INFORMÁCIÓS RENDSZEREK ÜZEMELTETÉSE

BME VIK TMIT

MÉRNÖK-INFORMATIKUS ALAPKÉPZÉS

7. ADATKÖZPONTOK (DATA CENTERS)

Adatközpontok definíciója

Adatközponti topológiák:

Multi-tier, Fat tree, Full mesh, Spine and leaf

Útválasztó protokollok:

Spanning tree, Equal Cost Multipath

High Performance Clusters

Demilitarizált zónák

HTML alapú alkalmazások

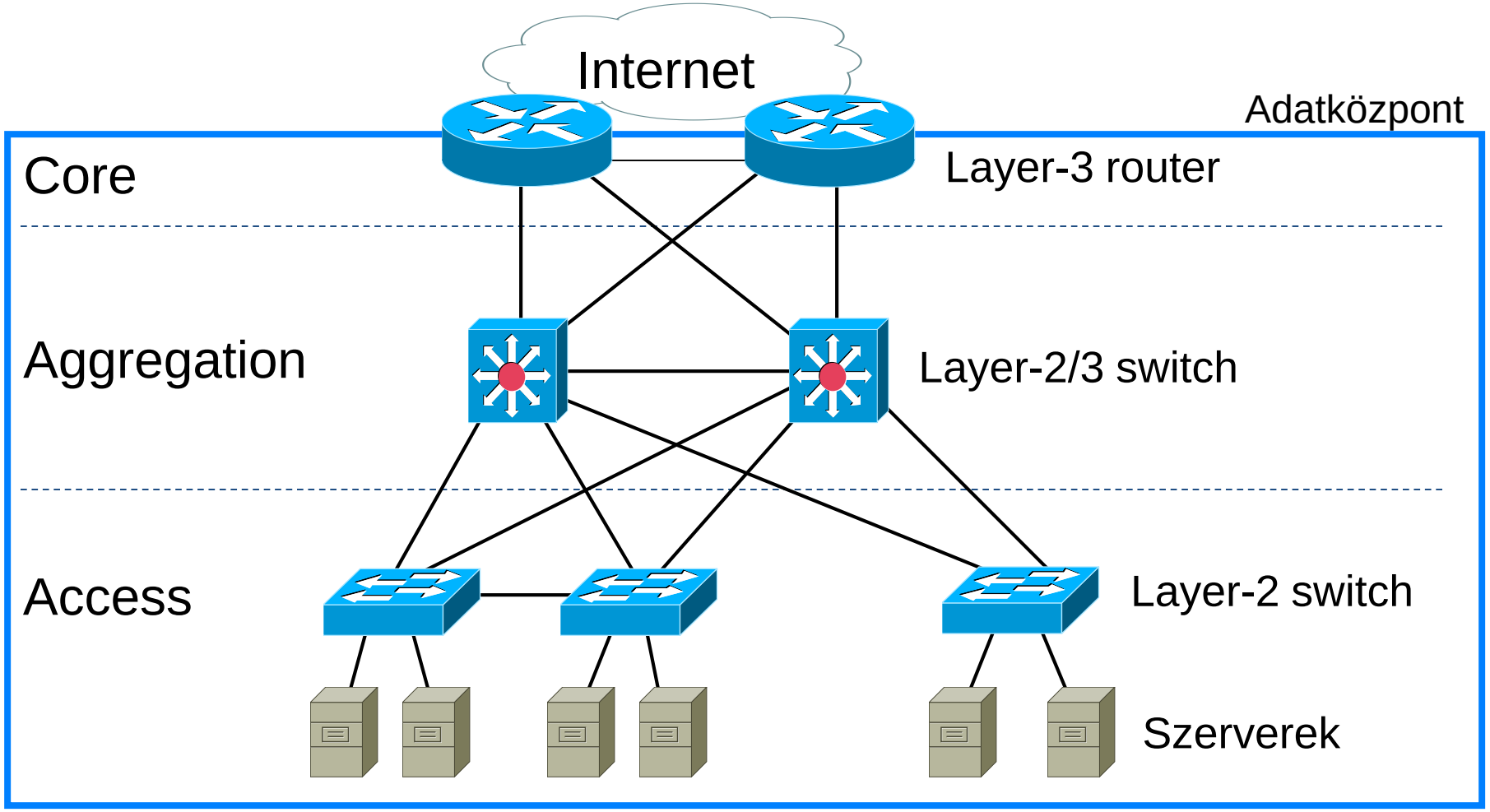
Adatközpontok felépítése

Adatközponti szolgáltatások

ADATKÖZPONTOK

- Az adatközpont számítógép rendszerek és komponenseik elhelyezésére szolgáló létesítmény
- Napjainkban a PC-k tízezreit tartalmazó egyetemi, kutatóközponti, vállalati adatközpontok megszokottak
- Egy adatközpontot tipikusan tudományos számításokra, üzleti analitikára, adatbányászatra, adattárolásra, és nagyteljesítményű hálózati szolgáltatások nyújtására használnak

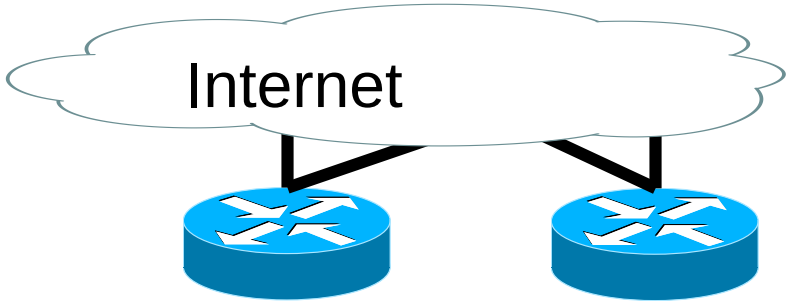
TIPIKUS ADATKÖZPONTI TOPOLÓGIA



Multi-Tier Model

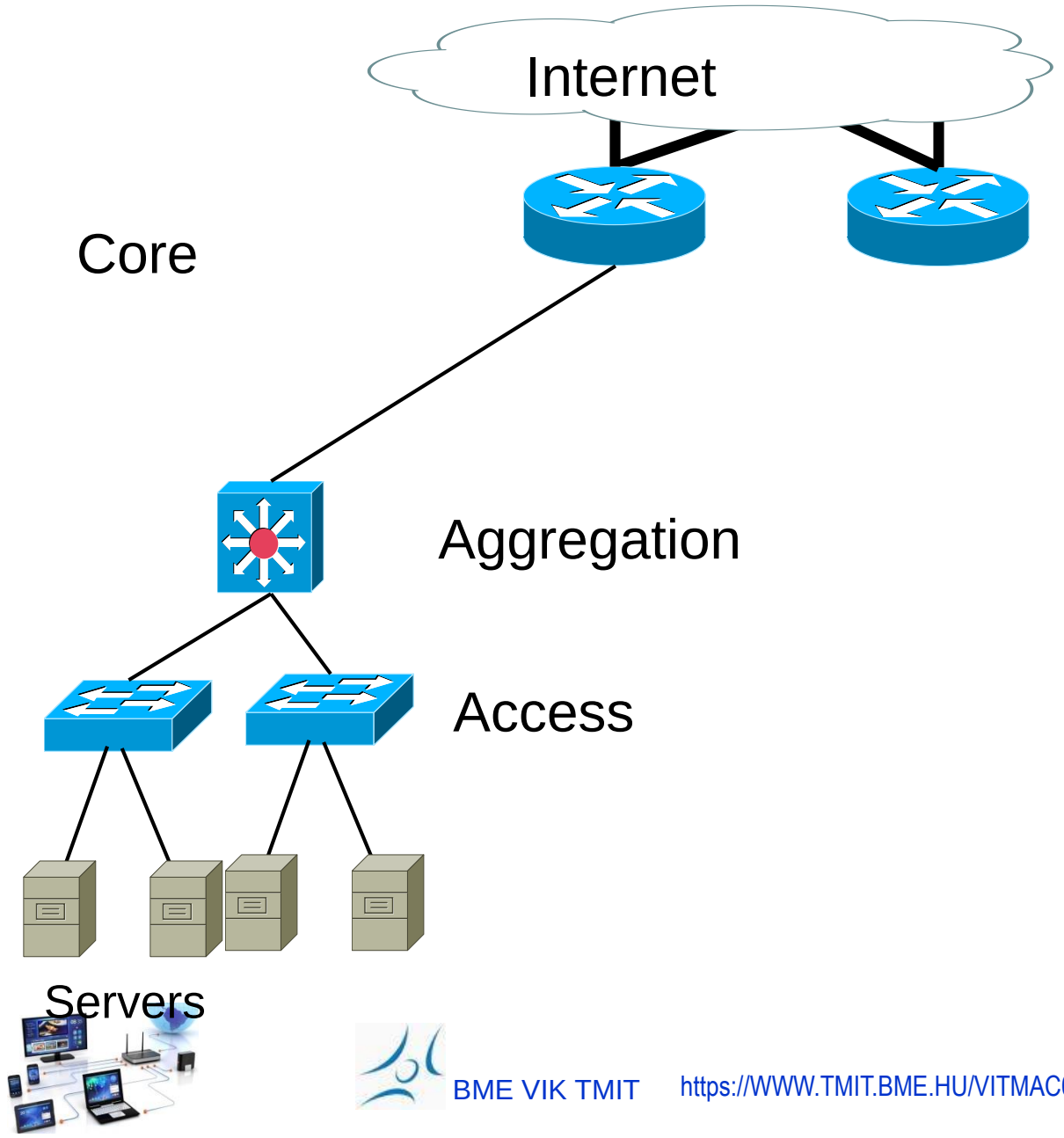
- Multi-tier: többszintű
- Access – hozzáférési
  - Szerverek csatlakoztatása
- Aggregation – aggregációs
  - A hozzáférési réteg redundáns kapcsolatai
- Core – mag
  - Routing szolgáltatások nyújtása
  - “Összeköti az adatközpontot a külvilággal”
    - Az adatközpont más részeivel
    - Adatközponton kívüli szolgáltatásokkal (pl. Internet)
    - Földrajzilag elkülönülő adatközpontokkal
    - Más távoli helyszínekkel

