



## Virtual Switch System (VSS)



**Palotás Gábor**  
**mérnök tanácsadó, CCIE #3714**  
**Cisco Systems Magyarország Kft.**



# Emelt szintű rendelkezésreállítás

## Rugalmas Campus Communication Fabric

### Rendszer tervezés a magas rendelkezésreállítás eléréséhez

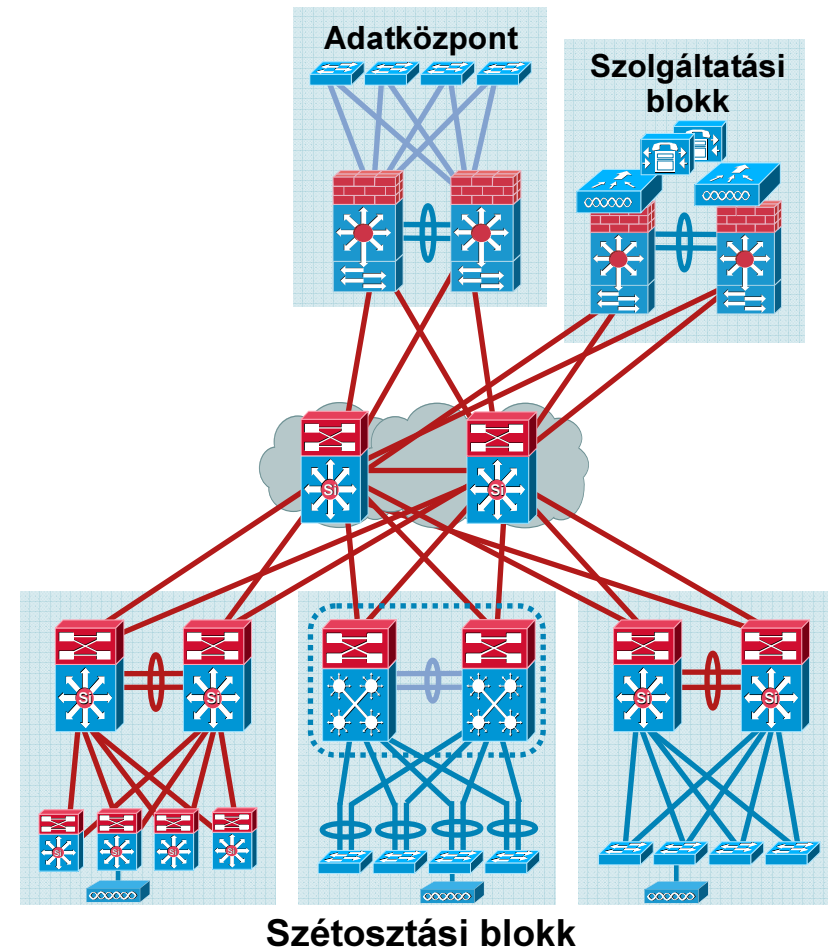
- A VoIP szintű rendelkezésreállítás biztosítása immáron az alapkövetelmény
  - Az emberi fül észleli a hang minőségváltozását 150–200 msec-on belül, amely tíz egymásutáni csomag elvesztését jelenti G711 codec esetén
- A videó forgalom csomagvesztése még szembetűnőbb és hamarosan új jitter és a késleltetési követelményeket állít fel (pl. Telepresence)
- A tervezési cél a végpontól végpontig számított konvergencia 200 msec környékére szorítása



# Továbbfejlesztett campus tervezés - VSS

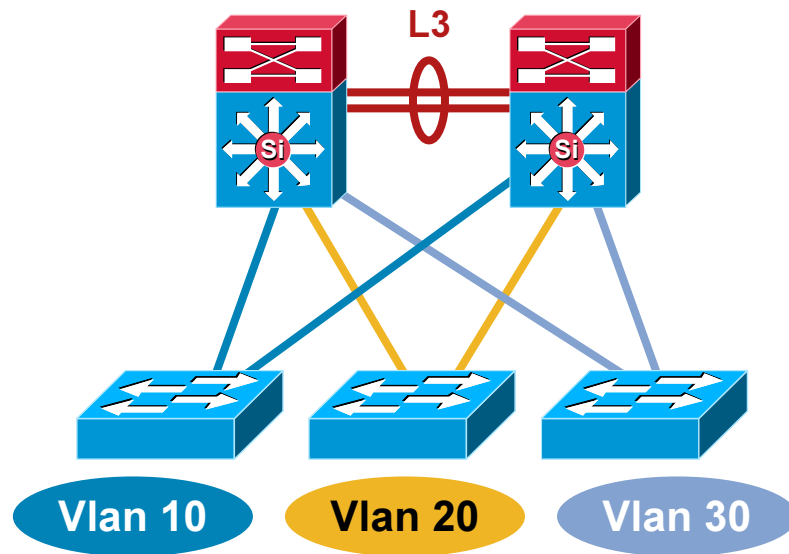
## Tartalom

- **Többrétegű campus tervezés**
- **Virtual Switch alapú campus tervezés**
  - Virtual Switching System
  - VSS architektúra
  - Multi-Chassis Etherchannel és VSS redundancia
  - Campus tervezési megfontolások
- **Összefoglalás**

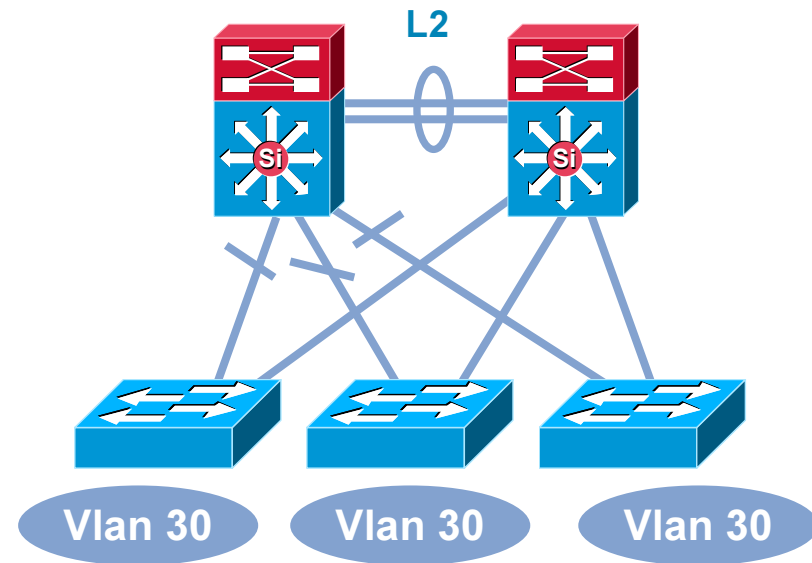


# Többrétegű campus tervezés

Layer 2 hozzáférés Layer 3 szétosztással



- Minden hozzáférési switch-nek egyedi VLAN-ja van
- Nincsenek layer 2 hurkok
- Layer 3 kapcsolatok a szétosztási szinten
- Nincsenek blokkolt kapcsolatok

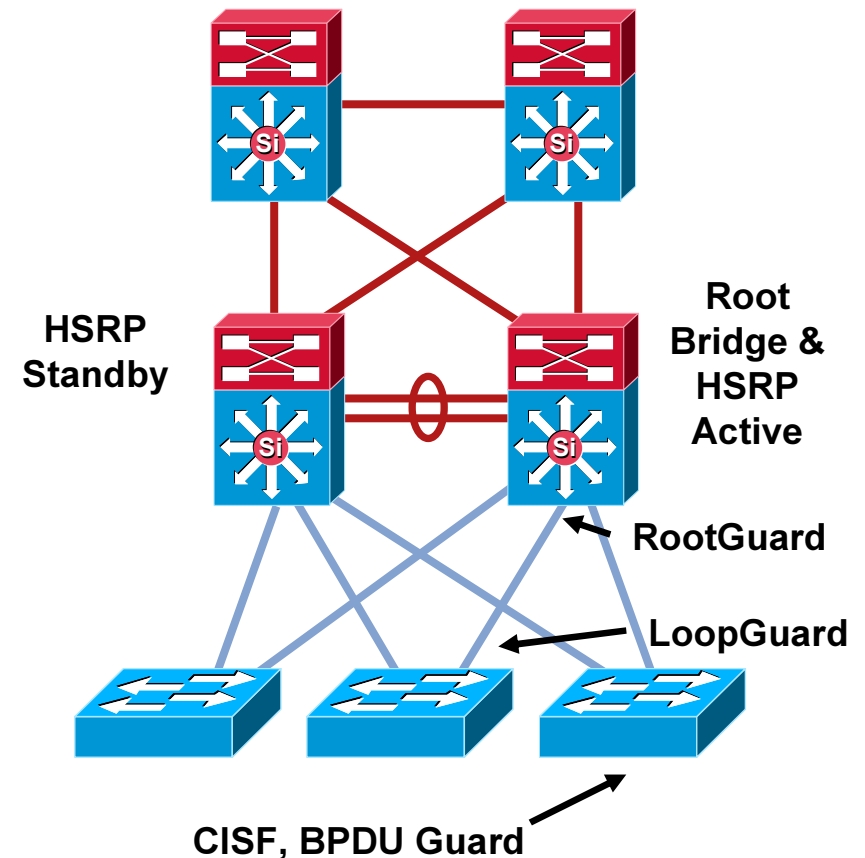


- Legalább néhány VLAN kiterjed több hozzáférési switch-en keresztül is
- Layer 2 hurkok
- Layer 2 és Layer 3 kapcsolatok a szétosztási switch-ek között
- Blokkolt kapcsolatok

# Többrétegű hálózati tervezés

## Jól megértett, bevált gyakorlat

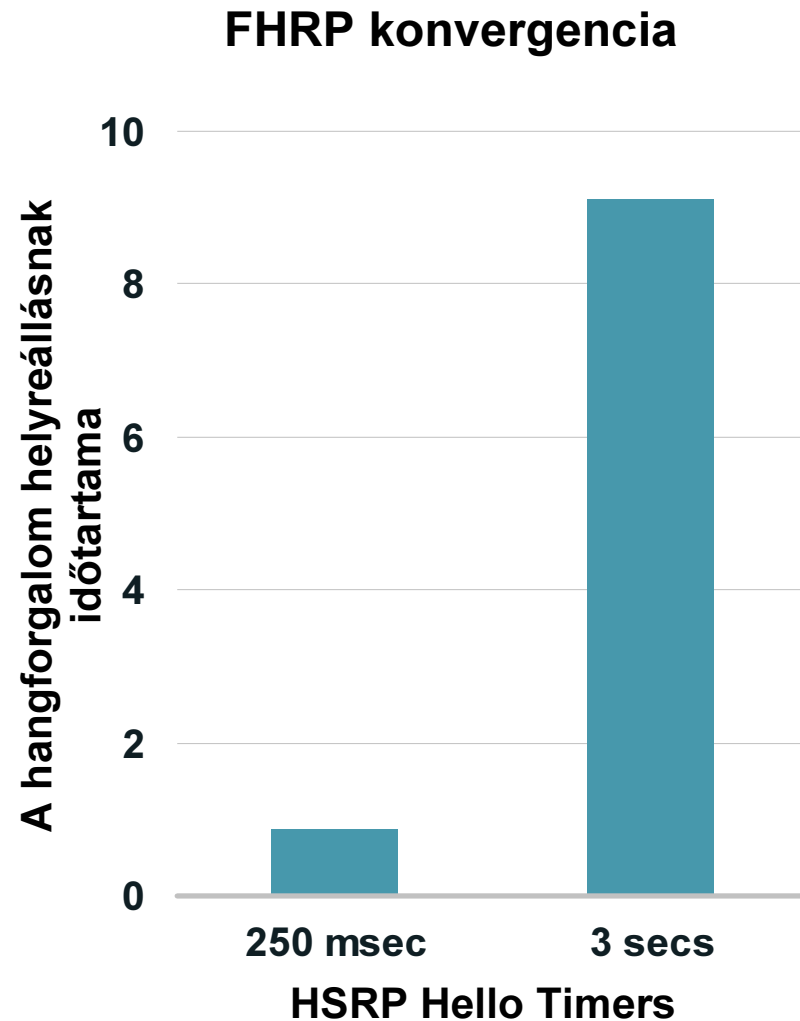
- Kiforrott, 10+ éves tervezési gyakorlat
- Különböző hatásokra kialakult a történelem folyamán
  - A routing és switching költsége közötti különbség
  - A routing és switching sebessége közötti különbség
  - Nem route-olható protokollok
- Jól megértett optimalizás a különböző vezérlő protokollok és topológiák egymásrahatásának
  - Az STP root és a HSRP elsődlegesség finomhangolása az uplink-eken a terhelésmegosztás érdekében
  - Spanning Tree eszköztár (RootGuard, LoopGuard, ...)



