



Cisco technológiák Szerver konszolidációs Környezetben



Zeisel Tamás
Cisco Magyarország
tzeisel@cisco.com

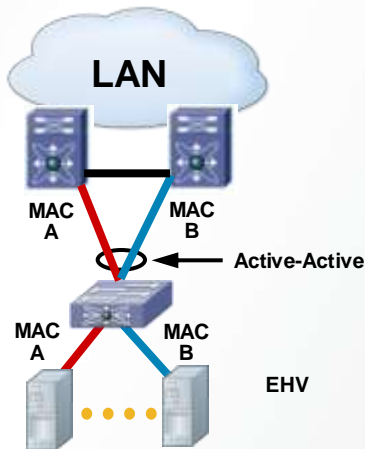
Miről lesz szó

- L2 terhelésmegosztási technológiák
- Új switch koncepció Fabric Extender
- VMWare hálózati követelmények
- Grid hálózati lehetőségek

L2 terhelésmegosztási technológiák

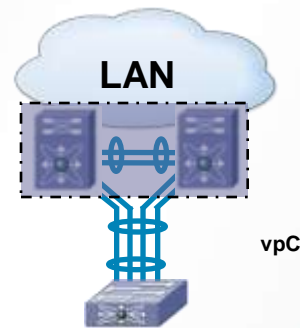
Layer 2 Multi-Pathing

Fázis 1



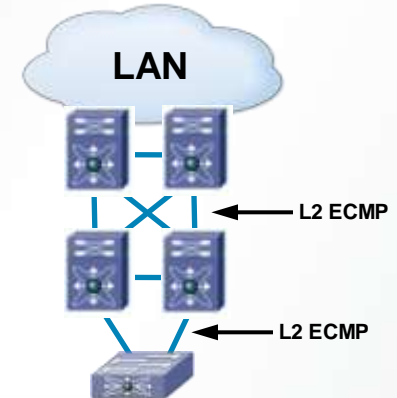
- Feleslegessé teszi az STP-t az uplink portokon
- Több egyidejűleg aktív uplinket biztosít a Switch és a hálózat között
- Hurok mentesítés MAC Pinning technológiával - a forgalom egyszerre csak egy porton történik az adott eszközre
- Transzparens

Fázis 2



- MCEC megvalósítás
- Virtual port channel mechanizmus transzparens a hálózat felé
- STP csak biztonsági megoldás controll plane hiba esetén

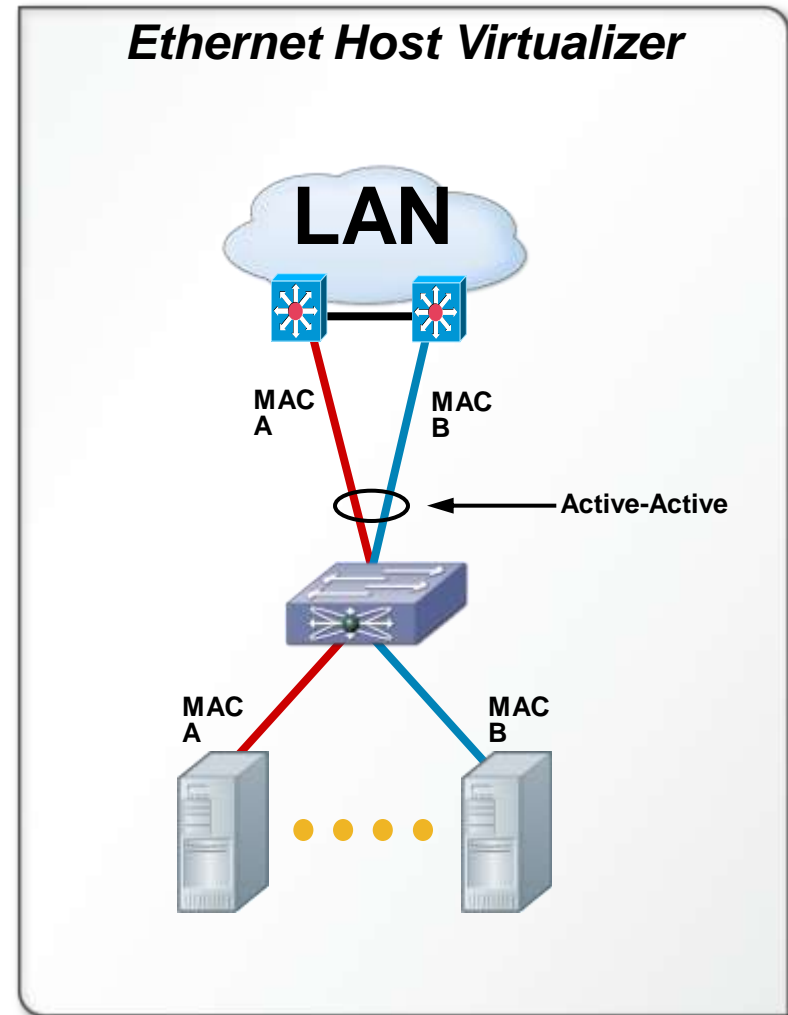
Fázis 3



- ISIS szerű L2 topológia
- L2 domén hurokmentesítése STP nélkül
- Elsődleges út választás, loadbalancing

Ethernet Host Virtualizer Static Pinning

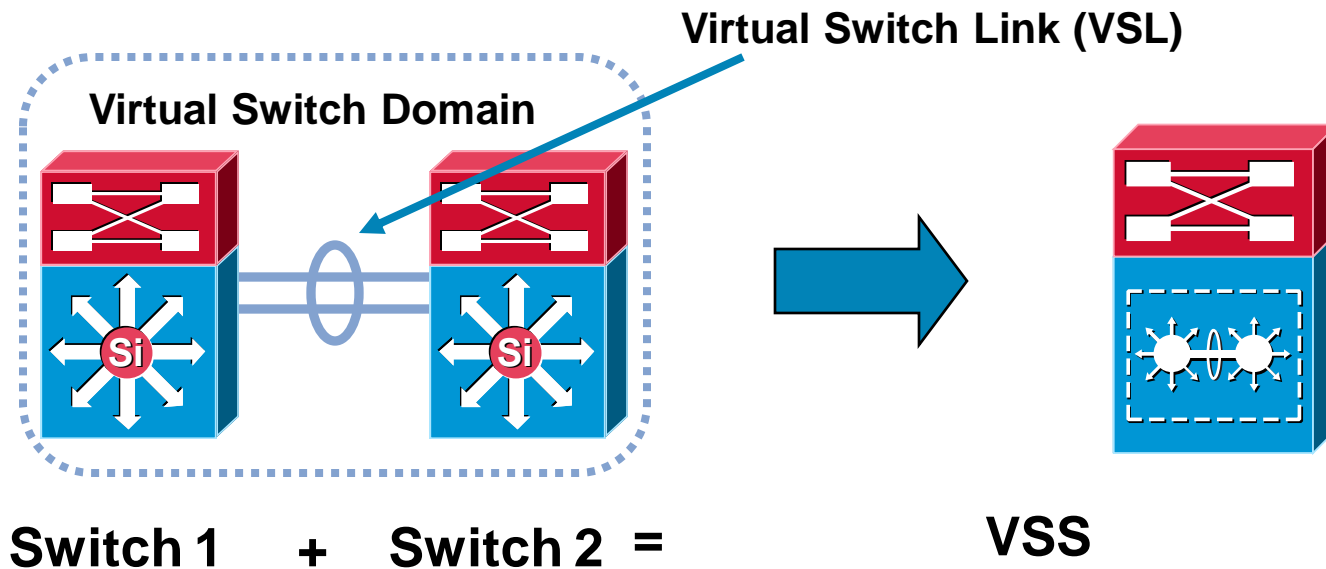
- Szükségtelemné teszi a Spanning Tree Protocolt az Uplink Portokon
 - Gyorsabb, megbízhatóbb
- Aktív-Aktív kapcsolatot biztosít
 - Dupla sáv szélesség az STP-hez képest
- Hurok mentesítés MAC Address Pinning technológiával
- Teljes transzparencia



Virtual Switch

Catalyst 6500 Virtual Switching System (VSS)

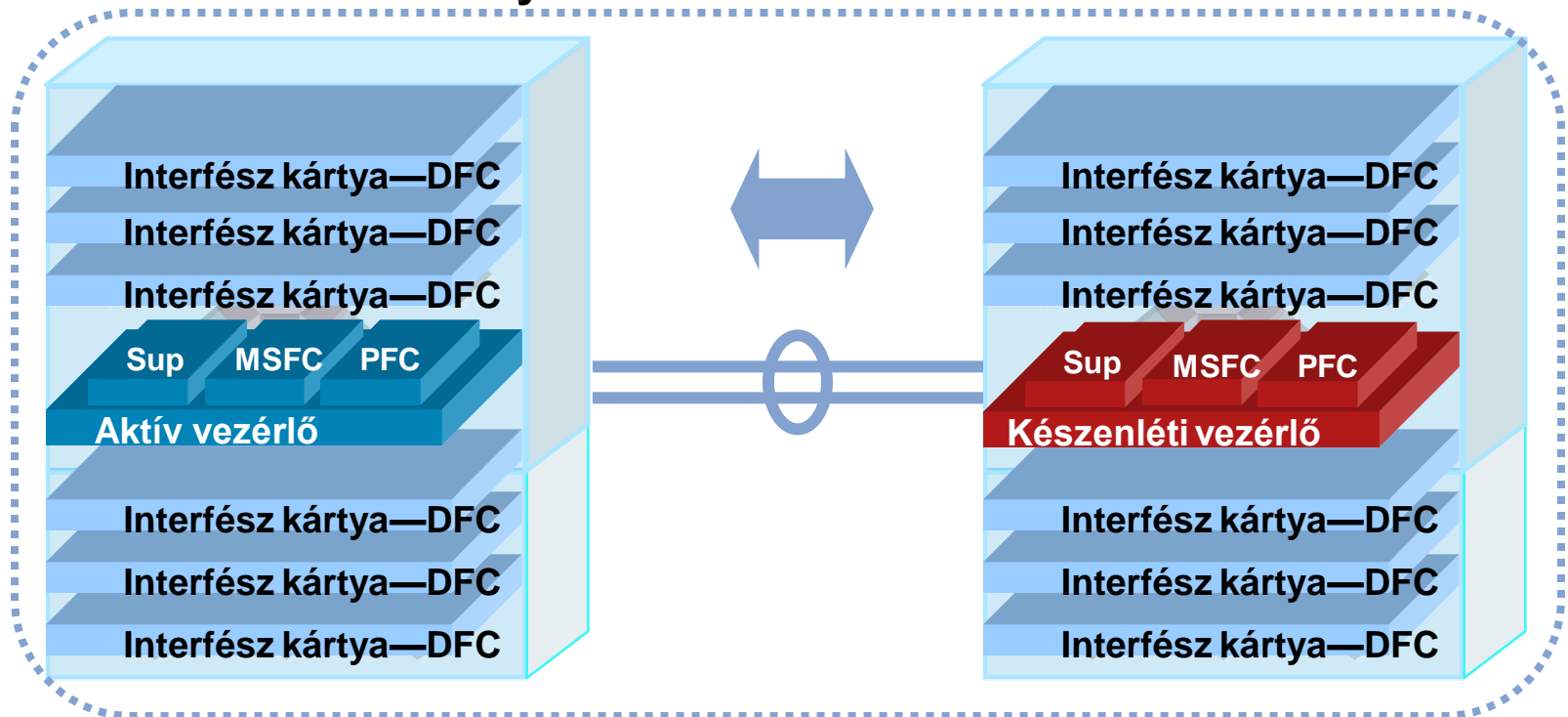
- A Virtual Switching System 2 db Catalyst 6500-ból áll amelyek egyazon virtual switch domain tagjai és köztük VSL (Virtual Switch Link) kapcsolat áll fenn
- Egyetlen vezérlési sík kettős aktív adattovábbítási síkkal
- Az NSF/SSO infrastruktúra kiterjesztése 2 switch-re



Virtual Switching System

Egyetlen vezérlési sík

- A két sassziból álló VSS-nél a Stateful Switchover-t (SSO) befolyásolja a redundáns vezérlőkártyák szétosztása a két sasszi között
- Az OIR eseményeket az aktív vezérlőkártya dolgozza fel
- A tápfelvétel menedzselése megosztva történik az aktív és a készenléti vezérlőkártya között



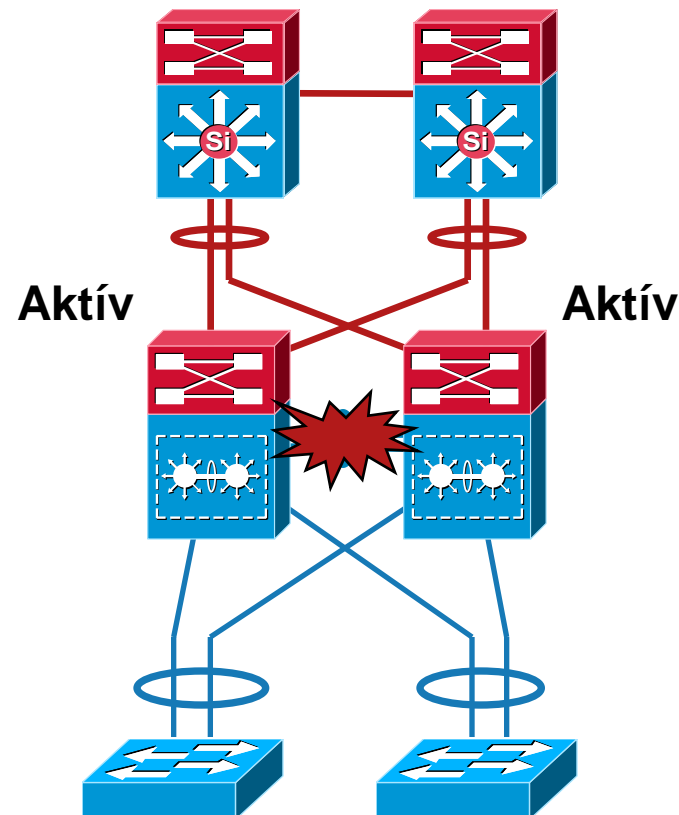
Virtual Switch System

Kettős aktív lehetőségek

- A VSL lehetővé teszi a vezérlési sík kiterjesztését a két vezérlőkártya között egy aktív és egy melegtartalékolt vezérlőkártya használatával
- Abban az esetben, ha a VSL nyaláb minden eleme kiesik, a melegtartalékban álló vezérlőkártya aktívvá válik
- Ha ez bekövetkezik, akkor ... potenciálisan fennáll annak a lehetősége, hogy két switch ugyanazzal a MAC és IP címmel létezen egyazon hálózaton
- Két mechanizmus van a kettős aktív állapotból való kilépésre

Enhanced PAgP

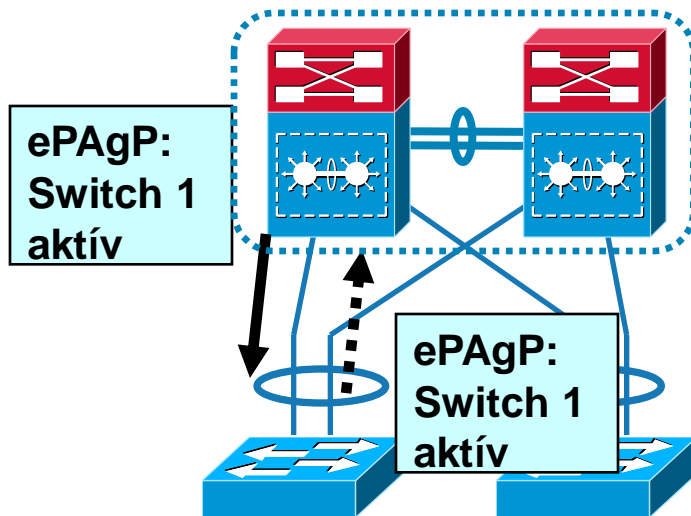
Kettős aktív állapot detektálása IP-BFD-n vagy FAst Hello-n keresztül



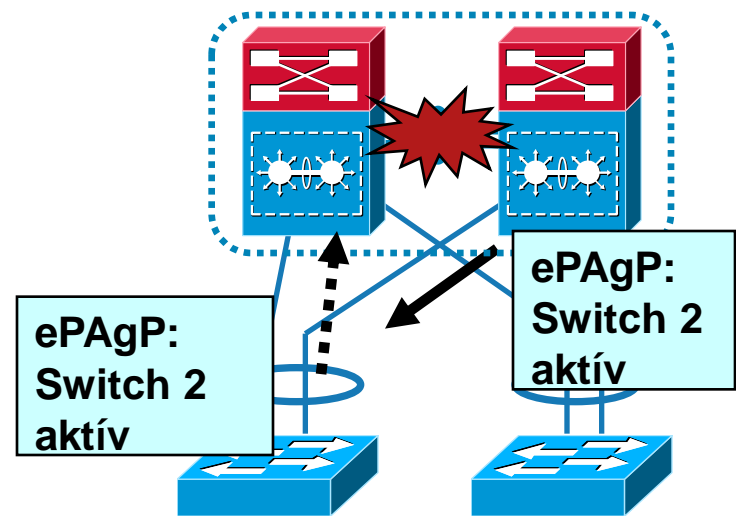
Kettős aktív helyreállítás

Enhanced PAgP

- Az Enhanced PAgP egy új TLV-t biztosít a switch azonosító átadására
- Normális működés esetén a PAgP szomszéd az aktív switch azonosítóját visszaküldi upstream irányban
- Ha a 2-es switch aktívvá válik, akkor a PAgP szomszéd az új azonosítót küldi upstream irányba az 1-es switch-nek
- Az 1-es switch lekapcsolja az összes interfészét, hogy helyrehozza a kettős aktív állapotot



