

Flexibel algoritme in ISIS begrijpen en oplossen

Inhoud

[Inleiding](#)

[Voorwaarden](#)

[Overzicht van Flex-Algo](#)

[Netwerktopologie](#)

[netwerk](#)

[Flex-Algo-configuratie](#)

[Flex-Algo 129 Gedefinieerd door Metric-type TE](#)

[Configuratie](#)

[Verificatie](#)

[Flex-Algo 128 Gedefinieerd door metrische vertraging](#)

[Configuratie](#)

[Verificatie](#)

[Topologie-onafhankelijke Loop-Free Alternate \(TI-LFA\) en Microloop Avoidance \(MLA\) op FLEX-ALGO 129](#)

[beperkingen van de affiniteitskaart](#)

[Configuratie](#)

[Verificatie](#)

[Configuratie op ABR-2 van de Affinity Map](#)

[Verificatie](#)

[Conclusie](#)

[Opdrachten](#)

Inleiding

Dit document beschrijft het gebruik van Flexible Algorithm (Flex-Algo) in ISIS en geeft relevante opdrachten voor verificatie en probleemoplossing.

Voorwaarden

Vereisten

- Cisco raadt u aan om basiskennis te hebben van ISIS Segment routing traffic engineering.

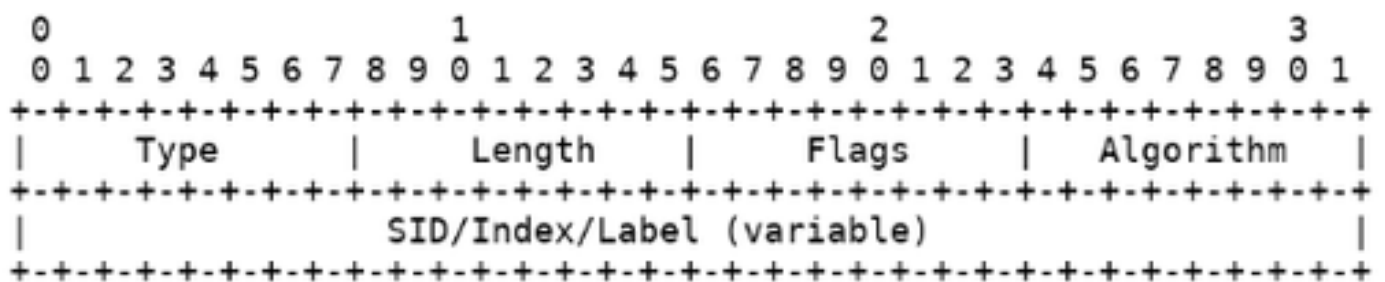
Gebruikte componenten

- De informatie in dit document is gebaseerd op Device: Aggregation Services Router 9000 (ASR9K).
- De informatie in dit document is gebaseerd op de apparaten in een specifieke laboratoriumomgeving. Alle apparaten die in dit document worden gebruikt, zijn gestart met

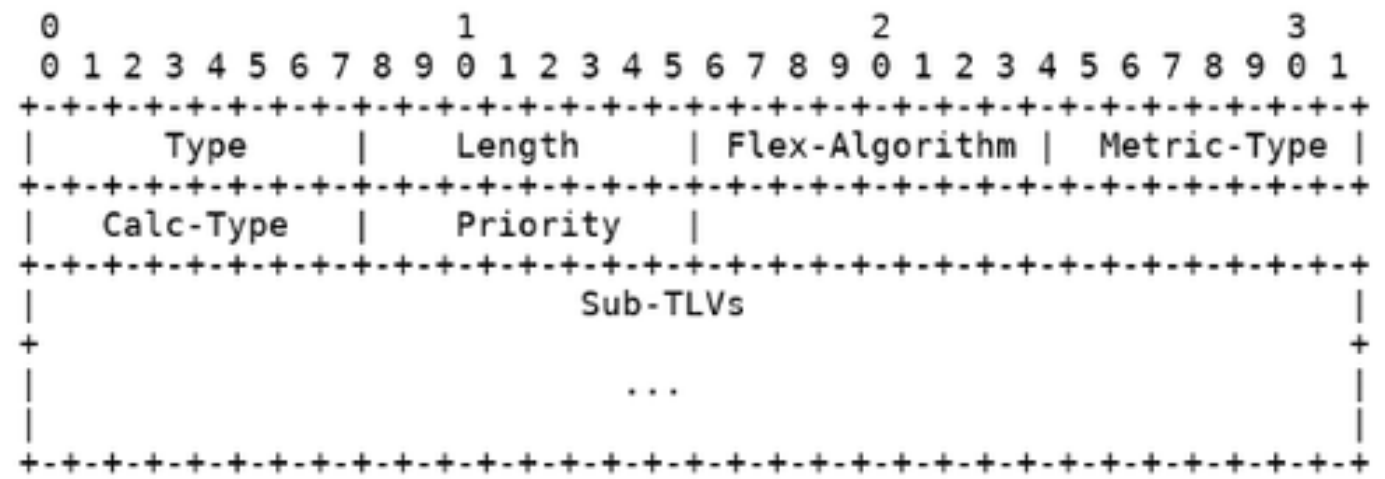
een uitgeklaarde (standaard) configuratie. Als uw netwerk live is, moet u zorgen dat u de potentiële impact van elke opdracht begrijpt.

Overzicht van Flex-Algo

- Flexibel algoritme (Flex-Algo) wordt geïdentificeerd door een numerieke waarde in het bereik 0-255; waarden 0-127 zijn gereserveerd, terwijl 128-255 door de gebruiker zijn gedefinieerd.
- Een Flex-Algo wordt gedefinieerd door een metrisch type (Interior Gateway Protocol (IGP), vertragsmetriek of TE-metriek) en een reeks beperkingen (bijvoorbeeld linkaffiniteit, Shared Risk Link Group (SRLG)).
- Door gebruik te maken van Flex-Algo kunnen netwerken network slicing implementeren, dat wil zeggen logische segmentatie van het netwerk, waarbij path computation beperkt blijft tot de topologie die voldoet aan de gedefinieerde beperkingen.