# Többrétegű hálózati tervezés

## Megbízható tervezési opciók

- **Több vezérlési protokollt használ**
  - Spanning Tree (802.1w, ...)
  - FHRP (HSRP, ...)
  - Routing Protocol (EIGRP, ...)
- **A konvergencia több faktortól függ**
  - FHRP – 900 msec-től 9 sec-ig
  - Spanning Tree – 400 msec-től 50 sec-ig**
- **Terhelésmegosztás**
  - HSRP/VRRP – Per Subnet
  - GLBP – Per Host



# Továbbfejlesztő campus tervezés - VSS

## Tartalom

- Többrétegű campus tervezés
- Virtual Switch alapú campus tervezés

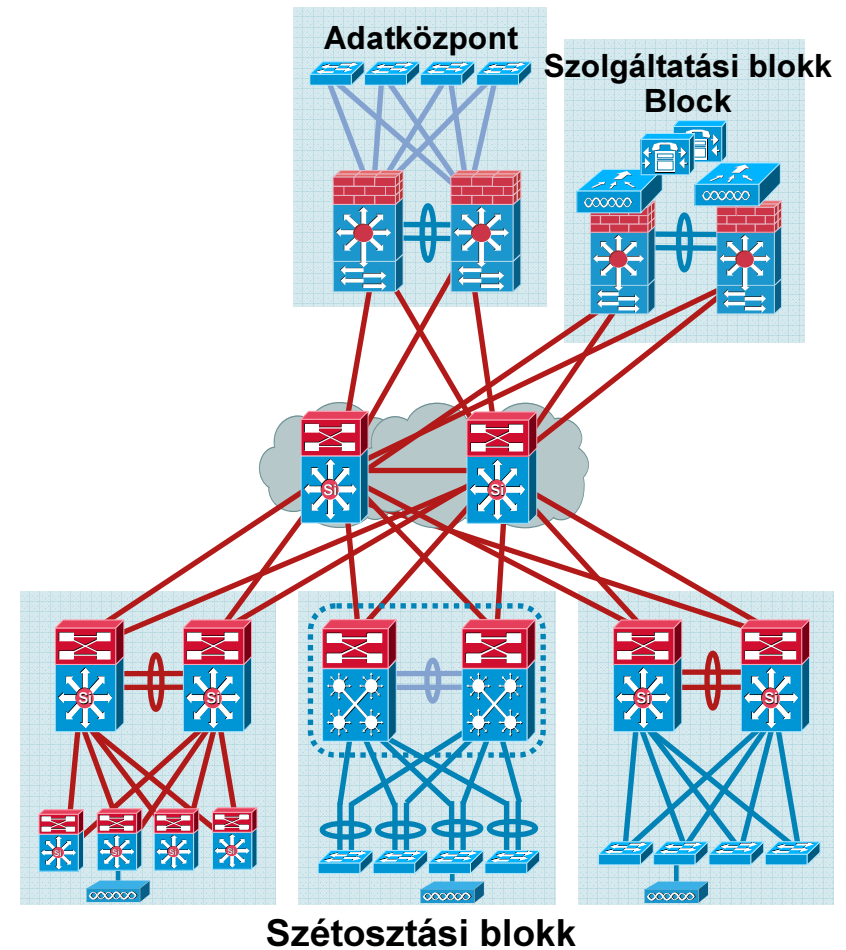
### Virtual Switching System

#### VSS architektúra

#### Multi-Chassis Etherchannel és VSS redundancia

#### Campus tervezési megfontolások

- Összefoglalás

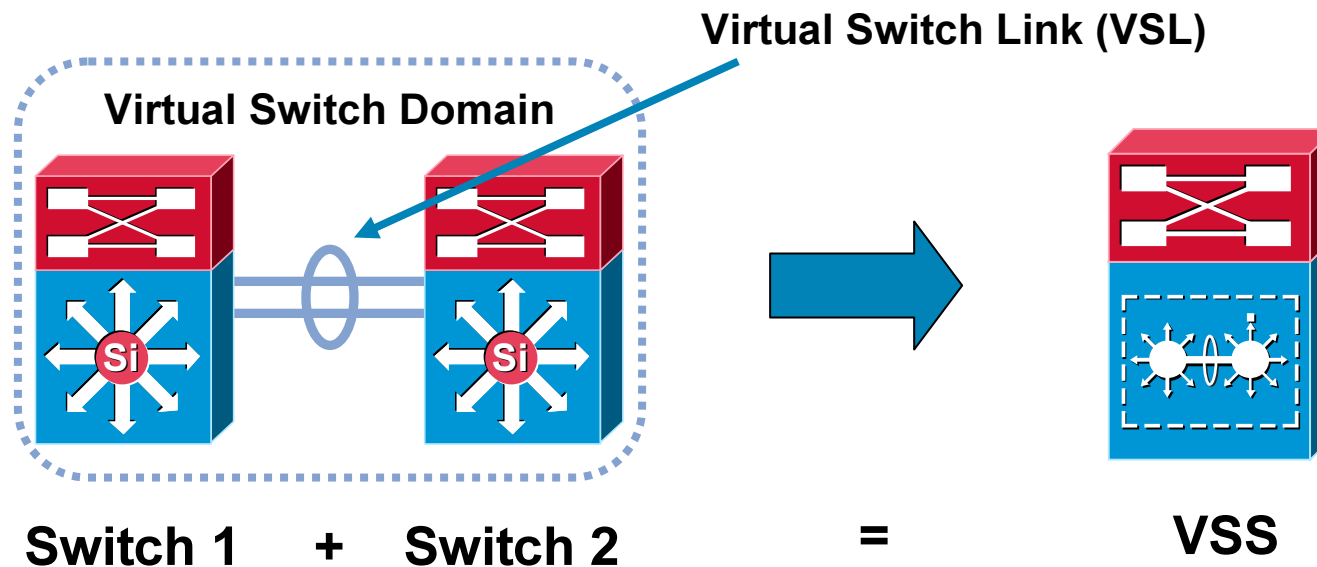




# Virtual Switch

## Catalyst 6500 Virtual Switching System (VSS)

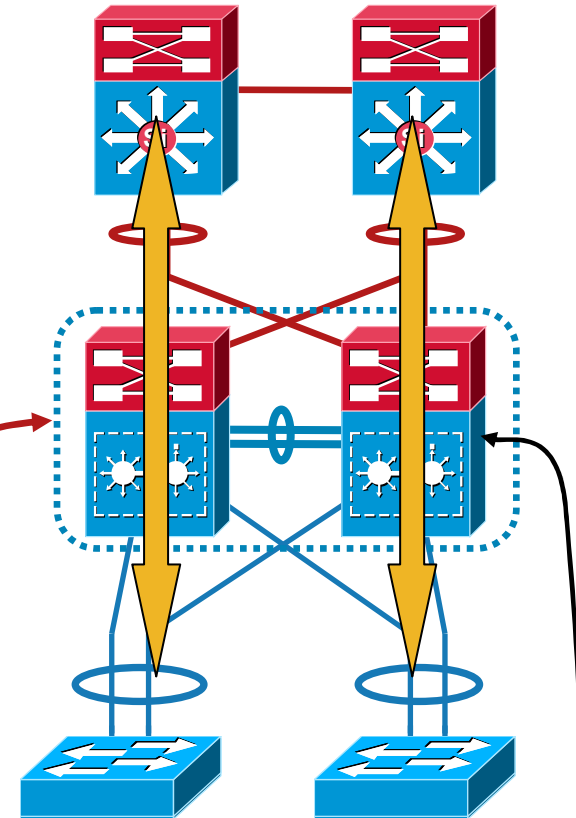
- A Virtual Switching System 2 db Catalyst 6500-ból áll amelyek egyazon virtual switch domain tagjai és köztük VSL (Virtual Switch Link) kapcsolat áll fenn
- Egyetlen vezérlési sík kettős aktív adattovábbítási síkkal
- Az NSF/SSO infrastruktúra kiterjesztése 2 switch-re



# Virtual Switching System

## Kettős aktív adattovábbítási síkok

- A Virtual Switch egyetlen aktív vezérlőkártyával működik a vezérlési sík szempontjából, de kettős aktív adattovábbítási síkkal
- Mindkét vezérlőkártya részt vesz a forgalom továbbításában (PFC-k)
- Az összes Distributed Forwarding Engine (DFC's) aktívan továbbít



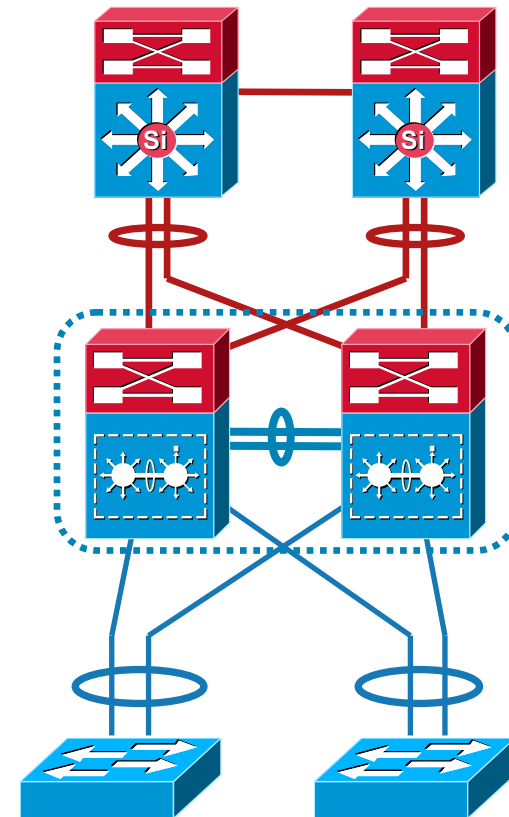
```
cr2-6500-vss#sh switch virtual role
```