Multi-Tier Model

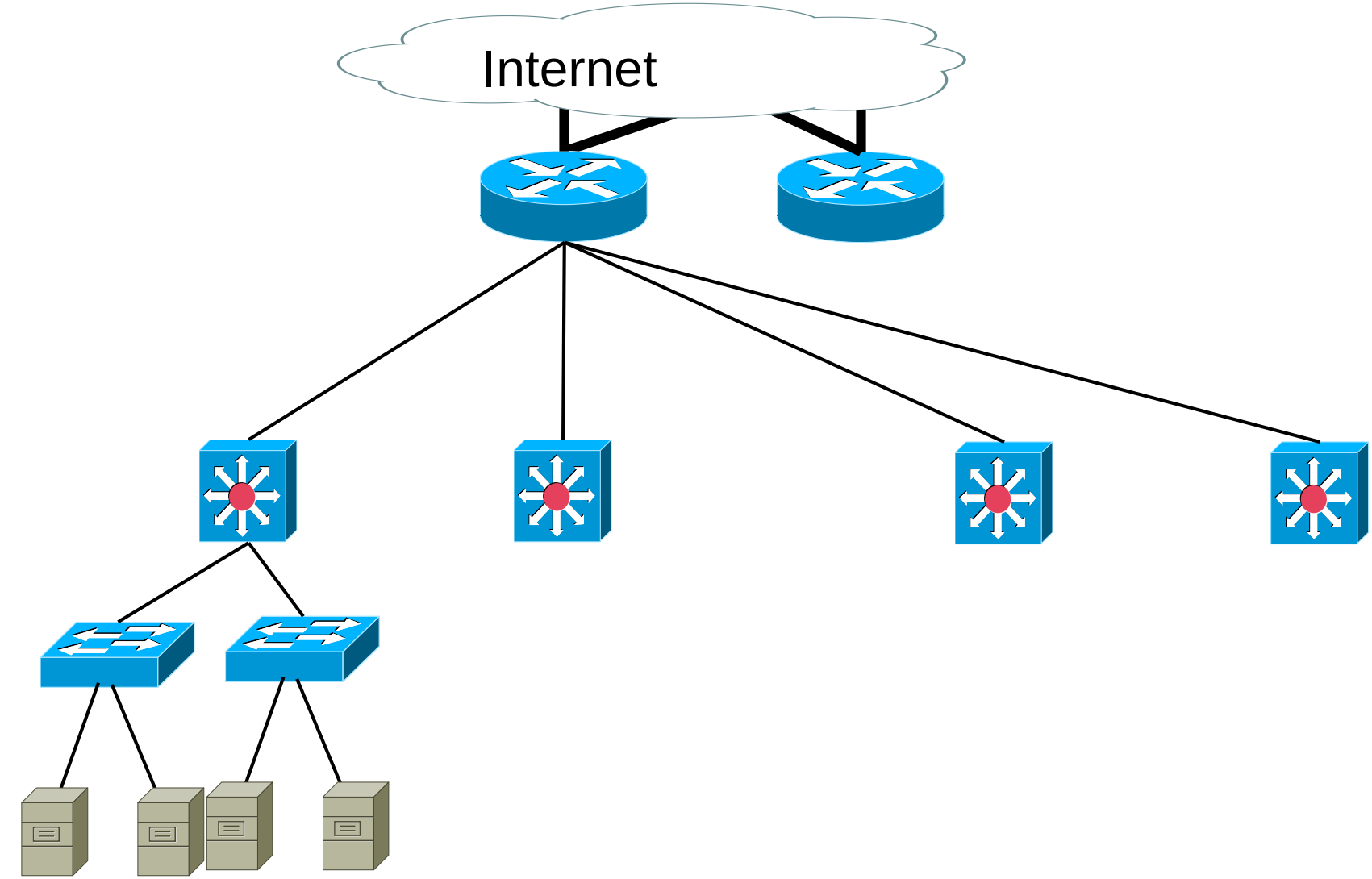


Core

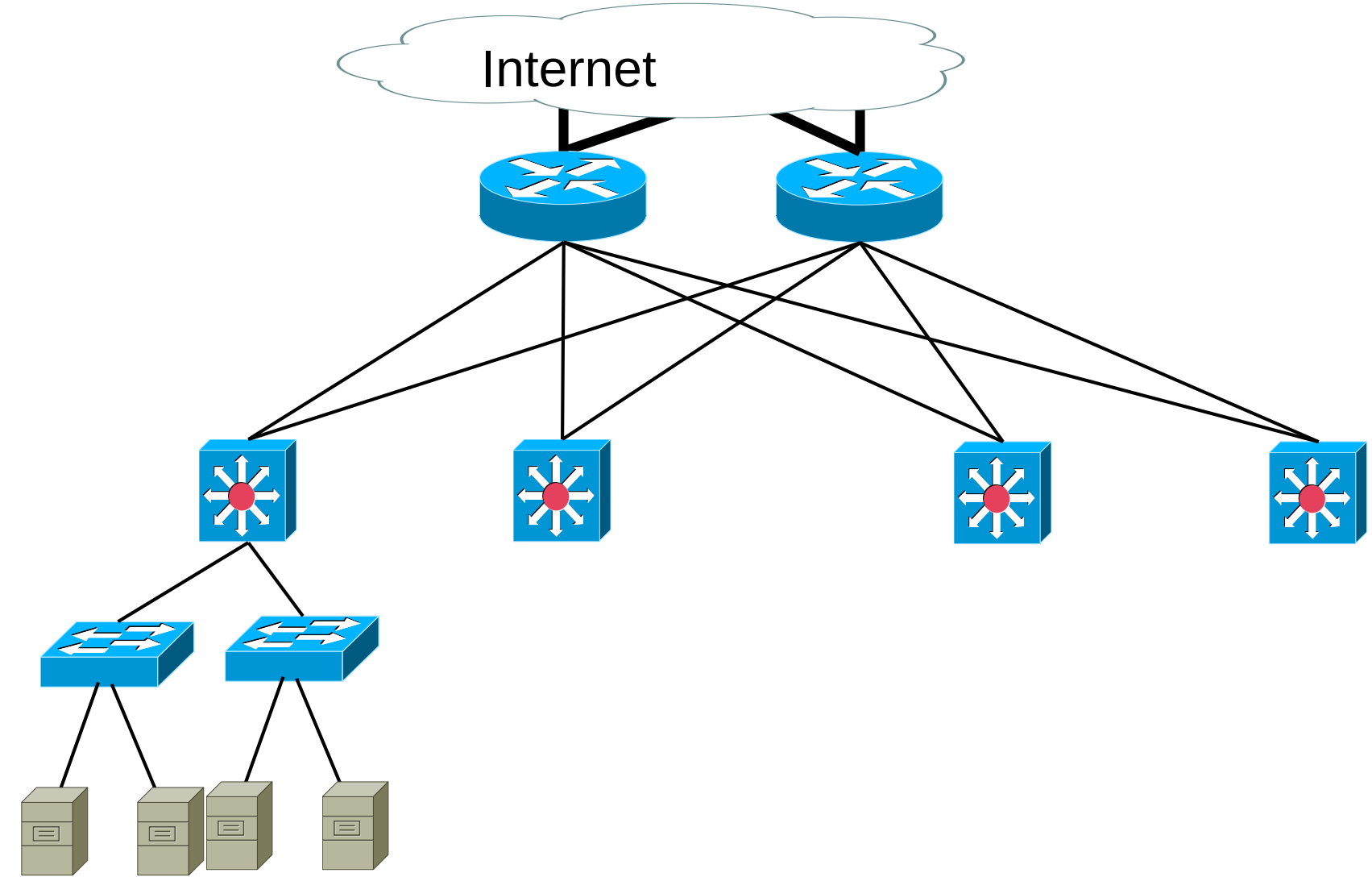
Multi-Tier Model



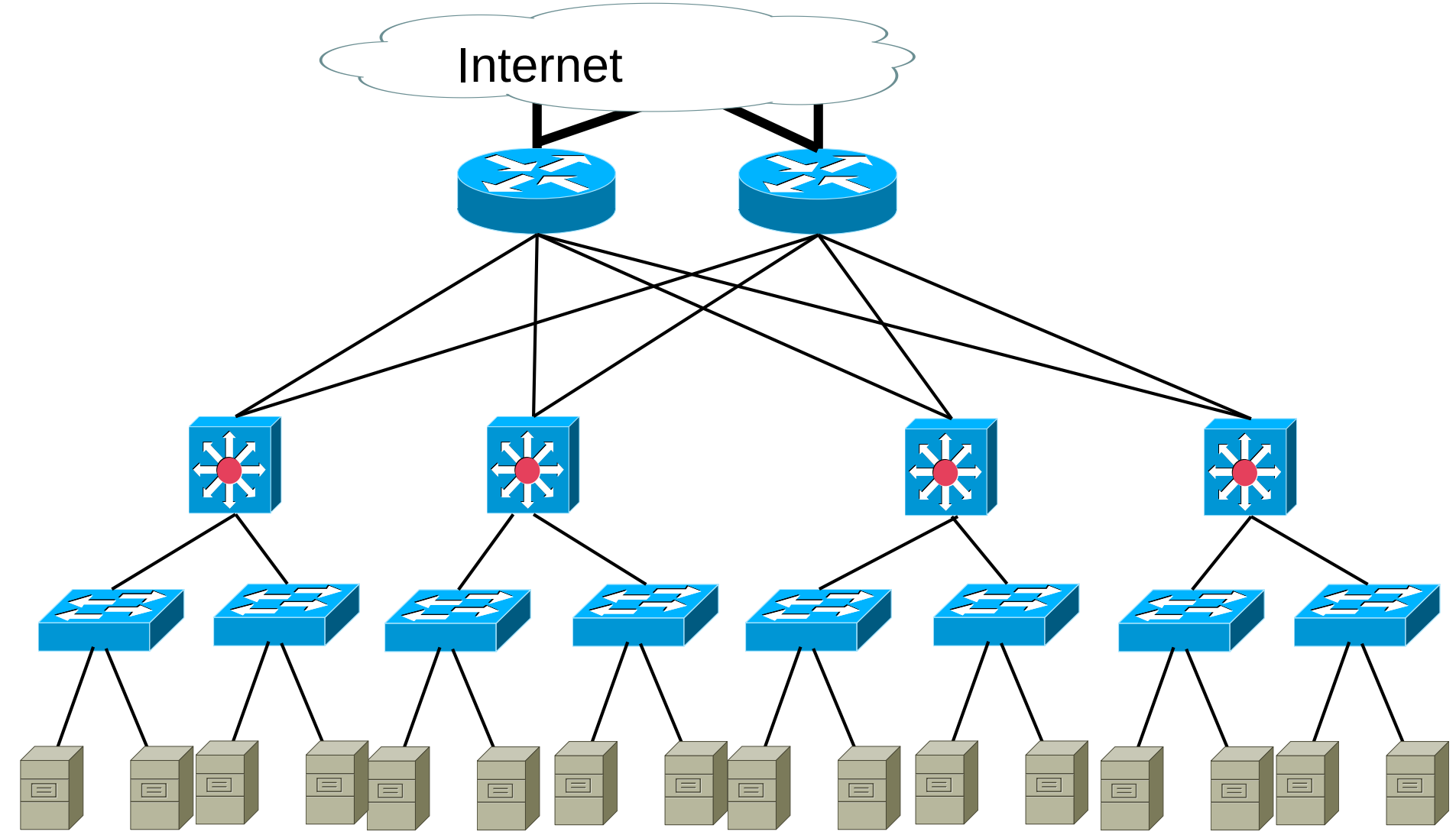
Multi-Tier Model



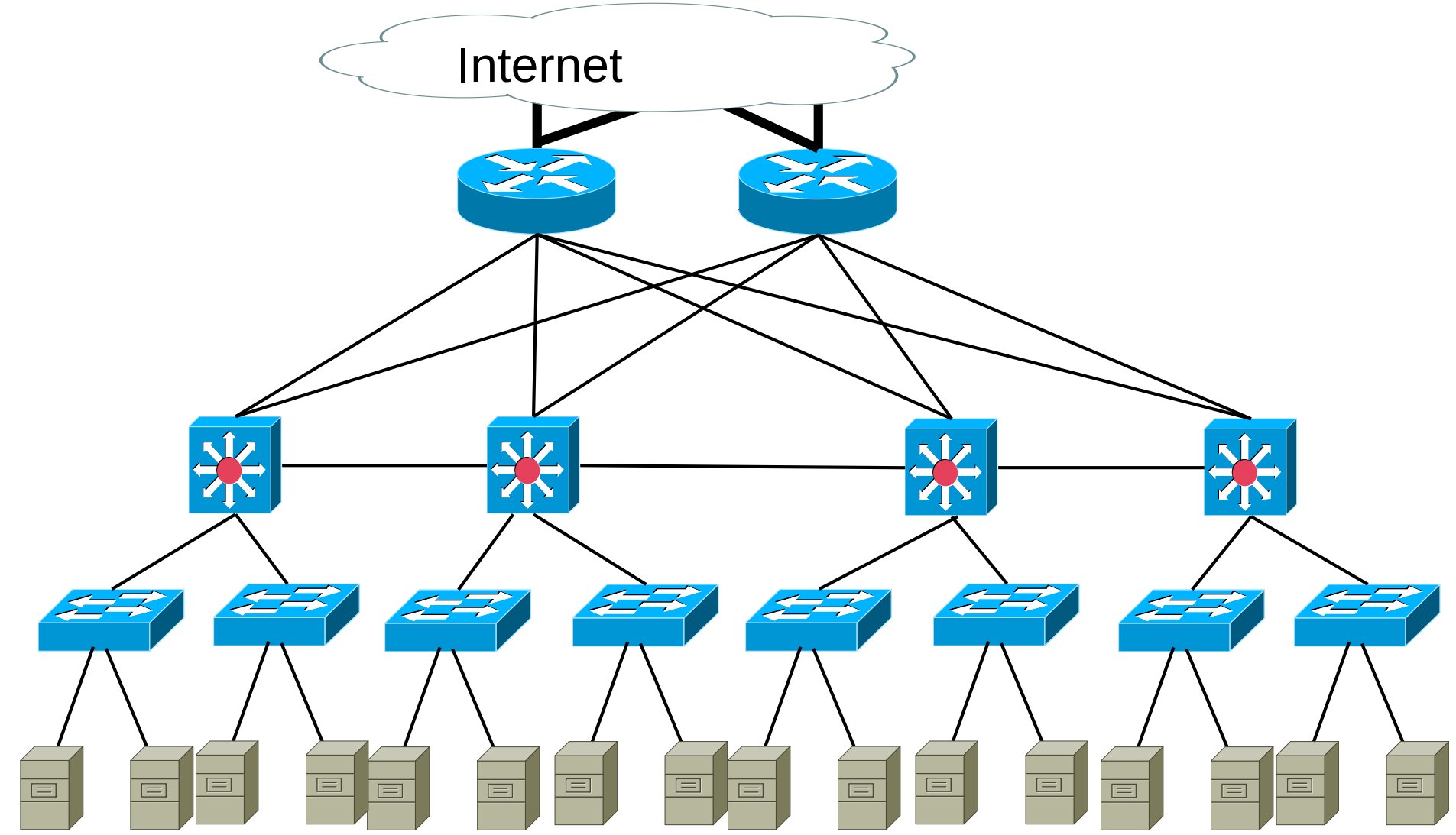
Multi-Tier Model



Multi-Tier Model

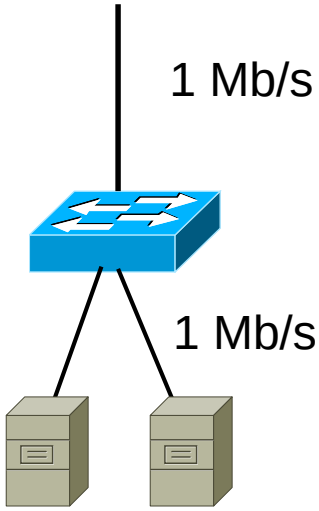


Multi-Tier Model



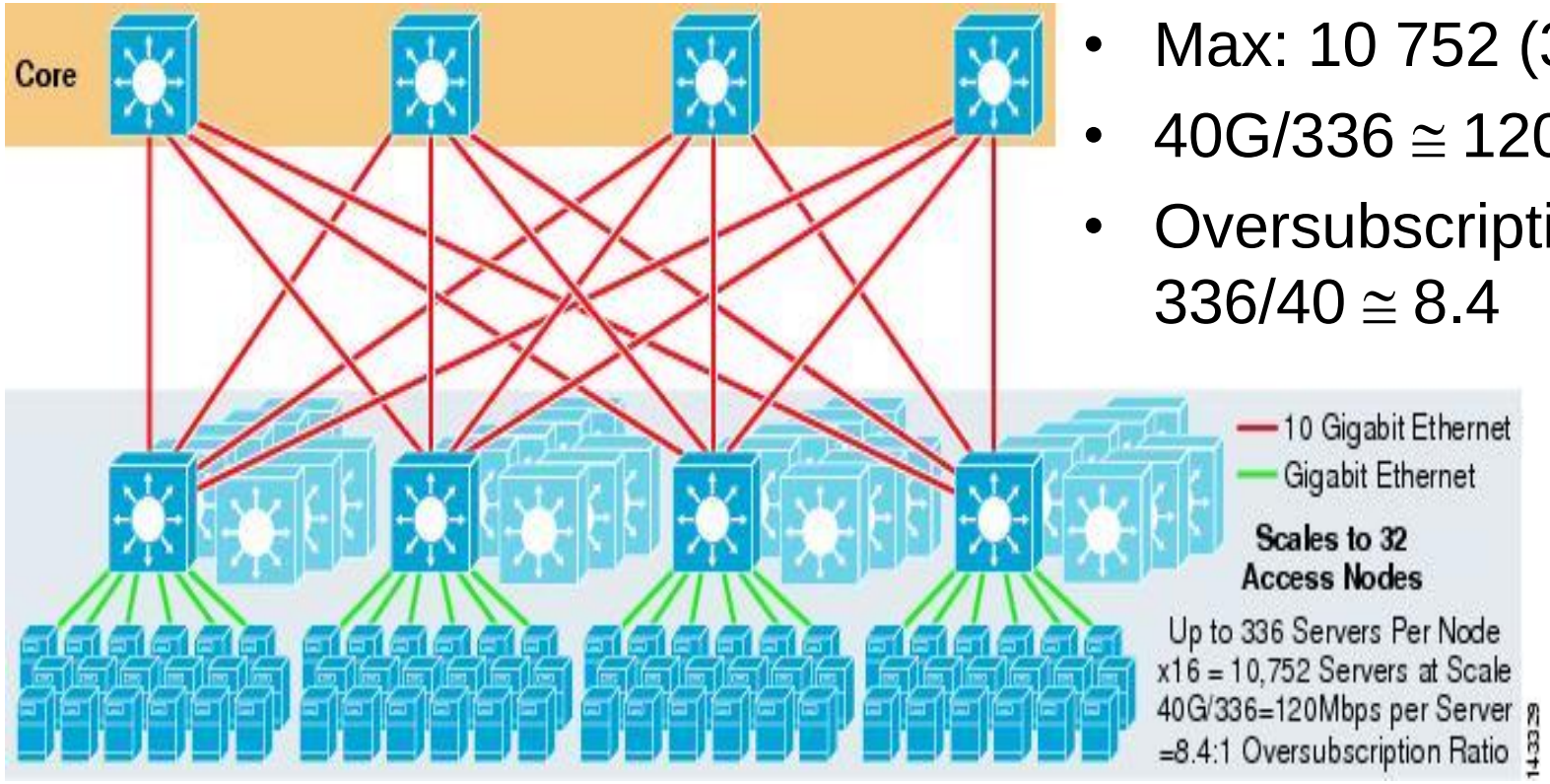
Túlméretezés (Oversubscription)

- Kimenő összes sávszélesség / bejövő sávszélesség
- 2*1 Mb/s / 1 Mb/s = 2
- Nem valószínű, hogy egyszerre kell az összes sávszélesség



