



Felhő alapú hálózatok (VITMMA02)

Szerver virtualizáció, Adatközpont hálózatok

Dr. Maliosz Markosz

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

2020. tavasz



SZERVER VIRTUALIZÁCIÓ



Szerver virtualizáció

- » Alacsony szerver kihasználtság $\Rightarrow$ virtualizálás
 - » PC-k, szerverek: 10%
 - » háttértár: 50%
- » Szerver CPU és hálózati sávszélesség kihasználtság nő
 - » Kezdetek: 2-4(-10) VM / fizikai szerver (Virtual/Physical Machine)
 - » jelenleg: 10-20 VM/PM
 - » kis teljesítményigényű folyamatok esetén akár 100 VM/PM
- » Hypervisor
 - » virtual machine monitor/manager (VMM)
 - » lehetővé teszi VM-ek futtatását
 - » memória kezelés, CPU ütemezés
 - » hardver: hoszt, VM: vendég (guest)

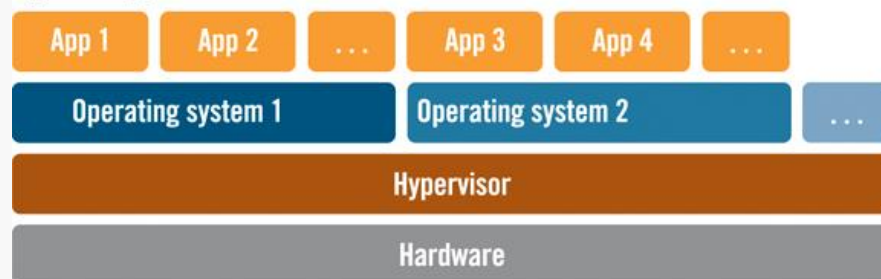


Szerver virtualizáció

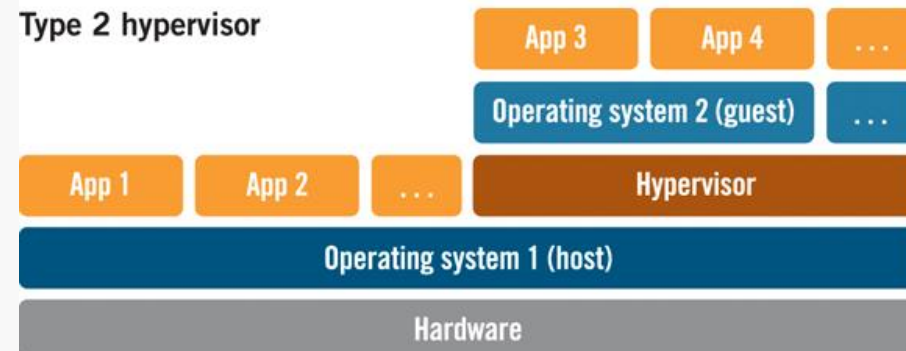
» Hypervisor

- » típusok, besorolás: Gerald J. Popek és Robert P. Goldberg, „Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures”, 1974
 - » 1: natív (bare metal)
 - » a hypervisor közvetlenül a hardveren fut
 - » pl. Citrix XenServer, VMware ESX/ESXi, Microsoft Hyper-V
 - » 2: hosztolt
 - » a hypervisor operációs rendszeren fut (host), futtatott VM: guest
 - » pl. VMware Workstation/Player, VirtualBox
 - » egyéb: Linux Kernel-based VM (KVM)
 - » kernel modulként fut, a hoszt OS-t 1-es típusra konvertálja
 - » inkább a 2-es típusba sorolják