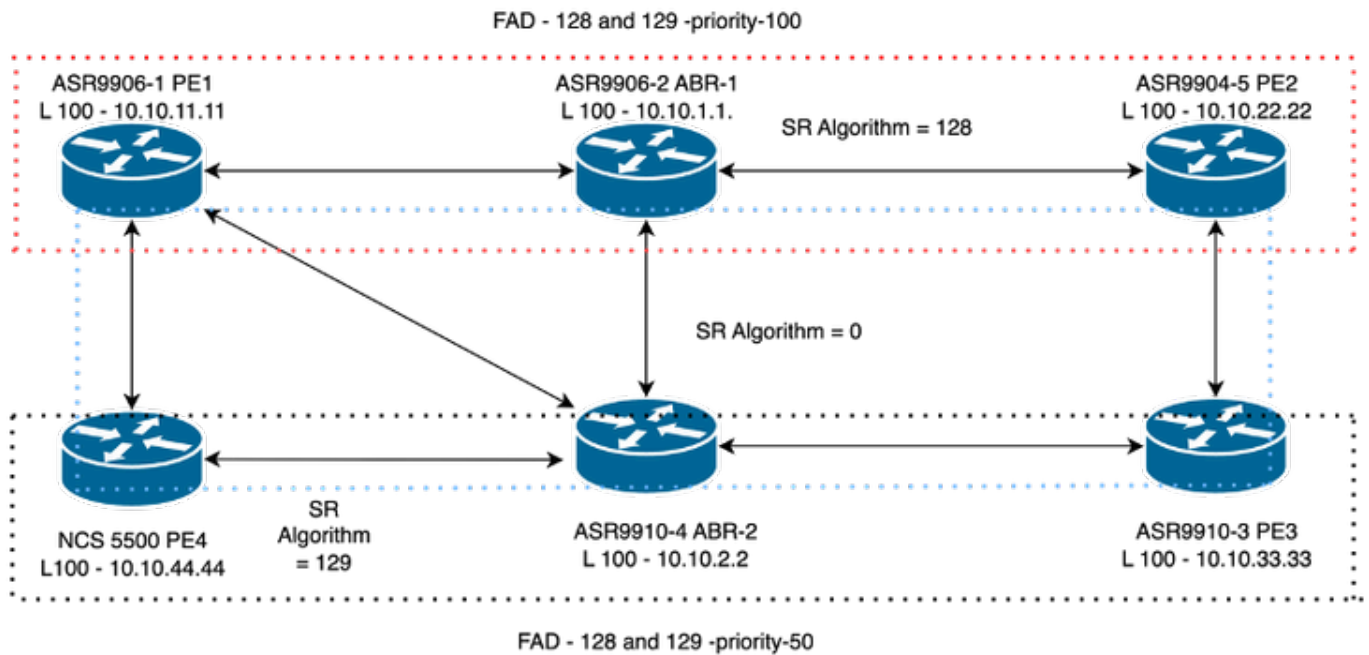


Afbeelding 1: Prefix-SID Sub-TLV-formaat (met algoritmeveld)



Afbeelding 2: TLV-indeling Flex-Algo Definition (FAD)

Netwerktopologie



Afbeelding 3: Netwerktopologiediagram

netwerk

- Algoritme 128 → Definieert een slice die is geoptimaliseerd voor latentie.
- Algoritme 129 → Definieert een TE-geoptimaliseerde slice.
- ABR1 en ABR2 adverteren hun Flex-Algo Definitions (FAD TLVs) in IS-IS Link-State Protocol Data Unit (LSPs).
- Een FAD-initiator kan elke router in het IS-IS-domein zijn; een router hoeft niet deel te nemen aan elke Flex-Algo om zijn definitie te adverteren.

Flex-Algo-configuratie

```
<#root>
```

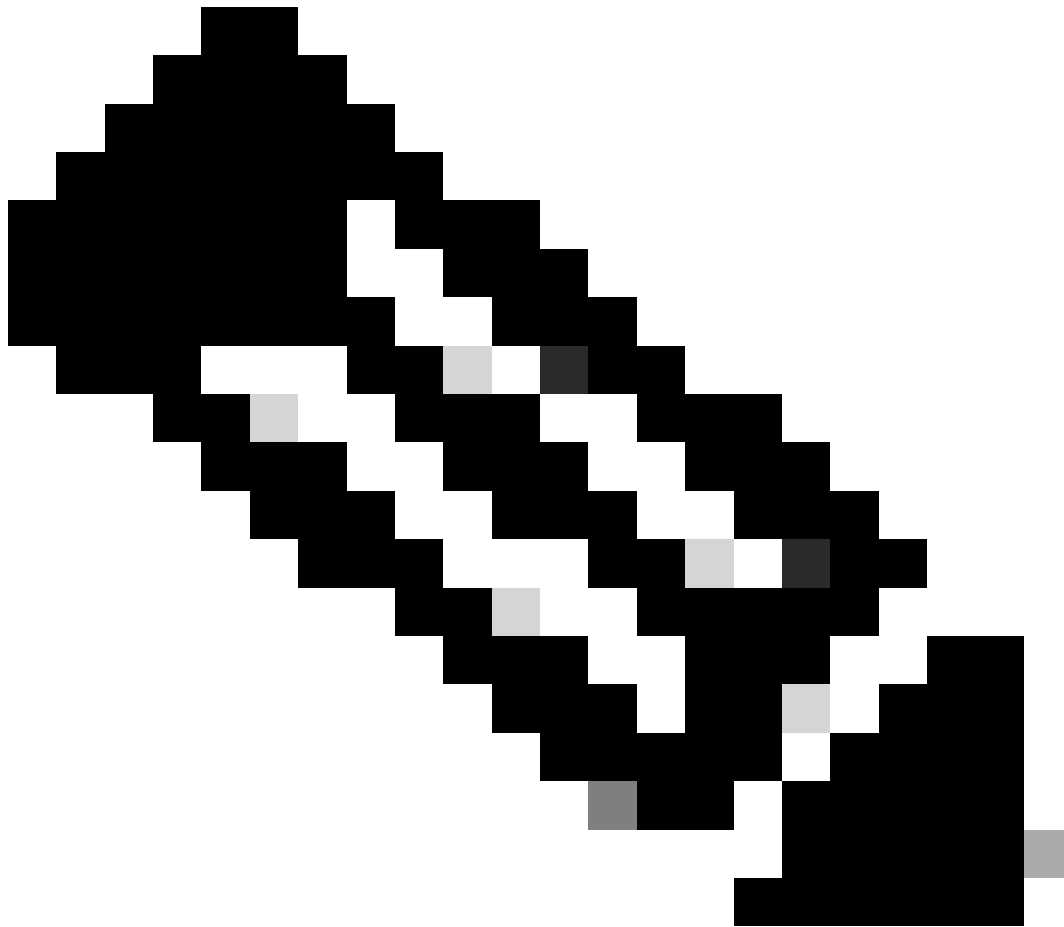
```
router isis core
flex-algo 128
  interface Loopback100
    passive
    address-family ipv4 unicast
```

```
prefix-sid index 11
```

```
explicit-null
```

```
prefix-sid algorithm 128 index 811
```

```
explicit-null
```