Switch	Switch Number	Status	Preempt Oper (Conf)	Priority Oper (Conf)	Role	Session ID Local	Session ID Remote
LOCAL	1	UP	FALSE (N )	110 (110)	ACTIVE	0	0
REMOTE	2	UP	FALSE (N )	100 (100)	STANDBY	4605	3331

# Virtual Switch System

## A Campus topológiára gyakorolt hatás

- A fizikai hálózati topológia nem változik
  - Megmaradnak a redundáns sasszik
  - Megmaradnak a redundáns kapcsolatok
- A logikai topológia egyszerűsödik az egyetlen vezérlési sík használata által
- Lehetővé teszi a tervezés során a hagyományos vezérlési síkaktól való elszakadást és a Multi-chassis Etherchannel (MEC) használatát
  - Nem bízunk a spanning tree-re a kapcsolat redundancia biztosítását!
  - A konvergencia és a terhelésmegosztás az **Etherchannel**-en alapul



# Továbbfejlesztő campus tervezés - VSS

## Tartalom

- Többrétegű campus tervezés
- Route-olt hozzáférés
- **Virtual Switch alapú campus tervezés**

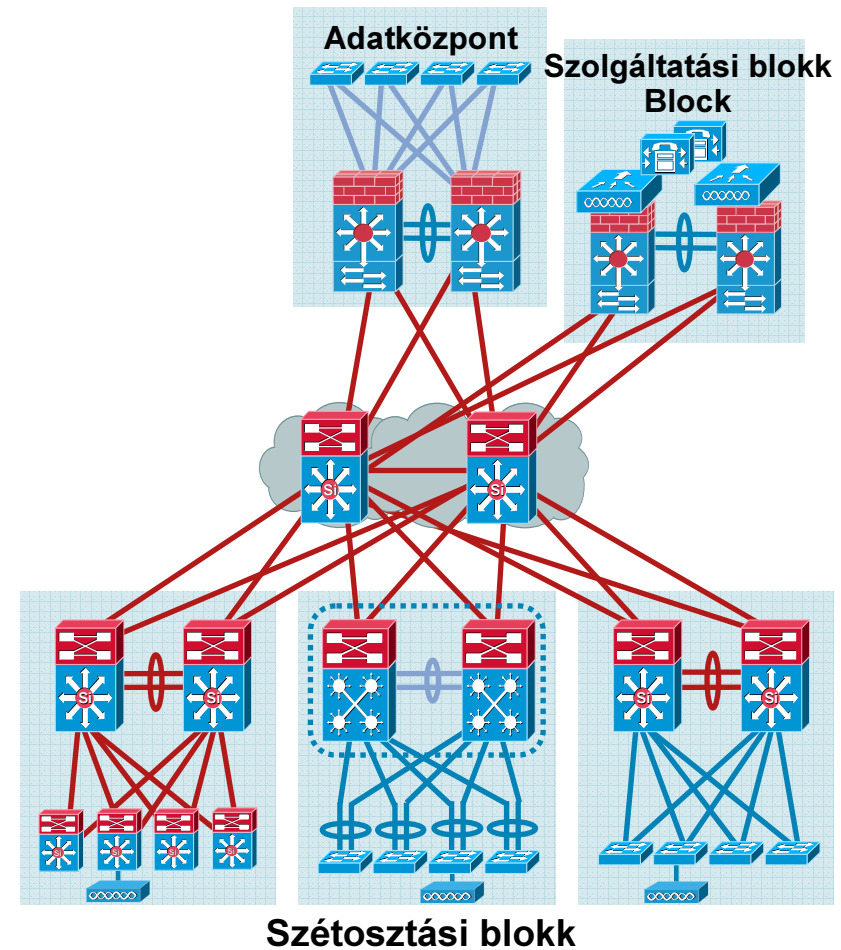
Virtual Switching System

**VSS architektúra**

Multi-Chassis Etherchannel és  
VSS redundancia

Campus tervezési megfontolások

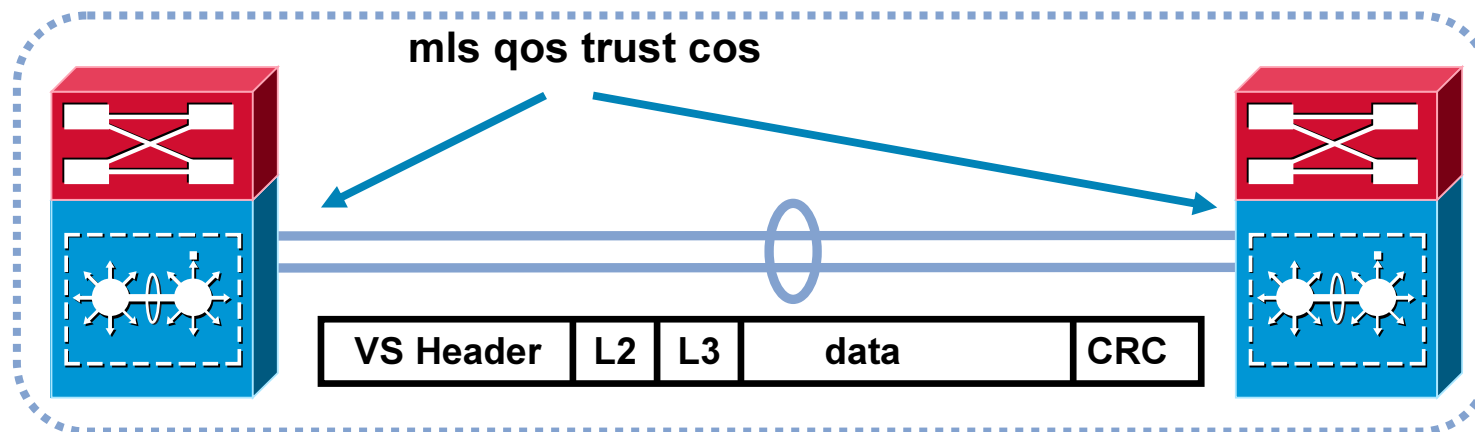
- VSS és a konfigurátor
- Demo
- Összefoglalás



# Virtual Switch System architektúra

## VSL - Virtual Switching Link

- A VSL (Virtual Switch Link) 2 funkciót biztosít
  - Vezérlési sík kiterjesztés - a CPU és CPU közötti kommunikáció biztosítása kiterjeszti a vezérlési síkot a sasszik között
  - Adat sík kiterjesztés – A switching fabric kiterjesztése
- A VSL-t egy 10GE Etherchannel kapcsolatra kell beállítani a két switch között (2-8 tag)
- A QoS beállítások előre definiálásra kerülnek a VSL kapcsolaton a vezérlési sík védelme érdekében



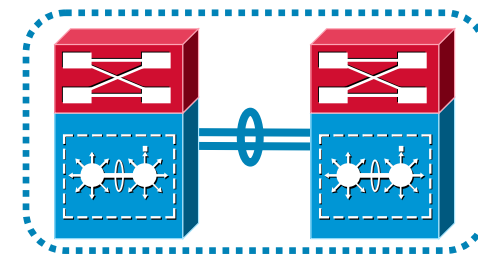
# Virtual Switch System architektúra

## Virtual Switch Domain

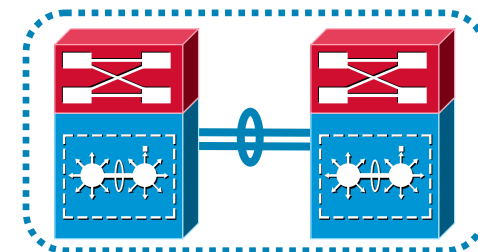
- Minden egyes VS switch párt egy egyedi Domain ID azonosít
- A Domain ID használjuk a egyazon VSS-hez tartozó switch-ek azonosítására
- A Domain ID értéke 1 és 255 között lehet

```
cr2-6500-vss#sh run
...
switch virtual domain 10
switch mode virtual
switch 1 priority 110
switch 2 priority 100

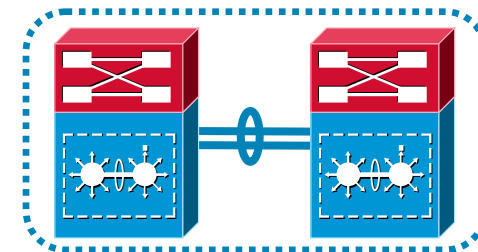
cr2-6500-vss#show switch virtual
Switch mode : Virtual Switch
Virtual switch domain number : 10
Local switch number : 2
Local switch operational role: Virtual Switch Active
Peer switch number : 1
Peer switch operational role : Virtual Switch Standby
```



Domain 10



Domain 20

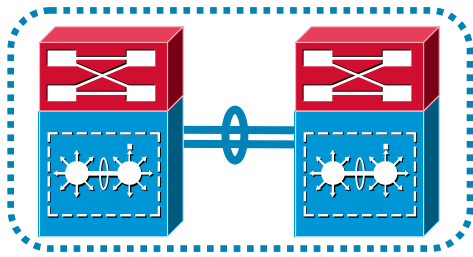


Domain 30

# Virtual Switch System architektúra

## Virtual Switch MAC cím

- A Virtual Switch MAC címe az aktív switch EEPROM-ja alapján kerül meghatározására induláskor
- A MAC cím konzisztens marad a vezérlőkártyák közötti vezérlésátadás esetén
- Mivel egyetlen logikai router van, ezért az ARP válaszokhoz is egyetlen MAC cím tartozik
- A MAC cím meghatározásakor használt EEPROM-mal rendelkező sasszi eltávolítása után sem változik meg a MAC cím
- Ezért lehet 2 router azonos MAC címmel ...