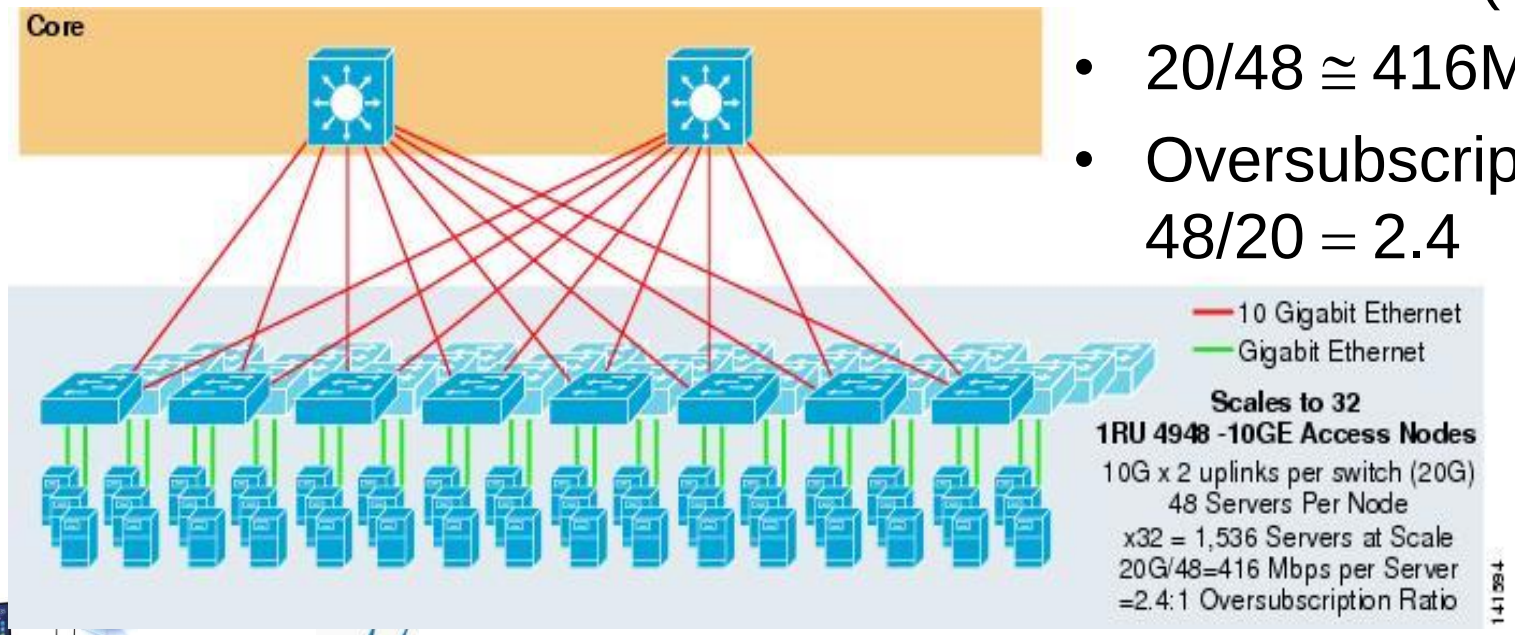
2-Tier Model

- Core: 32*10Gbit/s
- Aggregation: 4*10G + 336*1G
- Max: 10 752 (32*336)
- 40G/336 ≅ 120 M/server
- Oversubscription: 336/40 ≅ 8.4



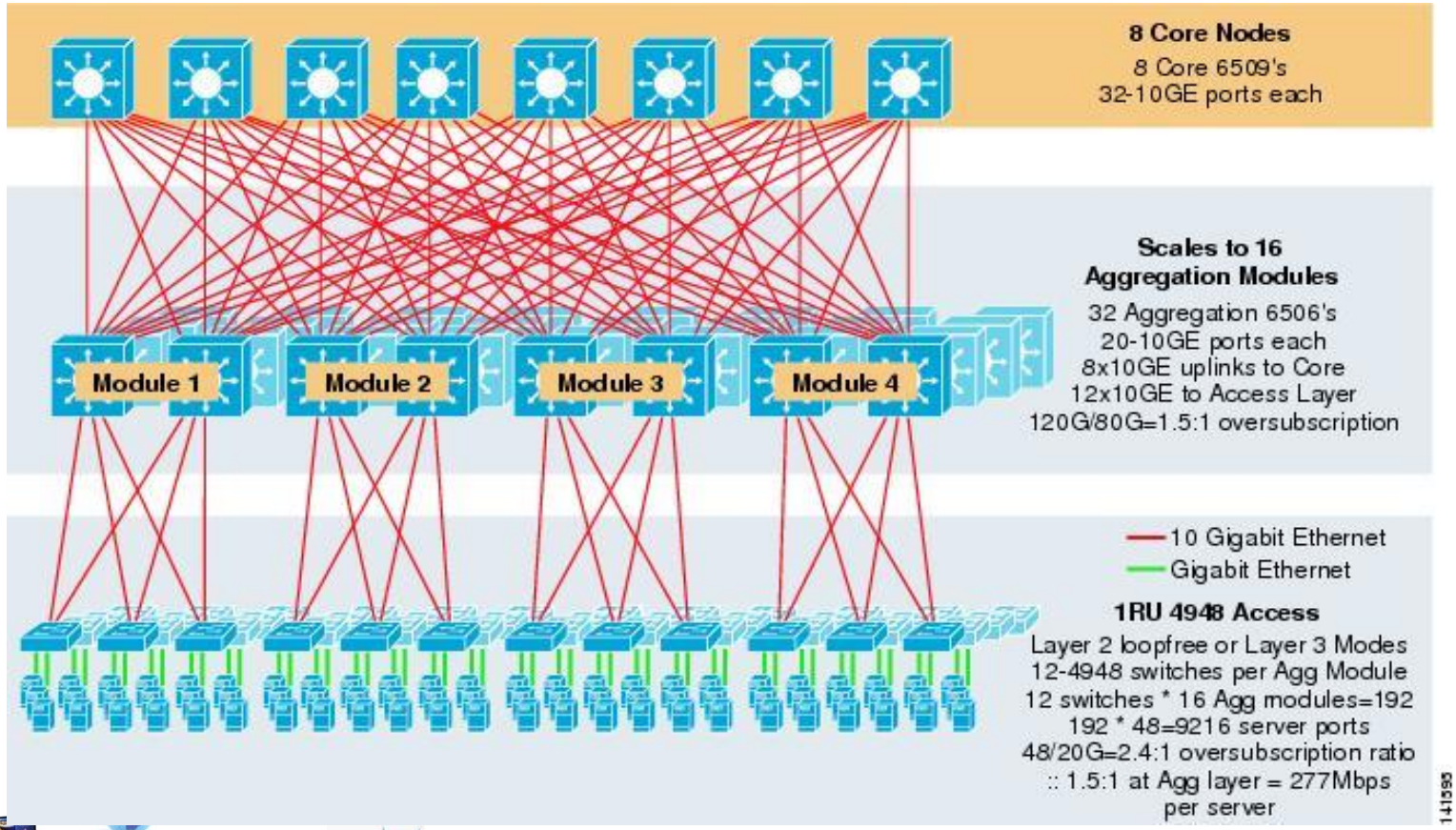
2-TIER TOR (1RU) SWITCH-EKKEL

- ToR: Top of Rack
- Core: 32*10G
- Aggregation:
  Top of Rack 2*10G + 48*1G
- Max.: 1536 (32*48)
- 20/48 ≅ 416M /server
- Oversubscription:
  48/20 = 2.4



3-Tier Model

- Max. 8 core switch;
- 16 aggr. modul, egyenként 12 access sw * 48 szerver = 9216 szerver
- (2*80)/(12*48) ≅ 277M/server
- Overs.: 1.5*2.4=3.6

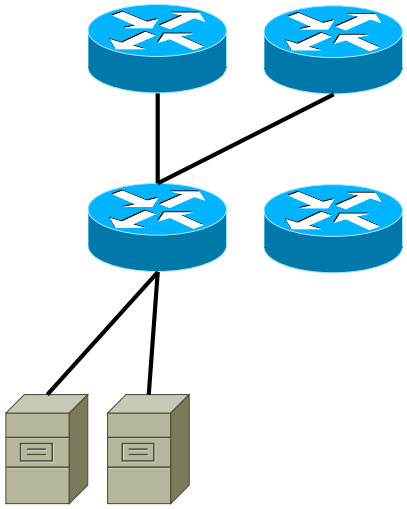


MULTI-TIER -> FAT TREE

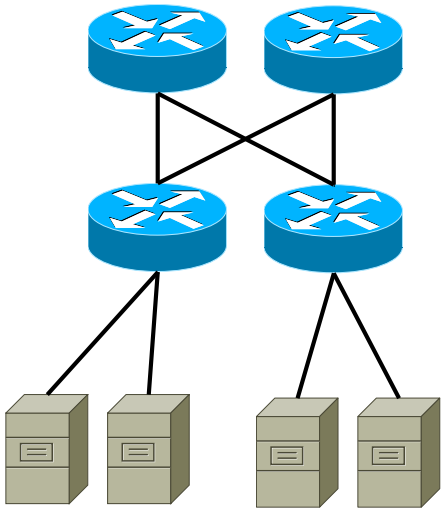
- Nagy, speciális routerek / switchek
- –> Kisebb, köznapi
- –> Fat Tree Topology (vastagfa topológia)

- A következő példában switch 4 * 1Gbit/s porttal
- Fele a portoknak lefelé, a másik fele felfelé