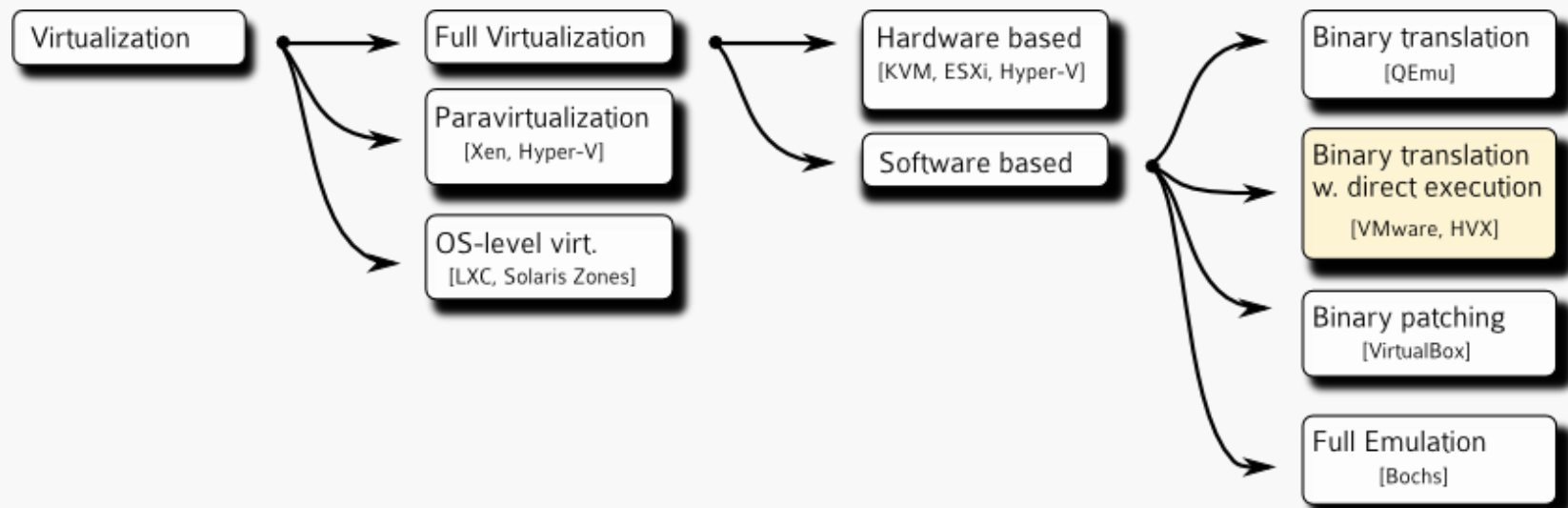
Type 1 hypervisor



Type 2 hypervisor

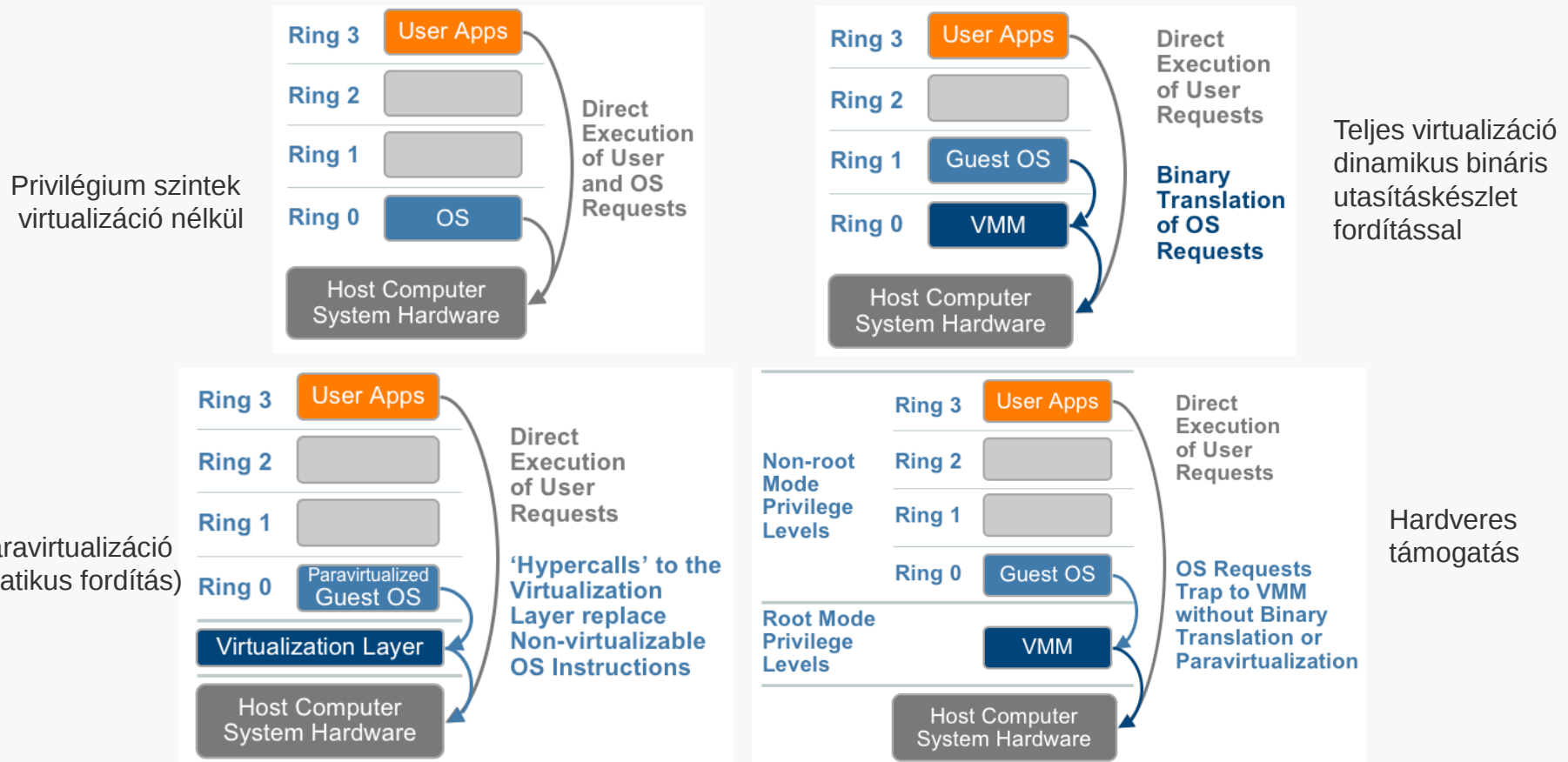


Virtualizáció típusai



CPU Virtualizáció

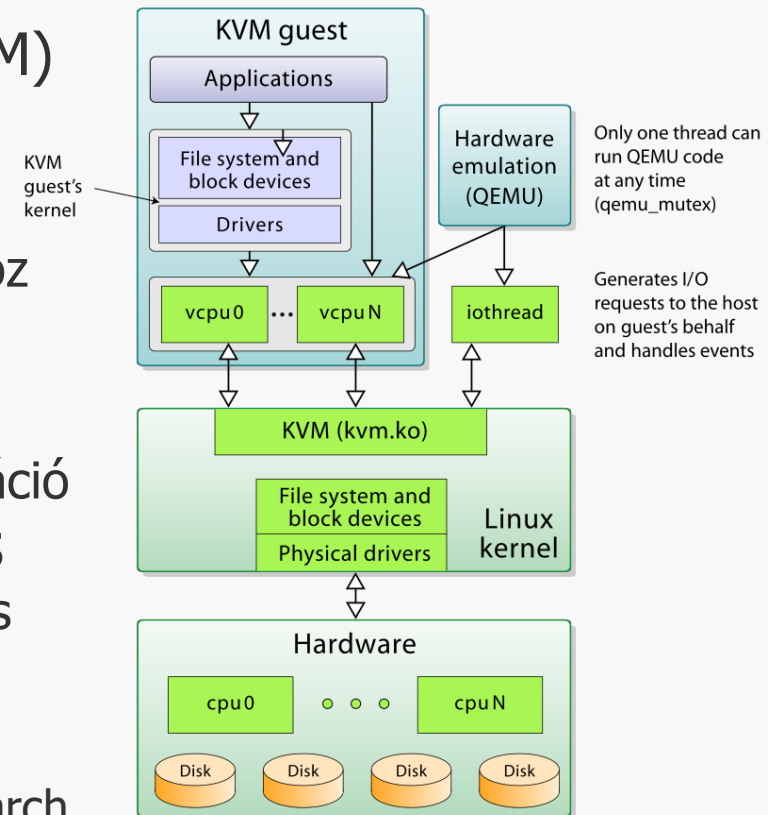
- » 2005-2006. hardver támogatás a virtualizációhoz: Intel VT-x és AMD-V
- » Virtualizációs szoftverek elterjedése
- » x86 CPU virtualizáció



Ábrák forrása: VMware, Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist, White Paper, 2007

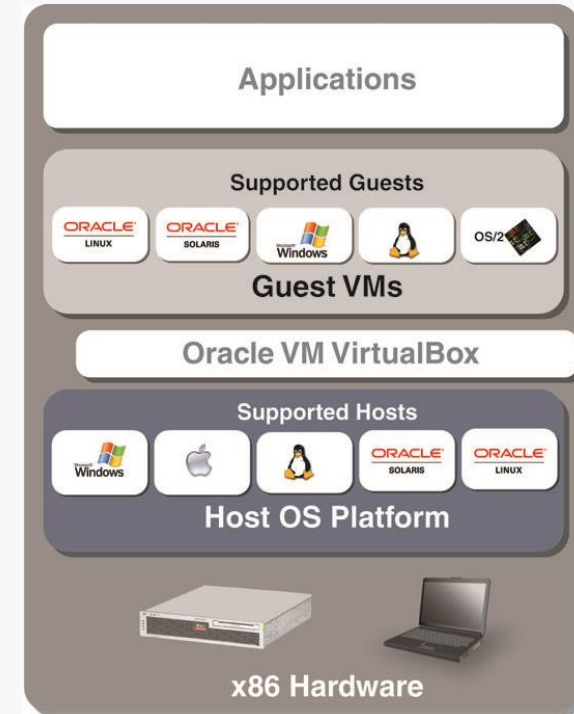
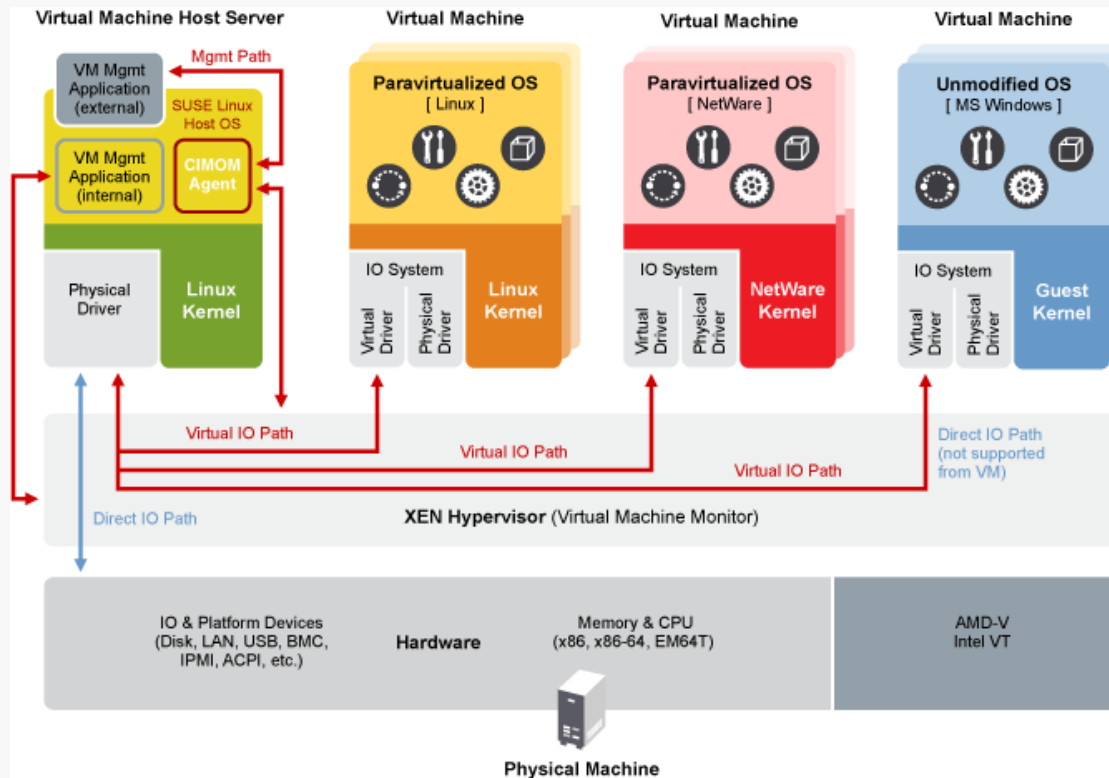
Platform virtualizáló szoftverek