Router MAC = 000f.f8aa.9c00

```
! Statically configure interface MAC address if
! desired
cr2-6500-vss#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with
CNTL/Z.
cr2-6500-vss(config)#int ten 1/2/1
cr2-6500-vss(config-if)#mac-address 00e3.abcd.1234
```

# Továbbfejlesztő campus tervezés - VSS

## Tartalom

- Többrétegű campus tervezés
- Route-olt hozzáférés
- **Virtual Switch alapú campus tervezés**

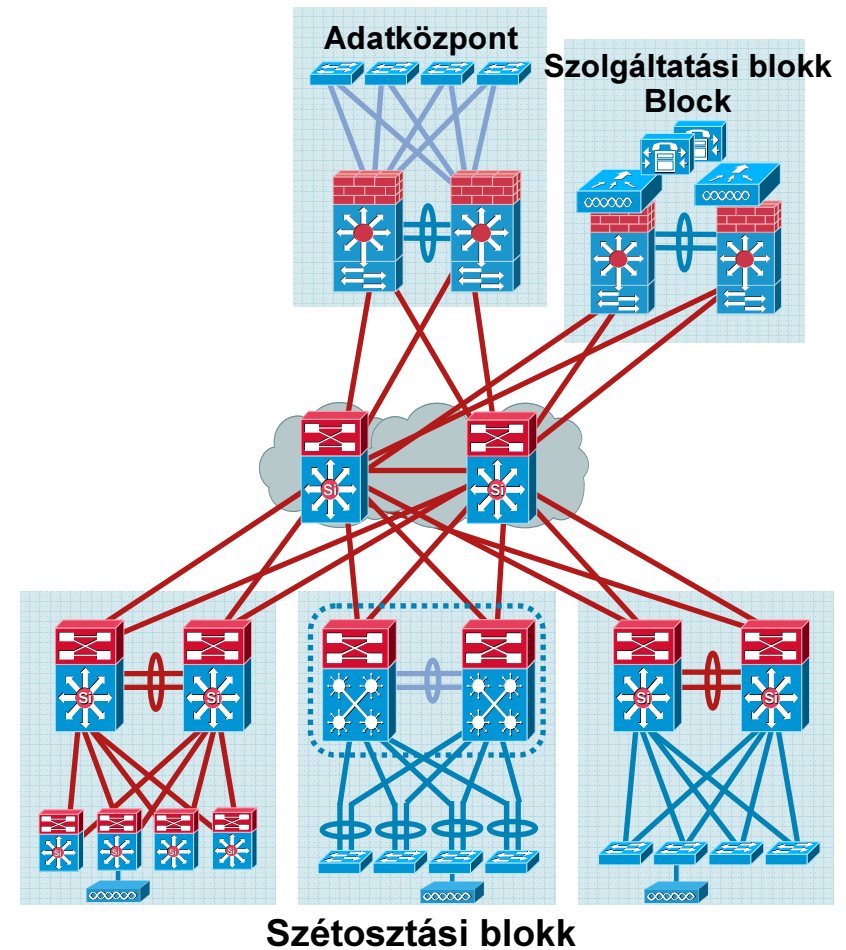
Virtual Switching System

VSS architektúra

**Multi-Chassis Etherchannel és VSS redundancia**

Campus tervezési megfontolások

- VSS és a konfigurátor
- Demo
- Összefoglalás

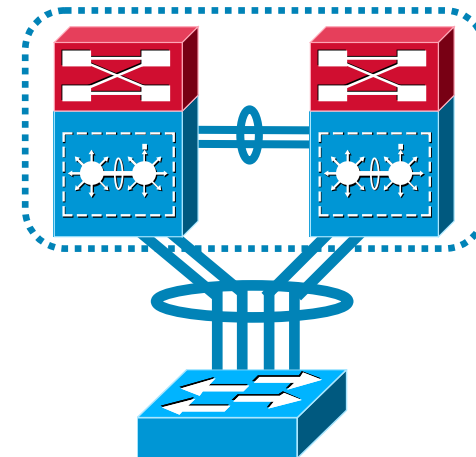
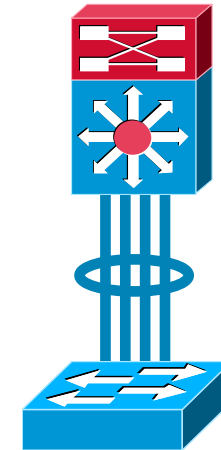




# Virtual Switch System

## Multi-chassis Etherchannel

- A Multi-chassis Etherchannel (MEC) helyettesíti a spanning tree-t a kapcsolat redundancia szempontjából
- A MEC lehetővé teszi az Etherchannel nyaláb fizikai tagjainak, hogy két külön szeparált switch-hez csatlakozzanak
- A MEC kapcsolatokat mindkét switch-en a PAgP vagy a LACP menedzseli, amely a Master Switch-en fut belső vezérlő üzeneteken keresztül
- Minden egyes MEC nyalábhoz tartozó kapcsolat PAgP vagy LACP csomagjait az aktív vezérlőkártya dolgozza fel

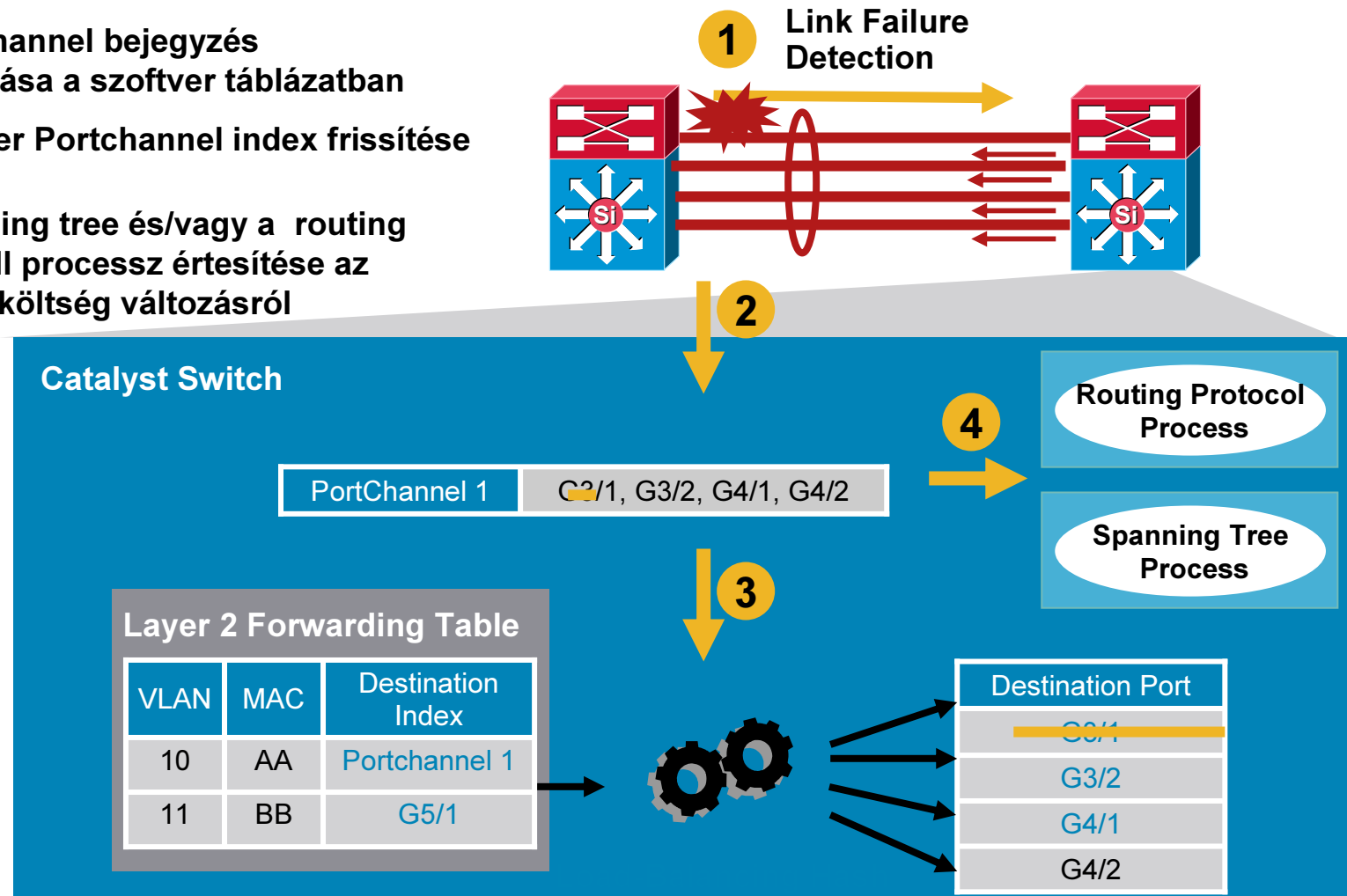


Multi-Chassis Etherchannel

# Az EtherChannel megértése

A helyreálláshoz szükséges idő

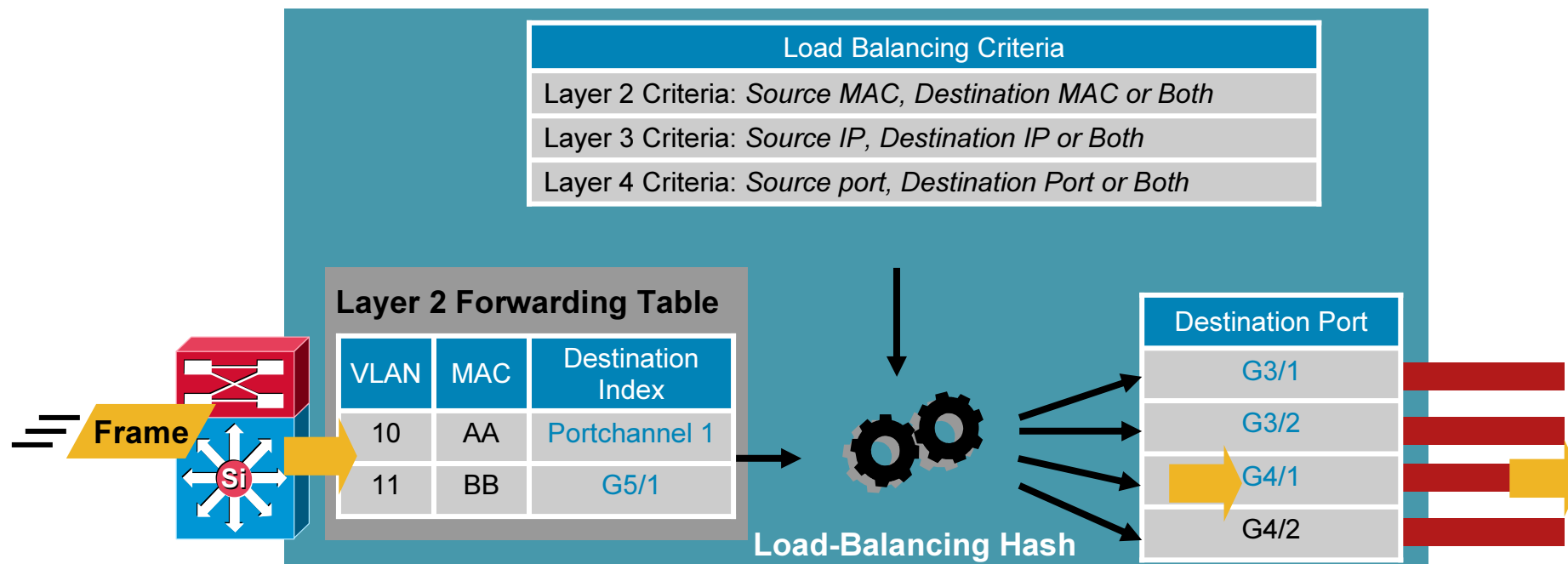
- 1 Kapcsolati hiba detektálása
- 2 A Portchannel bejegyzés módosítása a szoftver táblázatban
- 3 A hardver Portchannel index frissítése
- 4 A spanning tree és/vagy a routing protokoll processz értesítése az útvonal költség változásról



# Az EtherChannel megértése

## Terhelésmegosztási döntések

- A terhelésmegosztás egy specifikus hardver hash algoritmuson alapul, amely a forgalmat 8 lehetséges útra vezeti
- A hardver implementációk különbözőek az egyes platformokon (Catalyst 3x50, 4500 és 6500)



# EtherChannel tervezési megfontolások

## Terhelésmegosztás

- A legtöbb hash algoritmus úgy tervezték hogy egyenlő eloszlást adjon, de ez bizonyos feltételezéseken alapul

