 192 gebruiken.

Deze tabel laat zien hoe u de adresruimte hebt verdeeld:

VLSM

128 addresses (E2) (mask 255.255.255.128)	
64 addresses (E3) (mask 255.255.255.192)	64 addresses (E4) (mask 255.255.255.192)

Gebruik voorzichtigheid bij de toewijzing van IP-adressen aan elk masker. Zodra u een IP-adres aan de router of aan een host toewijst, heeft u het volledige subnet voor dat segment gebruikt.

Bijvoorbeeld, als u 192.168.0.10 255.255.255.128 aan E2 toewijst, wordt het gehele bereik van adressen tussen 192.168.0.0 en 192.168.0.127 verbruikt door E2.

Op dezelfde manier als u 192.168.0.160 255.255.255.128 aan E2 toewijst, wordt het hele bereik van adressen tussen 192.168.0.128 en 192.168.0.255 verbruikt door het E2-segment.

Dit is een weergave van hoe de router deze adressen interpreteert. Herinner dat wanneer u een masker anders dan het natuurlijke masker gebruikt, bijvoorbeeld om een subnetnet te creëren, de router klaagt als het combinatie IP adres en masker in een subnetnet nul resulteren.

Gebruik de `ip subnet-zero` bevel op de router om deze kwestie op te lossen.

```
RTA#
ip subnet-zero
interface Ethernet2
  ip address 192.168.0.10 255.255.255.128
interface Ethernet3
  ip address 192.168.0.160 255.255.255.192
interface Ethernet4
  ip address 192.168.0.226 255.255.255.192

RTA#show ip route connected
      192.168.0.0 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C       192.168.0.0 255.255.255.128 is directly connected, Ethernet2
C       192.168.0.128 255.255.255.192 is directly connected, Ethernet3
C       192.168.0.192 255.255.255.192 is directly connected, Ethernet4
```

Gerelateerde informatie

- [Cisco IOS® IP-routing: OSPF-opdrachtreferentie](#)
- [OSPF en MTU](#)
- [OSPF-neighbors zitten vast in toestand exstart en exchange door mismatch van MTU](#)
- [Ondersteuningspagina voor OSPF](#)
- [OSPF: veelgestelde vragen](#)
- [Technische ondersteuning en documentatie – Cisco Systems](#)

Over deze vertaling

Cisco heeft dit document vertaald via een combinatie van machine- en menselijke technologie om onze gebruikers wereldwijd ondersteuningscontent te bieden in hun eigen taal. Houd er rekening mee dat zelfs de beste machinevertaling niet net zo nauwkeurig is als die van een professionele vertaler. Cisco Systems, Inc. is niet aansprakelijk voor de nauwkeurigheid van deze vertalingen en raadt aan altijd het oorspronkelijke Engelstalige document ([link](#)) te raadplegen.