- » Nyílt forráskódú / szabad szoftver
 - » Kernel-based Virtual Machine (KVM)
 - » 2-es típus
 - » Linux kernel része
 - » a hardver támogatás virtualizációhoz követelmény
 - » QEMU
 - » általános célú emuláció és virtualizáció
 - » emuláció: más architektúrára írt OS vagy program futtatható, dinamikus fordítással
 - » virtualizáció: Xen vagy KVM
 - » ha a hoszt és vendég ugyanaz az arch.
 - » különben szoftver virtualizáció



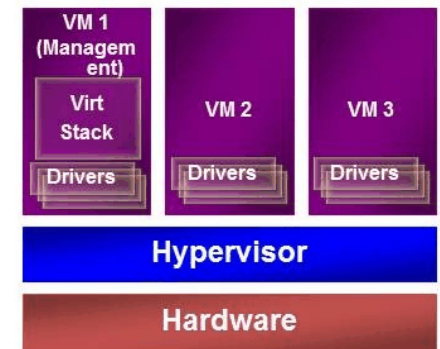
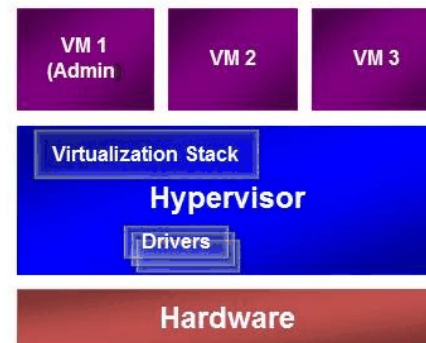
Platform virtualizáló szoftverek

- » Nyílt forráskódú / szabad szoftver
 - » Oracle VirtualBox
 - » 2-es típus
 - » szoftveres vagy hardveres támogatottságú virtualizáció
 - » Xen
 - » 1-es típus
 - » paravirtualizáció vagy hardveres támogatás virtualizációhoz



Platform virtualizáló szoftverek

- » Nem nyílt / kereskedelmi termék
 - » VMware ESXi
 - » 1-es típus
 - » paravirtualizáció vagy hardveres támogatottságú virtualizáció
 - » kis méret: kb. 200 MB
 - » monolitikus VMkernel
 - » a hypervisor minden eszközmeghajtót tartalmaz és kezel
 - » három interfész: hardver, vendég rendszerek, service console (Console OS)
 - » Microsoft Hyper-V
 - » 1-es típus
 - » partíciók
 - » kell egy szülő partíció: x86-64 Windows Server
 - » gyerek partíciók: VM-ek
 - » paravirtualizáció vagy hardveres támogatottságú virtualizáció
 - » nagyobb méret: kb. 5GB core, vagy 10GB teljes
 - » mikorkernel
 - » eszközmeghajtók VM szinten





ADATKÖZPONTOK HÁLÓZATÁNAK KIALAKÍTÁSA: HÁLÓZATI ESZKÖZÖK

Adatközpont hálózat

- » Szerverek rack szekrénybe rendezve
 - » néhány 10 vagy 100 ezer szerver
- » Befektetési és működtetési költségek csökkentése
- » Hálózati eszközök
 - » hálózati kártyák (Network Interface Card – NIC)
 - » kapcsolók (switch, bridge)
 - » útválasztók (router)
 - » vezetékezés (réz vagy optika)
 - » új trend
 - » hálózati eszközök legyártatása egyedi specifikáció alapján és saját szoftver írása (pl. Google) ⇒ Software Defined Networking (SDN)





Adatközpont hálózat

» Miért Ethernet?

- » általában: max. teljesítmény min. költséggel
- » kis költségű Layer2 hálózat
- » nagy bitsebesség: 1, 10, 40 (, 100) GbE
- » 10 GbE
 - » 2006-tól jelentek meg eszközök
 - » 2012-től széleskörű elterjedés
- » háttértár hálózati forgalom
 - » Fibre Channel over Ethernet (FCoE)