Normál mód

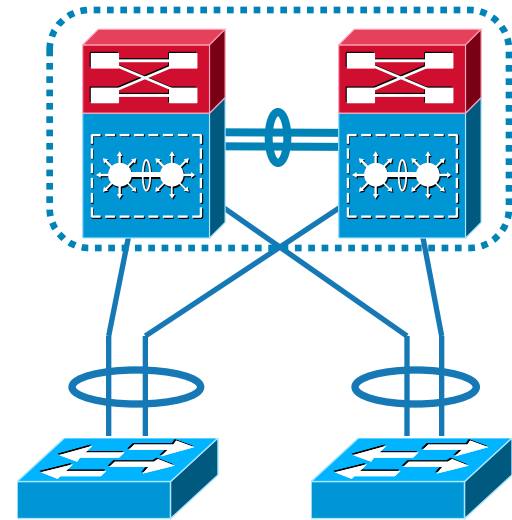


Kettős aktív mód

Kettős aktív helyreállítás

Enhanced PAgP

- A PAgP kettős aktív detektálása alapértelmezésben globálisan engedélyezett
- A szomszédos switch-eknek is támogatniuk kell
- 6500 támogatás a 12.2(33)SXH óta
- Megjelent a 29xx, 3x50, 4500 támogatás is (újabb szoftver verziók), 37xx stack NEM támogatott (mert ugye az LACP-t használ)



```
cr2-6500-vss(config)#switch virtual domain 10
cr2-6500-vss(config-vs-domain)#dual-active detection pagp trust channel-group 205
```

```
cr2-6500-vss#sh switch virtual dual-active pagp
PAgP dual-active detection enabled: Yes
PAgP dual-active version: 1.1
```

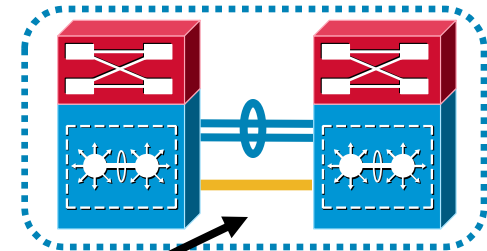
```
Channel group 205 dual-active detect capability w/nbrs
Dual-Active trusted group: Yes
```

| Port | Dual-Active Detect Capable | Partner Name | Partner Port | Partner Version |
|----------|----------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| Gi1/8/19 | Yes | cr7-6500-3 | Gi5/1 | 1.1 |
| Gi1/9/19 | Yes | cr7-6500-3 | Gi6/1 | 1.1 |
| Gi2/8/19 | Yes | cr7-6500-3 | Gi5/2 | 1.1 |
| Gi2/9/19 | Yes | cr7-6500-3 | Gi6/2 | 1.1 |

Kettős aktív helyreállítás

IP-BFD

- Az IP-BFD egy 'heartbeat' mechanizmust használ a kettős aktív állapot detektálása érdekében
- Egy újabb közvetlen pont-pont kapcsolatot igényel a két switch interfészei között
- A kapcsolat mindkét végén egyedi IP szubnet címnek kell lennie
- A BFD kapcsolat csak a VSL link kiesés után válik működővé
- A BFD kapcsolat „adjacency-up” eseménye triggereli a kettős aktív mód felismerését és az előzőleg a PAGP-nél megismert módhoz hasonlóan a switch elindítja a helyreállítási módot



IP-BFD pont-pont összeköttetés

```
cr2-6500-vss(config)#interface gigabitethernet 1/5/1
cr2-6500-vss(config-if)#no switchport
cr2-6500-vss(config-if)#ip address 200.230.230.231 255.255.255.0
cr2-6500-vss(config-if)#bfd interval 100 min_rx 100 multiplier 50
cr2-6500-vss(config-if)#interface gigabitethernet 2/5/1
cr2-6500-vss(config-if)#no switchport
cr2-6500-vss(config-if)#ip address 201.230.230.231 255.255.255.0
cr2-6500-vss(config-if)#bfd interval 100 min_rx 100 multiplier 50
cr2-6500-vss(config-if)#exit
cr2-6500-vss(config)#switch virtual domain 100
cr2-6500-vss(config-vs-domain)#dual-active detection bfd
cr2-6500-vss(config-vs-domain)#dual-active pair interface g 1/5/1 interface g 2/5/1 bfd

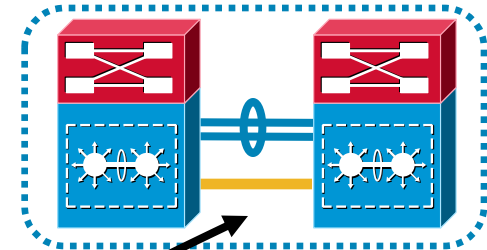
adding a static route 200.230.230.0 255.255.255.0 Gi2/5/1 for this dual-active pair
adding a static route 201.230.230.0 255.255.255.0 Gi1/5/1 for this dual-active pair
```

Requires unique IP subnets on the two interfaces

Kettős aktív helyreállítás

Dual-active Fast Hello

- A 12.2(33)SXI szoftververzió óta van L2 megoldás is a BFD használata helyett
- Ez is egy újabb közvetlen pont-pont kapcsolatot igényel a két switch interfészei között (maximum 4 ilyen kapcsolat lehet)
- A két sasszi periódikusan speciális L2 dual-active-hello üzeneteket cserél egymással amelyek a switch-ek állapotait tartalmazzák.
- Ha a VSL kiesik és a kettős aktív állapot bekövetkezik, akkor mindkét switch az ellenoldali állapotinformáció alapján felismeri ezt és elindítja az előbb már megismert helyreállítási akciót.



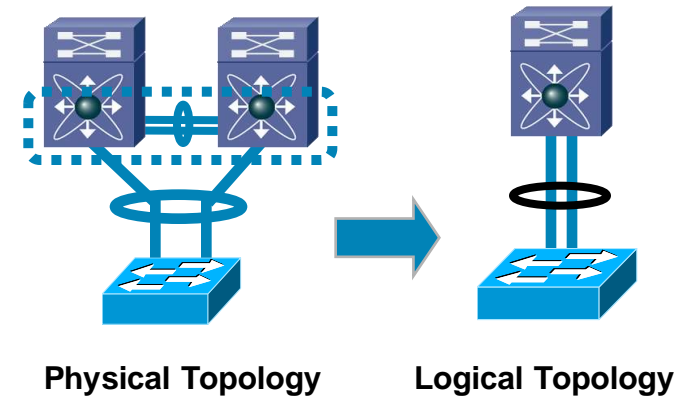
Pont-pont L2 összeköttetés

```
Router(config)# switch virtual domain 255
Router(config-vs-domain)# dual-active detection fast-hello
Router(config-vs-domain)# exit
Router(config)# interface fastethernet 1/2/40
Router(config-if)# dual-active fast-hello
WARNING: Interface FastEthernet1/2/40 placed in restricted config mode. All extraneous
configs removed!

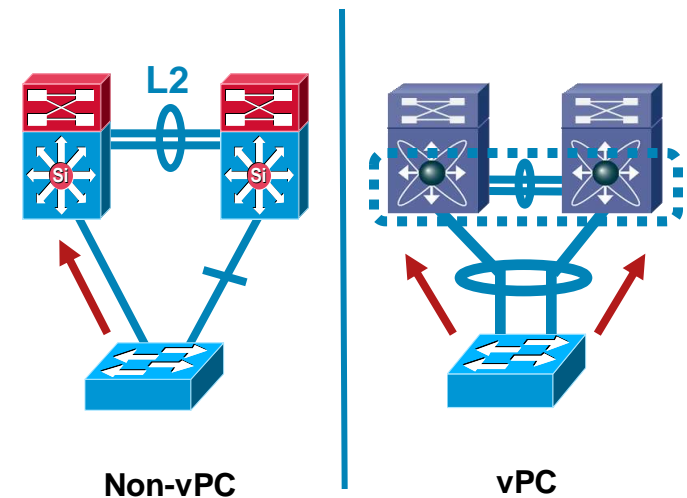
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
```

VPC – Nexus család MultiChassis EtherChannel

- vPC egy Port-channeling koncepció, ami a link aggregációt két külön fizikai switchen valósítja meg
- Redundáns L2 topológia alapú Link Aggregáció
- Szükségtelessé teszi az STP-t az access-distribúciós réteg között
- Sáv szélesség növelést biztosít
Az összes link egyidejűleg aktív
- MCEC két implementáció
VSS a Cat6k-on
vPC NX-OS en and 7000-en Nexus 5000

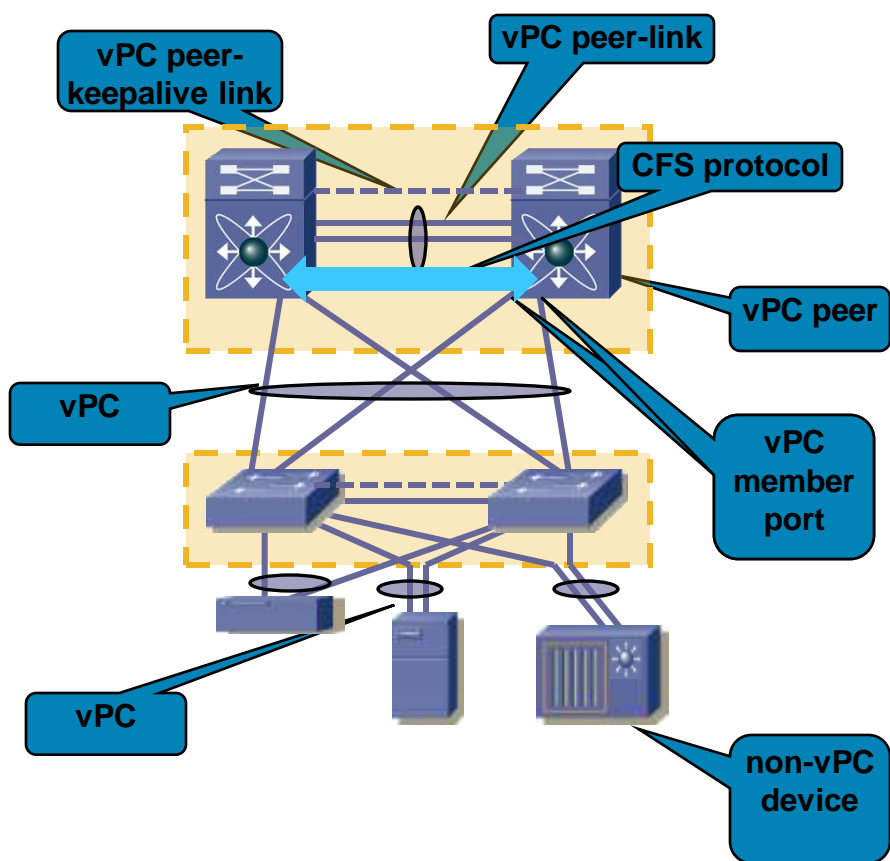


Virtual Port Channel



Increased BW with vPC

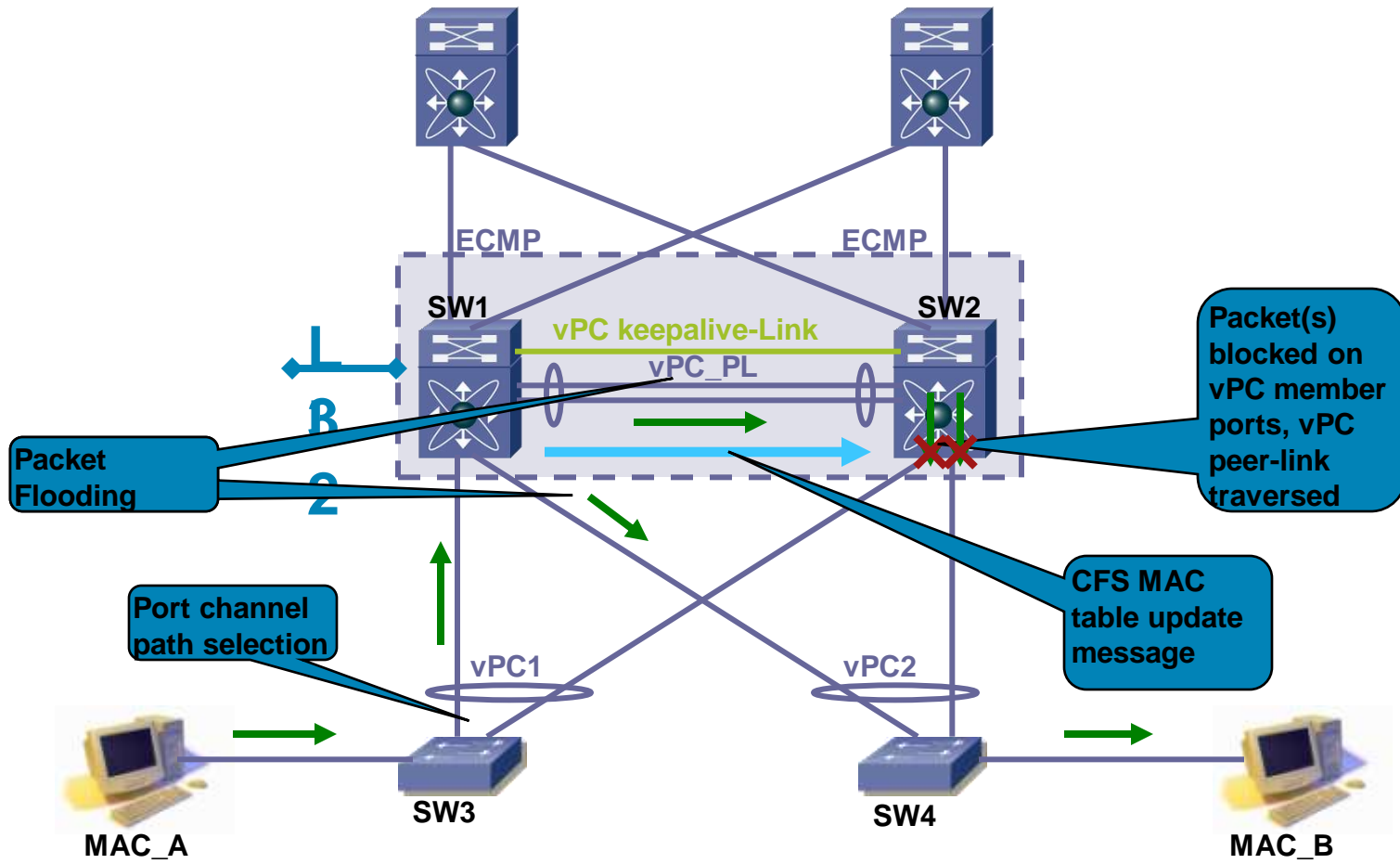
vPC Terminológia



- vPC peer – az egyik vPC switch
- vPC member port – az egyik port csoport (port channel) ami vPC-t alkot
- vPC – a (Multi Chassis) port channel a vPC peer switchek és a normál switchek között
- vPC peer-link – A vPC peerek közötti - kötelezően 10GE – link, ami állapot szinkronizációra + adatforgalomra szolgál
- vPC peer-keepalive link – a vPC peerek közötti -keepalive link, a vPC peer-link redundanciáját biztosítja vezérlő üzenet szinten
- CFS – Cisco Fabric Services protocol, a vPC peerek állapot szinkronizációját biztosító protokoll

vPC

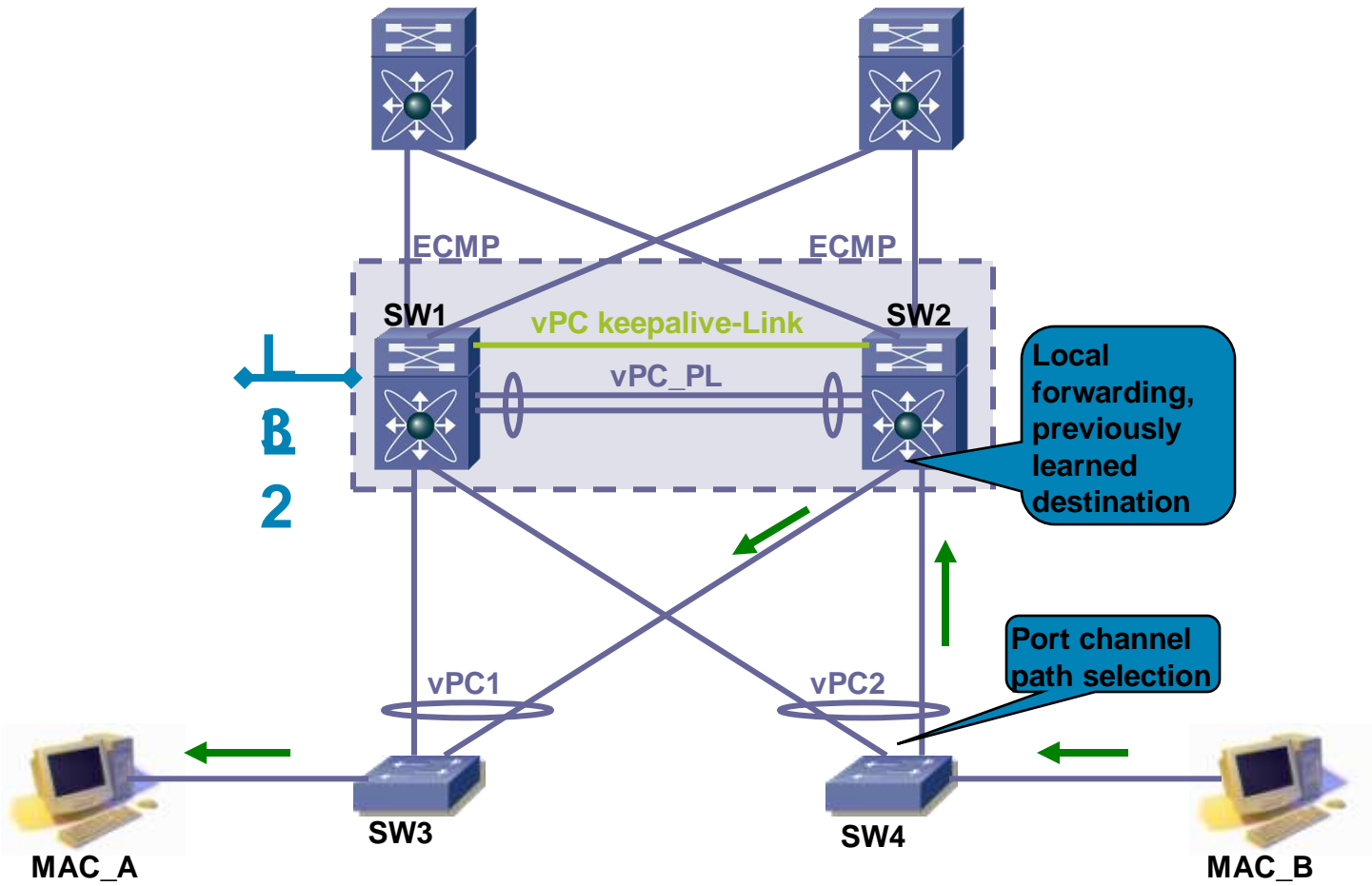
Unicast csomag továbbítás Mac_A->(ismeretlen)Mac_B