Gerinc – sokan sok irányba kommunikálnak

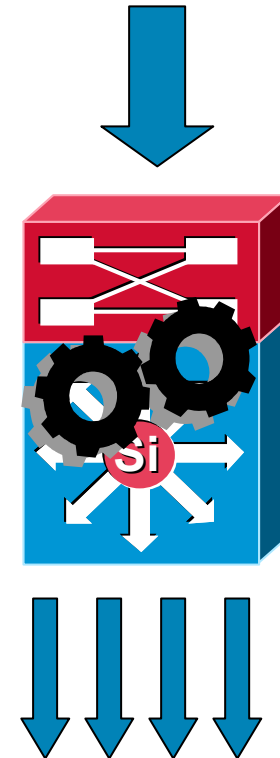
Hozzáférés – kevesen kevésfelé kommunikálnak

- Nincs „legjobb” konfiguráció
- Muszáj az adott hálózatot analizálni és a helyi követelmények alapján hangolni
- Néhány ökölszabály

Minél több értékre történik a hash, annál egyenlőbb a megosztás

Layer 4 sokkal véletlenebb mint a L3

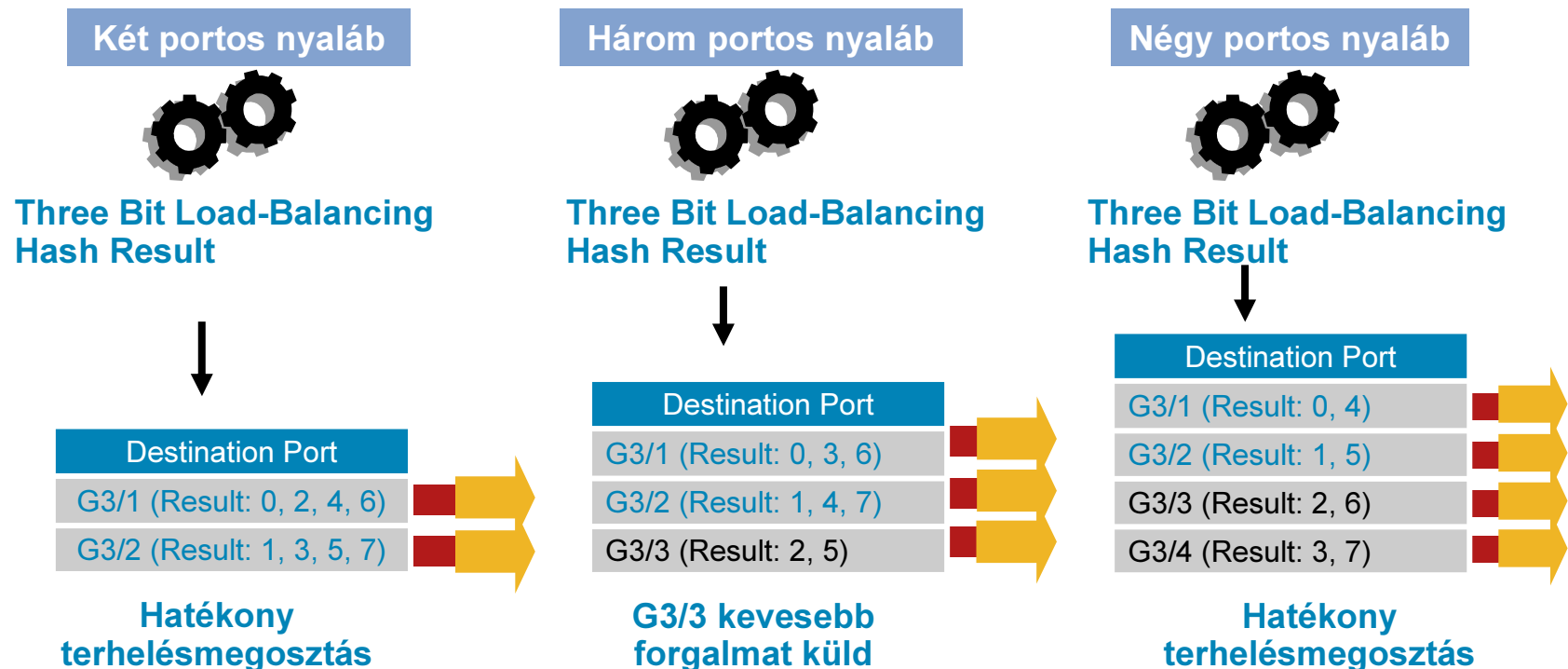
Az L2 nem hatékony ha mindenki ugyanazon a router-en keresztül halad át



# Catalyst 6500 terhelésmegosztás

## Hash algoritmus hangolás

- A Cisco Catalyst 6500-on a terhelésmegosztás mindig egy 3 bites értéket ad (nyolc érték) amely kiválasztja a kimenő portot
- A legjobb terhelésmegosztási eredményt a kettő, négy vagy nyolc portos nyalábok eredményezik (kettő hatványai)

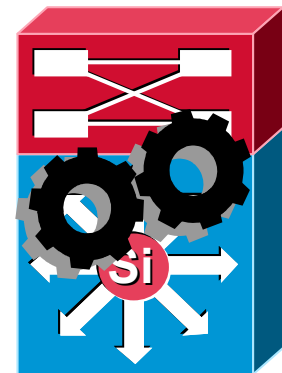


# Catalyst 6500 terhelésmegosztás

## Hash algoritmus hangolás

- A Catalyst 6500 jelenleg - 12.2(33)SX1 - 512 Etherchannel-t támogat
- A terhelésmegosztási hash a L2 „vagy” a L3 „vagy” a L4 információkon alapul
- A 12.2(33)SXH szoftver verzió már támogatja a kevert módot, amely így több információból készíti el a hash-t
- PFC3C vagy PFC3CXL

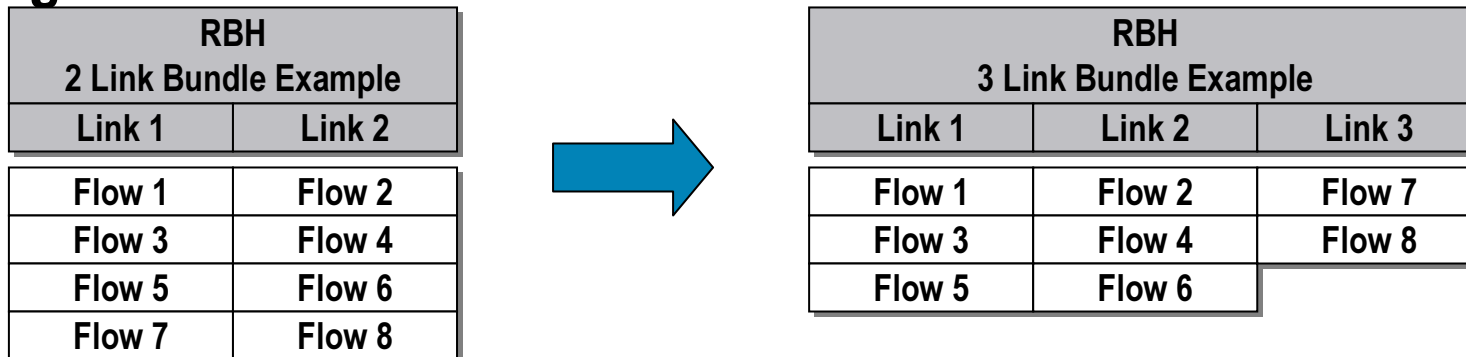
```
cr2-6500-vss(config)#port-channel load-balance ?
dst-ip          Dst IP Addr
dst-mac         Dst Mac Addr
dst-mixed-ip-port Dst IP Addr és TCP/UDP Port
dst-port        Dst TCP/UDP Port
mpls            Load Balancing for MPLS packets
src-dst-ip      Src XOR Dst IP Addr
src-dst-mac     Src XOR Dst Mac Addr
src-dst-mixed-ip-port Src XOR Dst IP Addr és TCP/UDP Port
src-dst-port    Src XOR Dst TCP/UDP Port
src-ip          Src IP Addr
src-mac         Src Mac Addr
src-mixed-ip-port Src IP Addr és TCP/UDP Port
src-port        Src TCP/UDP Port
```



# Catalyst 6500 terhelésmegosztás

## Hash algoritmus hangolás

- A fixed mód (alapértelmezett) során az összes éppen áthaladó forgalom csomagjai eldobásra kerülnek egy kapcsolati elem elvesztése vagy hozzáadása esetén a duplikált csomagok kivédésének érdekében
- A 12.2(33)SXH óta támogatott az 'adaptive' mód amelynél újabb kapcsolati elem hozzáadása nem befolyásolja az átfolyó forgalmat



```
cr2-6500-vss(config)#port-channel hash-distribution ?
adaptive  selective distribution of the bndl hash among port-channel members
fixed    fixed distribution of the bndl_hash among port-channel members
```

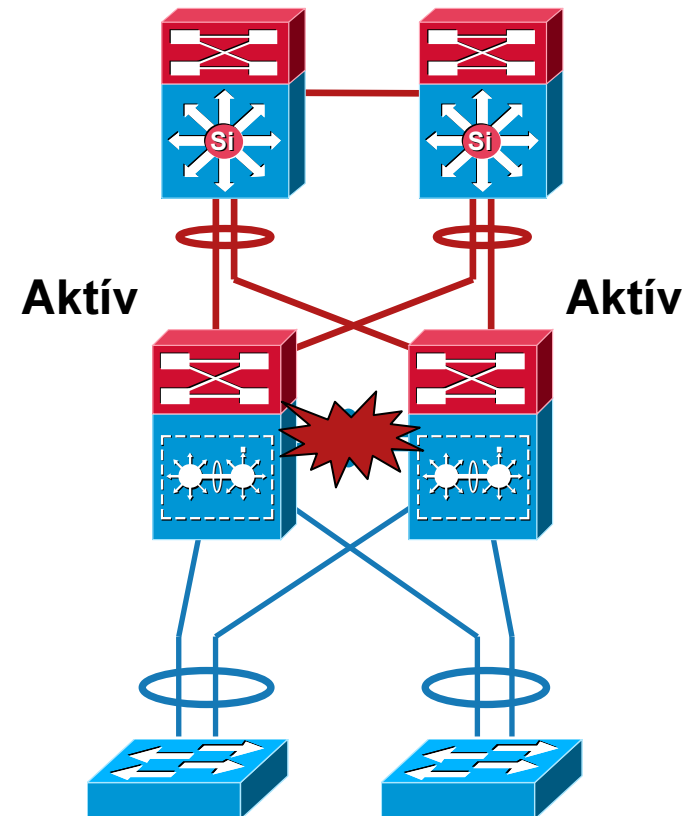
# Virtual Switch System

## 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 nyáláb 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 létezzon egyazon hálózaton
- Két mechanizmus van a kettős aktív állapotból való kilépésre