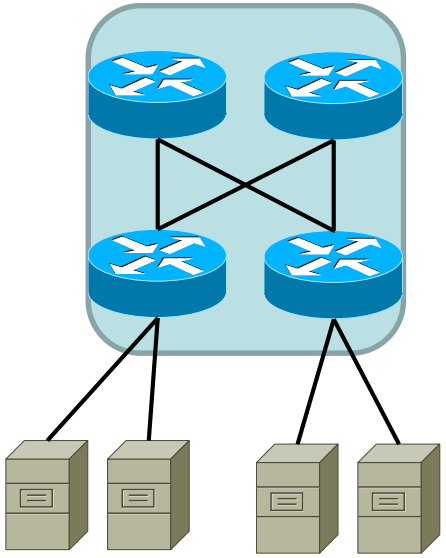
Fat Tree Topology



Fat Tree Topology



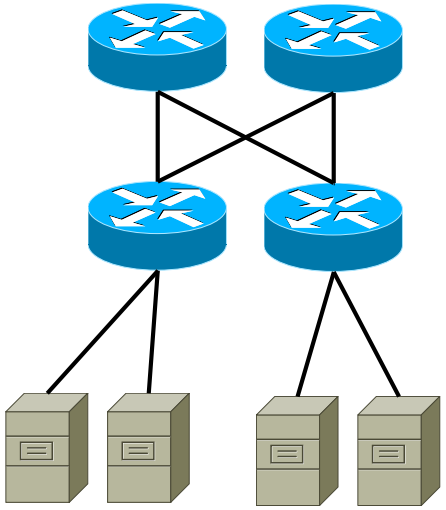
Fat Tree Topology



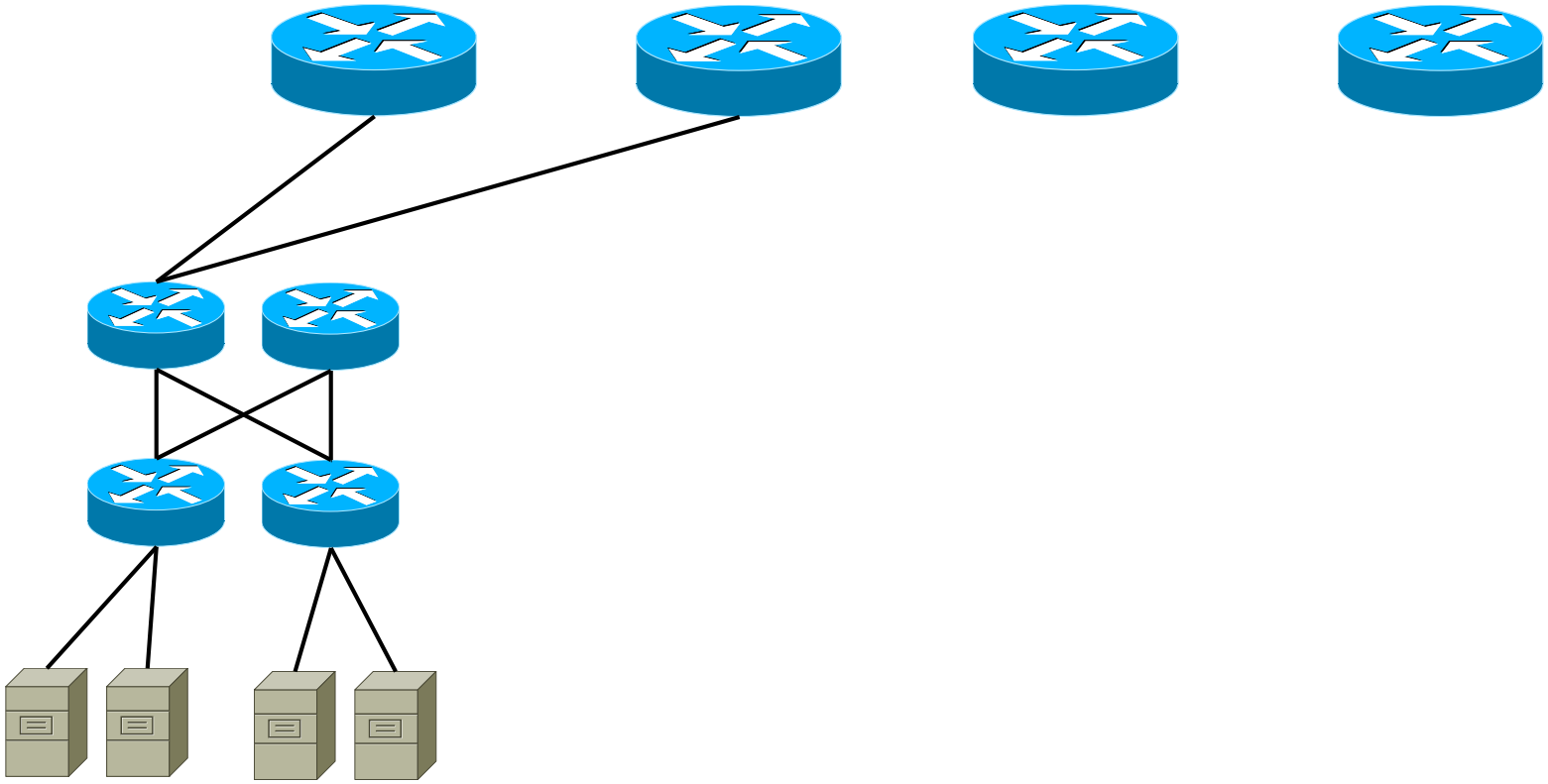
Pod

Fat Tree Topology

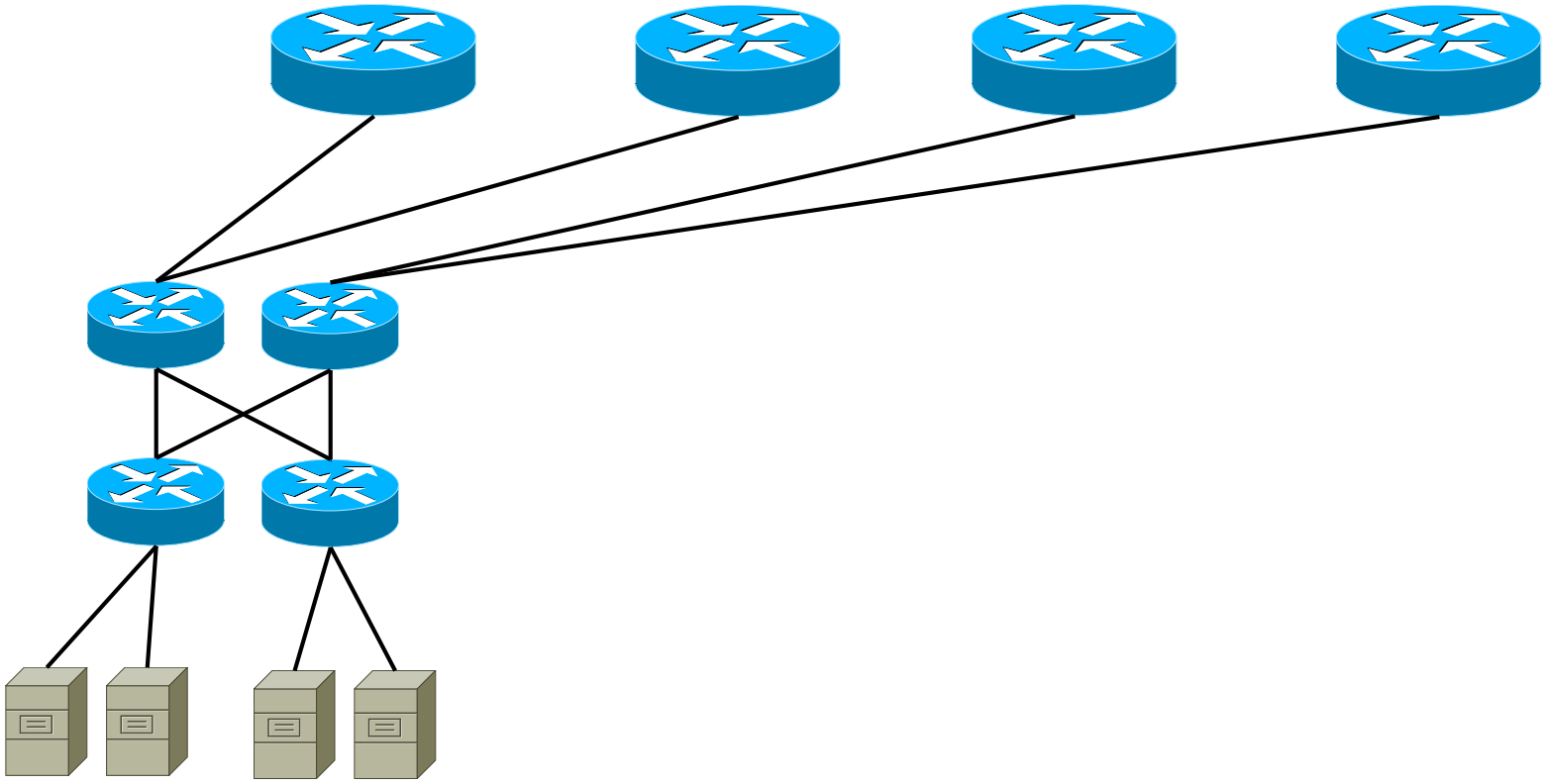


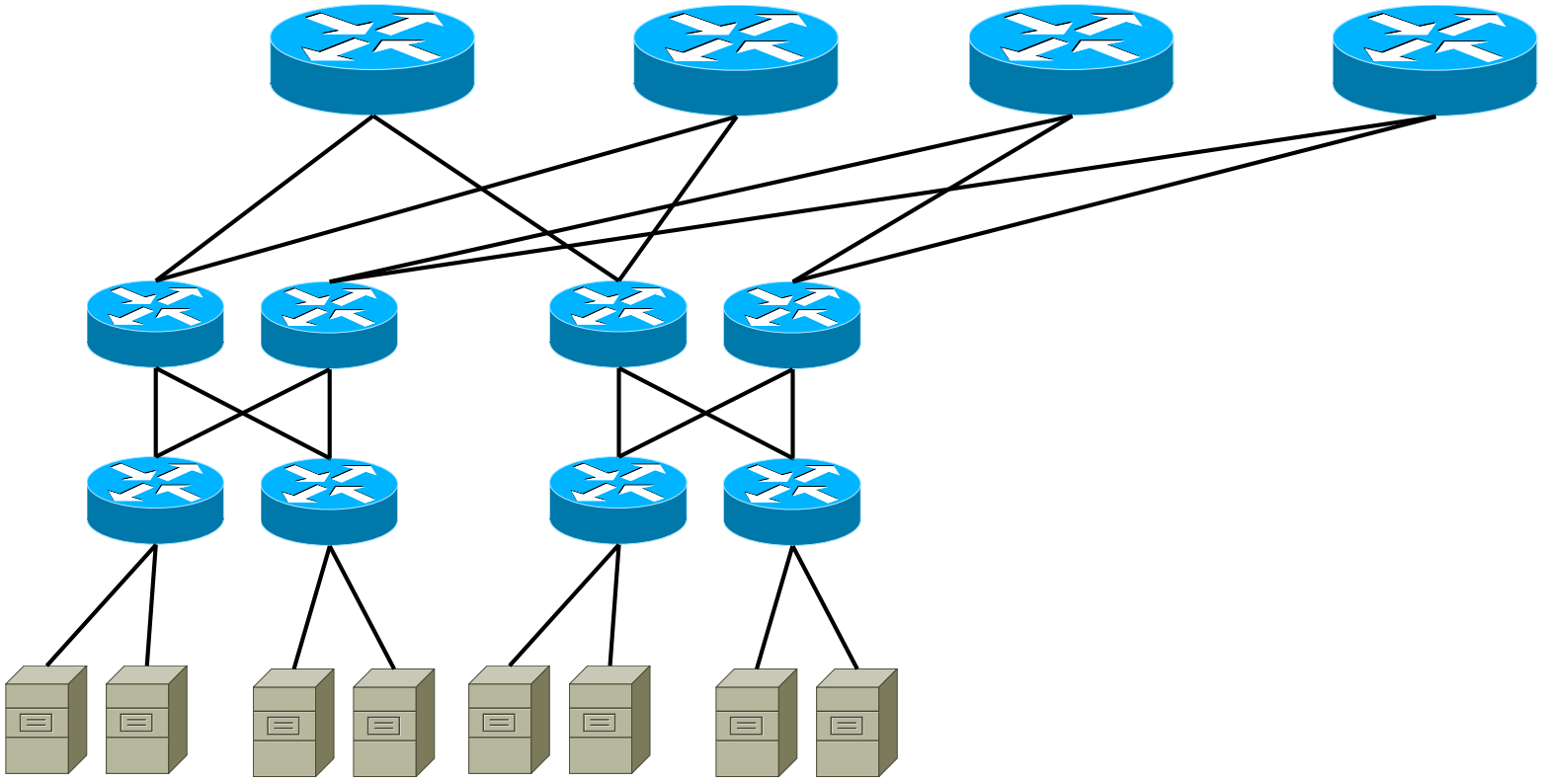
Fat Tree Topology



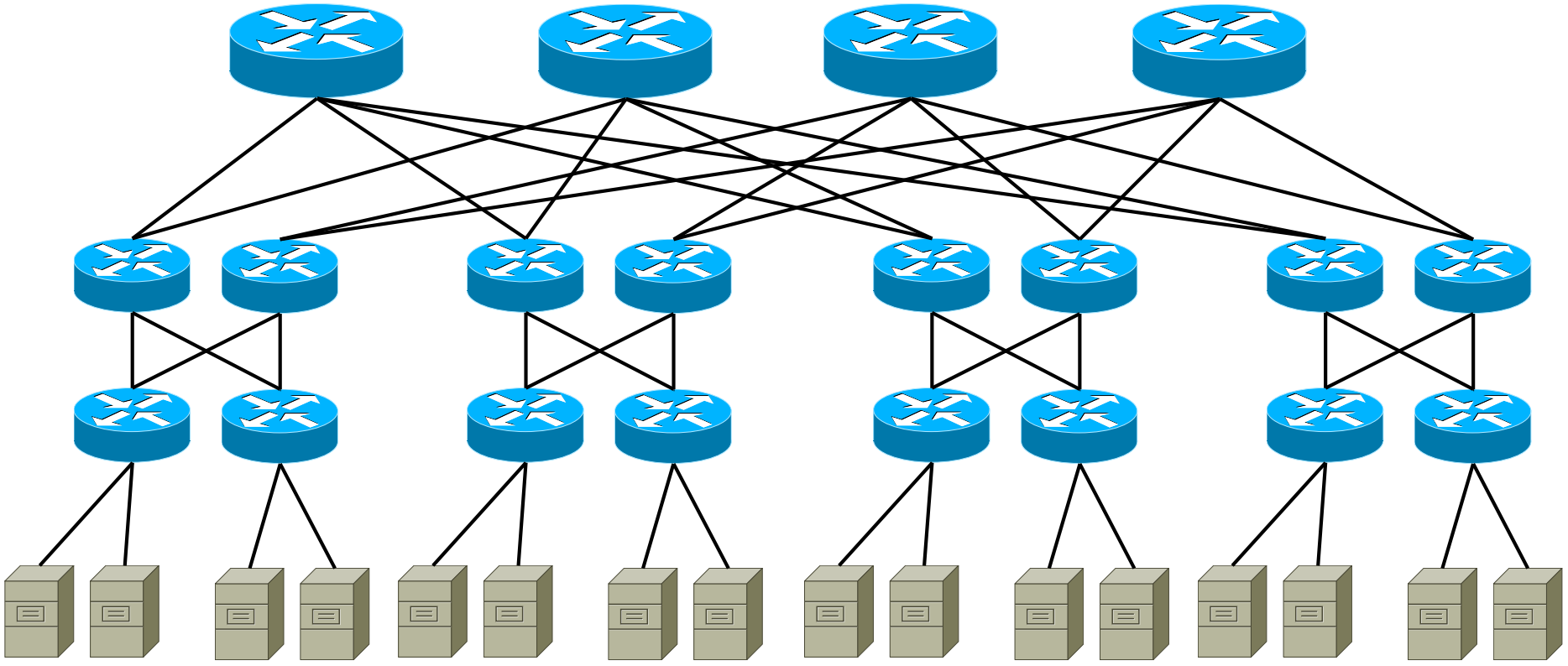
Fat Tree Topology



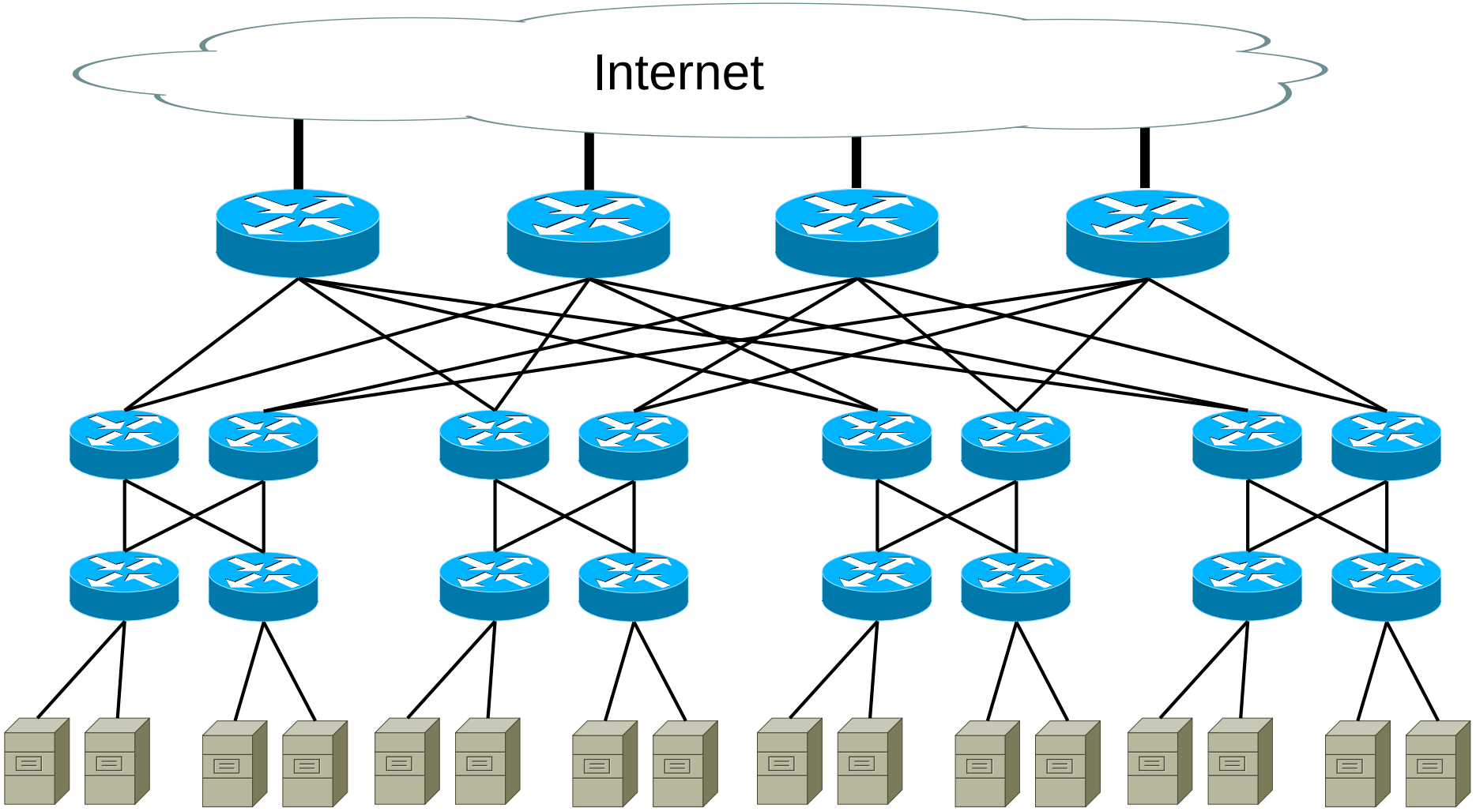
Fat Tree Topology



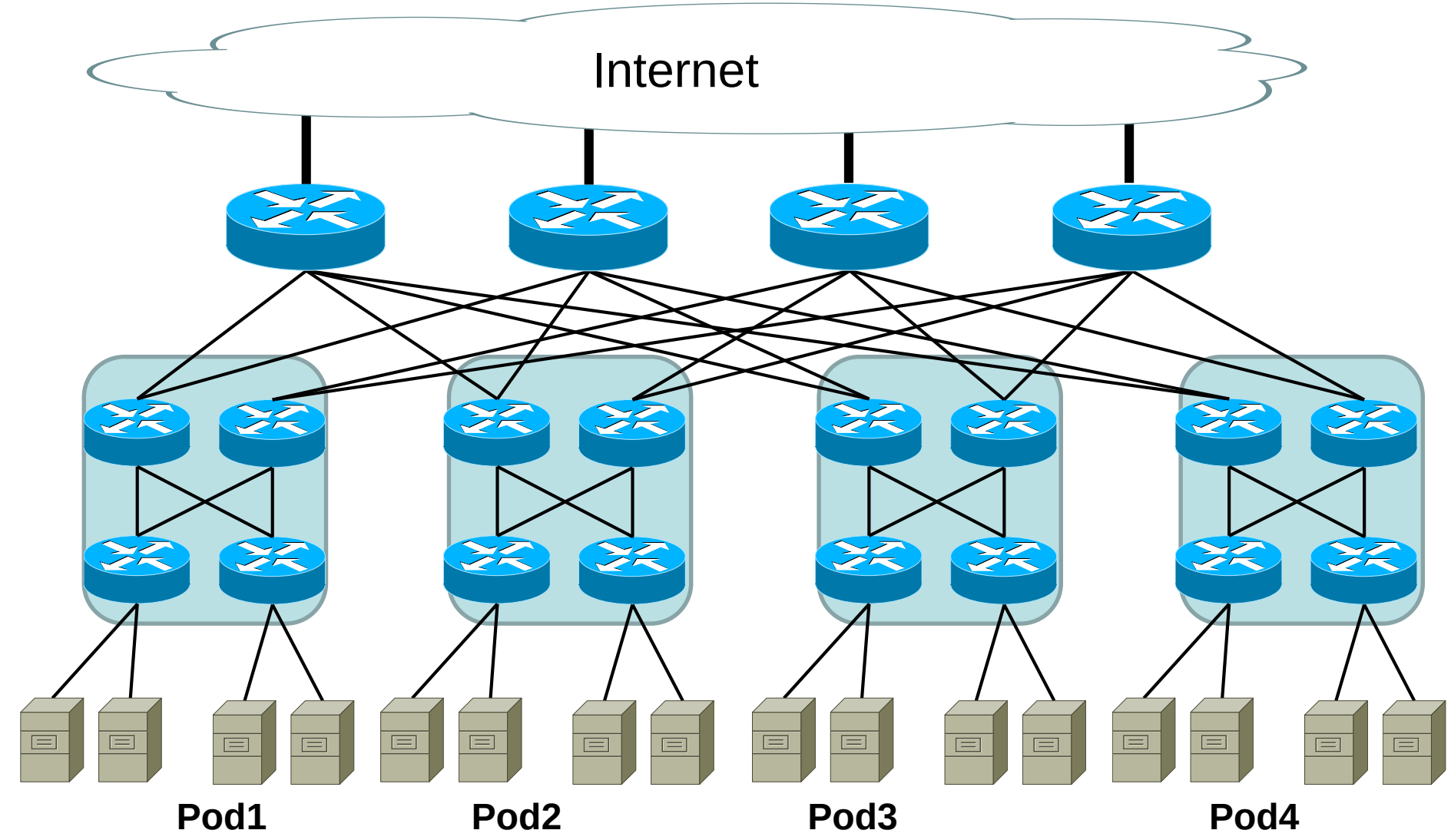
Fat Tree Topology



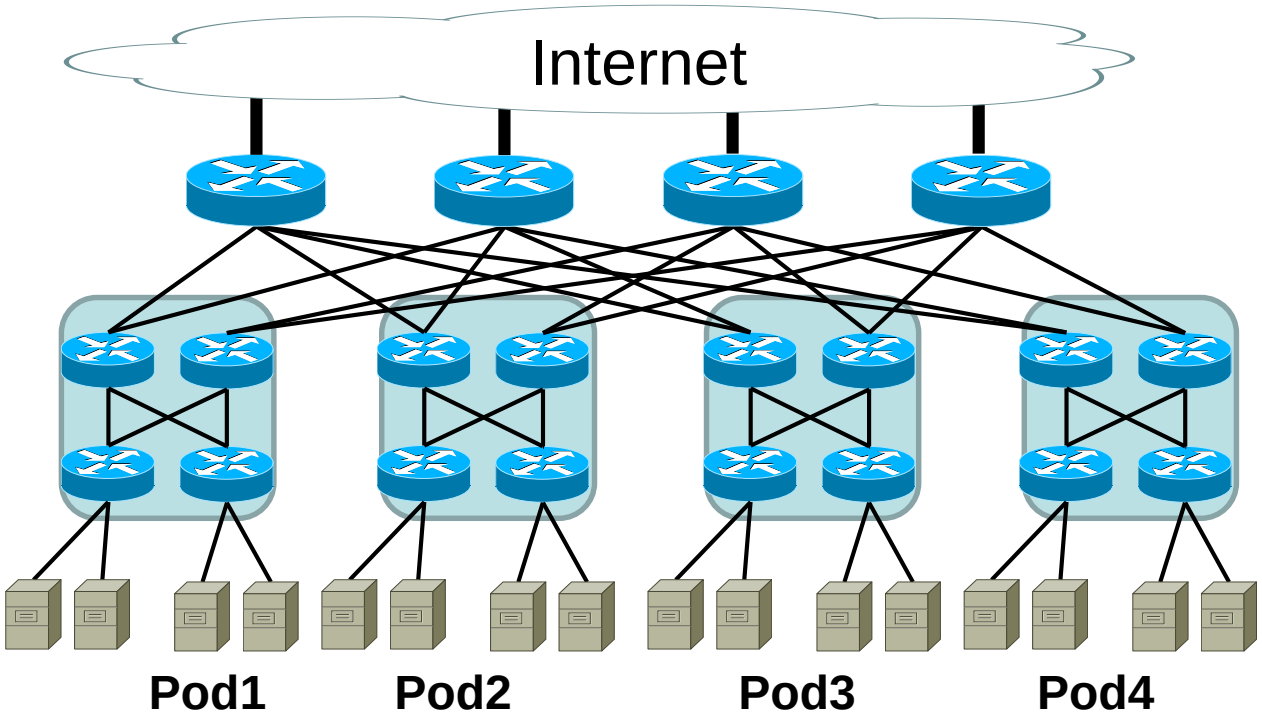
Fat Tree Topology



Fat Tree Topology



Fat Tree Topology

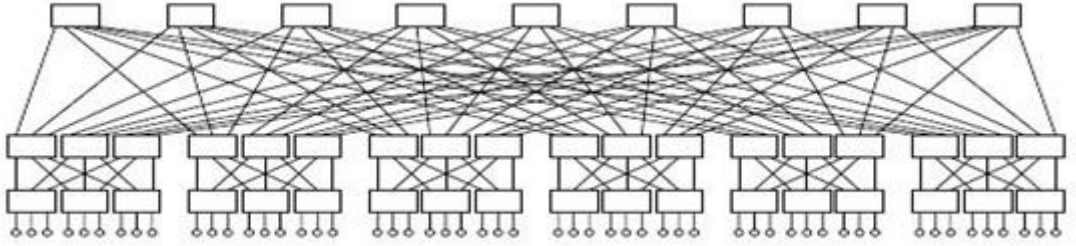


- 1 switch: k port
  - k pod
- 1 pod tartalma:
  - k/2 aggregate switch
  - k/2 access switch
  - (k/2)*(k/2) = $(k/2)^2$ szerver
- (k/2)*(k/2) = $(k/2)^2$ core switch
- Össz.: k * $(k/2)^2$ szerver

Fat Tree Topology

k-adrendű (k-ary) fat tree:

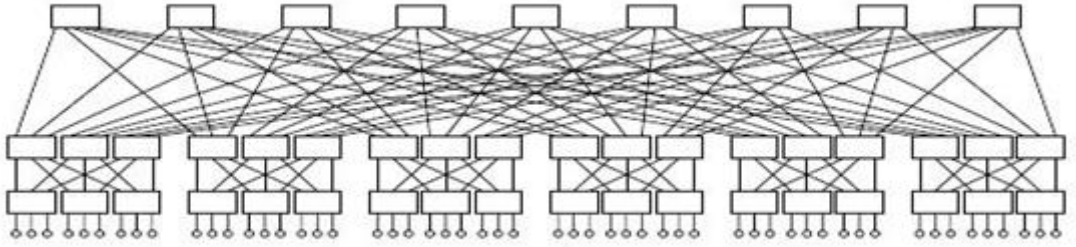
- 3-rétegű topológia (access, aggregation, core)
- minden switch-nek k portja van (-> k pod)
  - fele felfelé, fele lefelé
- minden access switch k/2 szerverhez és k/2 aggregation switch-hez kapcsolódik
- minden aggregation switch k/2 access és k/2 core switch-hez kapcsolódik
- $(k/2)^2$ core switch: mindegyik k pod-hoz kapcsolódik
- minden pod $(k/2)^2$ szervert és 2 réteg k/2 db k-portú switch-et tartalmaz
- összesen $k * (k/2)^2 = k^3/4$ szerver



6-ODRENDŰ FAT TREE TOPOLOGY

k-adrendű (k-ary) fat tree:

- minden switch-nek 6 portja van -> 6 pod
  - fele felfelé, fele lefelé
- minden access switch 6/2 szerverhez és 6/2 aggregation switch-hez kapcsolódik
- minden aggregation switch 6/2 access és 6/2 core switch-hez kapcsolódik
- $(6/2)^2 = 9$ core switch: mindegyik 6 pod-hoz kapcsolódik