← Csomagküldés

vPC

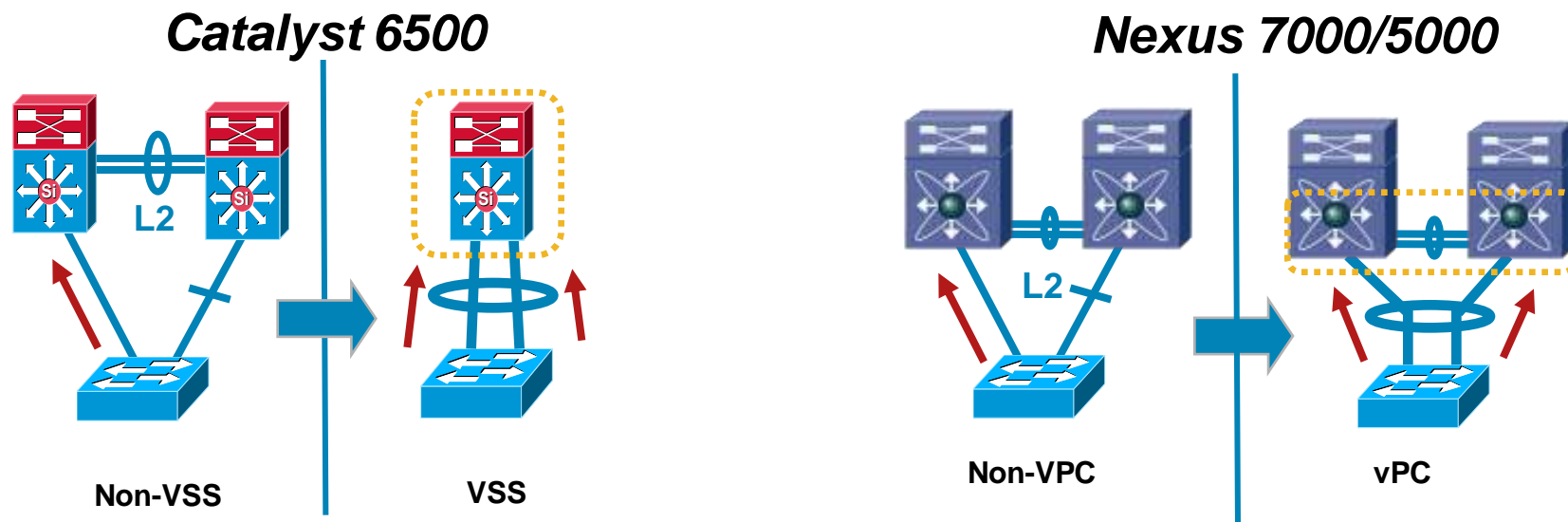
Unicast csomag válasz Mac_B -> Mac_A



← Csomagküldés

Cisco Layer 2 Megoldások

Multi-Chassis Etherchannel



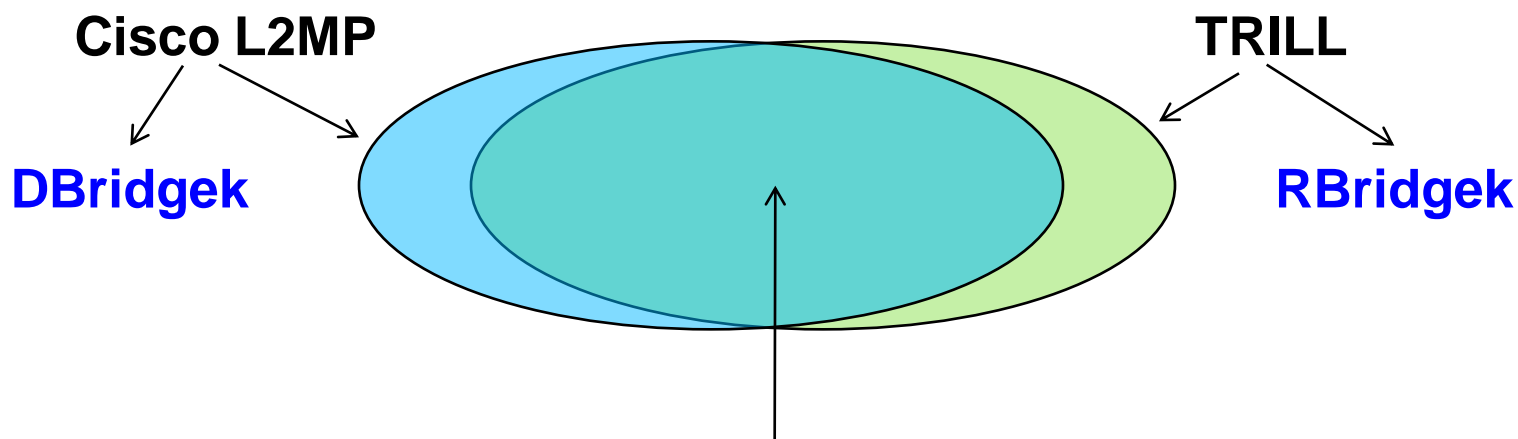
Virtual Switching System (VSS) Virtual Port Channel (vPC)

- Mind a VSS-MEC és a vPC egy Port-channel koncepció, ami a link aggregációt két különálló eszközön biztosítja
- Mindkettő redundáns L2 topológiát biztosít
- Az STP protokoltól független L2 topológiát biztosít
- Növeli a Layer 2 sávszélességet

VSS és vPC összehasonlítás

| | | VSS on Catalyst 6500 | vPC |
|-------------------|--|--|--|
| Availability | Software | 12.2(33)SXH1 | N7K - 4.1 (Q4CY08) N5k - 4.1 (Q3CY09) |
| General | Multi-chassis Etherchannel (Active-active) | Yes | Yes |
| | Load-Balancing at L2/L3 | Yes | Yes |
| Control Plane/ HA | Control Plane | Unified | Independent |
| | Configuration Files | Unified | Independent |
| | Supervisor Redundancy | Single sup (redundancy across chassis) | Redundant supervisors per chassis |
| L2 | Link Agg Protocol | LACP, PaGP(+) | LACP |
| | STP Required | No | No |
| L3 | Single Logical Gateway | Yes (No Need for FHRP) | Yes, active-active HSRP |
| | Routing Instance | Single | Independent |
| | Routing Peers | Reduced | Same as before |
| Multicast | Multicast multi-pathing | | |
| | PIM Designated Router | Single | Independent (DR&N-DR) |

L2MP (IETF) és Cisco ECMP

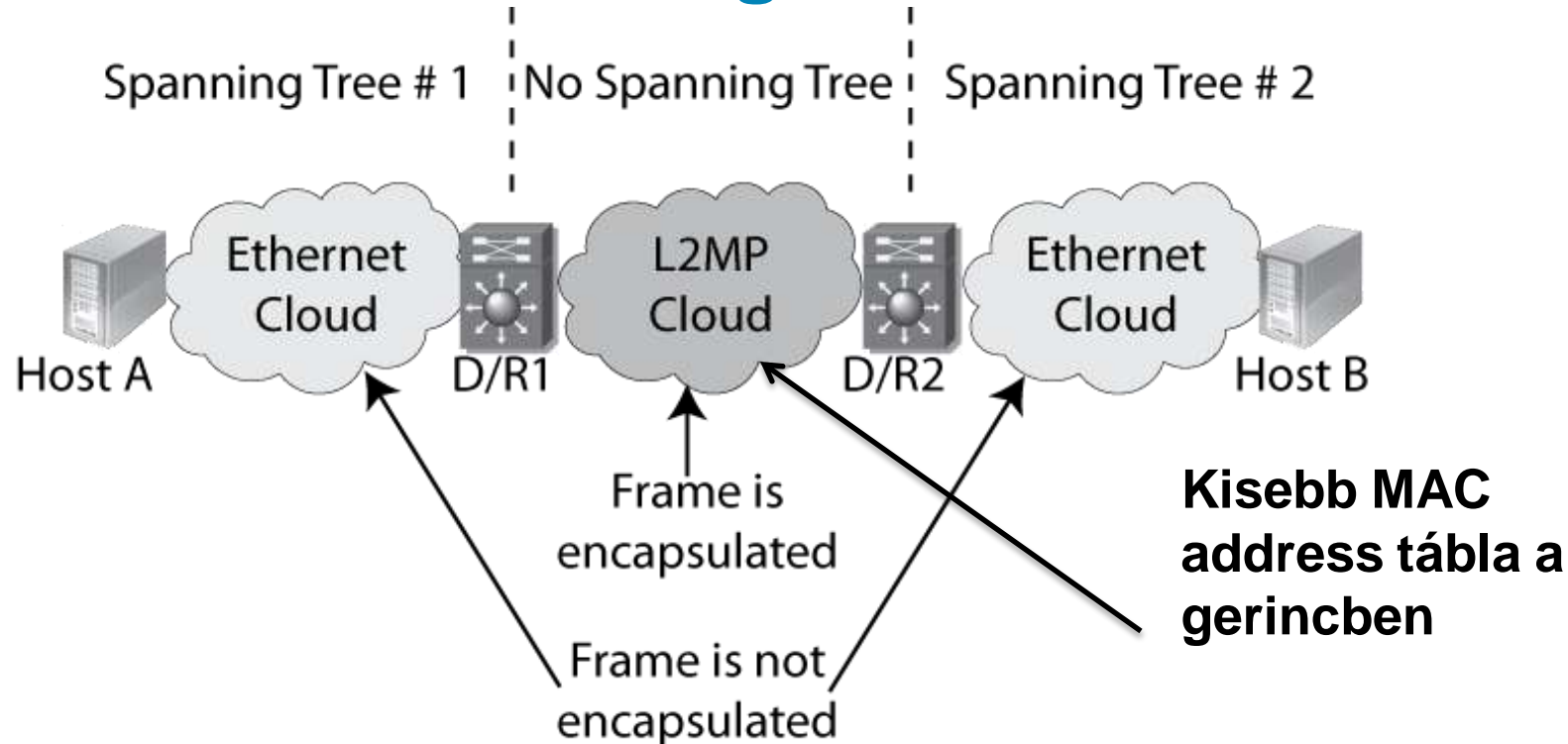


Legtöbb funkció azonos, van néhány különbség.
“L2MP Bridge” vagy “D/Rbridge” fogalmak is hasonlóak.

TRILL - IETF project

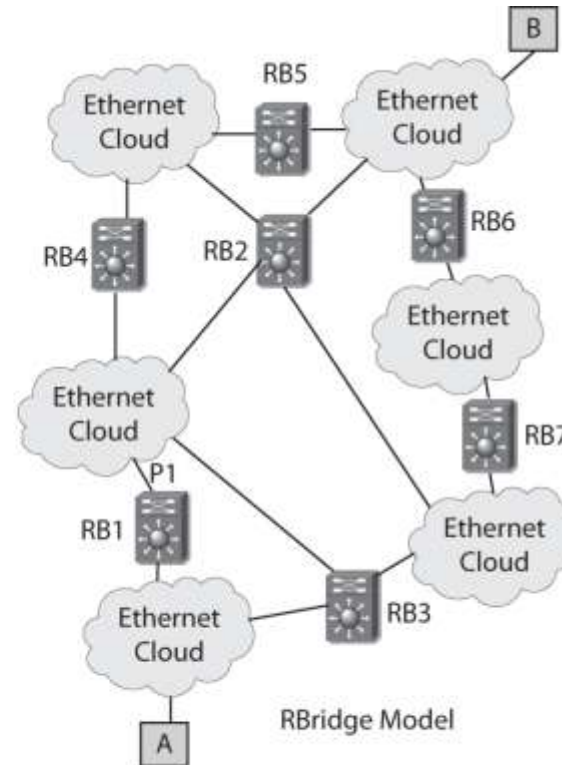
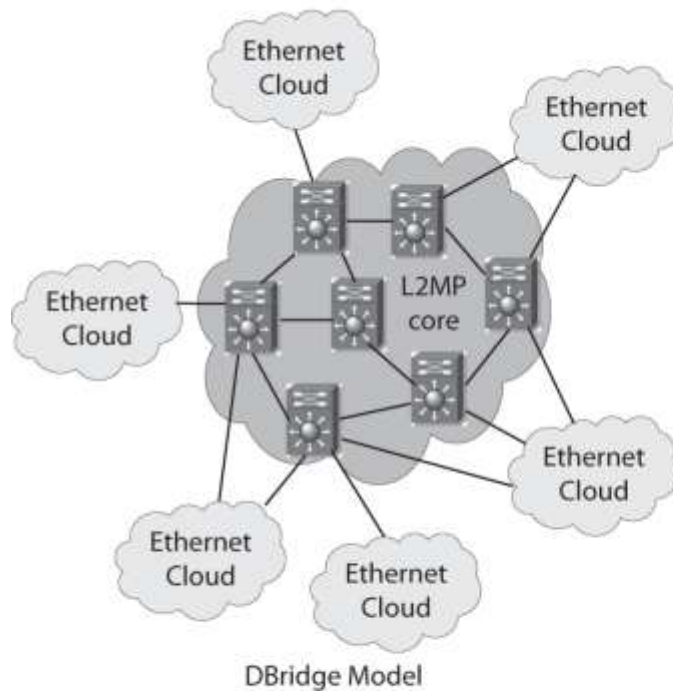
<http://www.ietf.org/html.charters/trill-charter.html>

Hierarchikus csomag továbbítás



- Host A -> D/R1: klasszikus Ethernet MAC-DA-n alapuló továbbítás
- D/R1 -> D/R2: továbbítás a cél L2MP Bridge címén alapul és az IS-IS alapú forwarding táblát használja
- D/R2 -> Host B: klasszikus Ethernet MAC-DA-n alapuló továbbítás

ECMP/L2MP topológiák



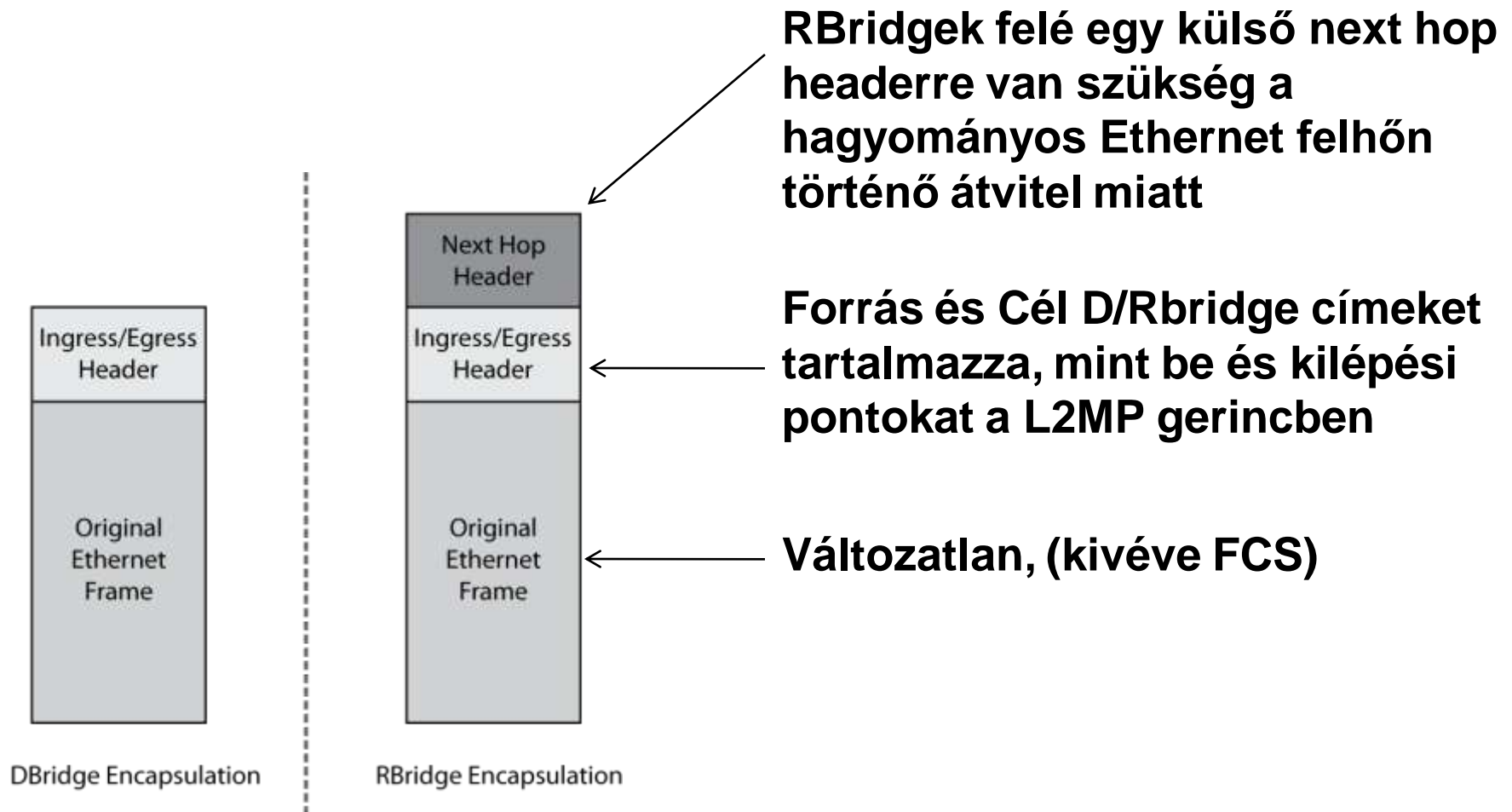
- Adatközpont: L2MP bridgek alkotják a L2MP gerincet