Opmerking:

- index 11 - Prefix-SID gebonden aan Flex-Algo 0 (standaard kortste pad eerst (SPF)).
- index 811 - Prefix-SID gebonden aan Flex-Algo 128.
- Flex-Algo Prefix-SID's maken network slicing mogelijk. Voor een bepaald prefix (bijvoorbeeld Loopback100) kunnen meerdere Prefix-SID's worden geadverteerd, elk gekoppeld aan een specifieke Flex-Algo.
- De eerste Prefix-SID (Index 11) wordt automatisch gekoppeld aan Flex-Algo 0 (standaard IGP shortest-path algoritme).
- De tweede Prefix-SID (Index 811) wordt expliciet geassocieerd met Flex-Algo 128, een door de gebruiker gedefinieerd algoritme.

Flex-Algo 129 Gedefinieerd door Metric-type TE

Configuratie

Over ABR2:

<#root>

```
router isis core
flex-algo 129
  priority 50
  metric-type te
  advertise-definition
```

```
interface Loopback100
  address-family ipv4 unicast

    prefix-sid algorithm 129 index 92 explicit-null >>
```

Prefix-SID bound to Flex-Algorithm 129

```
interface HundredGigE0/1/0/2
  point-to-point
  address-family ipv4 unicast
    fast-reroute per-prefix
    fast-reroute per-prefix ti-lfa
```

```
te-metric flex-algo 20 level 2 >>
```

20 is the TE metric value for this link , need to be enabled on the links only between those routers pa

Verificatie

<#root>

```
PE3#show isis flex-algo 129
IS-IS core Flex-Algorithm Database
Flex-Algorithm 129:
  Level-2:
```

Definition Priority: 100

Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00

Definition Equal to Local: No

Definition Metric Type: TE

Definition Flex-Algorithm Prefix Metric: No
<snip>

FRR Disabled: No

Microloop Avoidance Disabled: No

UCMP Disabled: No

Data Plane Segment Routing: Yes

Data Plane IP: Yes

<#root>

PE3#show isis database 55A1-2-PE4.00-00 verbose internal

IS-IS core (Level-2) Link State Database

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime/Rcvd	ATT/P/OL	Len	Received	From
55A1-2-PE4.00-00	0x00000149	0xfe2f	995 /1200	0/0/0	282	09:21:39	ASR9910-4-

<snip>

TLV code:242

length:28

Router Cap: 10.10.44.44 D:0 S:0

SubTLV code:2 length:9

Segment Routing: I:1 V:0, SRGB Base: 16000 Range: 8000

SubTLV code:23 length:2

Node Maximum SID Depth:

Label Imposition: 12

SubTLV code:19 length:3

SR Algorithm:

Algorithm: 0

Algorithm: 1

Algorithm: 129

SubTLV code:29 length:1

IP Algorithm:

Algorithm: 129

TLV code:22

length:117

Metric: 10 IS-Extended ASR9910-4-ABR-2.00

SubTLV code:4 length:8

Local Interface ID: 32, Remote Interface ID: 38

SubTLV code:6 length:4

Interface IP Address: 10.10.244.44

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.244.2

SubTLV code:9 length:4

Physical BW: 10000000 kbits/sec

SubTLV code:16 length:9

Application Specific Link Attributes:

L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1

Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO

User Defined Applications: 0x10

SubTLV code:18 length:3

Admin. Weight: 20 >>>>>>>> configured TE metric

<#root>

PE3#show isis topology flex-algo 129

IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
ASR9910-4-ABR-2				

20

ASR9910-4-ABR-2	Hu0/1/0/0	*PtoP*	>> 1 hop away from PE3
55A1-2-PE4			

40

ASR9910-4-ABR-2	Hu0/1/0/0	*PtoP*	>> 2 hops away from PE3
-----------------	-----------	--------	-------------------------

Flex-Algorithm 128 Defined by metric contract

Configuration

<#root>

router isis core

flex-algo 128

priority 100

metric-type delay

advertise-definition

performance-measurement

interface HundredGigE0/1/0/0

delay-measurement

>>> this CLI needs to be enabled only on those interfaces between those routers participating in Flex-

```
!  
!  
interface HundredGigE0/1/0/3  
  delay-measurement
```

Verificatie

<#root>

```
PE1#show isis flex-algo 128  
IS-IS core Flex-Algo Database  
Flex-Algo 128:  
  Level-2:
```