» Kihívások

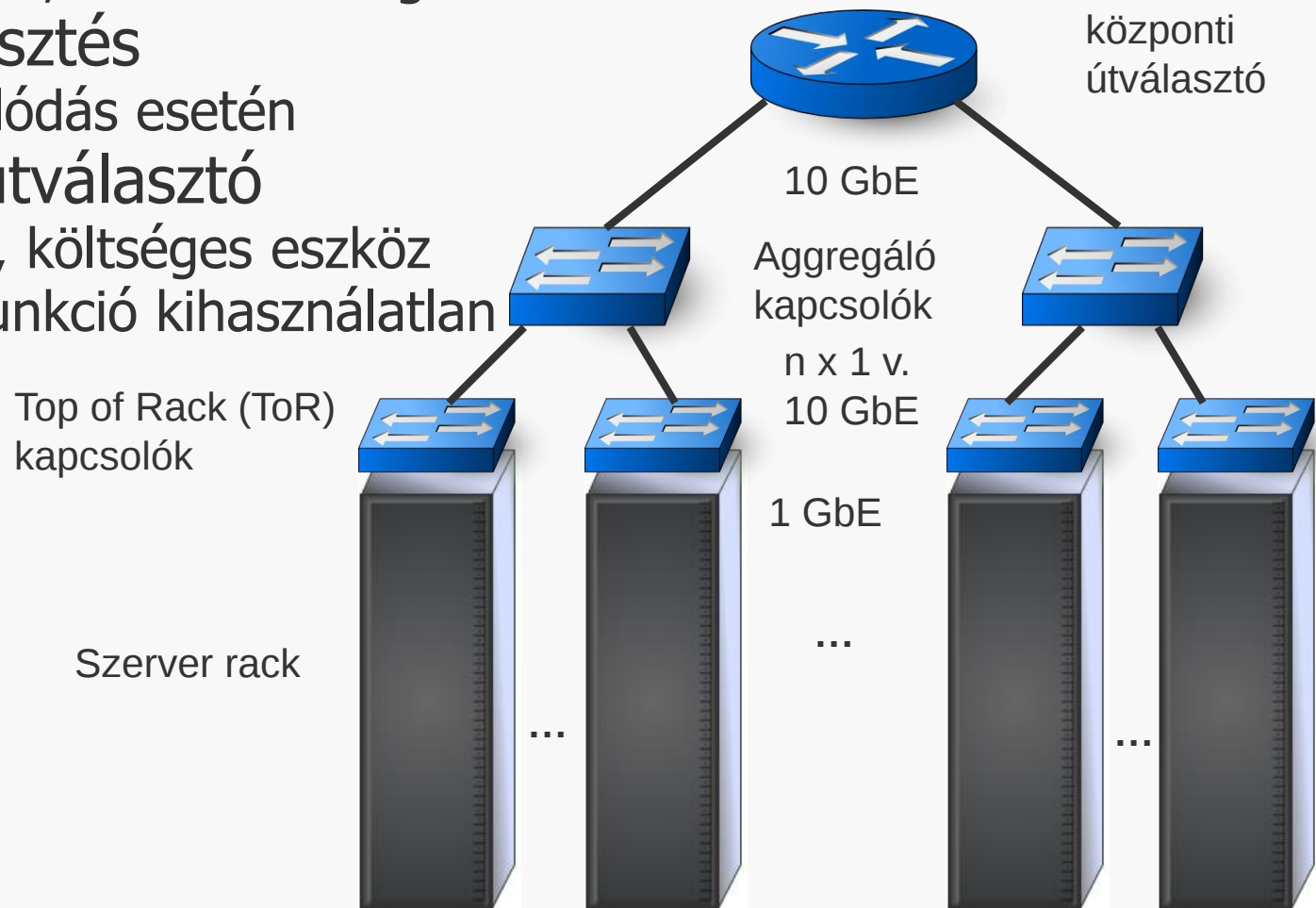
- » más követelmények, mint a LAN-ban: skálázhatóság, hibatűrés, keresztmetszeti sávszélesség, automatizált cím allokáció

» Konvergencia

- » nem csak az adatkommunikáció, hanem a tároló egységek (storage) forgalma is egyazon hálózaton fut
 - » adatvesztés nem tolerálható
 - » minimum bitsebesség garancia

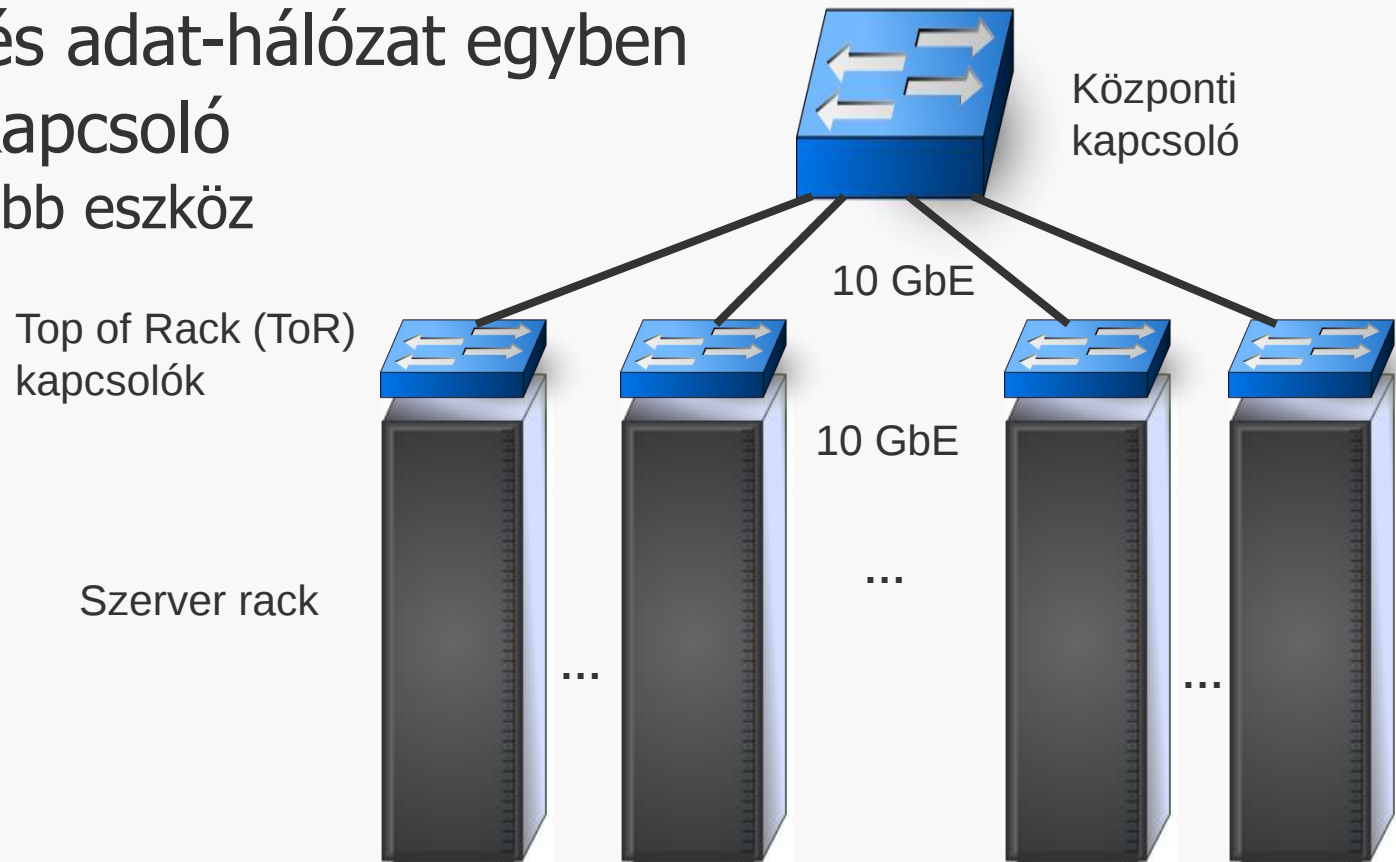
Vállalati adatközpont

- » szerverek közötti forgalom több eszközön keresztül
 - » késleltetés, késleltetés ingadozás
- » csomagvesztés
 - » nagy torlódás esetén
- » központi útválasztó
 - » komplex, költséges eszköz
 - » sok L3 funkció kihasználatlan



Felhő adatközpont

- » szerverek közötti forgalom kevesebb köztes eszközön halad
 - » lapos(abb) /flat/ hálózati topológia
- » háttértár és adat-hálózat egyben
- » központi kapcsoló
 - » egyszerűbb eszköz