Pont-pont linkek

Hagyományos Ethernet felhő a periféria

- RBridgek és a hagyományos Ethernet felhők keveredhetnek

L2MP Bridgek további cél/forrás fejléctet kívánnak





Switch Paradigma váltás Fabric Extender (FEX)



Hagyományos szerver aggregálási lehetőségek

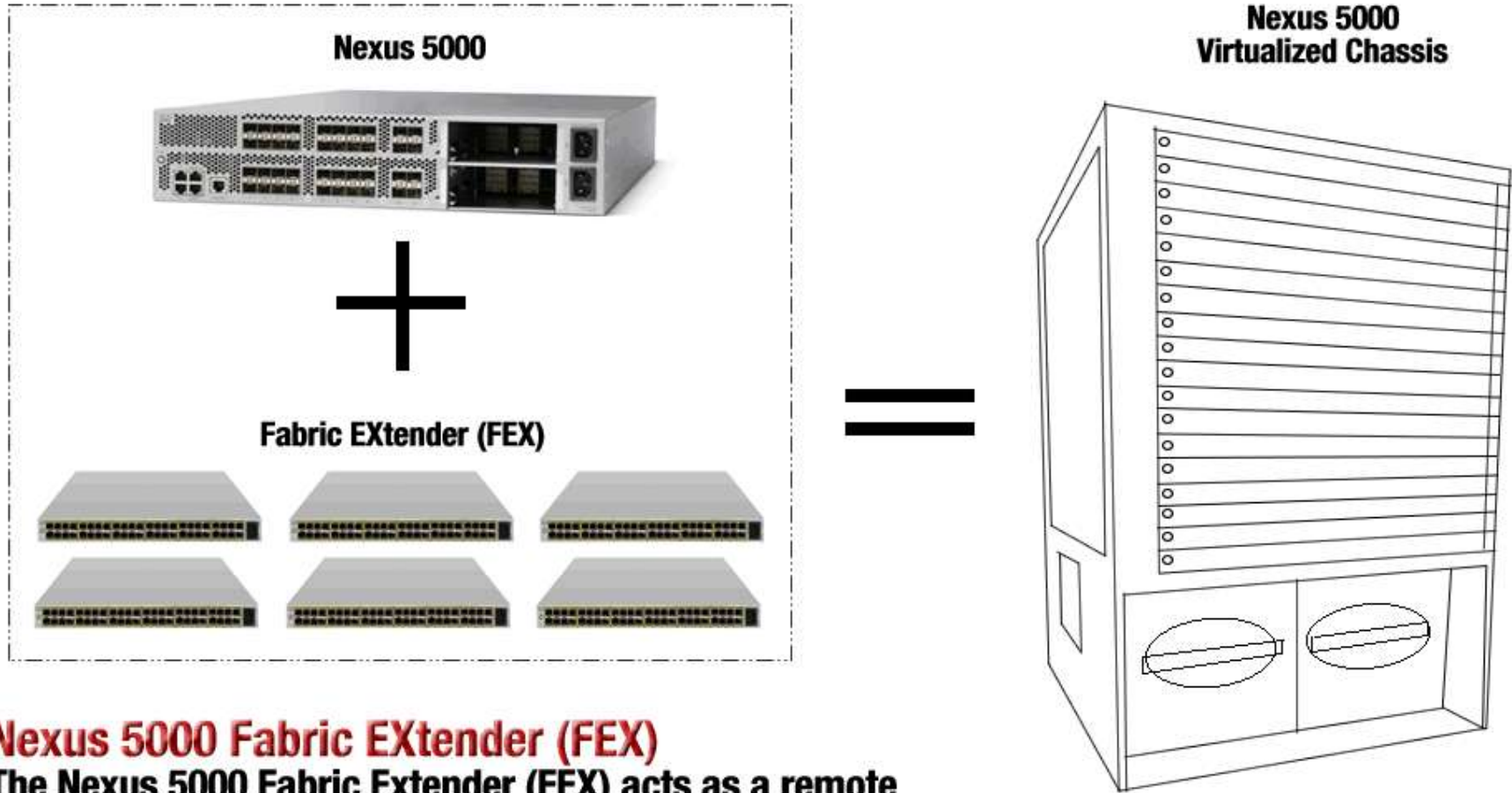
Top of Rack (ToR) Architektúra

- Rugalmas, skálázható design
- Egyszerű bővítés új Rack
- Rövidebb szerver-access switch kábelezés
- Kevesebb rackáek közötti kábelezés
- Alacsonyabb kábelezési költség

End of Row (EoR) Architektúra

- Kevesebb konfigurációs és menedzsment pont
- Kevesebb eszköz kisebb teljesítmény felvétel
- Kisebb OpEx, CapEx??
- Egyszerűbb software upgrade
- Konzisztens beállítás (Security, QoS, Multicast stb.)
- Nagy sűrűségű szerver lehetőség az Access rétegben

Fabric Extender (FEX)



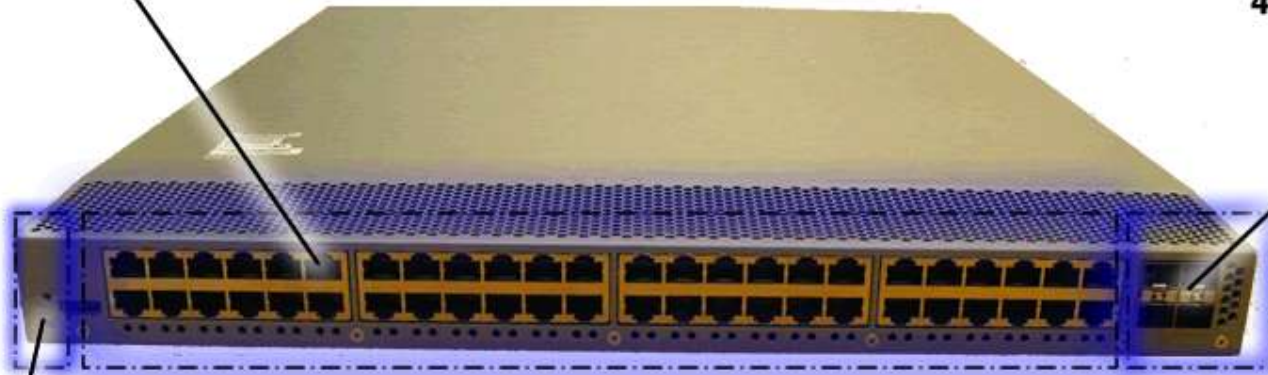
Nexus 5000 Fabric EXTender (FEX)

The Nexus 5000 Fabric Extender (FEX) acts as a remote line card (module) for the Nexus 5000, retaining all centralized management and configuration on the Nexus 5000, transforming it to a Virtualized Chassis

Fabric Extender

48 x 1 GigabitEthernet Interfaces

4 x 10 GigabitEthernet Interfaces



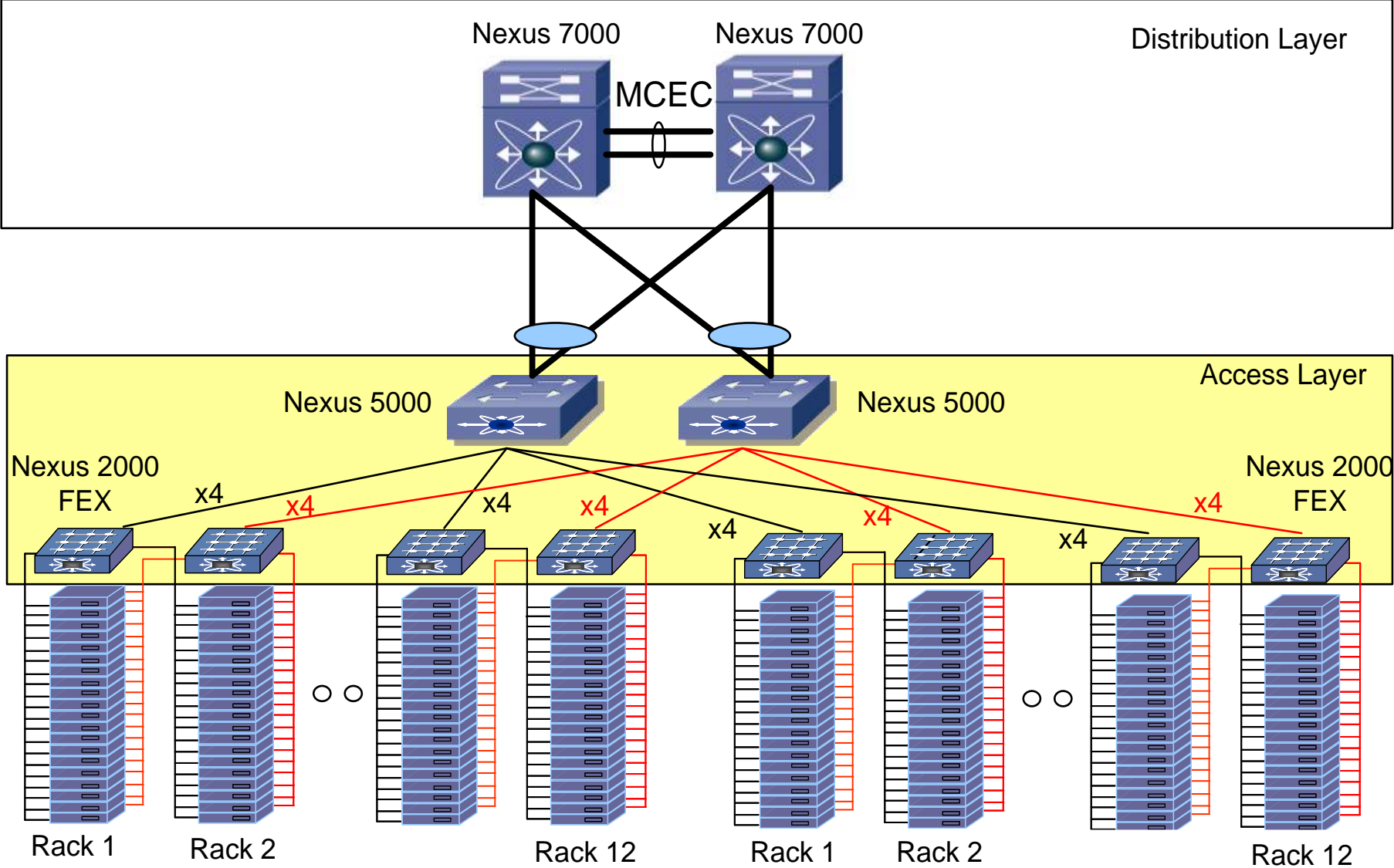
Redundant, Hot-Swappable Power Supplies

Beacon & Status LEDs



Hot-Swappable Fan Tray

ToR megoldás FEX segítségével



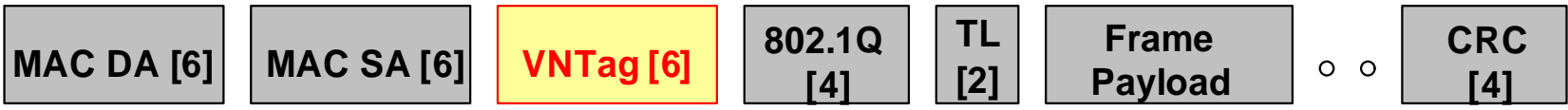
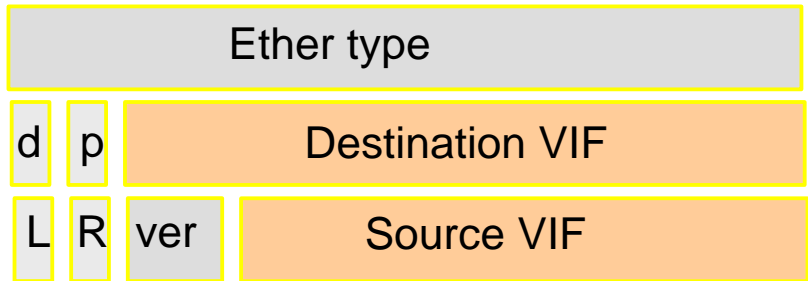