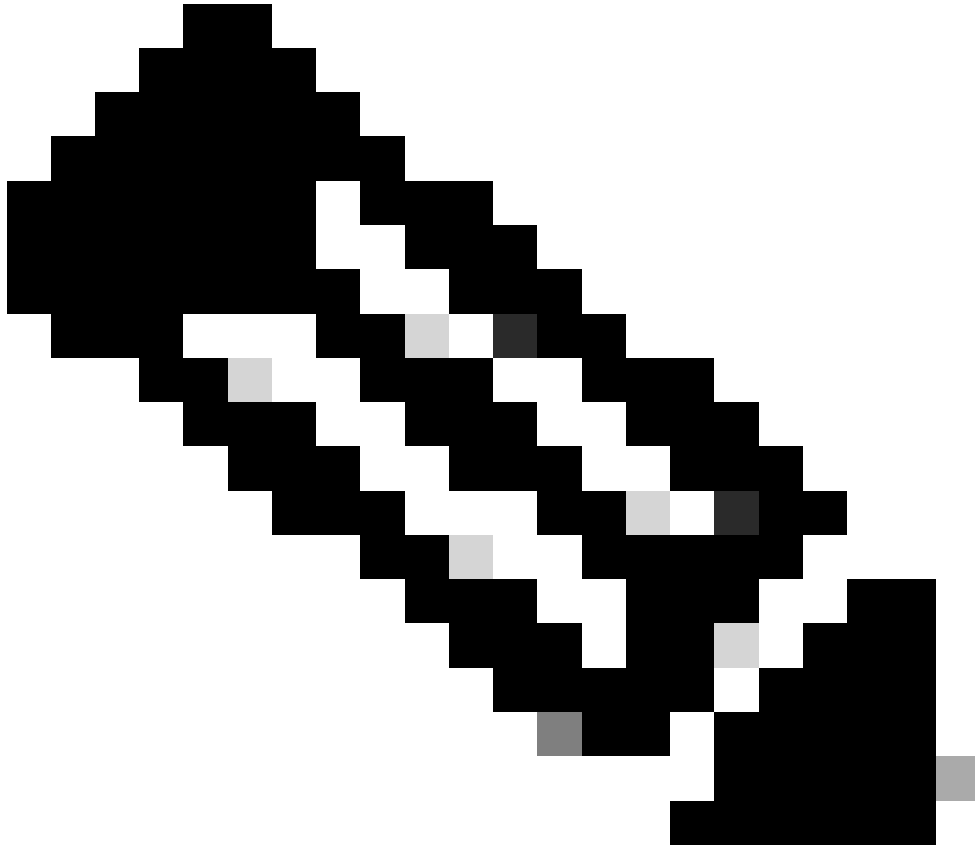
Definition Priority: 100

Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00

Definition Equal to Local: No

Definition Metric Type: Delay

Definition Flex-Algo Prefix Metric: No



Opmerking: Op PE2 wordt de prestatie-meetinterface HundredGigE0/1/0/1 >> link tussen PE2 en ABR 1 delay-measurement adverteren-delay 100 >> delay statisch geconfigureerd. Dit verhoogt de vertragsingsmetriek met +100 in de richting van PE2 naar PE1, vandaar dat de vertraging om ABR 1 te bereiken vanaf PE2 100 is.

<#root>

PE1#show isis database ASR-9904-5-PE2.00-00 verbose internal

IS-IS core (Level-2) Link State Database

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime/Rcvd	ATT/P/OL	LSP Length
ASR-9904-5-PE2.00-00	0x00000231	0x6084	1131 /1200	0/0/0	310

<snip>

TLV code:242

length:25
<snip>

SubTLV code:19

length:3
SR Algorithm:

Algorithm: 0
Algorithm: 1
Algorithm: 128

TLV code:22

length:144
Metric: 10 IS-Extended ASR9906-2-ABR-1.00
SubTLV code:4 length:8
Local Interface ID: 17, Remote Interface ID: 22
SubTLV code:6 length:4

Interface IP Address: 10.10.221.22

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.221.1

SubTLV code:9 length:4
Physical BW: 99999998 kbits/sec
SubTLV code:33 length:4

Link Average Delay: 100 us

SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 100/100 us

SubTLV code:35 length:4

Link Delay Variation: 0 us

SubTLV code:16 length:14
Application Specific Link Attributes:
L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1

Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO
User Defined Applications: 0x10
SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 100/100 us >>> delay calculated on this link due to the confoguration

<#root>

PE2#show isis topology flex-algo 128
IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers
System Id Metric Next-Hop
ASR9906-2-ABR-1

100

ASR9906-2-ABR-1 Hu0/1/0/1 *PtoP*

Interface SNPA

ASR9906-1-PE1

112

ASR9906-2-ABR-1

Hu0/1/0/1

PtoP

Wanneer er geen handmatige advertentie-vertraging is geconfigureerd op de interface en met behulp van het standaard vertragingssmeetprofiel dat is ingeschakeld op de interface, worden sondes op de koppelingen verzonden om de vertraging op de interface te meten.

<#root>

ABR-1#show performance-measurement sessions

0/1/CPU0

Transport type	: Interface
Measurement type	: Delay Measurement
Interface name	: HundredGigE0/1/0/0
Nexthop	: Unknown

Delay Measurement session:

Session ID : 4097

Profile Keys:

Profile name : default

Profile type. : Interface Delay Measurement

Last advertisement:

Advertised at: Sep 26 2025 14:00:36.179 (247623.282 seconds ago)

Advertised reason: Periodic timer, min delay threshold crossed

Advertised delays (uSec): avg: 12, min: 12, max: 13, variance: 0

A flag set: False

Next advertisement:

Threshold check scheduled in 2 more probes (roughly every 120 seconds)

Aggregated delays (uSec): avg: 12, min: 11, max: 12, variance: 1

Rolling average (uSec): 11

Current computation:

Started at: Sep 29 2025 10:47:17.373 (22.88 seconds ago)

Packets Sent: 8, received: 8

Measured delays (uSec): avg: 12, min: 11, max: 12, variance: 1 >>>>>>>>>> the delay measured using pro

Next probe scheduled at: Sep 29 2025 10:47:47.369 (in 7.908 seconds)

Next packet will be sent in 1.908 seconds

Packet sent every 3.0 seconds

Responder IP : 10.10.111.11

Number of Hops : 1

<#root>

```
ABR-1#show isis database ASR9906-1-PE1.00-00 verbose internal
IS-IS core (Level-2) Link State Database
LSPID          LSP Seq Num LSP Checksum  LSP Holdtime/Rcvd  ATT/P/OL LSP Length
ASR9906-1-PE1.00-00 0x00000777 0x13ef        497 /1200         0/0/0    370
<snip>
```

TLV code:22

```
length:197
Metric: 10 IS-Extended ASR9906-2-ABR-1.00
SubTLV code:4 length:8
Local Interface ID: 40, Remote Interface ID: 21
SubTLV code:6 length:4
```

Interface IP Address: 10.10.111.11

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.111.1

```
SubTLV code:9 length:4
Physical BW: 99999998 kbits/sec
SubTLV code:33 length:4
```

Link Average Delay: 12 us >>>>>>>>>>>> the calculated delay is propagated via ISIS which is used by the

SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 12/13 us

```
SubTLV code:35 length:4
Link Delay Variation: 0 us
SubTLV code:16 length:14
Application Specific Link Attributes:
L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1
Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO
User Defined Applications: 0x10
SubTLV code:34 length:8
```