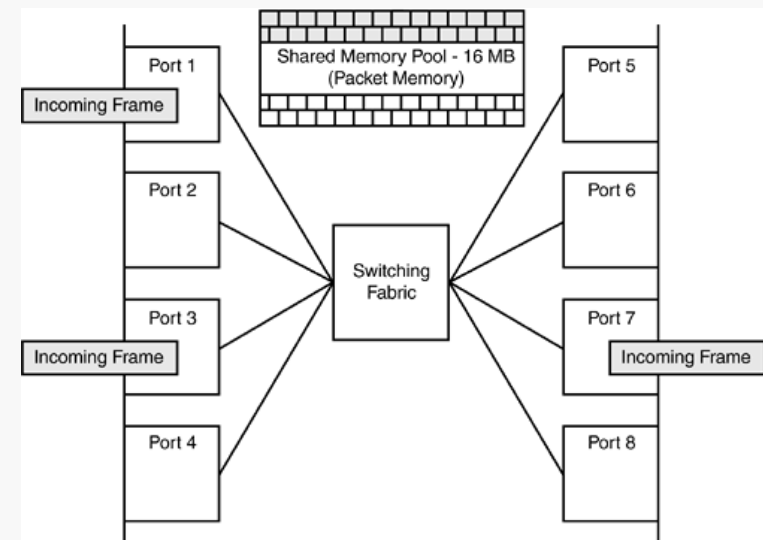
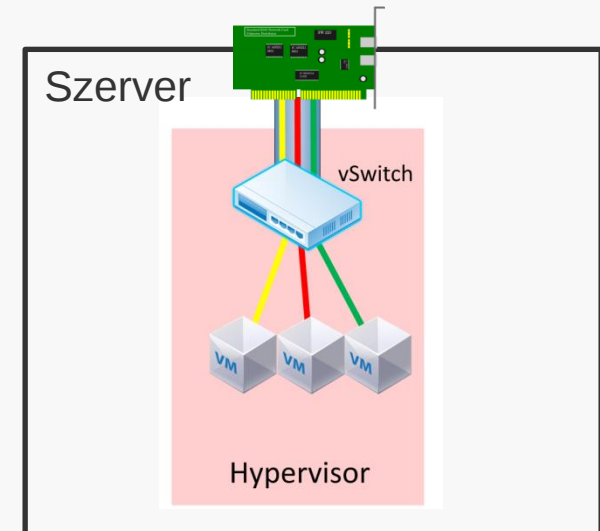


Adatközpont kapcsoló típusok

- » Virtuális kapcsoló (virtual switch, vSwitch)
 - » VM-ek között ugyanazon fizikai szerveren
- » Top of Rack (ToR) kapcsoló
- » End of Row (EoR) kapcsoló
- » Aggregáló kapcsoló
- » Központi kapcsoló/útválasztó

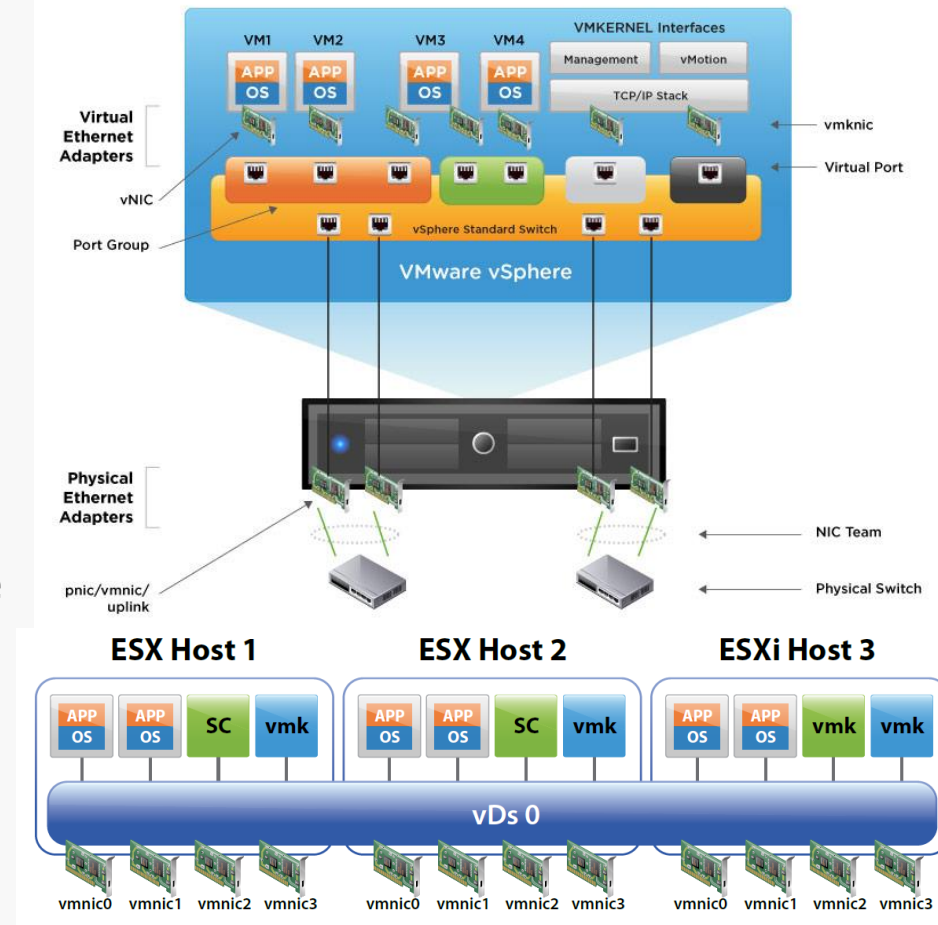
Virtuális kapcsoló

- » Hypervisor
 - » VM-ek és virtuális kapcsolók konfigurálása
- » vSwitch
 - » a fizikai hálózati kártyához kapcsolódik, jellemzően egyet használ az összes VM
 - » a szerveren lévő VM-ek ki- és bemenő forgalmának bitsebességét korlátozza
 - » a szerver CPU végzi a műveleteket
 - » gyakorlatilag osztott memóriával megvalósított kapcsoló
 - » a szerver memóriájában vannak az adatok (csomagok, keretek)
 - » VM-ek a mutatókat cserélik egymás között
 - » nagy bitsebesség!
 - » ugyanúgy a hálózat része
 - » egységes menedzselés, konfigurálás lenne az ideális