Enhanced PAgP

Kettős aktív állapot detektálása Dual-active Fast Hello-n keresztül

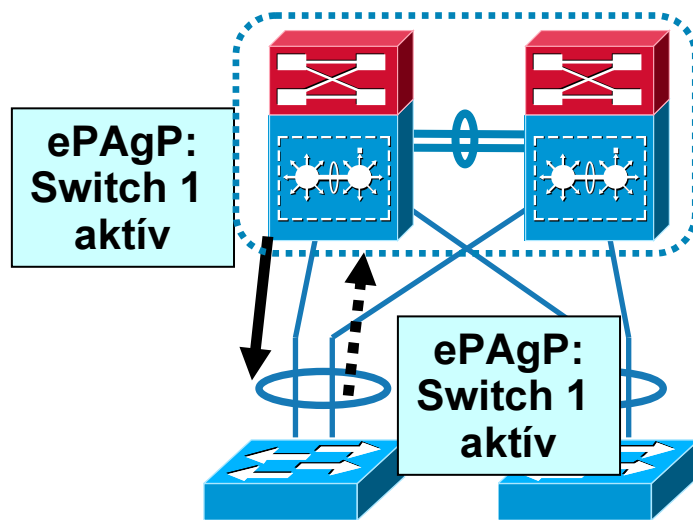




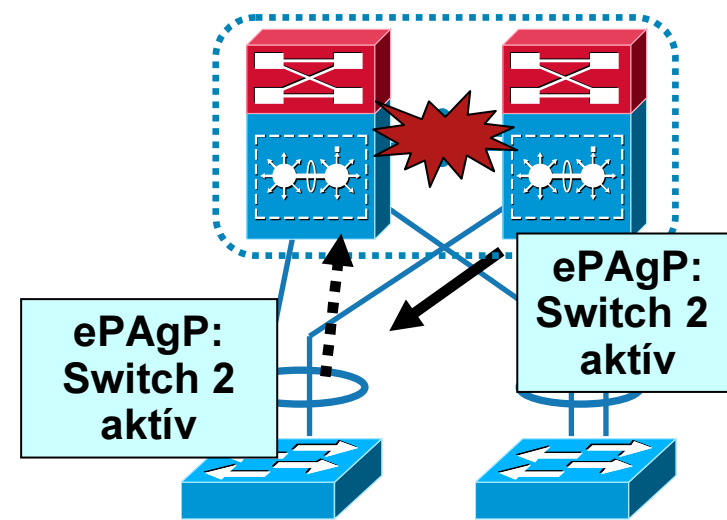
# Kettős aktív helyreállítás

## 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

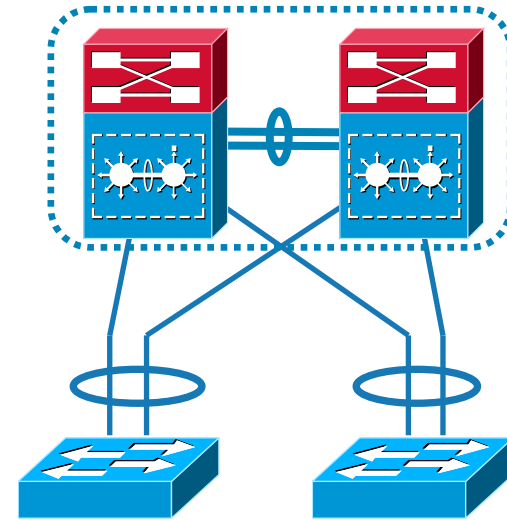


Kettős aktív mód

# 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

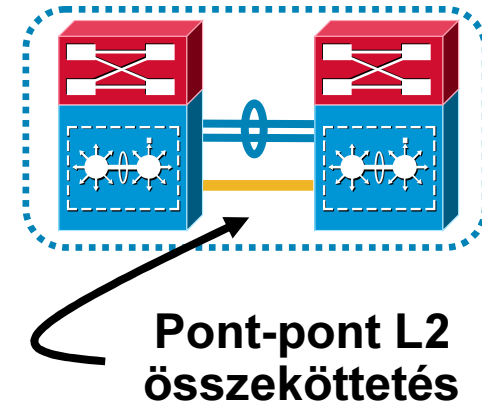
```

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

## 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.



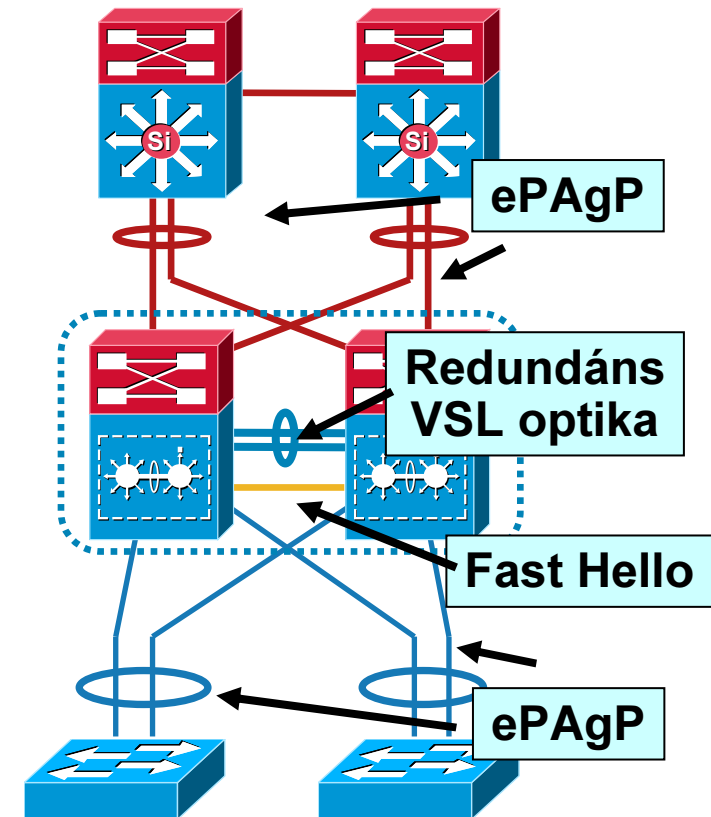
```
Router(config)# switch virtual domain 255
Router(config-vs-domain)# dual-active detection fast-hello
Router(config-vs-domain)# exit
Router(config)# interface fastethernet 1/2/40
Router(config-if)# dual-active fast-hello
WARNING: Interface FastEthernet1/2/40 placed in restricted config mode. All extraneous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

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

# Dual Active Recovery

## Többszörös mechanizmusok

- A VSL kapcsolat rendelkezésre állásának biztosítása a **legfontosabb** feladat, redundáns (eltérő) optikai nyomvonalak használata javasolt
- A Dual-active Fast Hello egy „szívhangszerű” kapcsolatot kíván, amely egy másik optikai nyomvonalon menjen lehetőleg
- Az ePAgP mind L2 mind L3 MEC kapcsolaton futhat
- Az ePAgP-nek csak egyetlen szomszédon kell futnia, azonban bekapcsolva azt minden interfészen biztosítani tudjuk, hogy a legrosszabb esetben (feltételezve, hogy nem minden kábelezési nyomvonalat érint a hiba) legalább **egy** switch kapcsolatban áll a VSS pár mindkét tagjával és így lehetőség van a helyreállításra



# Továbbfejlesztett campus tervezés - VSS

## Tartalom

- Többrétegű campus tervezés
- Route-olt hozzáférés
- **Virtual Switch alapú campus tervezés**

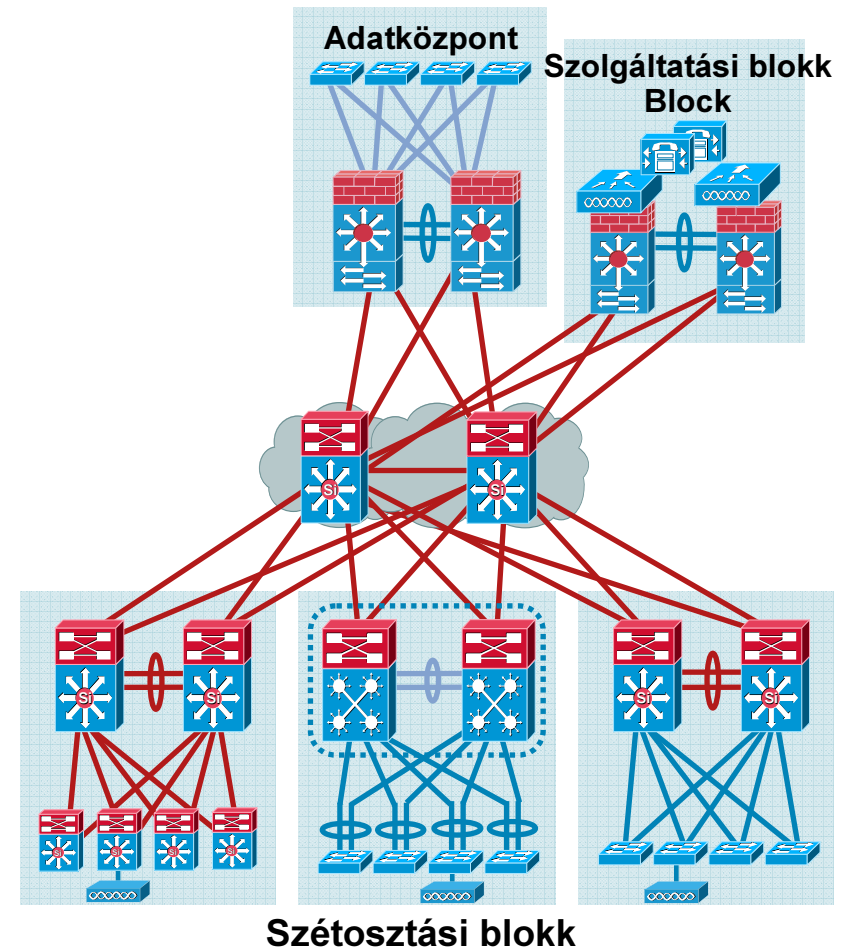
Virtual Switching System

VSS architektúra

Multi-Chassis Etherchannel és  
VSS redundancia

**Campus tervezési megfontolások**

- VSS és a konfigurátor
- Demo
- Összefoglalás

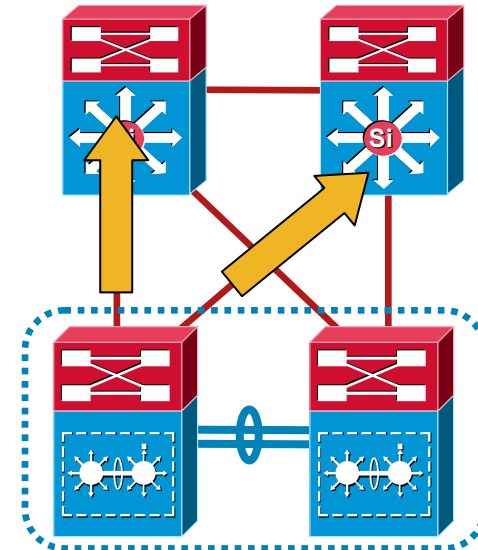




# A VSS hatása a campus tervezésre

## ECMP forgalom áramlásai

- Az ECMP hasonló viselkedést mutat, a helyi kapcsolatok preferálja és a forgalom ezeken keresztül hagyja el az eszközt
- A hardver FIB-be a helyi kapcsolatok kerülnek bele
- Ha az összes helyi kapcsolat megszakad akkor a FIB úgy kerül programozásra, hogy a forgalom menjen át a VSL kapcsolaton



```
cr2-6500-vss#sh ip route 10.121.0.0 255.255.128.0 longer-prefixes
```

```
D      10.121.0.0/17
      [90/3328] via 10.122.0.33, 2d10h, TenGigabitEthernet2/2/1
      [90/3328] via 10.122.0.27, 2d10h, TenGigabitEthernet1/2/1
      [90/3328] via 10.122.0.22, 2d10h, TenGigabitEthernet2/2/2
      [90/3328] via 10.122.0.20, 2d10h, TenGigabitEthernet1/2/2
```