FEX Csomagtovábbítás

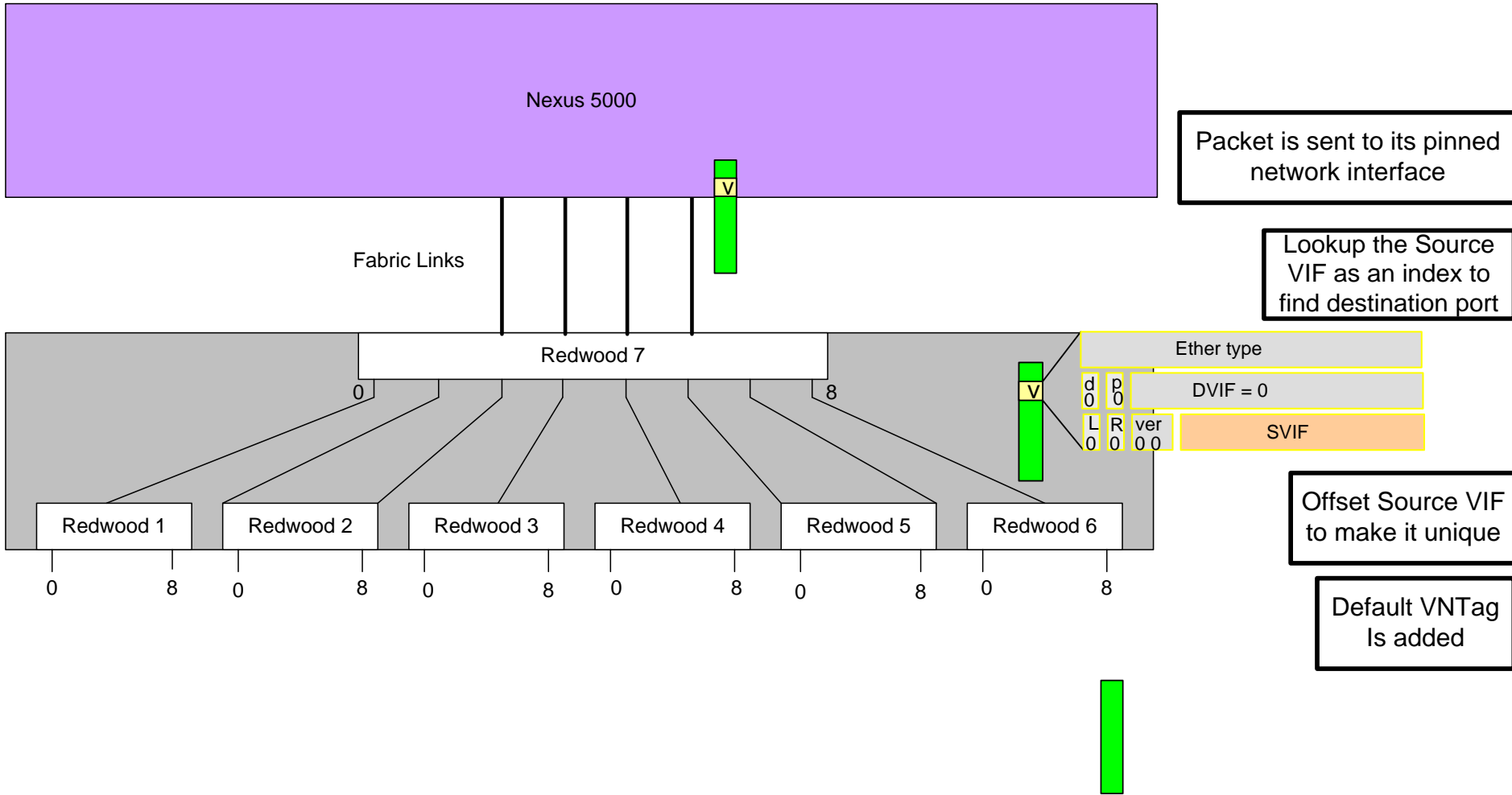


Csomagtovábbítás VNTag segítségével

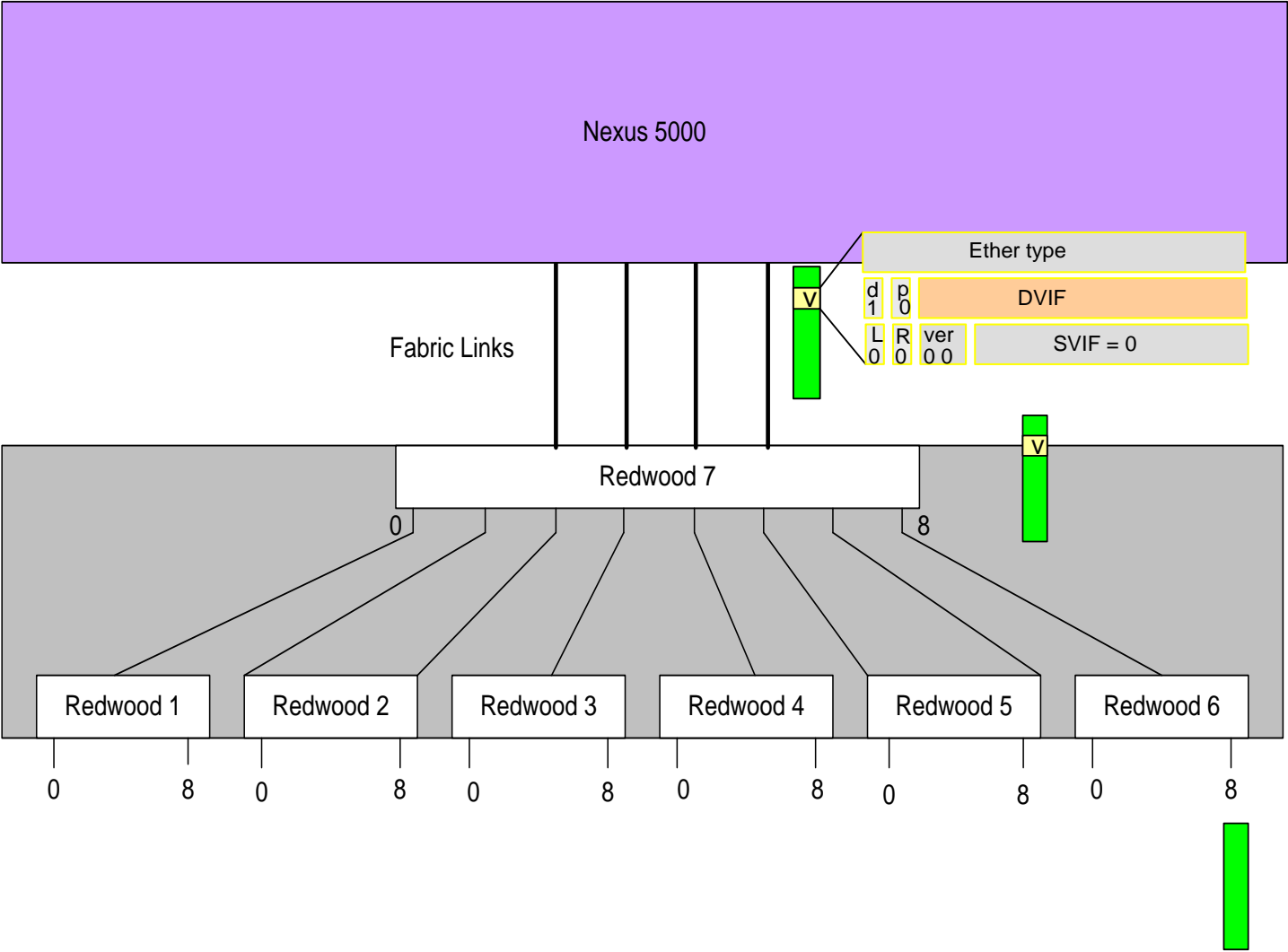
- Fabric Extender nem végez local switchinget
- Csomagtovábbítás VNTag-en alapul
- VNtag source/destination interface azonosítója



Host - Network csomagtovábbítás



Network - Host unicast csomagtovábbítás



Nx5K does a lookup based on [VLAN, MAC] and the result is a virtual interface with associated VNTag

Lookup the Destination VIF to identify the corresponding Host Interface

Subtract the offset from Destination VIF

Strip the VNTag



Sávszélesség tervezés Vezérlő switch és FEX (N5k -N2k) között



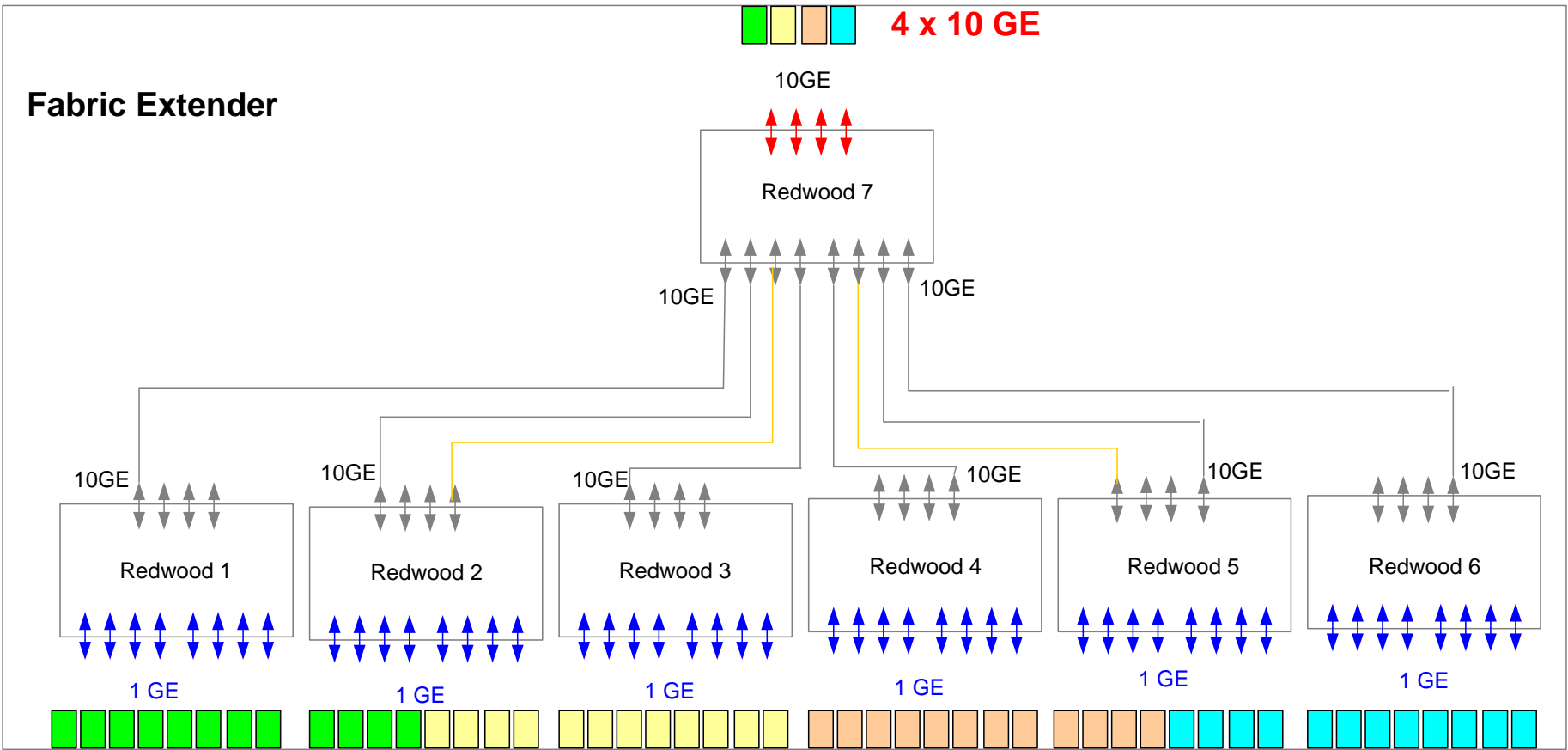
Sávszélesség tervezés N5k és N2 k között

- Két sávszélesség növelő load balancing mechanizmus létezik
 - Static pinning
 - Port Channel
- Static pinnig esetén az egyik uplink megszakadása esetén az azon forgalmazó szerverek kiesnek – nincs éttérés
- Port channel (Ether Channel) dinamikus átállást biztosít

Static Pining

- Static pining használható dual homed szerverek esetén
- Fabric linkek (uplinkek) számától függően az N5k/N2k software osztja szét a szerver portokat az uplinken
 - 4 uplink: minden 12 port osztozik egy uplinken
 - 3 uplink: minden 16 port osztozik egy uplinken
 - 2 uplink: minden 24 port osztozik egy uplinken
 - 1 uplink: mind a 48 port osztozik az egy uplinken
- A konfigurációs paraméter 'pinning max-link' határozza meg hány portot oszt szét. Szerver portok száma osztva 'max-link' értékkel)
- Default érték 'max-link'=1

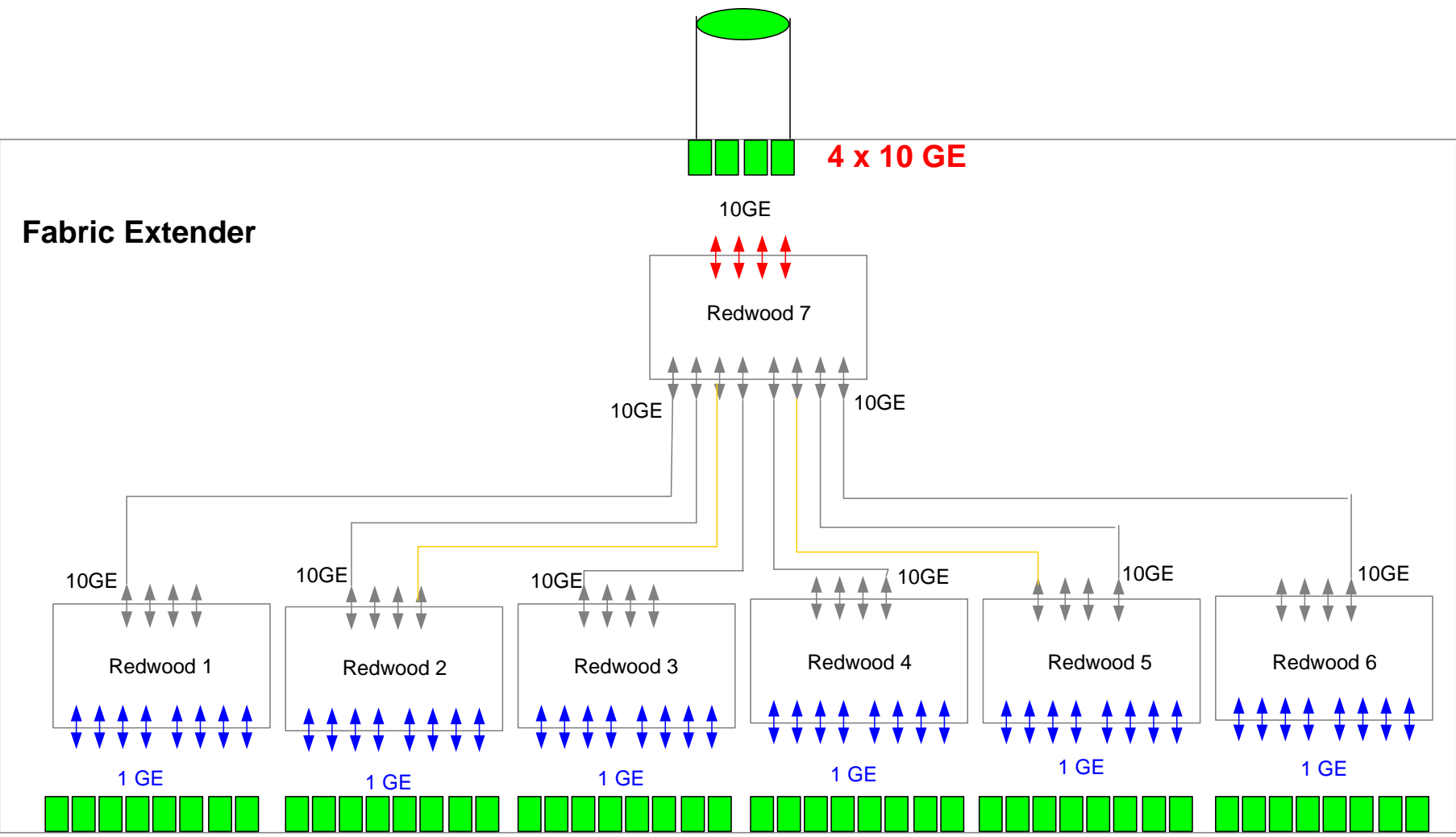
Static Pining



Port Channel

- Port Channel használható single attached szerver esetén, így a szervert nem érinti a link kiesés
- Az összes szerver port a Port Channelen megy
- A Port Channelen belüli link kiesés nem befolyásolja a szervert

Port Channel

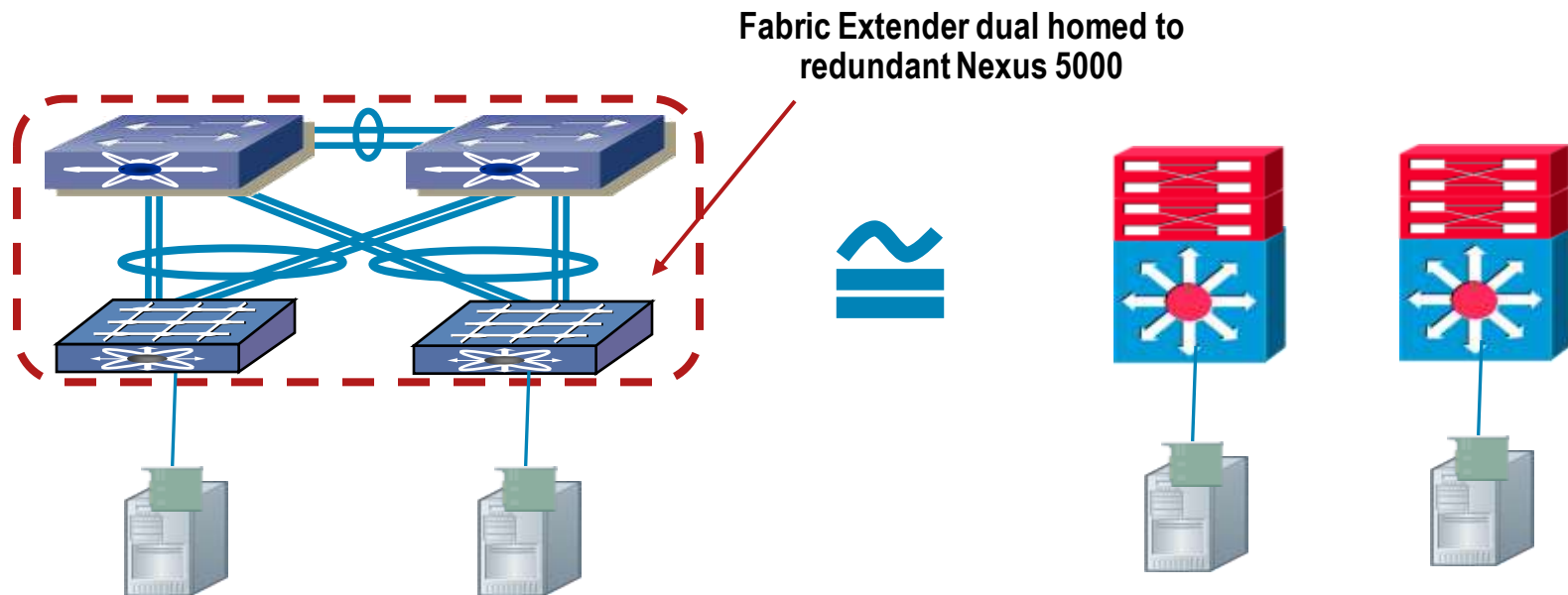


Access Architektúra

vPC Redundancia – Dual Supervisor

1. vPC Opció – Fabric Extender kapcsolódás két Nexus5000-re

- Szerver oldalról a single access switch **redundáns supervisor**ként látszik
- Teljes redundancia supervisor, fabric kábel, NIC (active/standby) kiesésre
- Logikailag dupla supervisoros switchre hasonlít
- Static pinning nem támogatott redundáns supervisor módban