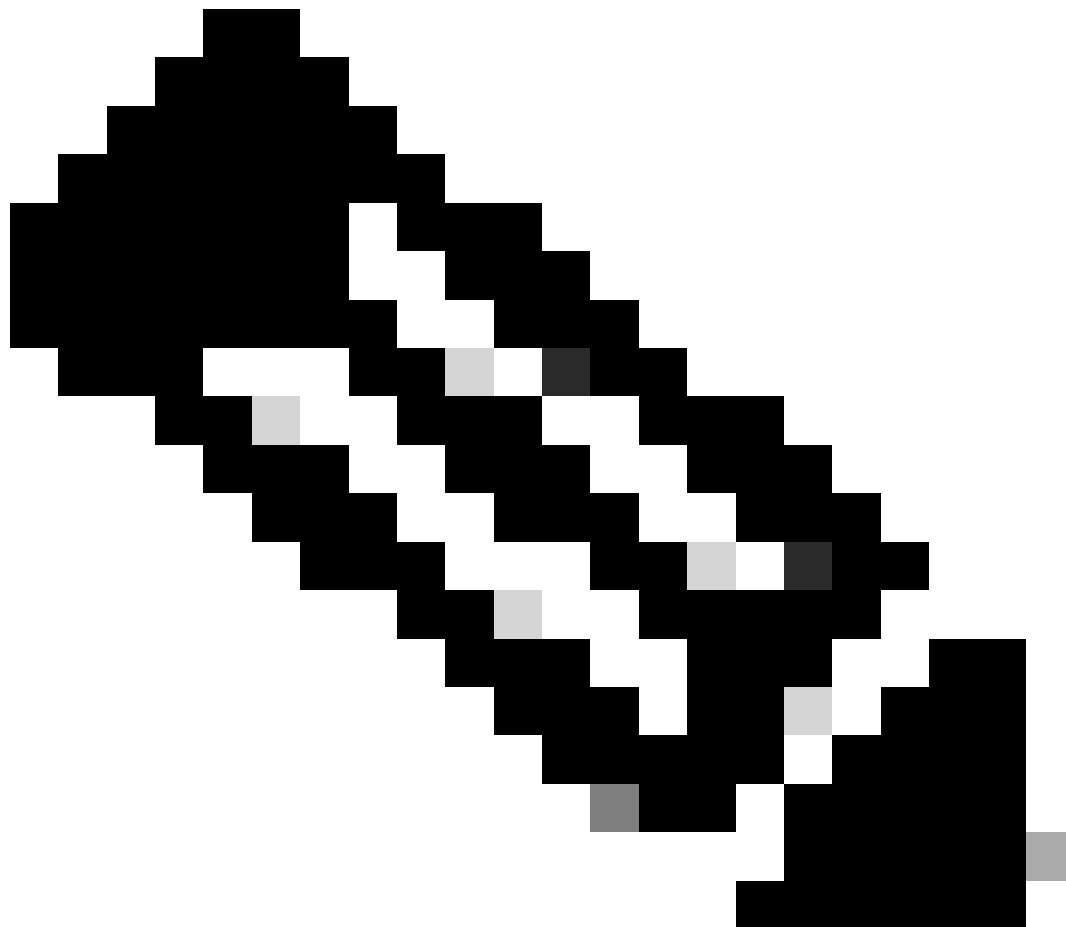
Link Min/Max Delay: 12/13 us

<#root>

PE1#show isis topology flex-algo 128

IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
ASR9906-2-ABR-1				
12				
ASR9906-2-ABR-1	Hu0/1/0/0	*PtoP*		
ASR-9904-5-PE2				
24				
ASR9906-2-ABR-1	Hu0/1/0/0	*PtoP*		

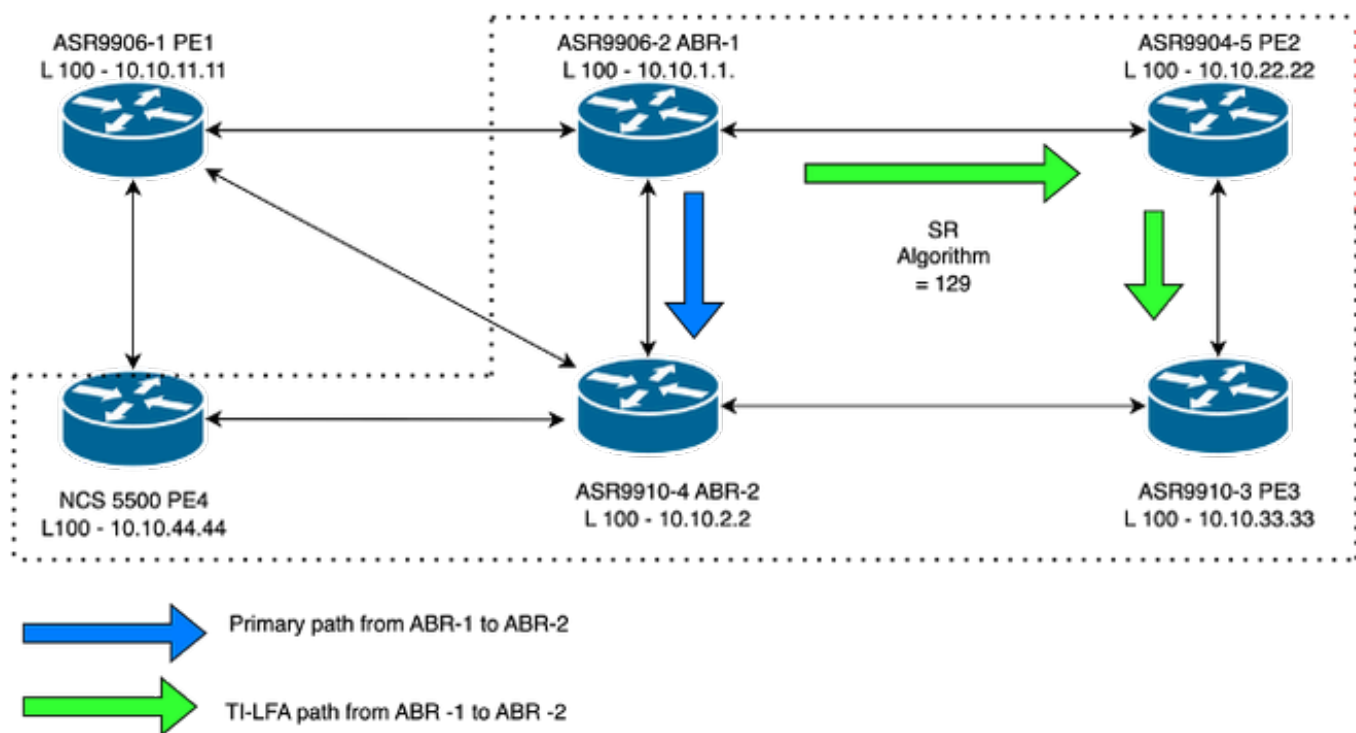


Opmerking:

- Van PE1 naar ABR 1 te bereiken is er slechts 12 ons vertraging
- Van PE1 naar PE2 is er 24 vertraging