- minden pod $(6/2)^2 = 9$ szervert és 2 réteg 6/2 db 6-portú switch-et tartalmaz
- összesen $6 * (6/2)^2 = 6^3/4 = 54$ szerver



64-edrendű Fat Tree Topology

- Szerverek száma?
- $k * (k/2)^2 = k^3/4$ szerver = $64 * 32^2 = 65536$ szerver

Fat Tree Topology értékelése

- Sávszélesség (Bandwidth)
  - Mindegyik rétegnek ugyanakkora az aggregált (összesített) sávszélessége
    - Oversubscription = 1
- Olcsó, egyforma kapacitású eszközökből építhető
  - Minden port ugyanazt a sebességet támogatja (end host sebesség azonos)
  - Minden eszköz a teljes vonali sebességgel adhat, ha a csomagokat egyenletesen szétosztjuk az összes elérhető útvonalon
- Jól skálázható: k-portú switch $k^3/4$ szervert támogat
- Kisebb áramfogyasztás / hő / hűtés

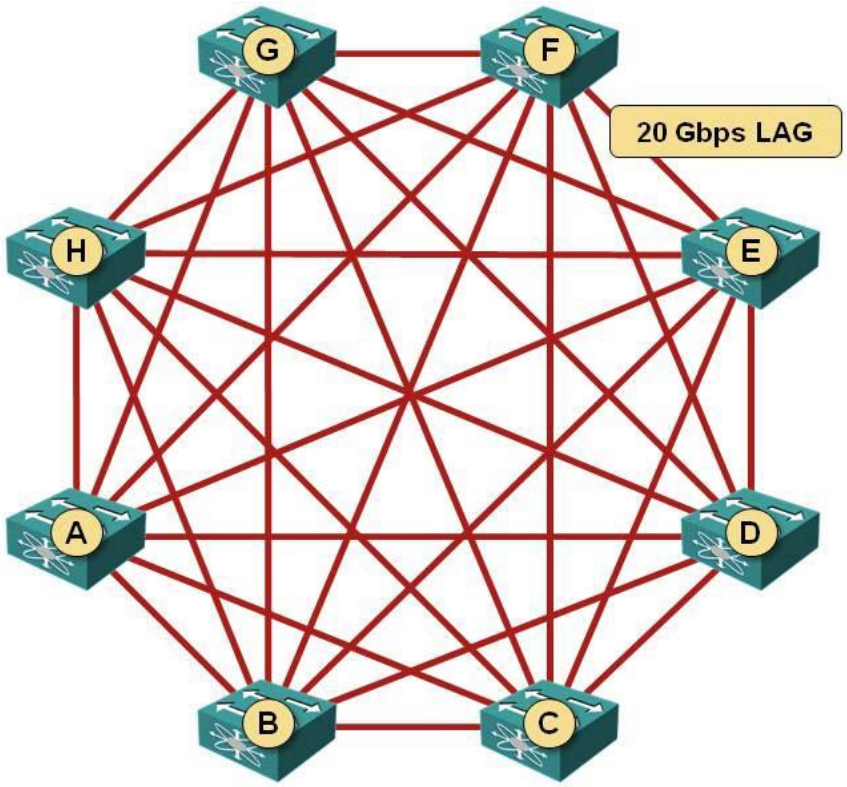
A HAGYOMÁNYOS ARCHITEKTÚRÁK PROBLÉMÁI

- Változás a forgalmi modellben (traffic pattern)
  - Tradícionálisan: észak-dél
  - Most: megjelenik a kelet-nyugat is
    - Miért?
    - Virtualizáció / Cloud
      - Bármely (virtuális) szerver bármelyik fizikain futhat
      - Terhelés újra allokálása
      - Kommunikáció kell közöttük: UGYANAZ a sebesség TETSZŐLEGES clusterek között
      - Nagy megbízhatóság

Full Mesh

- Tipikus adatközponti switch:
  - 48 x 10GE port és
  - 4 x 40GE port, ami 16 x 10GE port-ként is használható (160 GE)
  - Összesen 64*10GE port (640 GE)
- Használjunk:
  - 48 port-ot szerverek felé
  - 16 (14) port-ot intra-fabric kapcsolatra
- Oversubscription = ?
  - 3:1

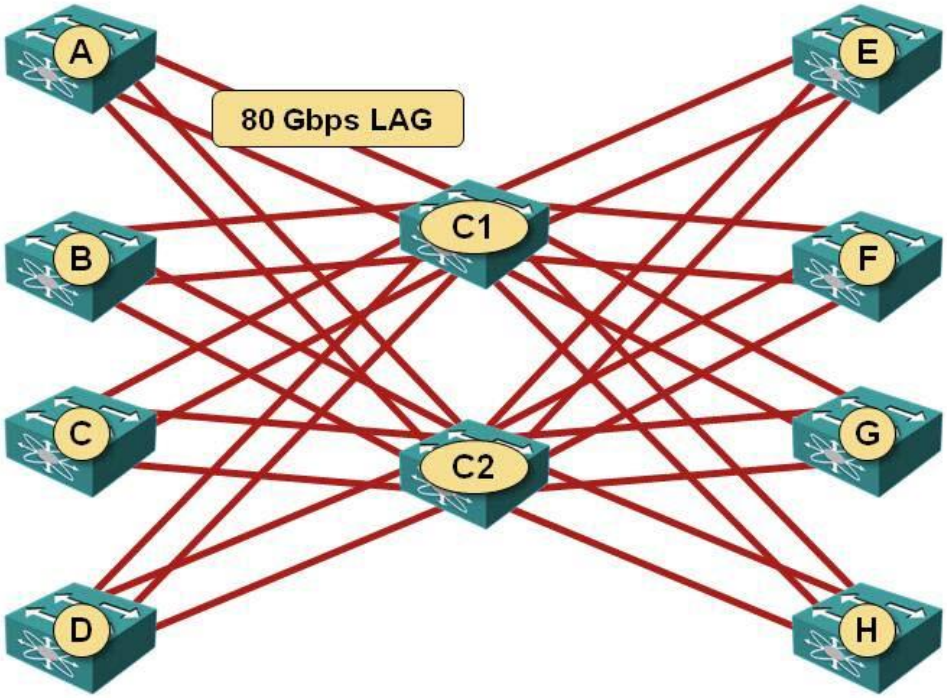
Full Mesh



- Bár 140 Gb/s uplink kapacitásunk van, mégis csak 20 Gb/s érhető el bármely két node között
- Nincs alternatív irány
  - Hibatűrés nincs
- Sok (n*(n-1)/2) link