4 ECMP Entries

```
cr2-6500-vss#sh mls cef 10.121.0.0 17 switch 1
```

Codes: decap - Decapsulation, + - Push Label

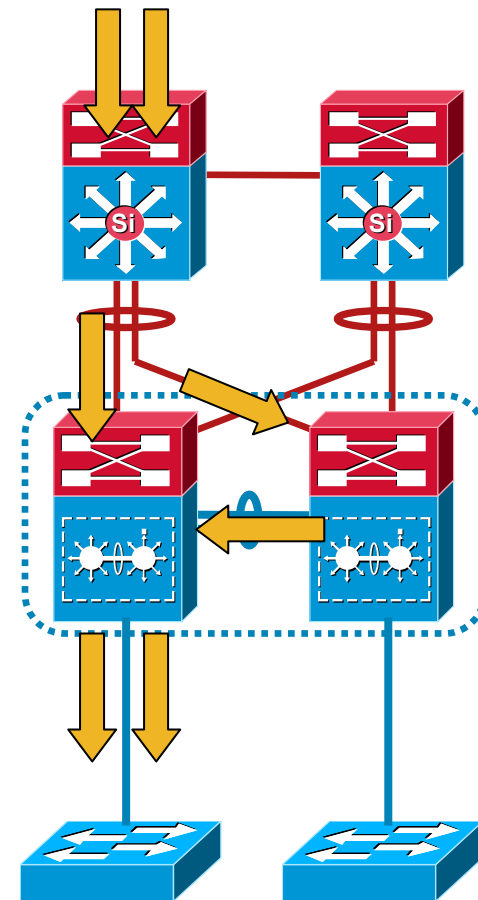
```
Index Prefix Adjacency
102400 10.121.0.0/17 Te1/2/2 , 0012.da67.7e40 (Hash: 0001)
Te1/2/1 , 0018.b966.e988 (Hash: 0002)
```

2 FIB Entries

# A VSS hatása a campus tervezésre

## Egyszeresen bekötött eszközök

- Az egyszeresen bekötött eszközök szuboptimális forgalmi viszonyokat eredményezhetnek
- MEC használata esetén nincs mód jelezni a gerinchálózat felé, hogy az melyik VSS switch felé küldje a forgalmat (egyetlen eszköznek látszik a gerinchálózat felé)
- Átlagban a forgalom 50%-a átmegy majd a VSL kapcsolaton
- A gyakorlatban ez nem különbözik a hagyományos tervezéstől ahol egyszeres bekötésű subnet-ek vannak route összegzéssel a gerinchálózat irányába

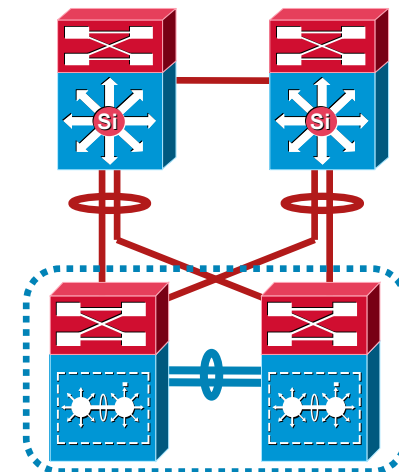
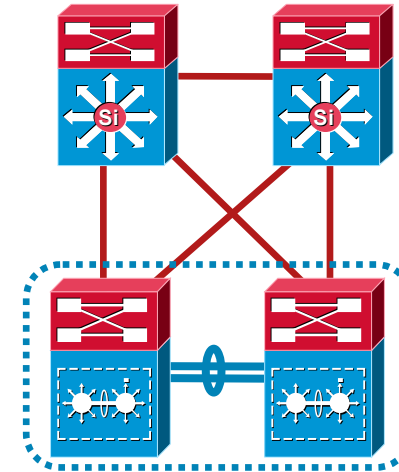




# A VSS hatása a campus tervezésre

## Gerinchálózati tervezés

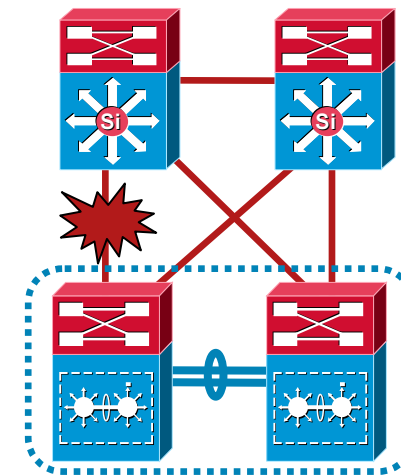
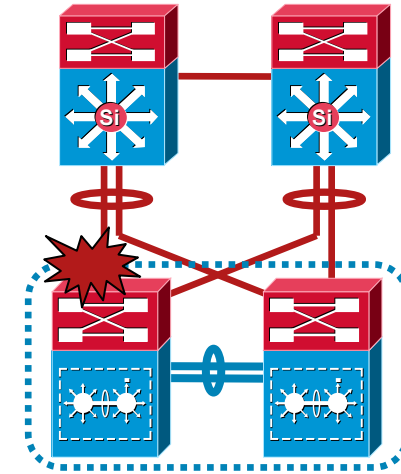
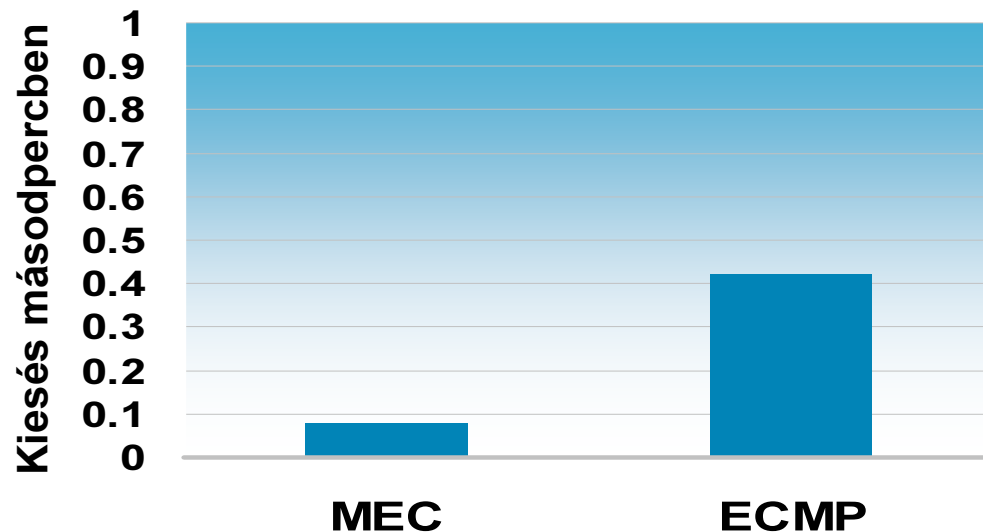
- A full mesh tervezés esetén két konfigurációs opció van a VSS szétosztási kapcsolónak a gerinchálózatba kötésére
  - 4 db ECMP kapcsolat
  - 2 db MEC kapcsolat (2 db ECMP kapcsolatot eredményez)
- Mind a MEC és a HW FIB igyekeznek a forgalmat a helyi kapcsolatokra irányítani kimenő irányban
- Az unicast forgalom az optimális útra kerül mindkét esetben (nincs a VSL-t keresztező forgalom)



# ECMP vagy MEC upstream a gerinc felé

## Kapcsolat helyreállítás

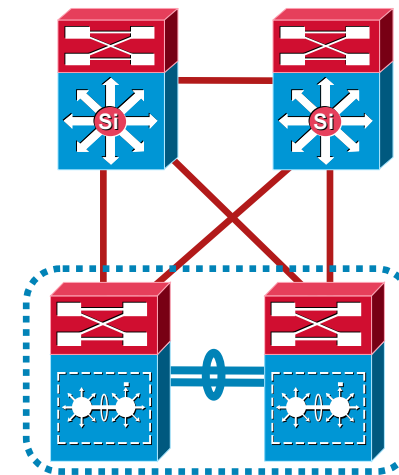
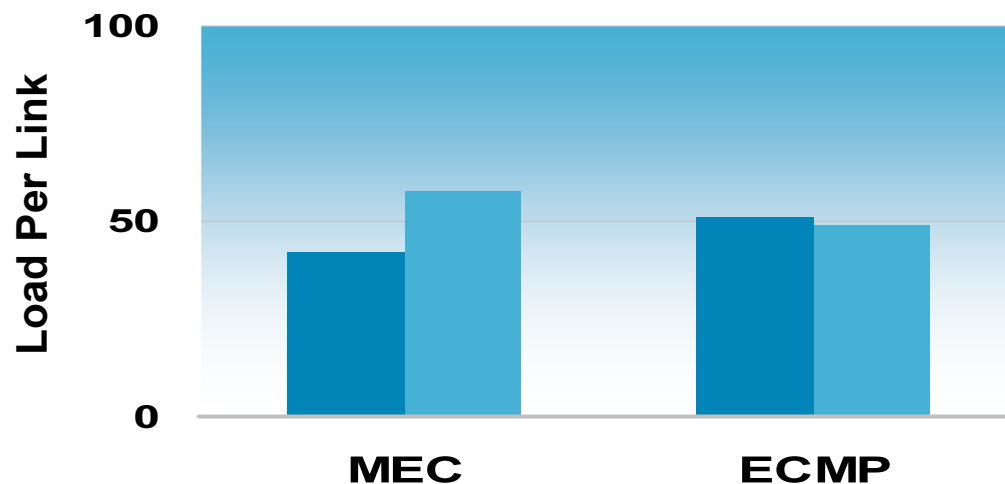
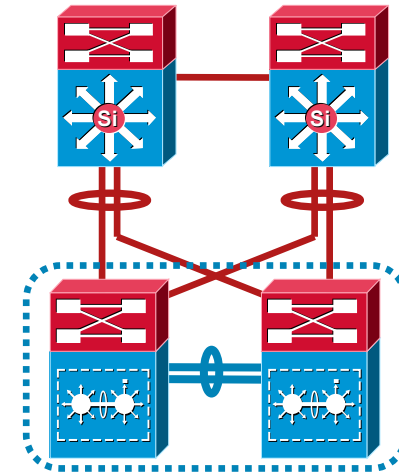
- A MEC konvergencia *konzisztens*, független az útvonalak számától
- Az ECMP konvergencia *függ* az útvonalak számától