Virtuális kapcsolás: VMware vSwitch

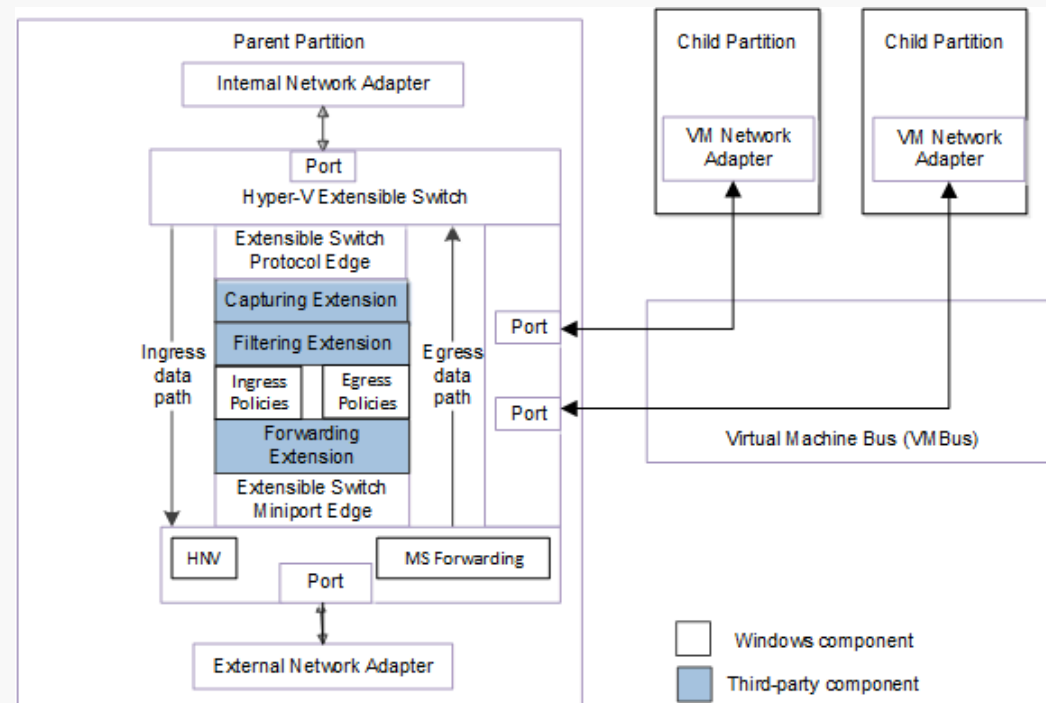
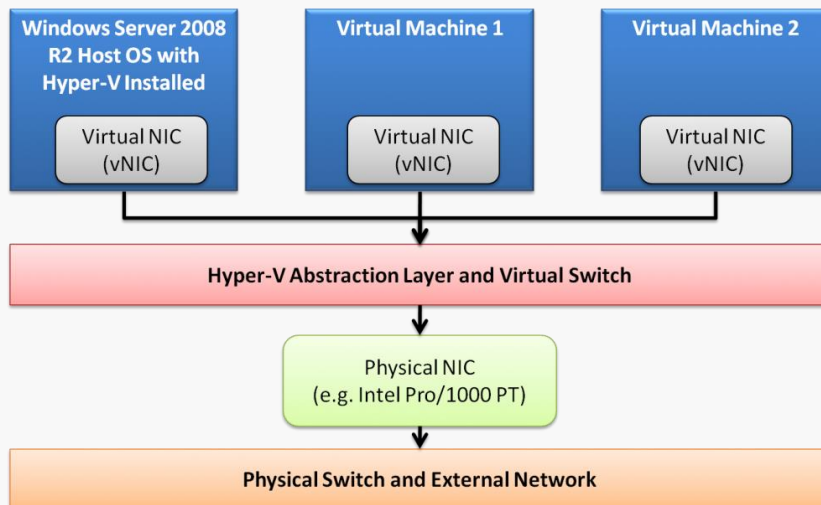
- » több VM – egy (vagy több) hálózati kártya
- » szoftveres vSwitch – hypervisor
 - » VMware vSphere (ESXi)
 - » vNetwork Standard Switch (VSS)
 - » absztrakt, elosztott kapcsoló: vSphere Distributed Switch (VDS)
 - » több fizikai szervert fog össze
 - » Új képességek (jelentős CPU használat)
 - » forgalom monitorozás
 - » VLAN izoláció
 - » forgalom formázás (max. sávszélesség)
 - » vMotion támogatás



Virtuális kapcsolás: Microsoft Hyper-V

- » Private/Internal/External mód
- » Hyper-V switch: Windows Server
 - » Hyper-V Virtual Switch
 - » forgalom osztályozás és szűrés és monitorozás
 - » minimum sávszélesség garancia és maximum limit
 - » torlódás vezérlés
 - » VM-enként várakozási sorok
 - » live migration
 - » egyedi kiterjesztések fejlesztethetők