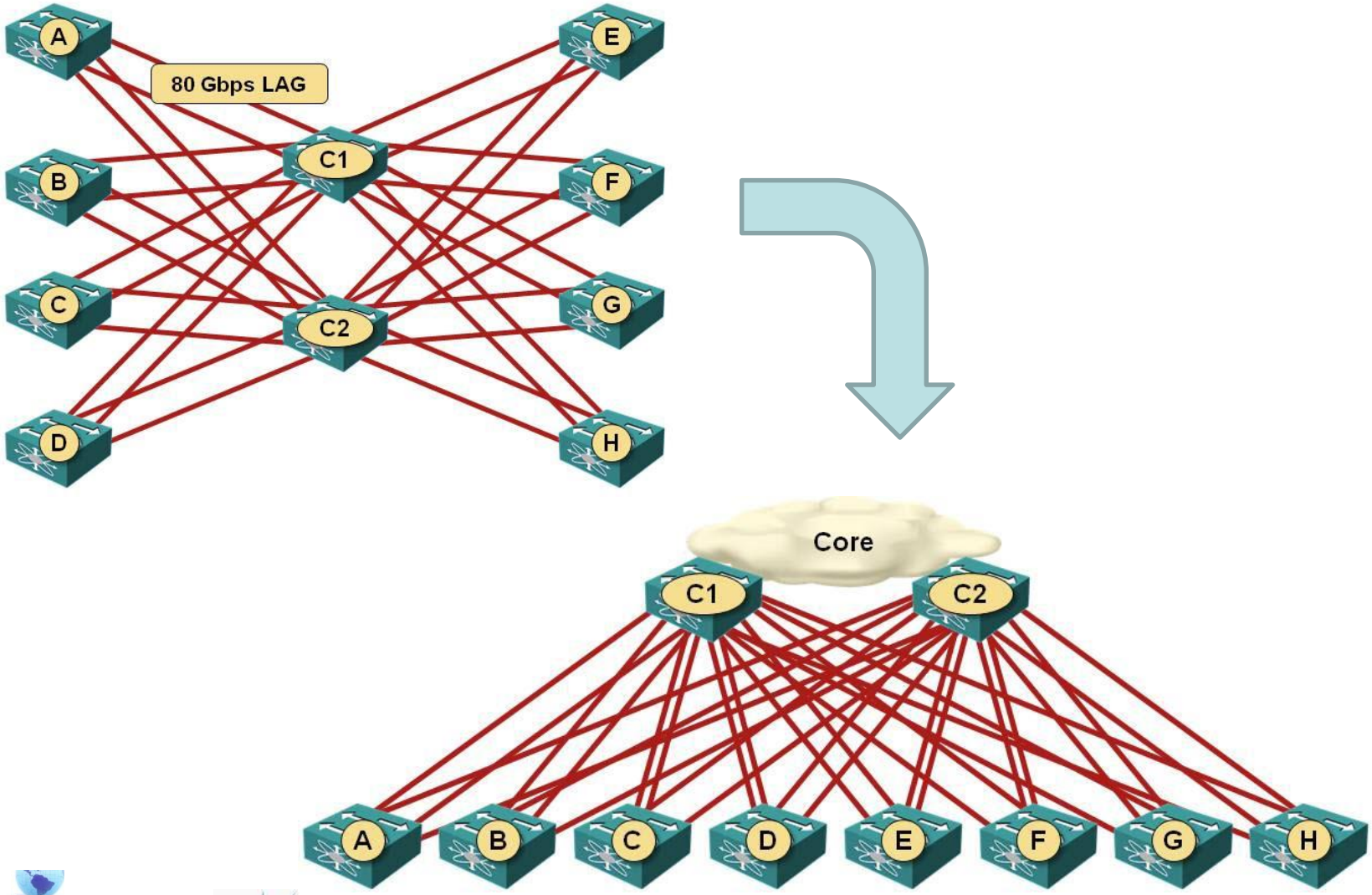
- LAG: Link aggregation

HATÉKONYABB ARCHITEKTÚRA



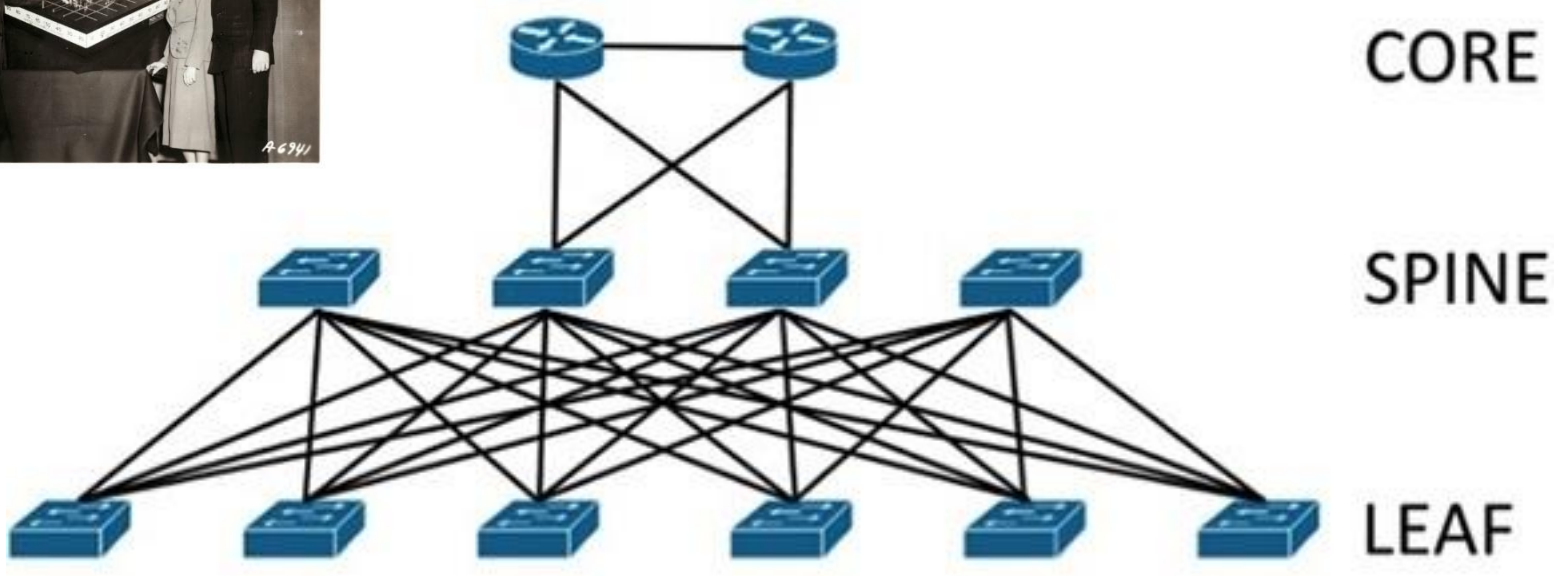
- 160 Gb/s bármely két node között
- Redundáns
- DE:
  - több switch
  - lassabb

Rajzoljuk csak egy kicsit másként…

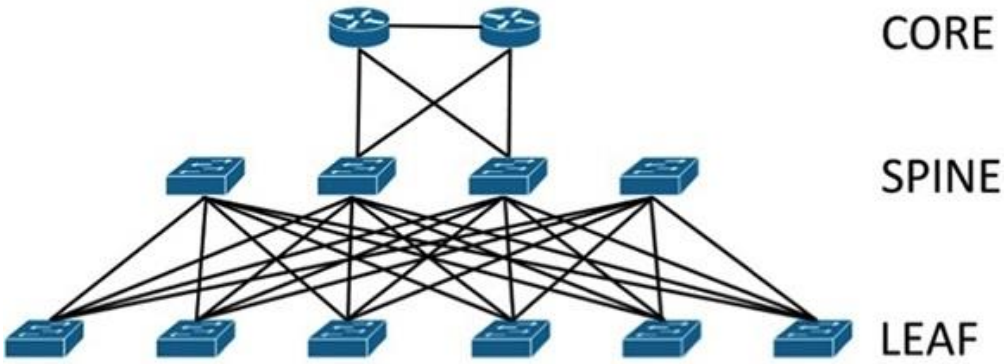


ÚJ TREND

- Clos Network (linkkapcsolás) / Spine and Leaf architecture



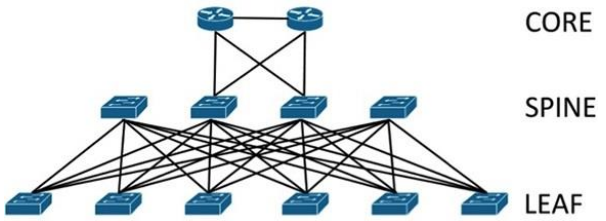
Spine and Leaf szabályok



- Összeköttetések száma = #leaf * #spine
- #spine = #leaf_port
- #spine_port = #leaf

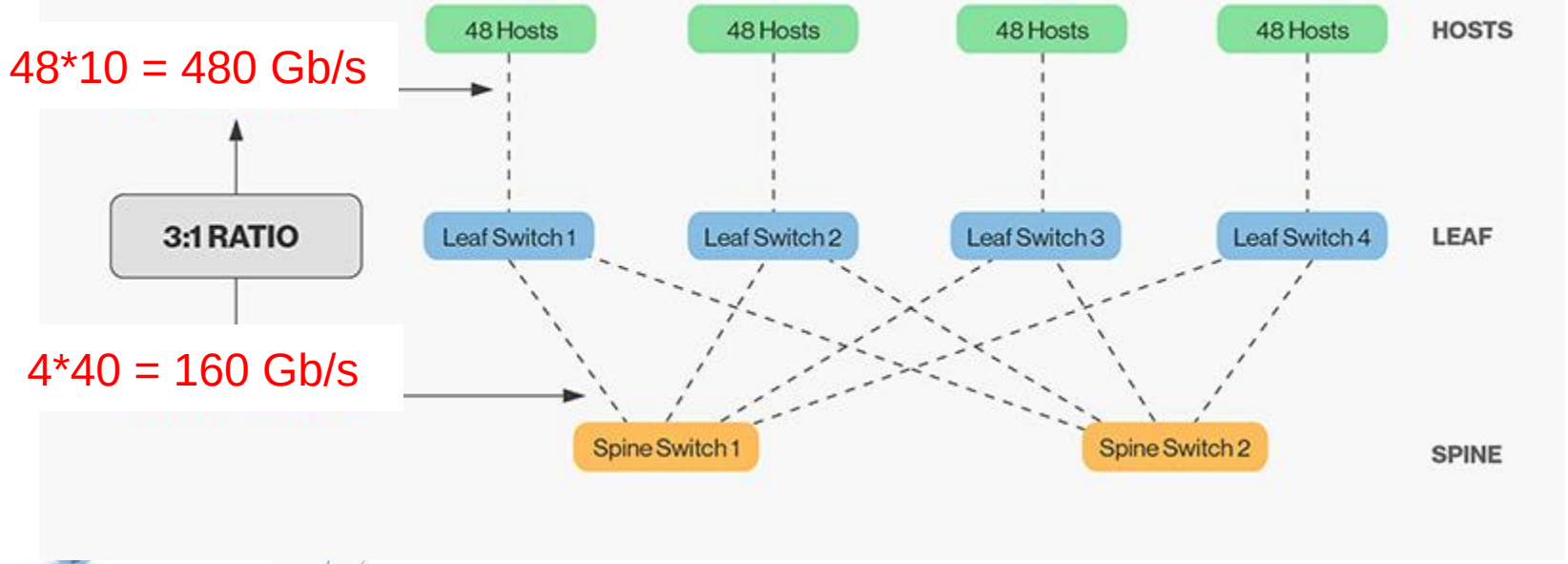
Spine and Leaf architektúra

- Leaf ~ access
- Spine ~ aggregation
- DE: minden leaf minden spine-hoz kapcsolódik
  - Ethernet fabric
  - Maximum távolság: 3 hop (4 link)
    - High performance clusters (HPC)



TIPIKUS ARCHITEKTÚRA

- Leaf:
  - Szerverek felé: 48 * 10 GbE port
  - Spine felé: 4 * 40 GbE port
- Oversubscription: 3:1



TERHELÉSMEGOSZTÁS, PÁRHUZAMOS UTAK

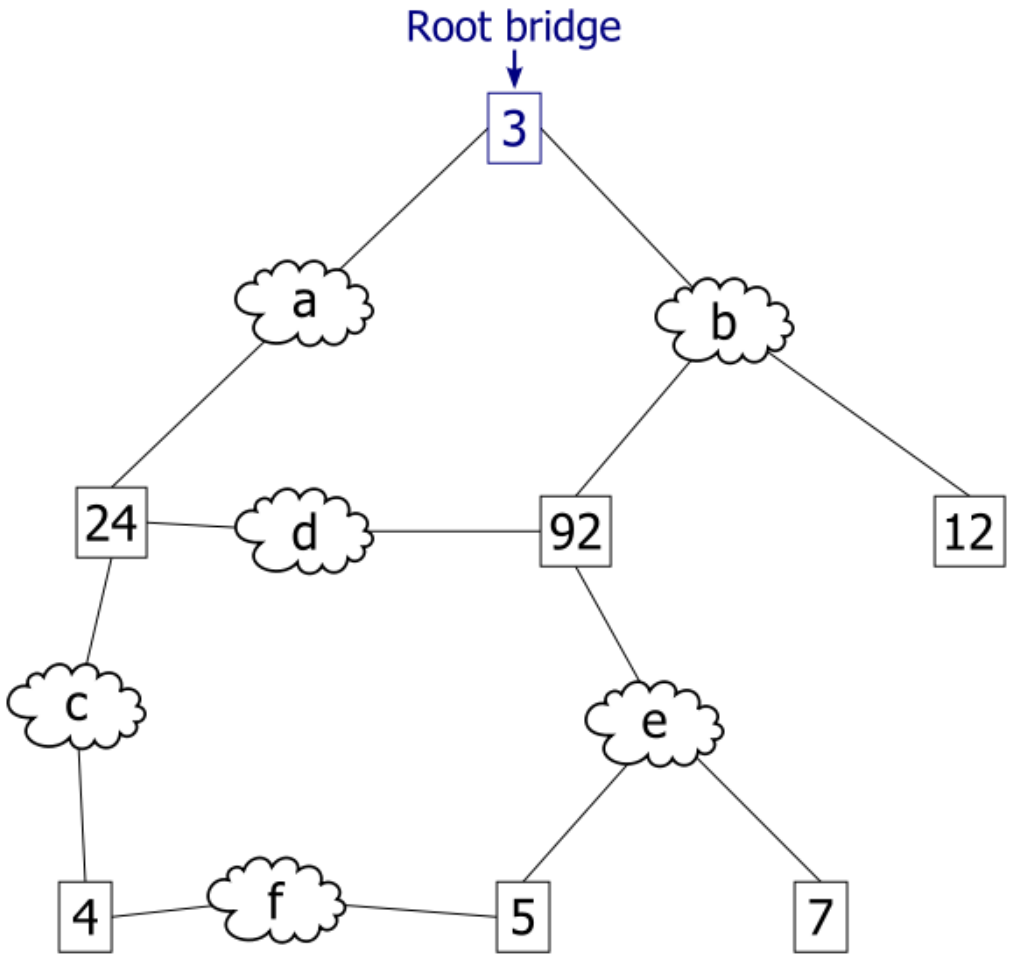
- Tradícionális routing algoritmus – Spanning Tree Protocol (STP – feszítőfa)
  - Hogy elkerüljük a hurkokat – minden node-hoz a legjobb útvonal
  - Mi a fő hátránya?
    - Csak EGY útvonal két node között
- Equal-Cost Multipath (ECMP) protokoll
  - Több, azonos hosszúságú (költségű) útvonalat talál
    - Gyakorlatban tipikusan 8 vagy 16
    - Terhelésmegosztás
    - Jobb sávszélesség kihasználás
    - Csomag újra sorrendezés kell