# ECMP vagy MEC upstream a gerinc felé

## Terhelésmegosztás

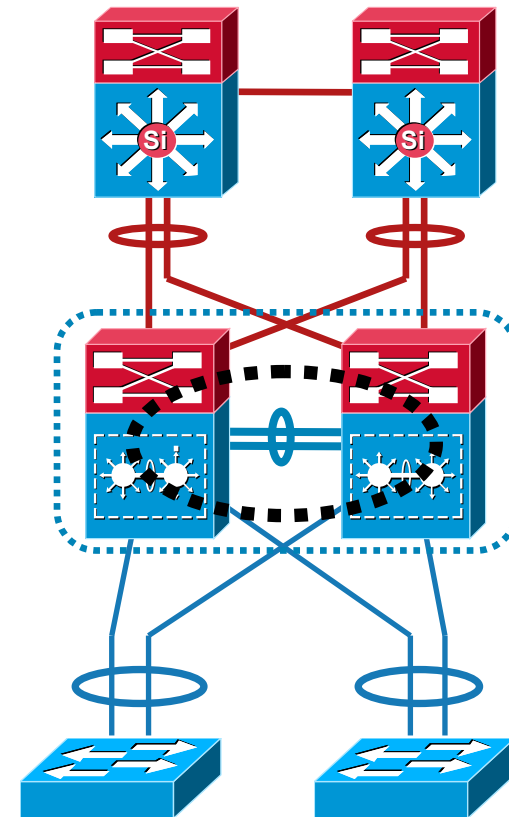
- A MEC 8 értékre hash-el egy XOR algoritmussal (Catalyst 6500)
- Az ECMP 16 értékre hash-el és egy sokkal összetettebb modulo algoritmust használ
- Az ECMP valamivel jobb egyenlőséget ad átlagos nagyvállalati forgalom esetén



# A VSS hatása a campus tervezésre

## A Virtual Switch Link kapacitásának tervezése

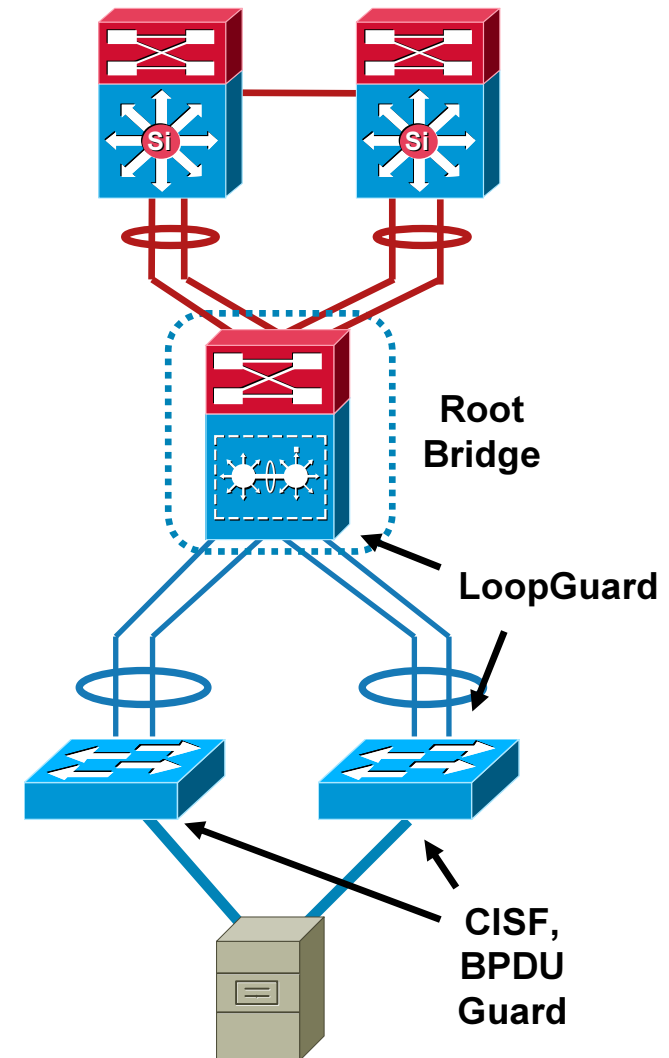
- A VSS kapacitás tervezés és kapcsolat méretezés majdnem teljesen egyezik a hagyományos Multi-Layer tervezésnél megszokottal
- Normális esetben csak a vezérlési sík forgalma halad át a VSL-en
- Valamelyik hozzáférési switch uplink irányú kapcsolatának kiesés esetén a downstream forgalom fele áthalad a VSL kapcsolaton
- A vezérlési síktól érkező forgalom nagyon alacsony mennyiségű és szigorú prioritás beállítással halad át a VSL kapcsolaton
- A VSL kapcsolat redundanciája **kritikus** és kapacitás tervezésnél fontosabb szempont



# A VSS hatása a campus tervezésre

## A vezérlési sík egyszerűsítés

- A Virtual Switch alapú tervezés egyszerűsíti a topológiát
- A redundáns vezérlőkártyák rugalmasságot biztosítanak az SSO-n keresztül
- Nincs szükség HSRP-re, GLBP-re vagy VRRP-re
- Nincsenek L2 hurkok a topológiában, a spanning tree szerepe a biztonságra korlátozódik
- **NE** kapcsoljuk ki teljesen a spanning tree-t, mivel külső hurkot így is létre lehet hozni



# Virtual Switch System architektúra

## Hardver és szoftver követelmények

- 12.2(33)SXH1 IOS szükséges
- Vezérlőkártya - VS-S720-10G-3C/XL

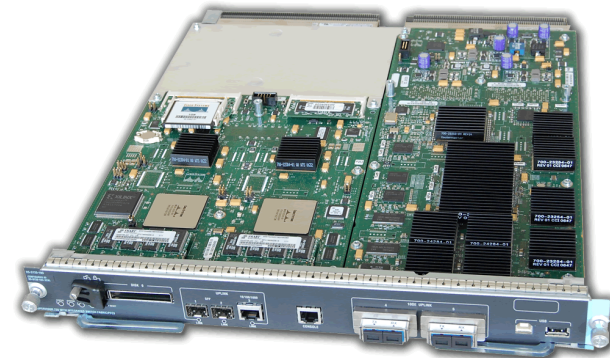
A PFC3C/XL új hardver elemeket tartalmaz az extra indexek és hozzárendelések támogatásához, amelyek a forgalomnak a több saszé közötti irányításához, a különböző keresések és MAC címtábla kezelésekre továbbfejlesztéséhez kellenek

- Virtual Switch Link

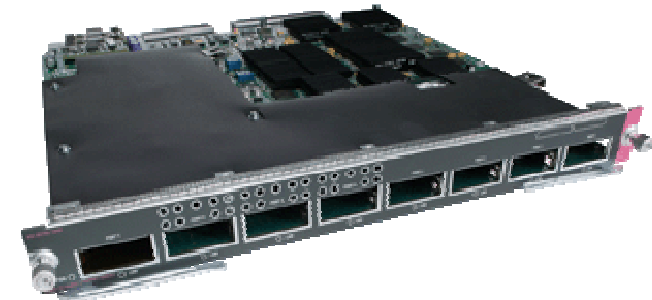
VS-S720-10G-3C/XL vagy WS-X6708-10G-3C/XL vagy WS-X6716-10G-3C/XL (utóbbi esetén 12.2(33)SXI + performance mode szükséges)

A VS Header becsomaglása új típusú port ASIC-et igényel

**10GE csak!**



**VS-S720-10G-3C/XL**



**WS-X6708-10G-3C/XL**

# Virtual Switch System architektúra

## Hardver követelmények

- **Támogatott interfész kártyák**

**A VSS jelenleg csak a WS-X67xx-sorozatú interfész kártyákat támogatja**

**Mind a DFC, mind a CFC támogatott**

**A CEF256 és a dCEF256 kártyák NEM támogatottak**

- **Támogatott szolgáltatási modulok**

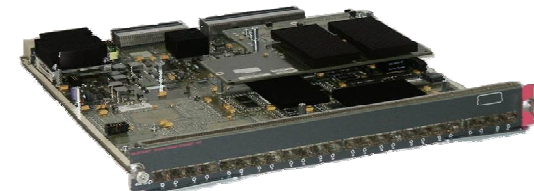
**NAM (SVC-NAM-1 és SVC-NAM-2)**

**FWSM**

**IDS/IPS**

**ACE 10/20**

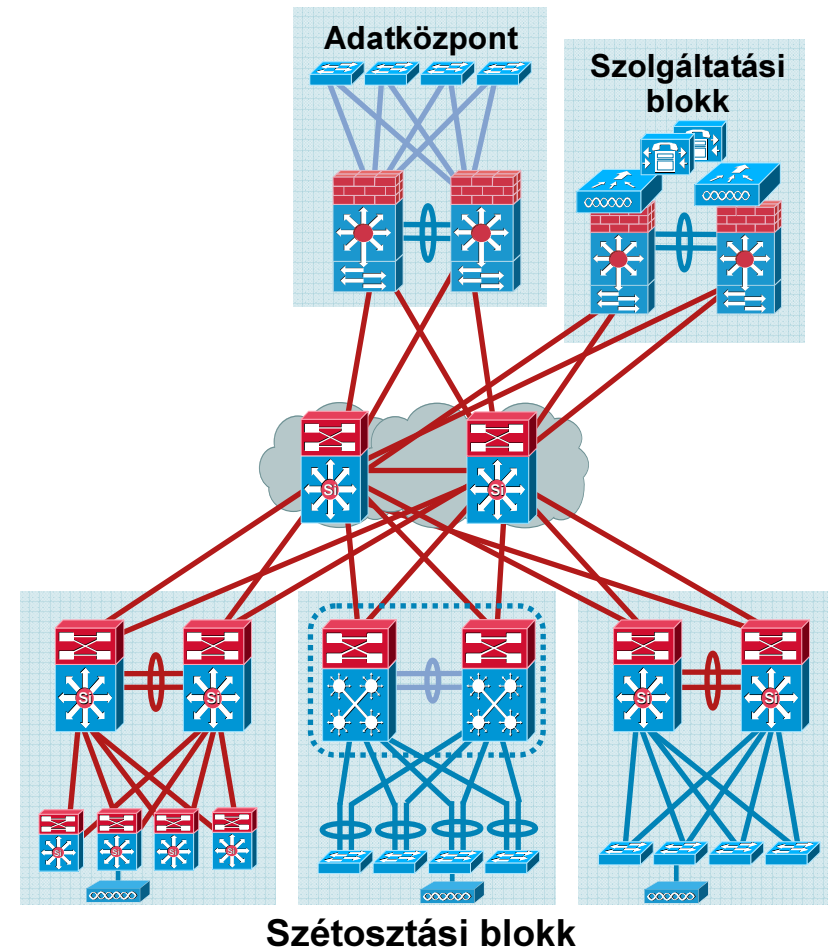
**WISM**



# Továbbfejlesztett campus tervezés - VSS

## Tartalom

- Többrétegű campus tervezés
- Virtual Switch alapú campus tervezés
  - Virtual Switching System
  - VSS architektúra
  - Multi-Chassis Etherchannel és VSS redundancia
  - Campus tervezési megfontolások
- **Összefoglalás**





# Következő generációs campus tervezés

- A hagyományos Layer 2 tervezés továbbra is érvényes
- A továbbfejlődő architektúrák ezeket biztosítják:

Egyszerűsített vezérlési sík: Nem függ az STP-től

Megnövelt kapacitás: flow-alapú terhelésmegosztás

Magas rendelkezésreállás: 200 msec alatti helyreállítás

- Flexibilitás a különböző hálózati igények kiszolgálásához szükséges megvalósításokhoz