Topologie-onafhankelijke Loop-Free Alternate (TI-LFA) en

Microloop Avoidance (MLA) op FLEX-ALGO 129



Afbeelding 4: Netwerktopologiediagram gebruikt om TI-LFA en MLA voor Flex-ALGO 129 aan te tonen

<#root>

```
ABR-1#show isis fast-reroute flex-algo 129 10.10.2.2/32 detail
```

```
L2 10.10.2.2/32 [20/115] Label: 16092, medium priority
```

```
Installed Sep 17 10:40:08.503 for 00:16:25
```

```
via 10.10.12.2, HundredGigE0/1/0/1, Label: Exp-Null-v4, ASR9910-4-ABR-2, SRGB Base: 16000, Weight:
```

Backup path: TI-LFA (link),

```
via 10.10.221.22, HundredGigE0/1/0/3 ASR-9904-5-PE2, SRGB Base: 16000, Weight: 0, Metric: 60
```

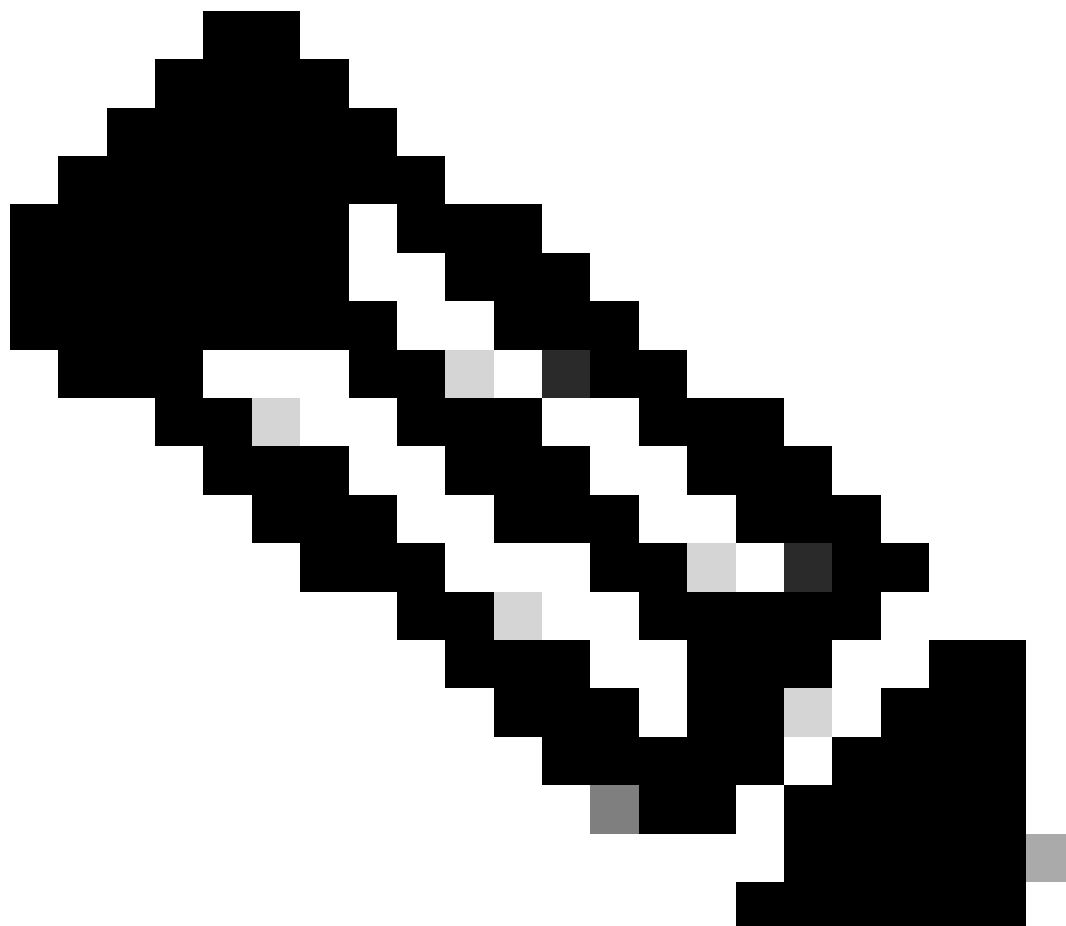
P node: ASR9910-3-PE3.00 [10.10.33.33], Label: 16933 >>>>>>>> TI-LFA precomputed path for FRR

Prefix label: 16092

Backup-src: ASR9910-4-ABR-2.00

P: No, TM: 60, LC: No, NP: No, D: No, SRLG: Yes

src ASR9910-4-ABR-2.00-00, 10.10.2.2, prefix-SID index 92, R:0 N:1 P:1 E:1 V:0 L:0, Alg:129



Opmerking:

- 16933 PE3 Flex-Algo 129 label
- 16092 ABR -2 Flex-Algo 129 label
- Het TI-LFA-pad is ook beperkt met de logische netwerkslice van flex algo 129

Op ABR-1 wanneer de verbinding tussen ABR 1 en 2 wordt uitgeschakeld, wordt de MLA-tunnel geactiveerd:

<#root>

ABR-1 #show isis microloop avoidance 10.10.2.2/32 flex-algo 129 detail

10.10.2.2/32 participated in 1 of 6 microloop avoidance events

number	start	spf	duration	cleanup	duration	pins: ipv4	ipv6
---	---	---	---	---	---	---	---
5	restart	10:59:16.440	0 ms	10:59:16.643		3	0

trigger: Link down, near node: ASR9906-2-ABR-1.00, far node: ASR9910-4-ABR-2.00
via 10.10.221.22, Hu0/1/0/3,

Labels: 16933

In zowel de TI-LFA als de MLA voert Flex-Algo 129 zijn eigen beperkte SPF uit, berekent een snelle omleidingstunnel die Algo 129-beperkingen respecteert en alleen FLEX-ALGO 129-labels gebruikt.

beperkingen van de affiniteitskaart

- Affiniteit is een 32-bits attribuut dat is gekoppeld aan een IGP-link, die administratief is toegewezen door de operator.
- Elke bitpositie komt overeen met een semantische betekenis die door de operator wordt gedefinieerd.
- Deze affiniteitsbits worden geadverteerd in de IGP (OSPF/IS-IS) als onderdeel van de TE-attributen van de link.