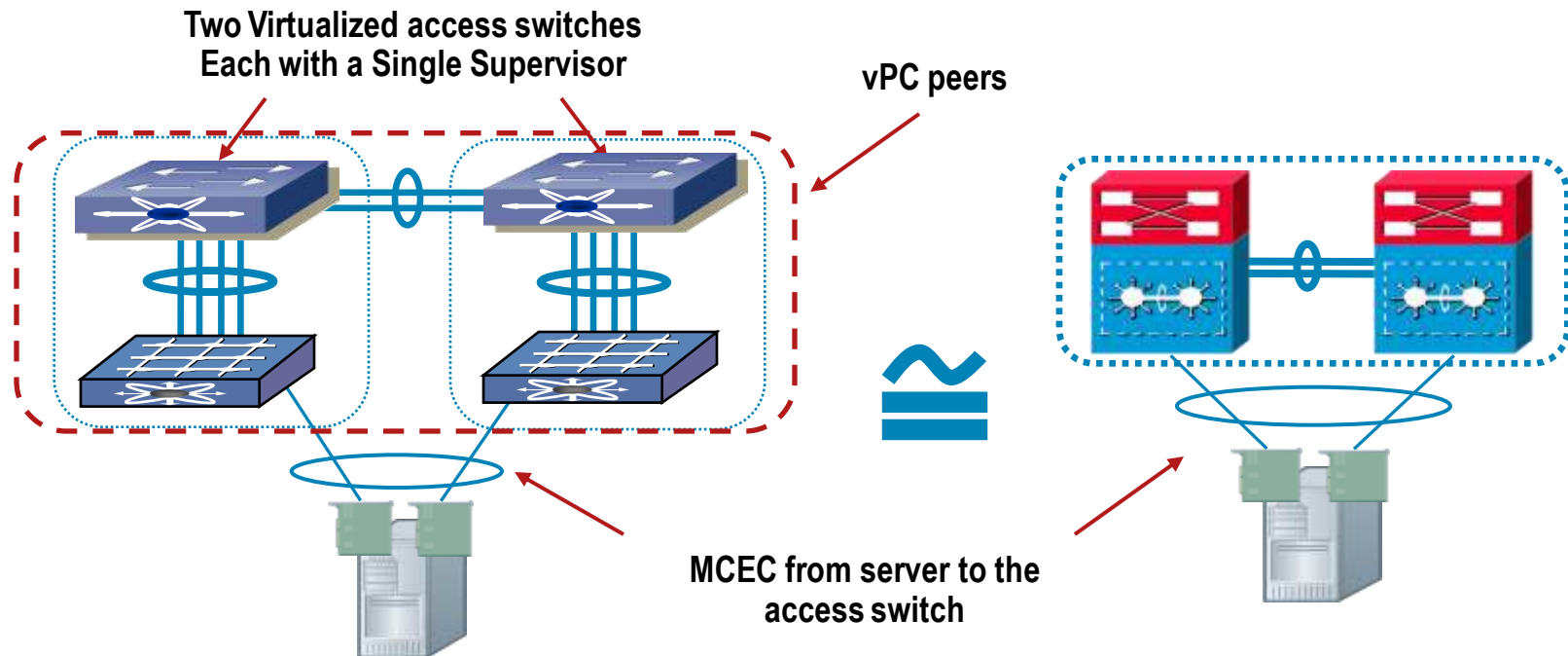


Access Architektúra

vPC Redundancia – Dual Saszzi

2 vPC Opció - MCEC kapcsolódás a szerverből

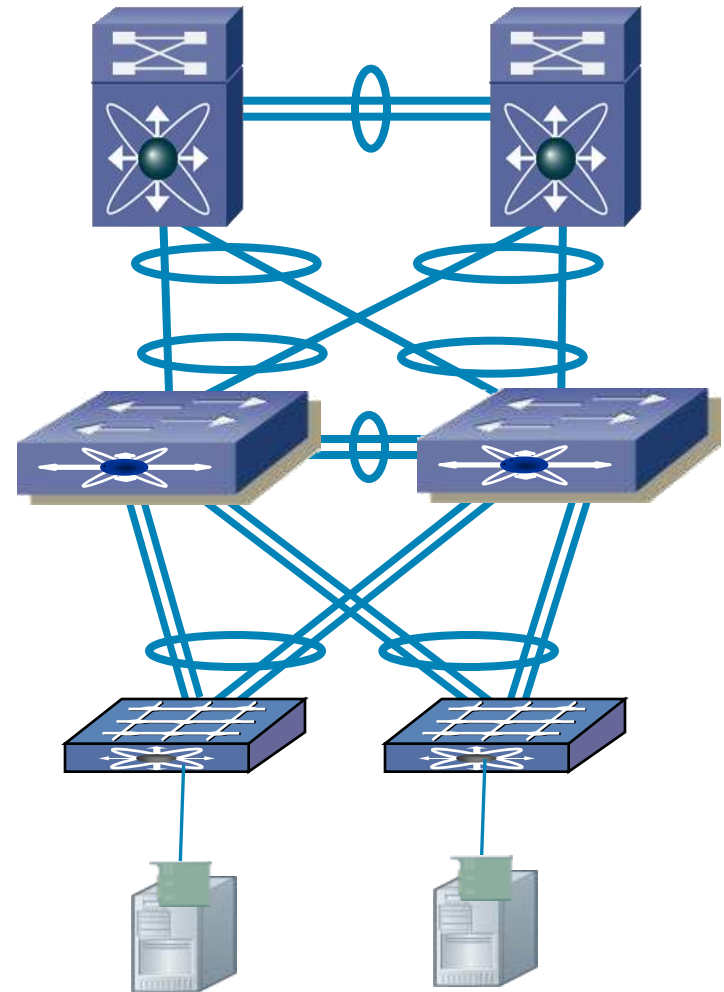
- Két virtualizált access switch alkot egy vPC párt
- Teljes supervisor, line kártya, kábel, NIC redundancia
- Logikailag a VSS-hez hasonló



Access Architektúra

Virtual Port Channel – Tervezési szempontok

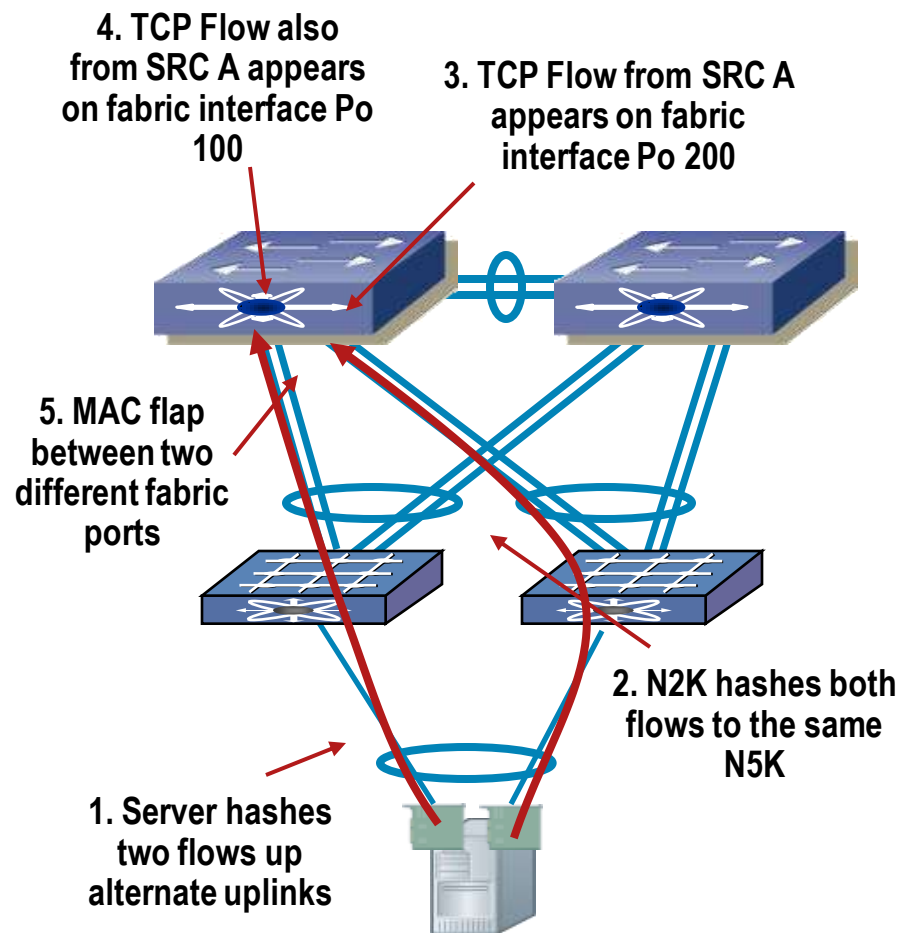
- Két független vPC *támogatott* az N5K-ban
- vPC upstream az N7K irányában független a az N2k irányába menő vPC downstreamtól
- Független hash döntés a lefelé és felfelé menő forgalomra



Access Architektúra

Virtual Port Channel – Tervezési szempontok

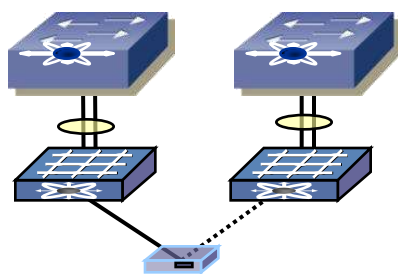
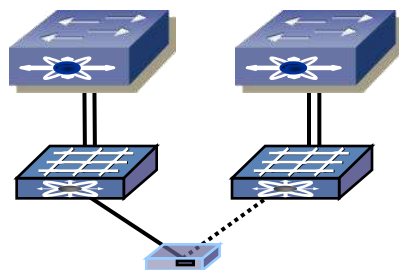
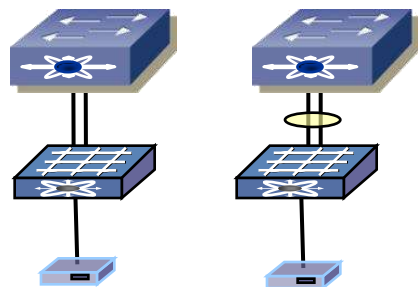
- Egymásba ágyazott vPC **nem** támogatott jelenleg
- vPC logikai port channel interface-t hoz létre az N5K-n
- Two dependent layers of Etherchannel hashing (Server and N2K) for the same flows
- Az egymásba ágyazott vPC-k in MAC cím billegést okoznak a két fabric port között



Két rétegű vPC **nem** támogatott jelenleg

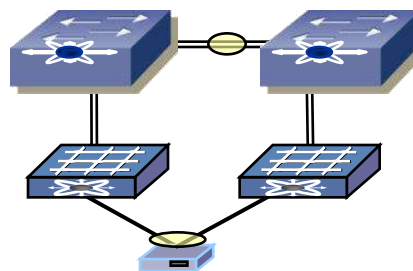
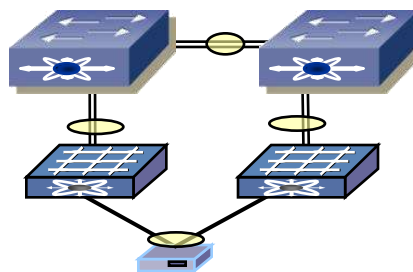
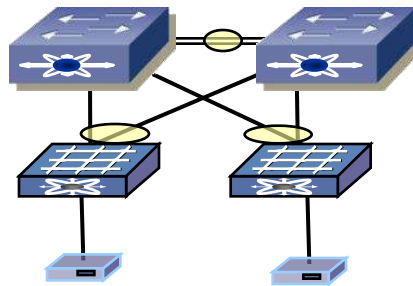
Access Architektúra

Nexus 5000 & 2000 Alkalmazási lehetőségek



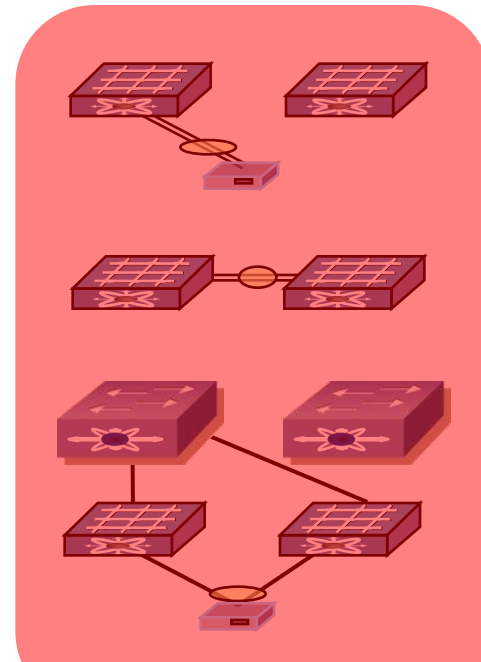
vPC nélkül

Régebben

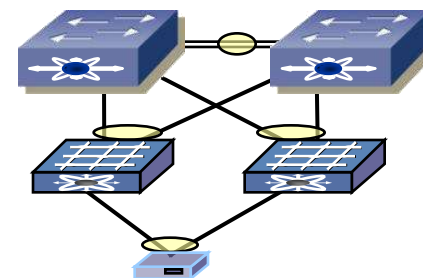


vPC-vel

Jelenleg



Nem támogatott

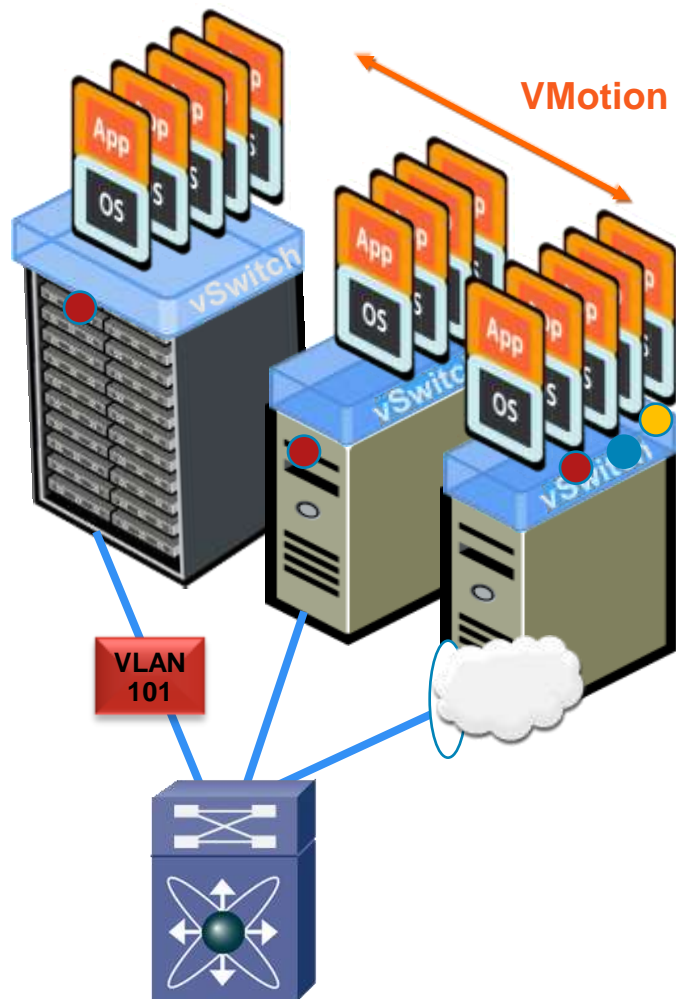


Tervezetten

Kihívások VMware esetén



VM szintű hálózati skálázhatóság kérdései



Probléma:

- VMotion fizikailag más portra helyezheti át a Virtuális gépet—hálózati policynak ezt követnie kell
- Nem megoldható a gépen belüli lokális forgalom vizsgálata, policy beállítása
- Fizikai linkeken az egyes VM-ekre más hálózati szabályok vonatkoznak

VN-Link:

- Kiterjeszti a hálózatot VM-ekre
- Konzisztens hálózati szolgáltatás
- Egységes koherens menedzsment

Cisco Virtual Network Link – VN-Link Implementáció

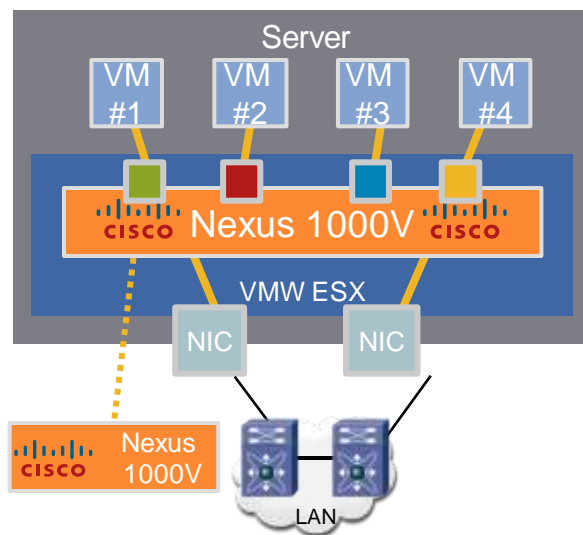
Hálózati réteg virtualizációja

Policy-alapú
VM kapcsolódás

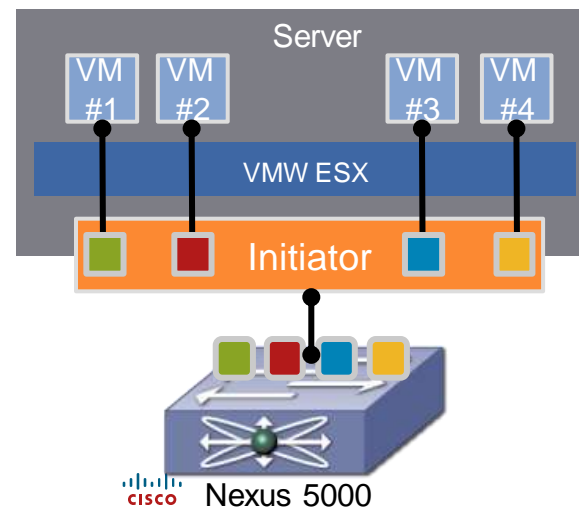
Hálózati és biztonsági
paraméterek mobilitása