Spanning Tree Protocol (STP)

- Layer 2 protokoll
  - Bridge-eken (switch-eken)
  - IEEE 802.1D (eredetileg)
  - IEEE 802.1Q-2014 (új verziók is)
- Logikai, hurokmentes topológiát épít ki Ethernet hálózatokban

Spanning Tree Protocol (STP)

- Kiinduló (root) bridge/ switch választás:
  - Legkisebb ID
  - ID: prioritás (default 32768) + MAC cím
  - Jó, ha központi (backbone switch)



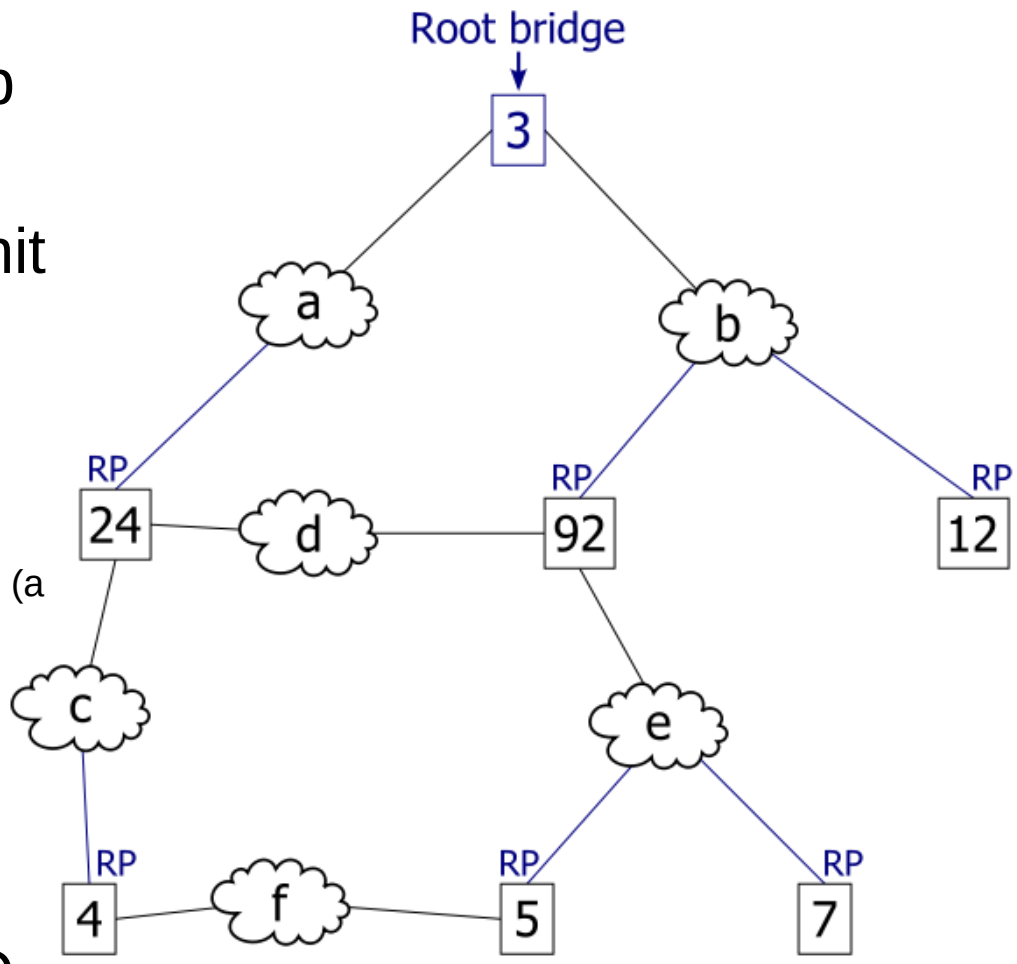
DEFAULT COSTS

Data rate	STP cost (802.1D-1998)	RSTP (Rapid STP) cost (802.1W-2004, default value)
4 Mbit/s	250	5,000,000
10 Mbit/s	100	2,000,000
16 Mbit/s	62	1,250,000
100 Mbit/s	19	200,000
1 Gbit/s	4	20,000
2 Gbit/s	3	10,000
10 Gbit/s	2	2,000

1 Gigabit/second/bandwidth 20 Terabit/second/bandwidth

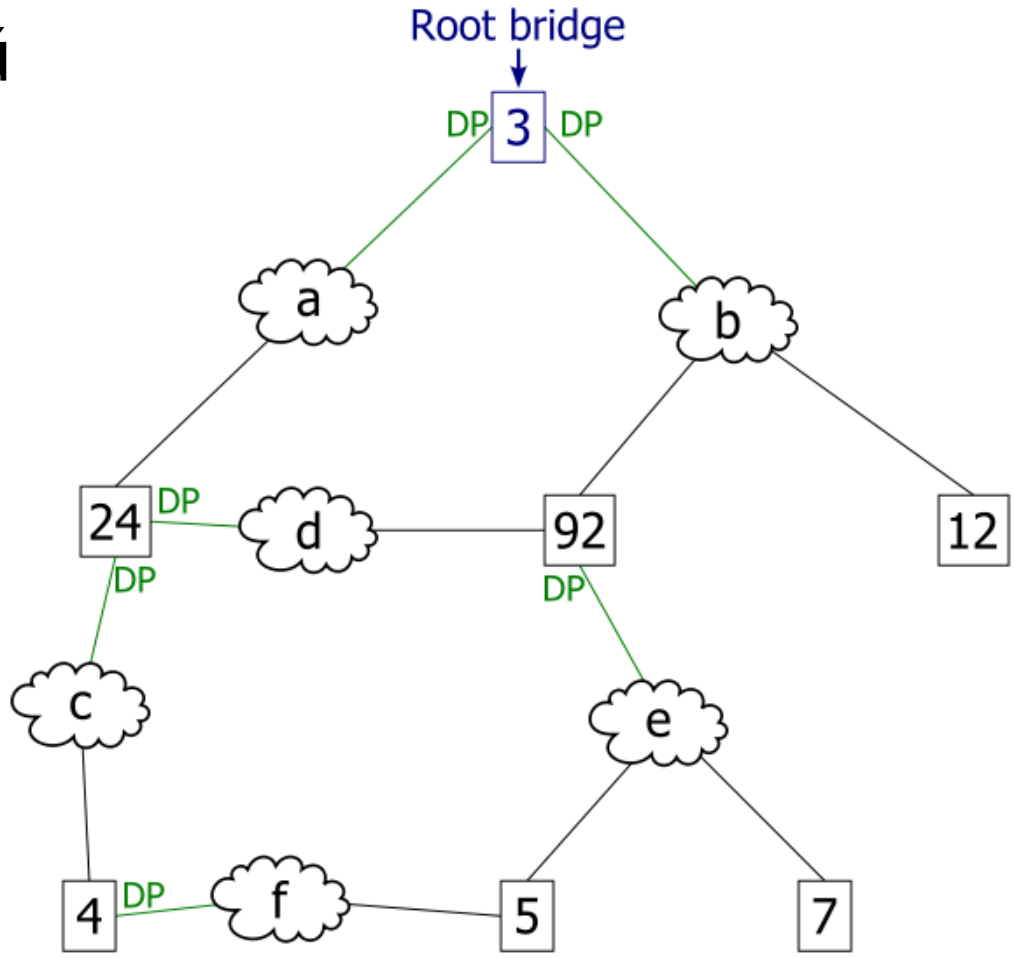
Spanning Tree Protocol (STP)

- Minden bridge meghatározza a legkisebb költségű utat a root felé
  - Bridge protocol data unit (BPDU) – gyökér cost=0-val küldi
  - A többiek növelik a bejövő link költségével (a példában egyformák)
  - Megkeresni a legkisebbet
  - Root Port (RP)
  - Döntetlennél: kisebb ID-jű bridge felől



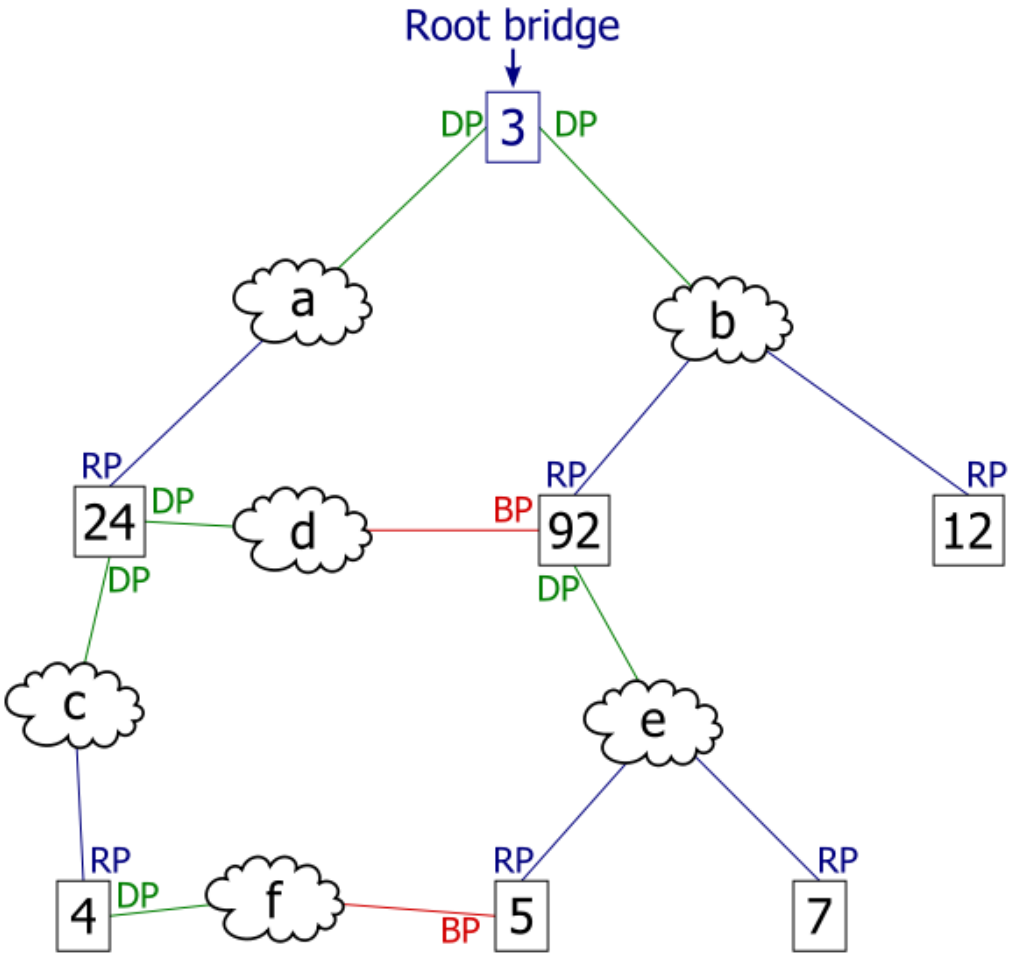
Spanning Tree Protocol (STP)

- A legkisebb költségű út minden hálózati szegmens felől:
  - A gyökér felé vezető „legkisebb költségű” bridge
  - A szegmens kijelölt (Designated) *port*-ja (DP)
  - Döntetlennél: kisebb ID-jű bridge felől (lásd d)



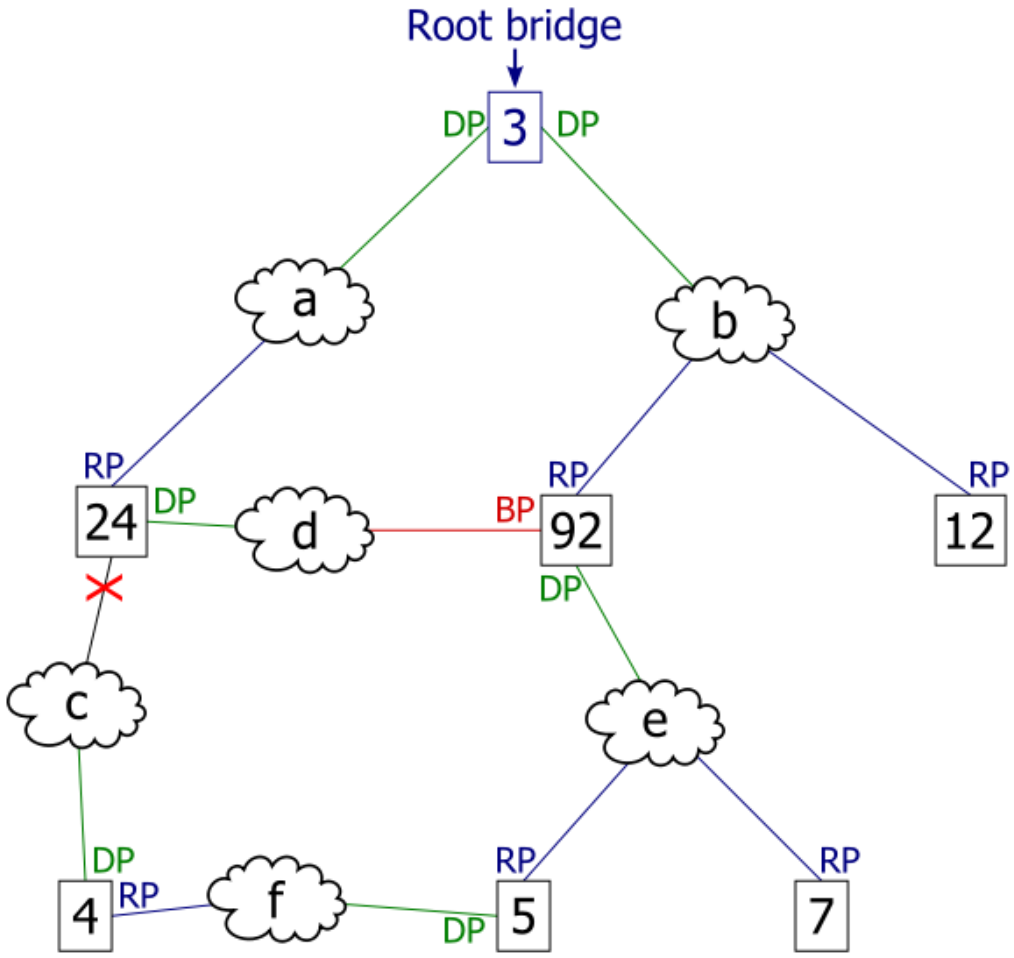
Spanning Tree Protocol (STP)

- A DP-ket használjuk továbbításra (set to forwarding mode)
- A többi port blokkolt (Blocked Port – BP)



Spanning Tree Protocol (STP)