Hyper-V Networking Basic Diagram

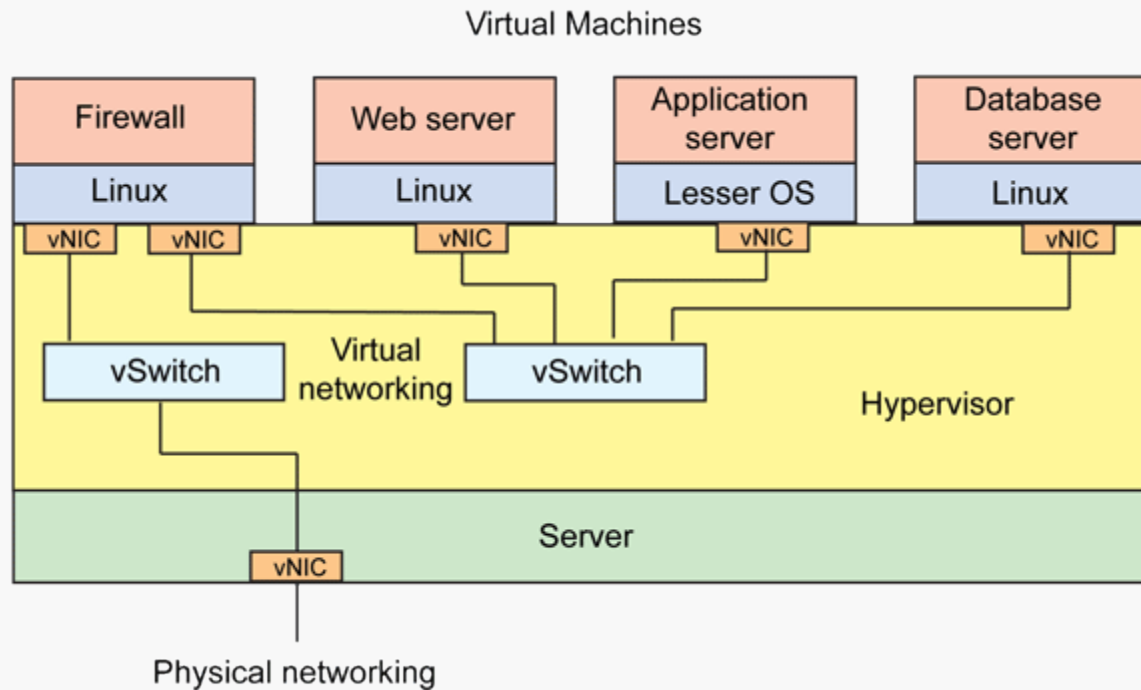




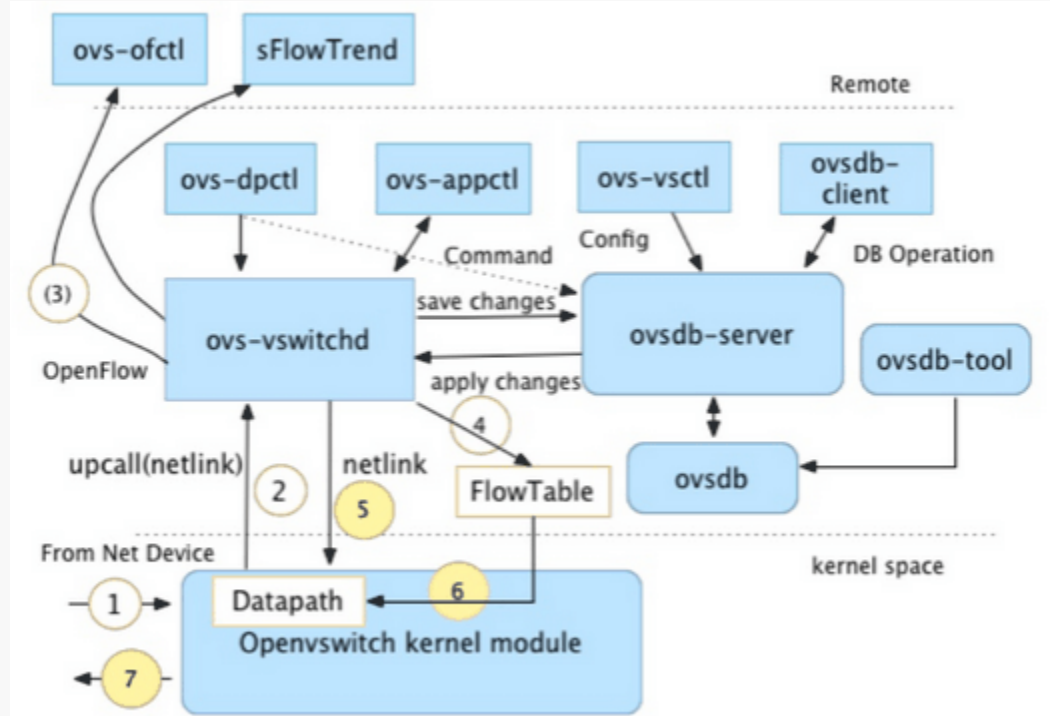
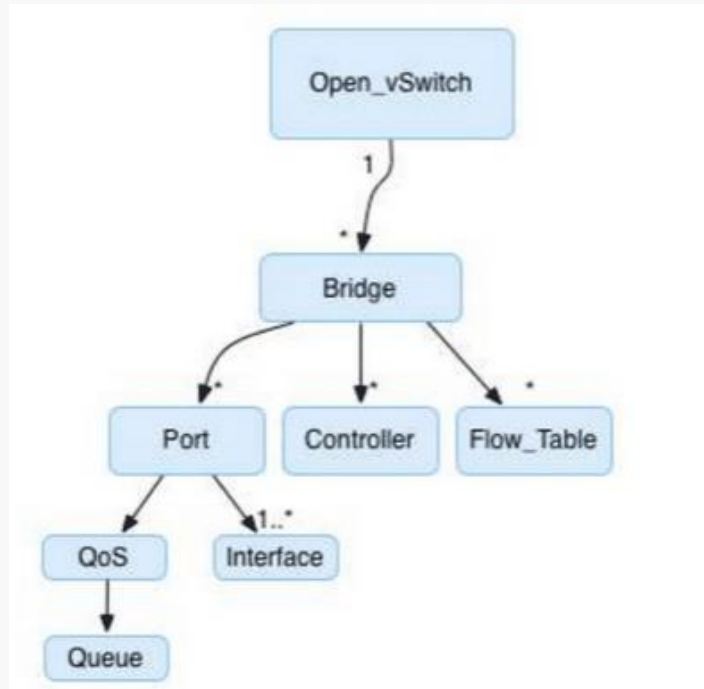
Virtuális kapcsolás: Open vSwitch

- » nyílt forráskódú implementáció
- » szabványos menedzsment protokollok
- » Képességei
 - » VM-ek közötti forgalom monitorozása, pl. NetFlow segítségével
 - » 802.1Q VLAN
 - » STP (IEEE 802.1D-1998)
 - » QoS kezelés
 - » VM interfészenkénti forgalom szabályozás
 - » hálózati kártyák összefogása
 - » OpenFlow protokoll támogatás
 - » IPv6
 - » alagút prtokollok: GRE, VXLAN, IPsec
 - » Kernel vagy user-space csomagtovábbítás
 - » user-space vezérlés
- » Jellemzői
 - » hálózati állapot mobilitás, pl. bejegyzések a továbbítási táblákba, hozzáférési és QoS szabályok
 - » hálózati dinamika kezelése: VM-ek indítása, leállítása, mozgatása
 - » címkék kezelése: alagutazáshoz, VM azonosításhoz
 - » hardver integráció lehetősége: vezérlő rétege lehet fizikai kapcsolónak
 - » több fizikai szerveren elosztott működés: OpenFlow segítségével
- » Platformok
 - » XenServer, Xen, KVM, VirtualBox, OpenStack, OpenNebula, Linux (kernel), FreeBSD

Virtuális kapcsolás: Open vSwitch



Open vSwitch adatszerkezet és felépítés



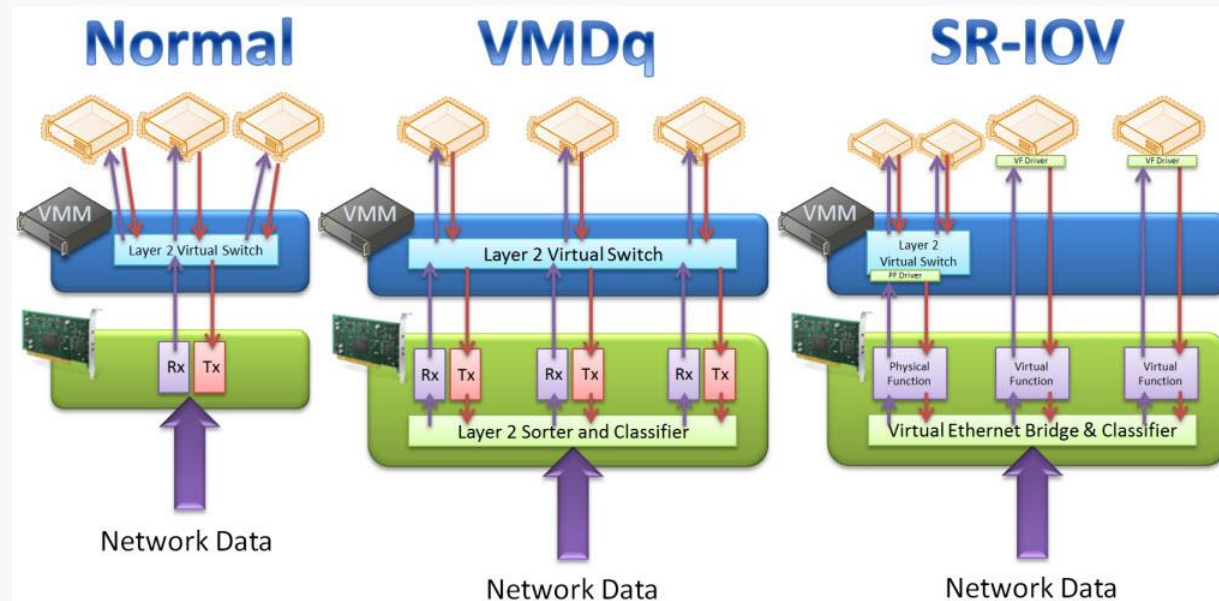


Linux Bridge

- » egyszerűbb az OVS-nél
 - » kevesebb funkció
 - » nem folyam alapú modell
 - » kisebb kódbázis: kevesebb hibalehetőség
 - » könnyebb a hibakeresés
 - » beállítás: brctl, ip route
- » tunneling
 - » korábban csak GRE volt támogatott
 - » VXLAN támogatás: Linux kernel 3.7, 2012.