Folytonos
működés

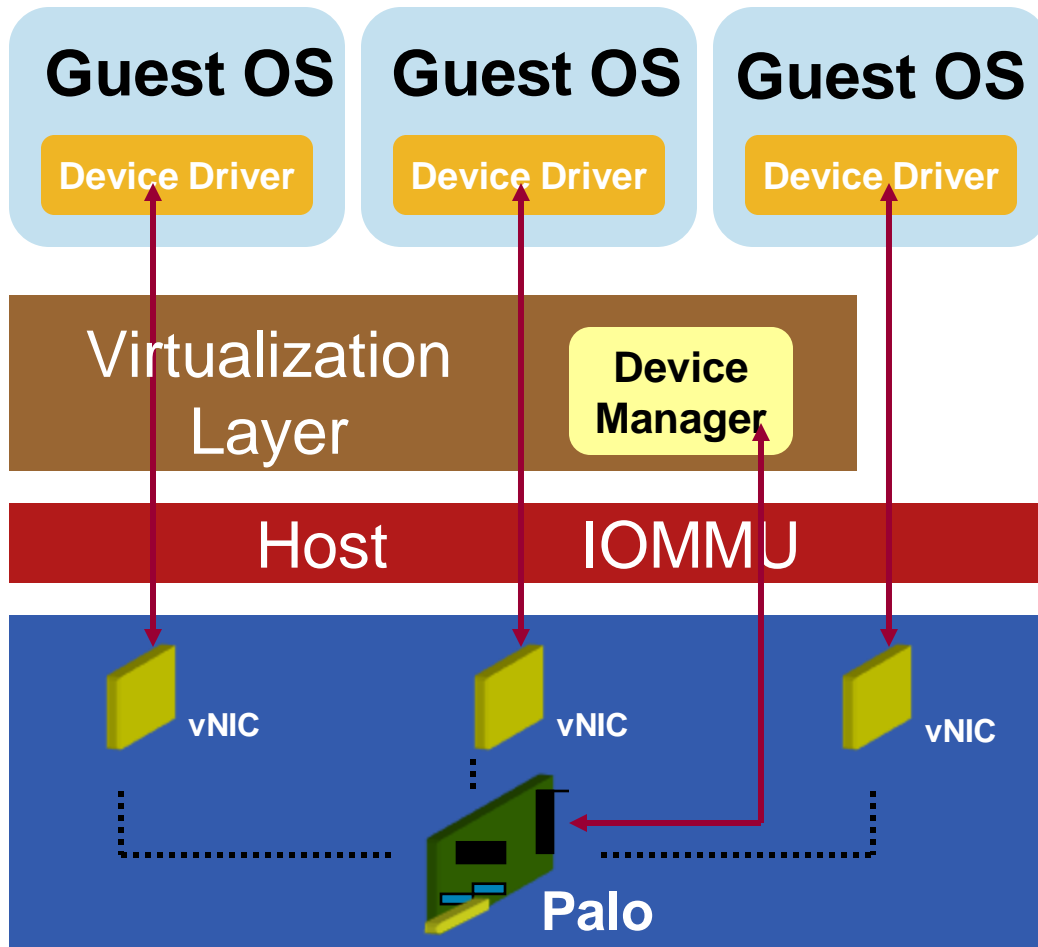
Cisco Nexus 1000V (Software alapú)



Nexus 5000 with VN-Link (Hardware alapú)



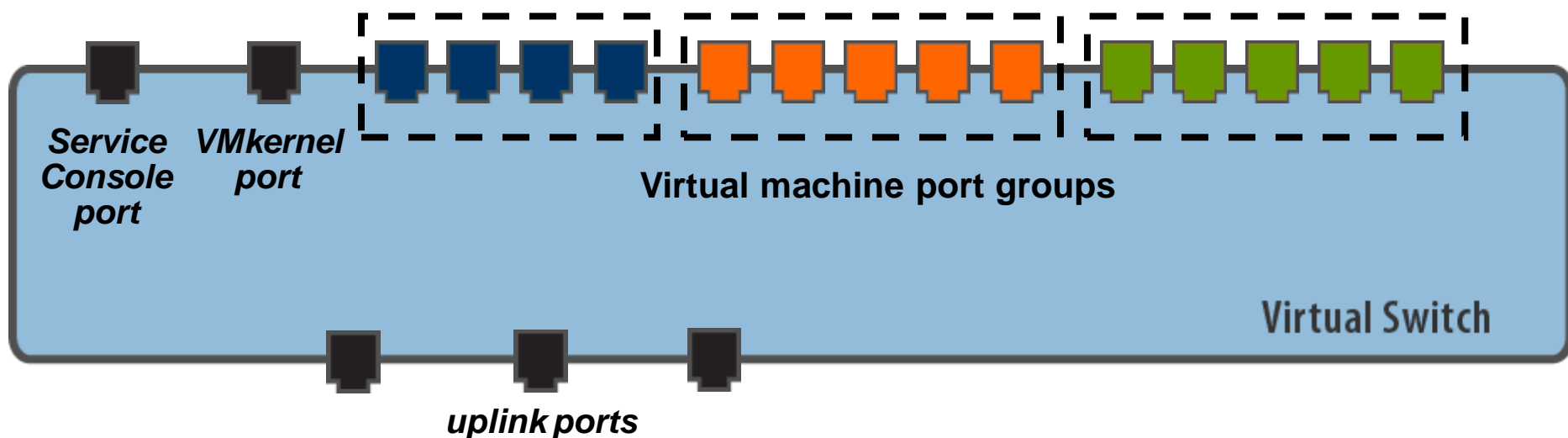
Passthrough I/O Cisco Virtuális hálózati kártya (VNtag initiator)



- vNICek független PCIe eszközként jelennek meg
Központilag konfigurálhatók és menedzselhetők
Hot-plugg Virtual NICek
Különböző típusok: Eth, FC, SCSI, IPC
- Közvetlen Guest elérés
- Alkalmazás:
Nagy teljesítményű VMek

VMware hálózati kapcsolatai

- Háromféle hálózat kapcsolat létezik:
 - Service console port –ESX Szerver management network
 - VMkernel port –VMotion, iSCSI és NFS/NAS kapcsolat
 - Virtual machine port group –VM hálózati hozzáférés



http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/netsol/ns304/c649/ccmigration_09186a00807a15d0.pdf

ESX Server NIC Teaming

NIC Teaming választható HA vagy load balancing között

4 különböző Load-Balancing üzemmód

Source MAC

MAC address is pin to a particular interface

IP Hashing

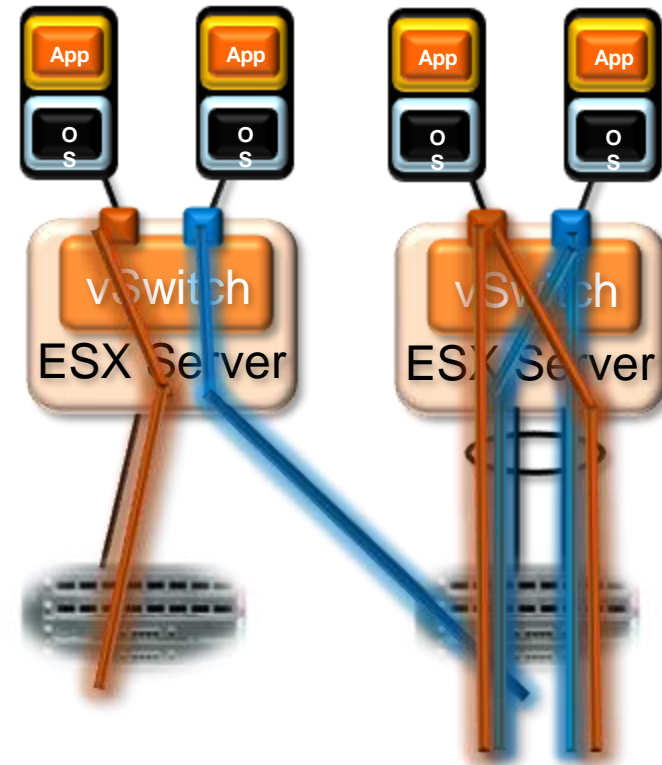
IP address load balance across different NIC

Virtual Port ID

vSwitch use the virtual NIC to select the outgoing interface

Explicit

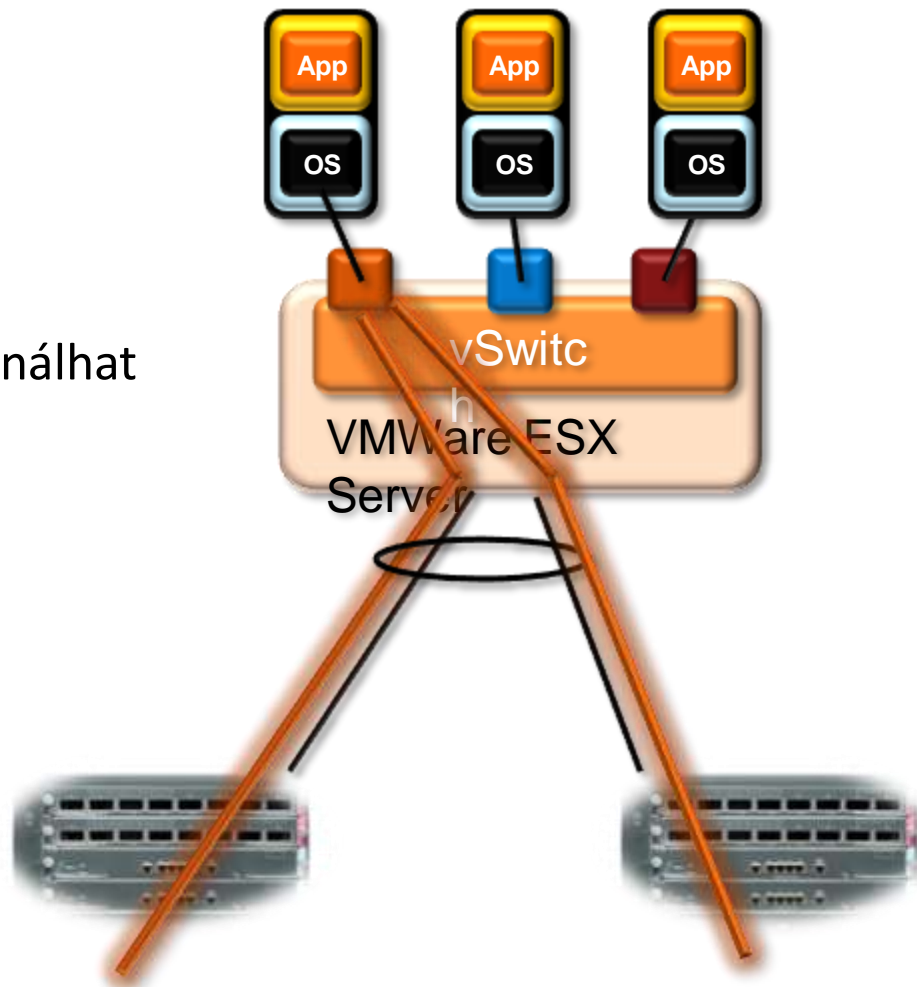
Manually configure a path through a specific physical NIC



ESX Server NIC Teaming és Multi Chassis EtherChannel (VSS/VPC)

VSS/VPC biztosítja a legjobb load-balancing megoldást

- **Magas rendelkezésre állás**
Nincs single point of failure
- **Hatékony load balancing**
Egy VM több mint egy 1G-t használhat
- **Egyszerű konfigurálás**

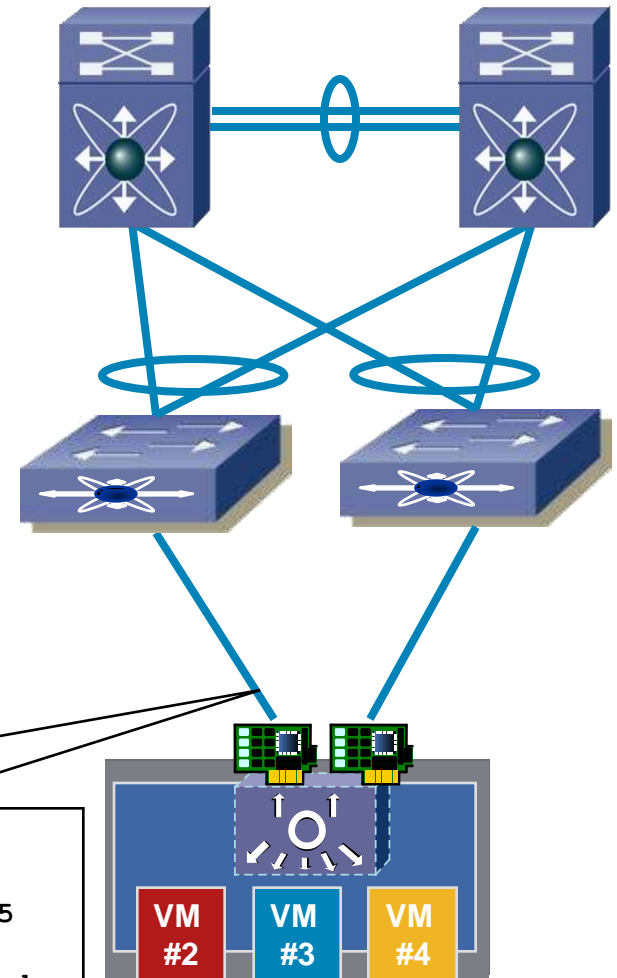


Virtual Access Layer

Uplink Port Profilok

- Speciális port profile definiálja a fizikai NIC (uplink) tulajdonságokat
- Általában trunk-ként használjuk
- port profile-ban 'capability uplink' parancs definiálja
- Port Channel automatikusan létrejön 'channel group auto'
- Két üzemmód:
 - Cisco Port Channel
 - vPC Host Mode

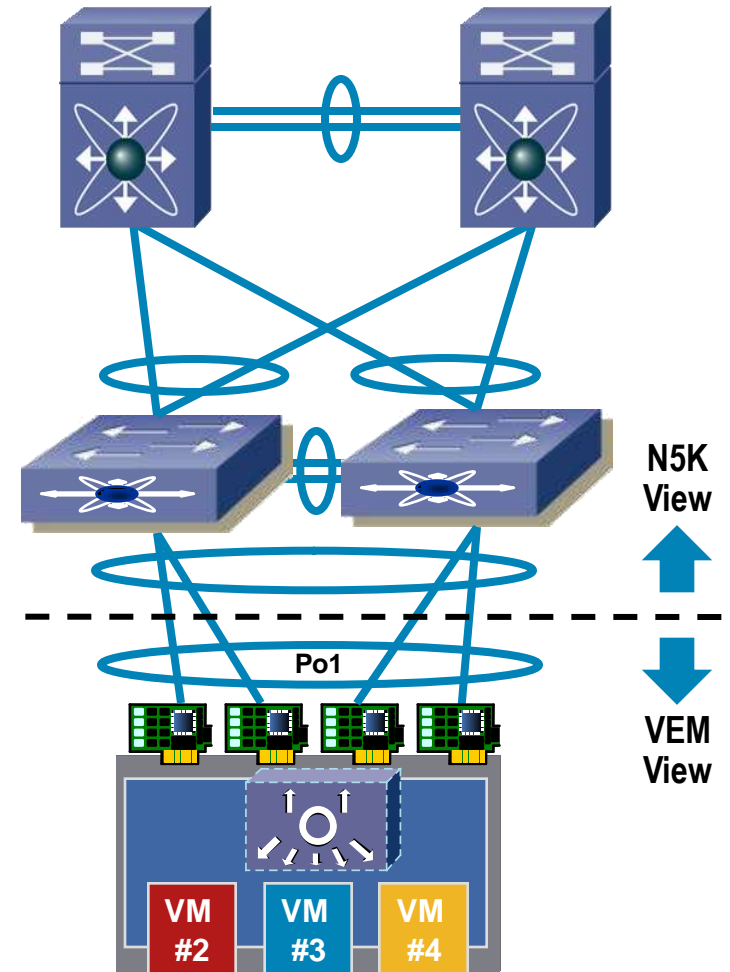
```
n1000v(config)# port-profile DataUplink
n1000v(config-port-prof)# switchport mode trunk
n1000v(config-port-prof)# switchport trunk allowed vlan 10-15
n1000v(config-port-prof)# system vlan 51, 52
n1000v(config-port-prof)# channel-group mode auto sub-group cdp
n1000v(config-port-prof)# capability uplink
n1000v(config-port-prof)# no shut
```



Virtual Access Layer (MCEC)