Wanneer een Flex-Algo zijn kortste padstructuur (SPF) berekent, past deze affiniteitsbeperkingen toe tijdens padselectie:

- Inclusief-willekeurig (IA): Het berekende pad moet ten minste één link doorkruisen die een van de opgegeven affiniteitsbits heeft ingesteld.
- Inclusief-All (IAI): Het berekende pad mag alleen links doorkruisen die gezamenlijk alle opgegeven affiniteitsbits bevatten.
- Exclude-Any (EA): Het berekende pad moet alle links vermijden die een van de opgegeven affiniteitsbits bevatten.

Configuratie

Op ABR 1 en 2:

```
<#root>
```

```
On ABR 1and 2
router isis core
```

```
affinity-map ALGO-129 bit-position 6
```

```
flex-algo 129
  priority 100
  metric-type te
  advertise-definition
```

```
affinity exclude-any ALGO-129
```

Plaats deze configuratie op de FAD geadverteerd.

Verificatie

<#root>

```
PE4#show isis database ASR9906-2-ABR-1.00-00 verbose internal
```

```
IS-IS core (Level-2) Link State Database
```

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime/Rcvd	ATT/P/OL	Len	Received	From
ASR9906-2-ABR-1.00-00	0x0000023f	0xa89f	871 /1200	0/0/0	453	11:12:43	ASR9906-1

```
TLV code:242 length:44
```

```
Router Cap: 10.10.1.1 D:0 S:0
```

```
<snip>
```

```
SubTLV code:19 length:4
```

```
SR Algorithm:
```

```
Algorithm: 0
```

```
Algorithm: 1
```

```
Algorithm: 128
```

```
Algorithm: 129
```

```
SubTLV code:26
```

```
length:4
```

```
Flex-Algo Definition:
```

```
Algorithm: 129 Metric-Type: 2
```

```
Alg-type: 0 Priority: 100
```

```
SubTLV code:1 length:4
```

```
Flex-Algo Exclude-Any Ext Admin Group: >>> FAD to exclude any link with this bit position set
```

```
0x00000040
```

<#root>

```
PE4#show isis flex-algo 129
```

```
IS-IS core Flex-Algo Database
```

```
Flex-Algo 129:
```

```
Level-2:
```

```
Definition Priority: 100
```

```
Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00
```

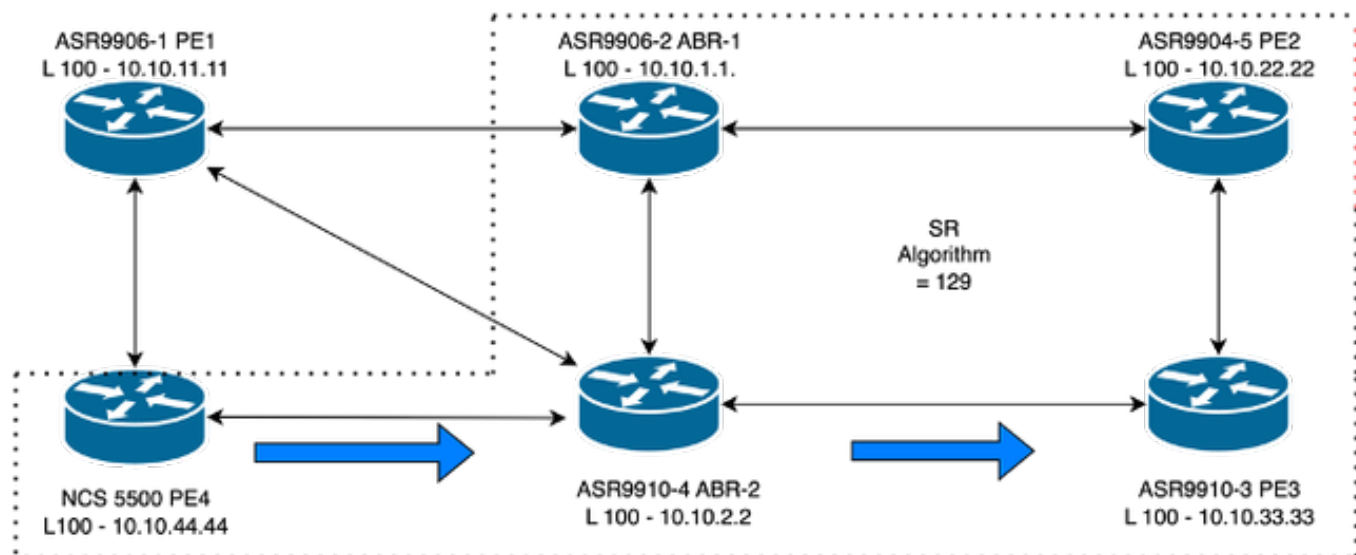
```
Definition Equal to Local: No
```

```
Definition Metric Type: TE
```

```
Definition Flex-Algo Prefix Metric: No
```

```
Exclude Any Affinity Bit Positions: 6
```

Pad genomen van PE4 naar PE3 wanneer de link affiniteitskaart niet is geconfigureerd op een van de links:

[illegible]

Configuratie op ABR-2 van de Affinity Map

```
>>>> link affinity map
point-to-point
address-family ipv4 unicast
fast-reroute per-prefix
fast-reroute per-prefix ti-lfa
te-metric flex-algo 20 level 2
```

Verificatie

```
PE4#show isis database ASR9910-4-ABR-2.00-00 verbose internal
<snip>
TLV code:22 length:193
<snip>
      SubTLV code:6 length:4
```

SubTLV code:8 length:4

SubTLV code:9 length:4

SubTLV code:16 length:21

```
L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1
```

User Defined Applications: 0x10

Ext Admin Group:

SubTLV code:3 length:4

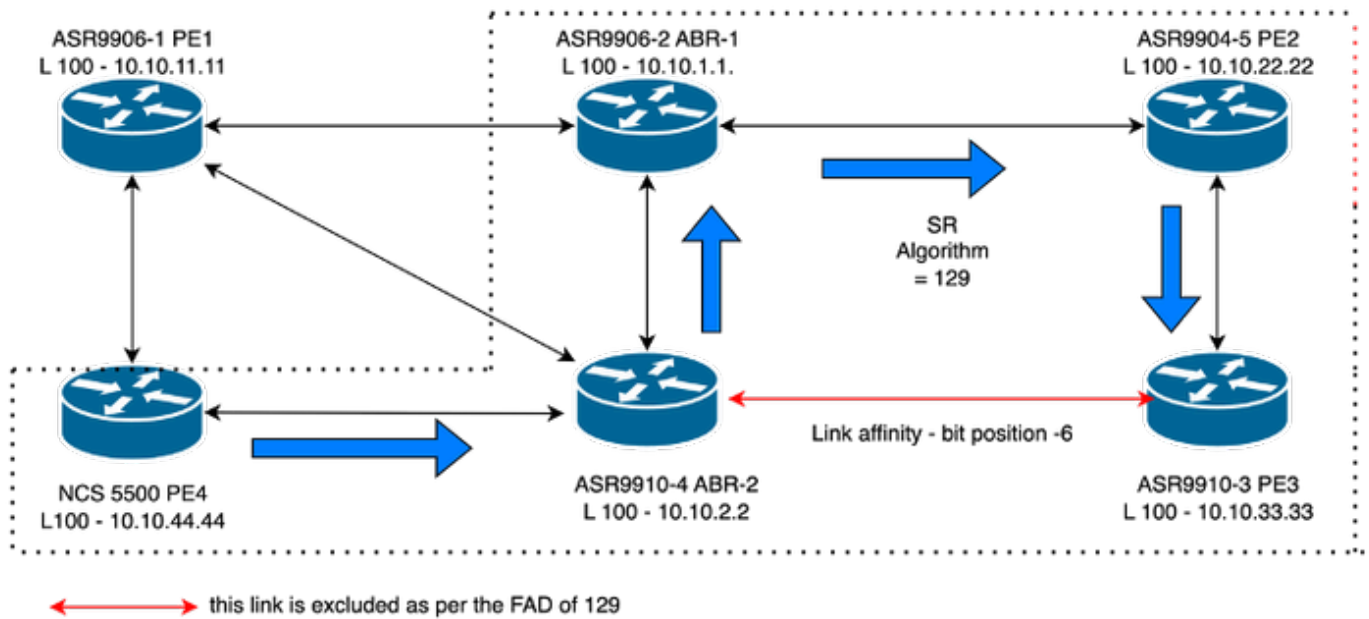
Affinity: 0x00000040

SubTLV code:18 length:3

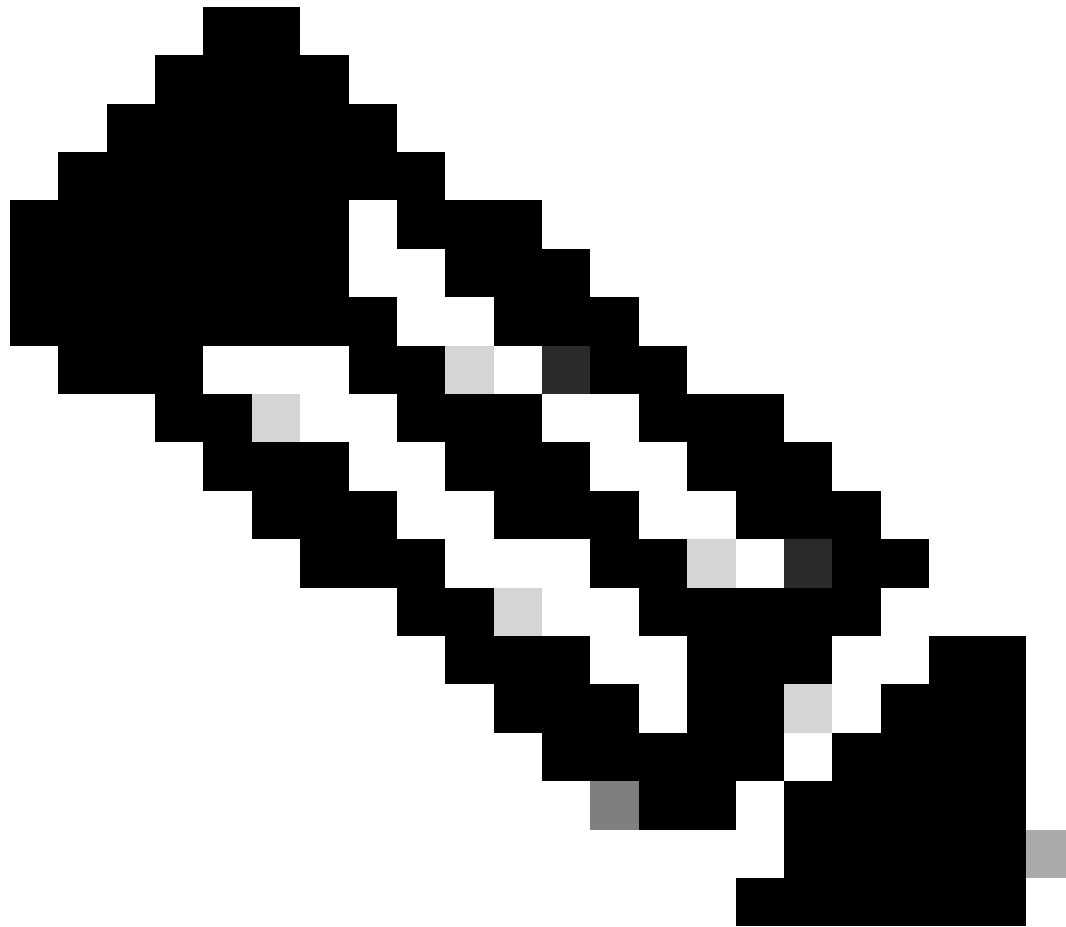
Admin. Weight: 20

```
PE4#traceroute sr-mp1s labels 16933 lsp-end-point 10.10.33.33
```

[illegible]



Afbeelding 6: Pad genomen van PE4 naar PE3 na het configureren van de affiniteitskaart



Opmerking: Op dezelfde manier kunnen we met behulp van "inclusief alle" en "inclusief alle" in de FAD van een flexalgo de berekening van het pad beïnvloeden van het kopuiteinde naar het staartuiteinde.

Conclusie

Dit document beschrijft het gebruik van Flexible Algorithm (Flex-Algo) om een IS-IS-domein logisch in meerdere netwerksegmenten te verdelen. Elk segment kan zijn eigen regels en beperkingen voor de berekening van het pad definiëren, waardoor een gedifferentieerde behandeling van verkeersstromen mogelijk wordt op basis van SLA-vereisten of verkeersgevoeligheid.

Opdrachten

```
show isis flex-algo <>
```

```
show isis flex-algo 129 neighbors
show isis topology flex-algo
show isis database <> verbose detail
show isis route <> flex-algo <> detail
show mpls forwarding labels <> detail
show isis microloop avoidance <> flex-algo <> detail
show isis fast-reroute flex-algo <> <prefix> detail
```

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.