VM hálózati teljesítmény növelése

- » Virtual machine device queues (VMDq) – Intel
 - » vSwitch intenzív CPU használata csökkenti a VM-ek teljesítményét
 - » VMDq a hálózati kártyán implementálva
 - » VM-enkénti küldési és fogadási sorok
 - » MAC és VLAN címke alapján
 - » előnyök
 - » párhuzamosítás
 - » hardver kezeli a csomagok leválogatását
- » PCIe single-root IO virtualization (SRIOV)
 - » külön virtuális funkció (VF)
 - » kikerüli a vSwitch-et, ezért csak speciális esetekben alkalmazzák
 - » DMA VF és VM között
 - » támogatás
 - » VM hálózati meghajtó
 - » hypervisor
 - » kb. 10-15% CPU terhelés csökkenés



ToR kapcsoló

» Jellemző konfiguráció

- » szerverek csillag topológiában
- » 48 x 10 GbE port a szerverek felé
- » 4 x 40 GbE az aggregáló kapcsoló(k) felé
- » 480 Gbps $\leftrightarrow$ 160 Gbps
 - » 3:1 oversubscription: túljegyzés, túlfoglalás
 - » tipikus értékek: 2,5:1 – 8:1
- » 1 rack – 1 kapcsoló
 - » rack szintű redundancia

» ToR kapcsoló

- » kis késleltetés
- » nagyméretű címtér kezelés
- » háttértár forgalmat is kezelje

» Lehetséges extra funkciók

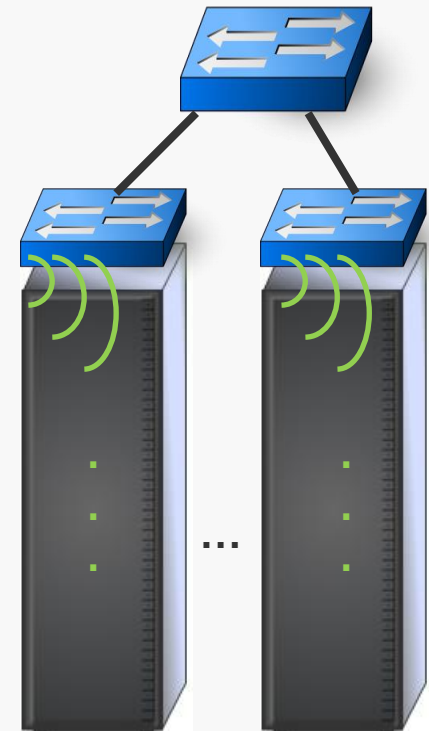
- » alagutazás
- » szűrés
- » mérés
- » terhelés kiegyenlítés

Előnyök:

- rövidebb és egyszerűbb vezetékezés
- rack szintű menedzsment/redundancia

Hátrányok:

- több kapcsolót kell menedzselni
- skálázhatósági korlátok (STP, portszám)
- kapcsolónkénti vezérlő sík



EoR kapcsoló

» Költségcsökkentés

- » több kapcsoló komponens, kapcsoló kártyák
 - » szerverek felé
 - » központi kapcsoló felé
- » közös áramforrás, hűtés, menedzsment
- » kártyák közös buszon

» Vezetékezés

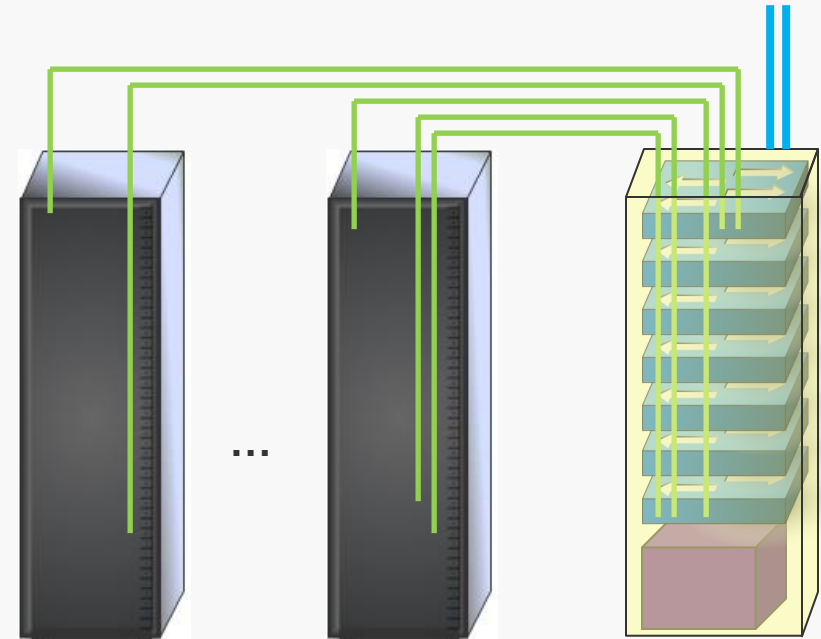
- » max. 100 m a szerverekig
- » ellenben ez költséges lehet

Előnyök:

- kevesebb kapcsolót kell menedzselni
- kevesebb aggregációs portot igényel
- kevesebb STP példány
- egy vezérlősík

Hátrányok:

- költséges, rugalmatlan vezetékezés
- hosszú, nehezen menedzselhető vezetékek
- soronkénti menedzsment/redundancia



Kapcsolómező kiterjesztés

- » Fabric extender (FEX)
- » ToR / EoR hibrid megoldás
 - » logikailag elosztott EoR kapcsolóként viselkedik
 - » minden rack tetején kiterjesztett kapcsolómező
 - » fizikai kapcsoló korlátozott képességekkel
 - » egy vezérlő sík az összes porthoz
 - » vezetékezés, mint ToR kapcsolóknál

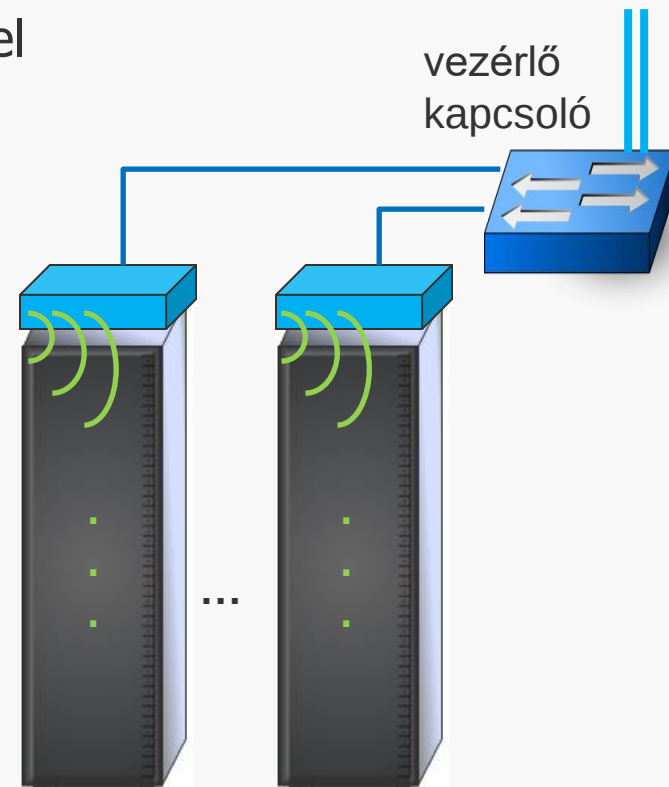
Előnyök:

- kevesebb kapcsolót kell menedzselni
- kevesebb aggregációs portot igényel
- kevesebb STP példány
- egy vezérlősík
- költséghatékony vezetékezés
- rack szintű menedzsment/redundancia

Hátrányok:

- kevésbé elterjedt

kapcsolómező
kiterjesztés





Aggregáló és központi kapcsoló

- » aggregáló: ToR és központi között
- » központi
 - » kapcsolódás a külső hálózathoz
 - » nagyszámú, nagysebességű port
 - » moduláris felépítés
 - » vonali kártyák (első fokozat)
 - » kapcsoló kártyák (második fokozat)
 - » feldolgozó kártyák (CPU, memória) – tűzfal, terheléselosztó
 - » menedzsment kártyák
 - » cél: egyszerű csomagtovábbítási szabályok címkék segítségével