Port channel üzemmód

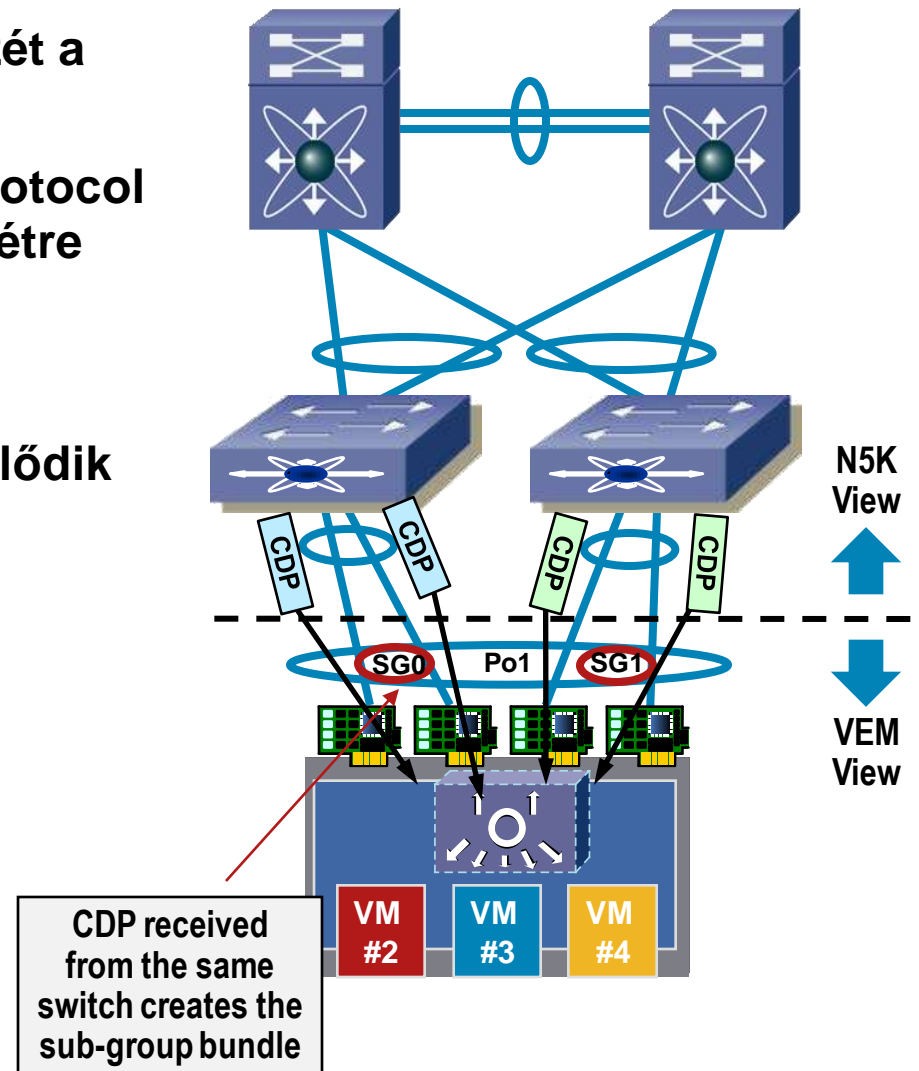
- MCEC környezet:
vPC, VSS, Stackwise/VBS
- Szabványos port channelt konfigurálunk Nexus1000-Vben (regular port channel mode)
- LACP-t támogat
- veth forgalom normal port channel algoritmus alapján kerül szétosztásra



Virtual Access Layer (nem MCEC)

Virtual Port Channel Host Mode – N1KV

- VEM 'subgroup'-onként osztja szét a forgalmat
- Két subgroup Cisco Discovery Protocol (CDP) vagy manuálisan hozható létre
- Nem támogat LACP-t
- Veth portok a subgroup-hoz rendelődnek és a forgalom hashelődik a subgroupon belül ill. között

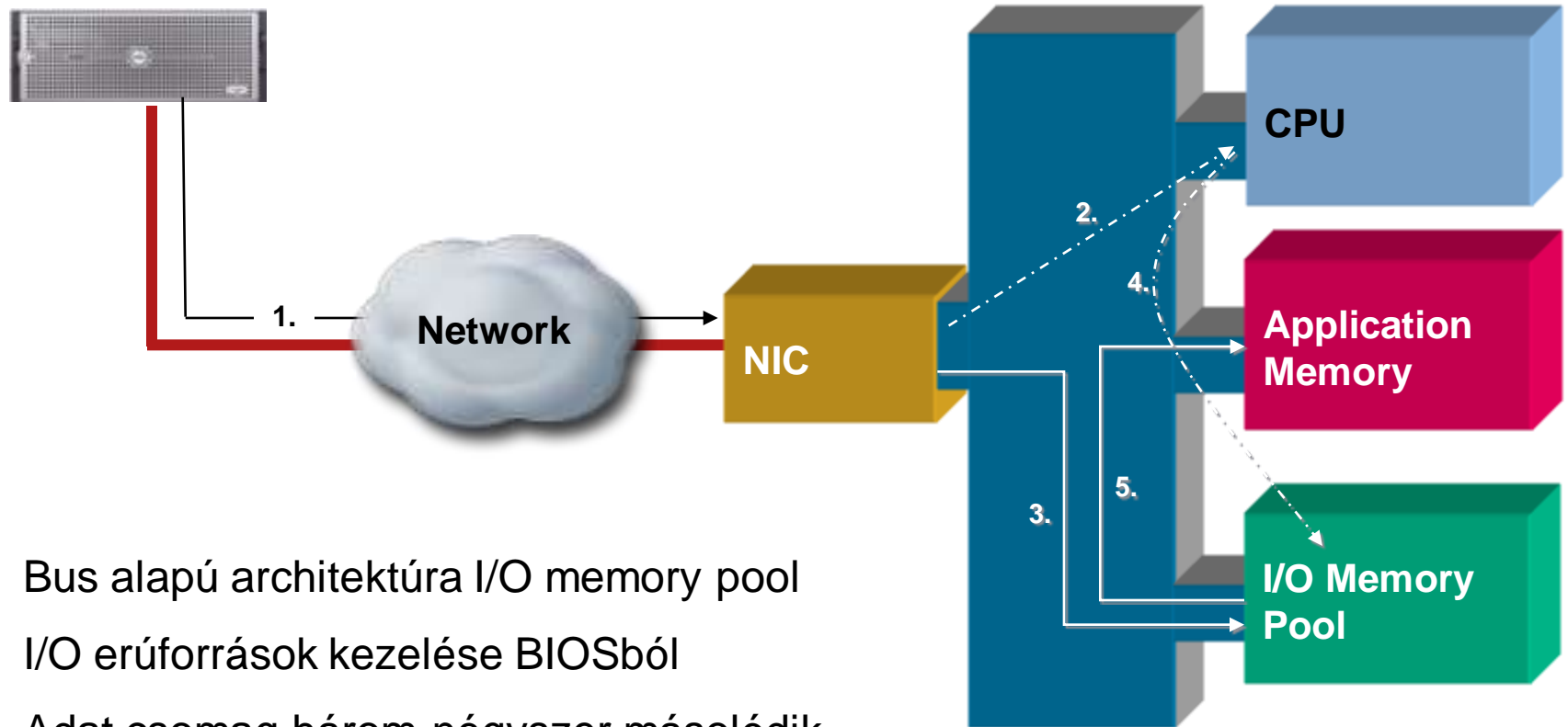




Grid Computing késleltetési megfontolások



Hagyományos Szerver I/O architektúra



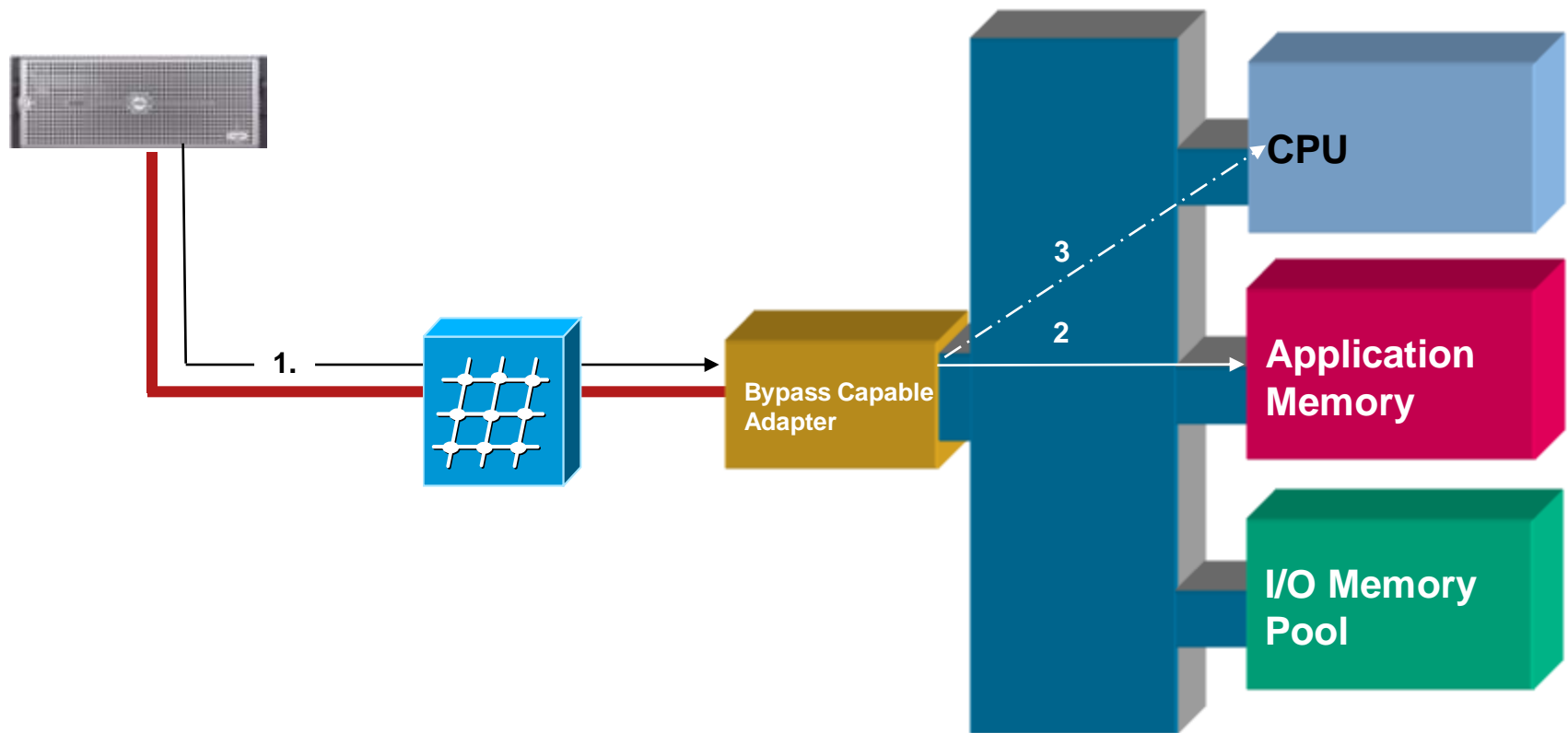
Bus alapú architektúra I/O memory pool

I/O erőforrások kezelése BIOSból

Adat csomag három-négyszer másolódik

CPU Interrupt, Bus sávszélesség korlát, Memory bus korlát

Kernel Bypass/Zero Copy Architektúra



Alacsony késleltetésű technológiák

Infiniband 10GE Ethernet összehasonlítás

| | Sockets API | | | | | | | MPI | | |
|----------------|------------------|-------|----------------------|--------|--------|-----------------|--------|-----------------|---------|------|
| | TCP | | | | | SDP OFED 1.2 | | MPI OFED 1.2 | | |
| | IP | | | IPoB | | | | | | |
| | Gigabit Ethernet | 10 GE | 10 GE LLE | SDR IB | DDR IB | SDR IB | DDR IB | 10G LLE | MVAPICH | OMPI |
| Latency (us) | 35.3 | 25.8 | 8.5 (L2) 11 (TCP) | 20.3 | 14.3 | 10 | 8.8 | 3.82 | 3.29 | 3.32 |
| Bandwidth MB/s | 118 | 1214 | 1219 | 560 | 727 | 896 | 1033 | 1220 | 1354 | 1351 |
| CPU | 9% | 25% | 25% | 23% | 26% | 27% | 28% | 25% | 25% | 25% |

10G Ethernet Infiniband összehasonlítás

| Infiniband | 10Gb Ethernet |
|-----------------------------------|--|
| Alacsony késleltetés | 10GbE adapters + switches get close |
| Csomagvesztés mentes | DCE No-drop/delay-drop |
| RDMA | RDMA (iWarp adapterrel) |
| 20/40 Gb sávszélesség | 10Gb |
| Skálázható fabric sávszélesség | Cisco ECMP L2MP/TRILL |

Adapter és Protokol szempontok

Alapvető fontosságú

Ethernet előnyei az Infinibandhez képest:

- Elterjedt, ismert, szabványos...

- Linux, Windows, Solaris stb

TCP over DCE fejlesztések jönnek

- Alternatív protokollok pl RDMA, MPI fejlődnek



Nexus 5000 teljesítmény szempontból



Nexus 5000 jellemzők

Max Port sűrűség
Max 52X10GE Line Rate
Max 16X1/2/4G FC + 40X10GE

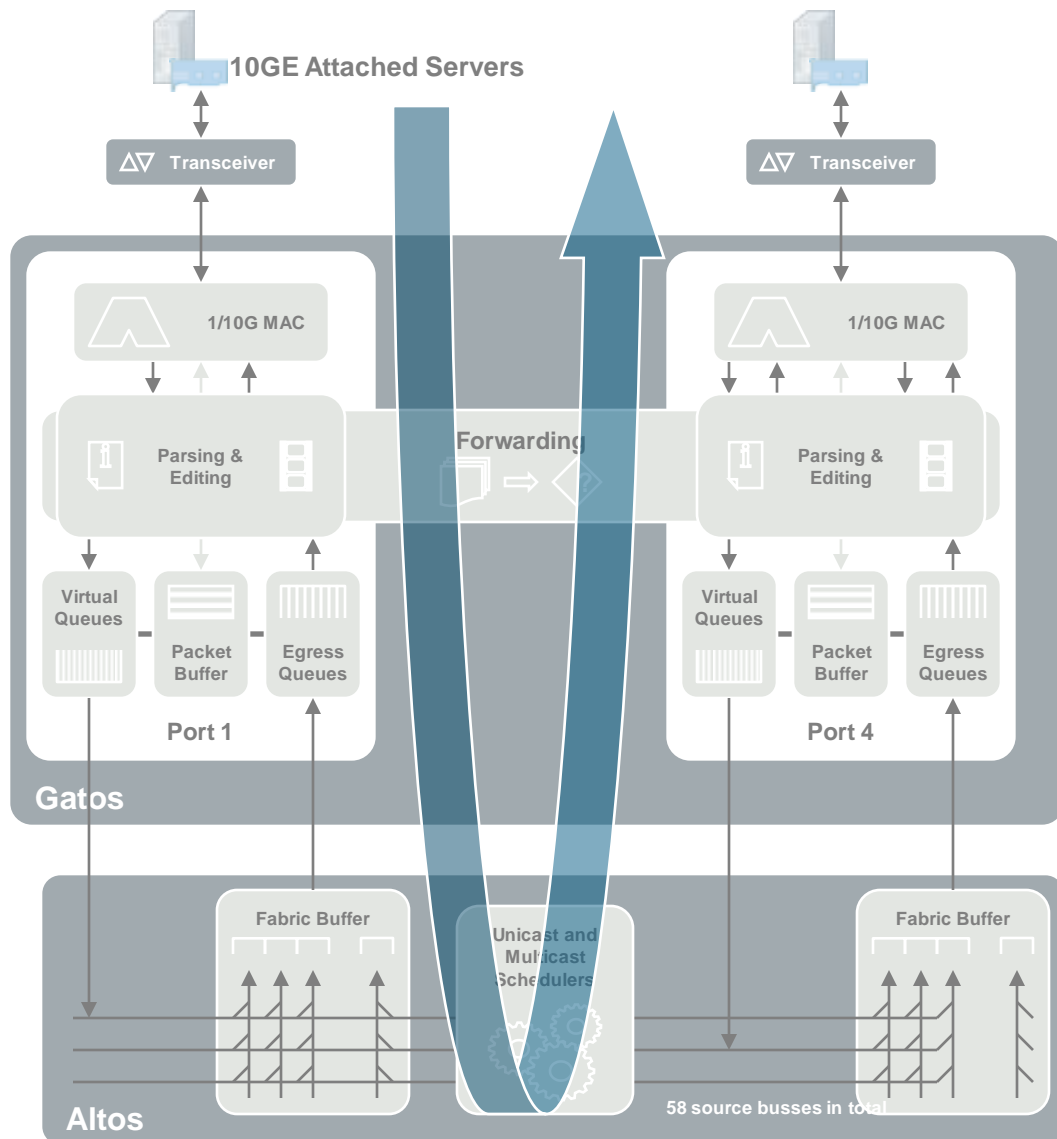


Nexus 5010



- **Jellemzők**
 - FCoE alapú Unified Fabric támogatás
 - Virtualizációra optimalizált
 - Ethernet, DCE, FCoE és FC támogatás
 - L2 támogatás
 - 52 teljes sebességű 10GbE port
- **Architektúra**
 - Max 1.2Tbps kapacitás
 - Cut-through architektúra
 - Kis 3.2µs port-port késleltetés
- **Nagy megbízhatóság – DC kategória**
 - Redundáns tápegység
 - Redundáns ventilátor

Késleltetés



- 3.2 μ sec port-port
 - Első byte be-ki alapon
 - Funkciók bekapcsolva
- 6.7 μ sec kernel - kernel
 - 1.4 μ sec host adás
 - 2.1 μ sec host vétel
 - OS, interrupt, és átviteli késleltetés rakódik rá
- Socket layer app-app
 - Linux 2.6
 - Raw – 10.1 μ sec
 - UDP – 11.2 μ sec
 - TCP – 11.8 μ sec

SFP+ Média lehetőségek



- Alacsony fogyasztás
- Alacsony ár
- Kis késleltetés
- Alacsony hiba arány($10 \text{ exp}-17$)

| Technology | Cable | Distance | Power (each side) | Transceiver Latency (link) |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|---|
| SFP+ CU Copper | Twinax | 10m | ~0.1W | ~0.25 μs |
| SFP+ USR ultra short reach | MM OM2 MM OM3 | 10m 100m | 1W | ~0.1 μs |
| SFP+ SR short reach | MM OM2 MM OM3 | 82m 300m | 1W | ~0.1 μs |
| 10GBASE-T | Cat6 Cat6a/7 Cat6a/7 | 55m 100m 30m | ~8W ~8W ~4W | 2.5 μs 2.5 μs 1.5 μs |

Nexus 5020 Késleltetés