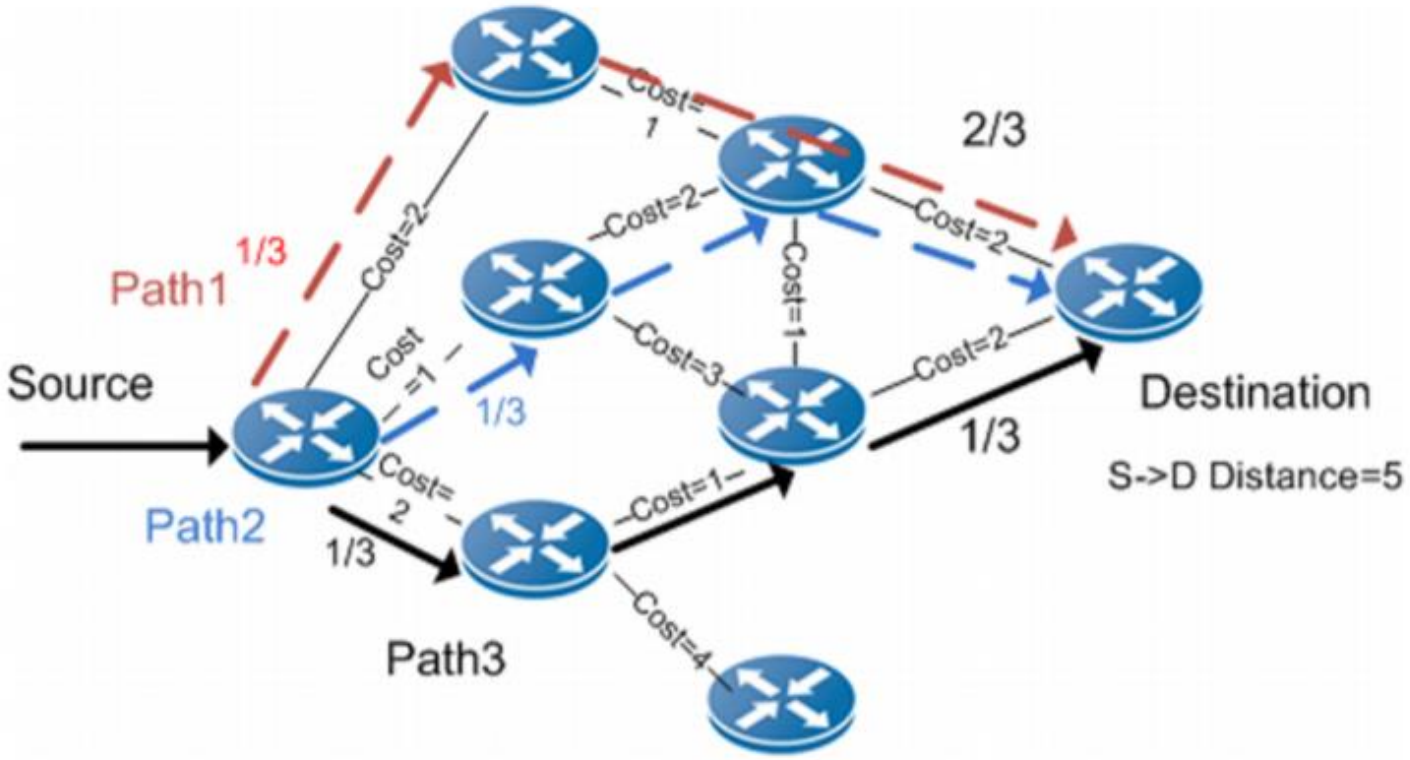
- Link hibánál:
  - átkonfigurálás



EQUAL-COST MULTI-PATH (ECMP)

- Layer2 ill. Layer3
- Ha n útvonal van két node között:
  - Modulo n hash algoritmus a választáshoz
  - ~ maradék az osztásnál
  - Különböző hash algoritmusok
  - Header alapján
    - Source/destination MAC/port
    - Source/destination IP+port and Protocol number
      - Egy TCP stream egy linken tartására

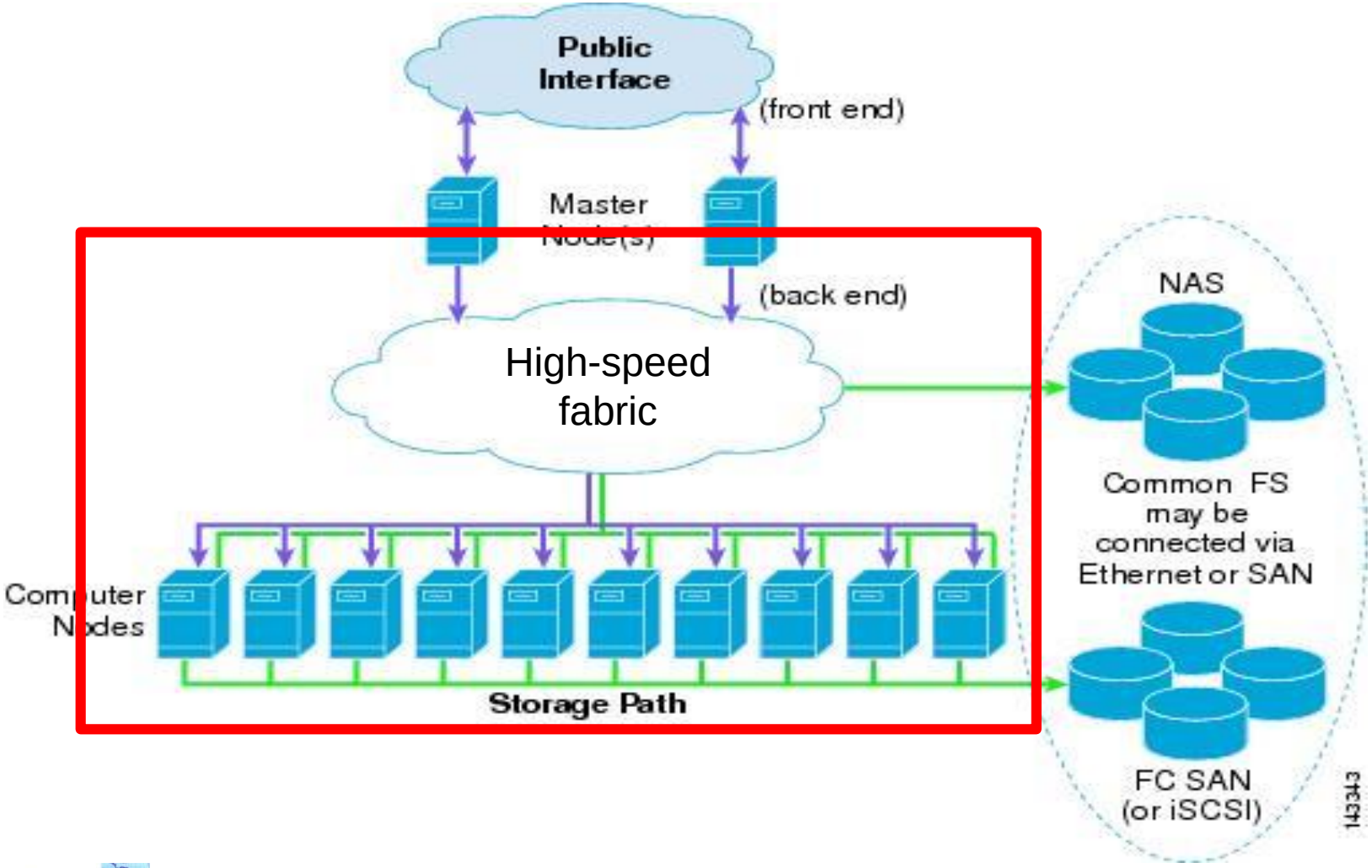
ECMP


Source
Path1
1/3
Path2
1/3
Path3
1/3
2/3
Destination
S->D Distance=5
Cost=2
Cost=1
Cost=2
Cost=2
Cost=1
Cost=3
Cost=2
Cost=1
Cost=2
Cost=1
Cost=4

HIGH PERFORMANCE CLUSTERS (HPC)

- Nagyteljesítményű fürtök
- Cluster: közös cél
  - Több CPU kombinálásával
  - Hogy egy egységes, nagyteljesítményű rendszernek tűnjön
    - Nagy rendelkezésre állás
    - Terhelésmegosztás
    - Megnövelt számítási teljesítmény
- Pl.:
  - Meteorológia (időjárás szimuláció)
  - Katonai kutatás
  - Trendanalízis
  - Film animáció
  - Gyártás (autó/repülő tervezés, aerodinamikai szimuláció)
  - Keresőmotorok

SERVER CLUSTER BLOKKDIAGRAM



HPC TÍPUSOK

- 1. típus (szorosan csatolt – tightly coupled)
  - Párhuzamos üzenettovábbítás (párhuzamos műveletvégzés)
    - Az alkalmazások minden node-on párhuzamosan futnak
    - A Master Node határozza meg a node-ok bemenetét
    - Kommunikáció a node-ok között
- 2. típus
  - Elosztott I/O processzálás
    - Pl.: keresőmotor
    - Master Node szétteríti a kérést
- 3. típus (lazán csatolt – loosely coupled)
  - Párhuzamos fájlfeldolgozás
    - A forrásfájl feldarabolása és párhuzamos feldolgozásra való szétosztása

Spine and Leaf értékelés

- Előnyök:
  - Kelet-nyugati forgalom támogatása
    - Virtualizáció (cloud) támogatása
  - Nagy és egyforma kelet-nyugati (inter-cluster) sebesség
  - Minden összekötő linket használ
    - Spanning Tree Protocol (STP) -> Equal-Cost Multipath Protocol (ECMP)

Spine and Leaf értékelés

- Előnyök:
  - Egyforma switch-ek
    - Fix konfigurációjú switch-ek
    - Kisebb áramfelvétel
    - Olcsó eszközök -> nagyteljesítményű, megbízható konstrukció
      - Ha egy switch / link meghibásodik, csak kismértékű teljesítménycsökkenés

Spine and Leaf értékelés

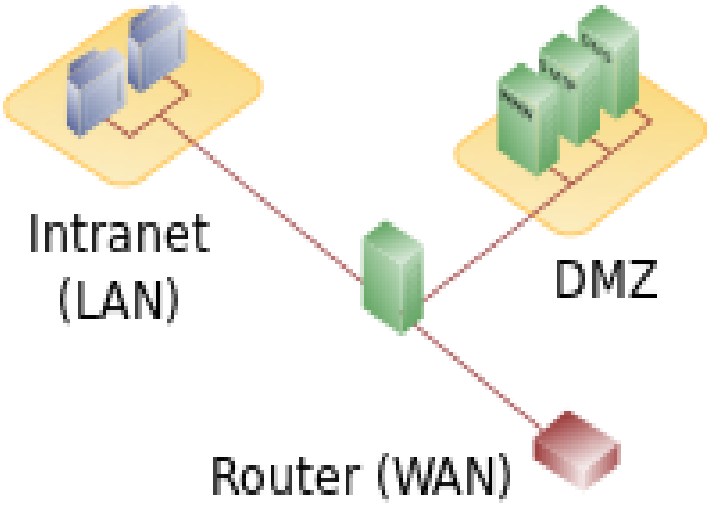
- Hátrányok:
  - Több switch
    - A switch-ek portszáma limitálja a maximális méretet
  - Több kábel
    - Egy új spine hozzáadásakor kábelek minden leaf felől
    - Hosszú kábelek
      - Üvegszálak, optikai modulok kellenek (drága) a koax kábelek helyett (olcsók, de csak rövid távra jók)

DEMILITARIZÁLT ZÓNÁK

- A legsérülékenyebb host-ok: amik LAN-on kívülre nyújtanak szolgáltatásokat
  - E-mail, web, DNS, FTP, VoIP, …
  - Helyezzük őket egy szeparált alhálózatba – Demilitarizált zóna (Demilitarized zone – DMZ) vagy biztonsági hálózat (Perimeter Network)
    - Biztonságosabb, mint az Internet, de kevésbé biztonságos, mint az Intranet
    - A DMZ host-jainak korlátozott összeköttetése van (bizonyos) belső szerverekkel és korlátozott/ellenőrzött kommunikáció az Internet-tel
    - Tűzfal(ak)
    - Véd a külső támadások ellen, de nem foglalkozik a belsőkkel

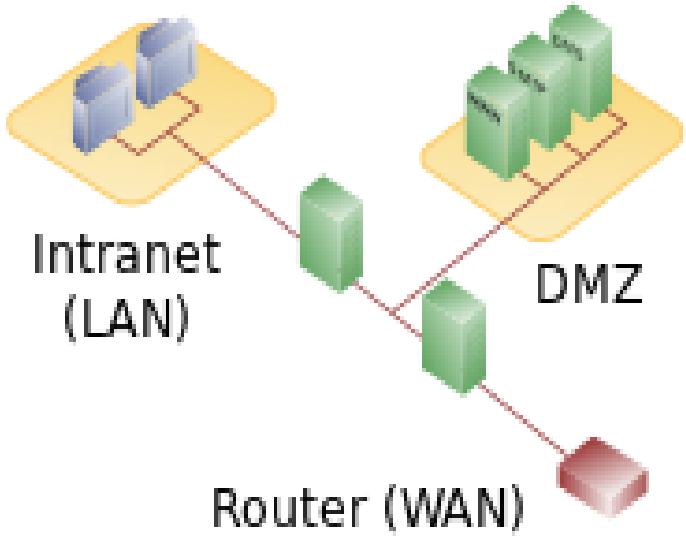
DMZ ARCHITEKTÚRA I.

- Egy tűzfal – háromágú (three legged) modell
  - DMZ-Intranet és DMZ-Internet közötti forgalmat kezeli
  - Single point of failure



DMZ ARCHITEKTÚRA II.

- Kettős tűzfal
  - Front-end/Perimeter
  - Back-end/Internal
- Tipikusan különböző gyártóktól
  - Nem ugyanazok a biztonsági rések
  - Nem ugyanaz a konfiguráció módszere
  - Drágább



Proxy Szerverek

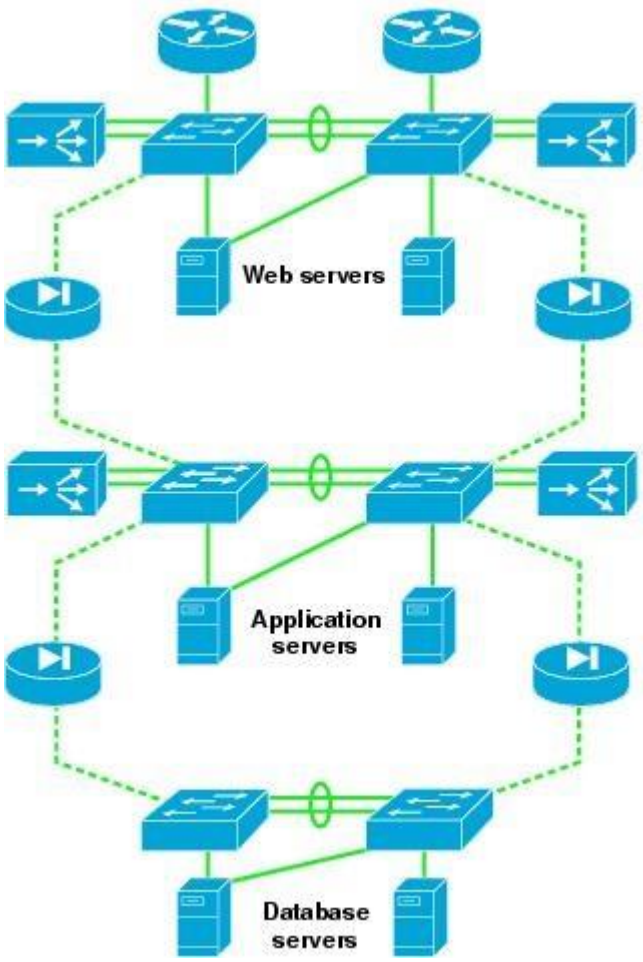
- DMZ-ben
  - Kötelezik a (belső) használókat a proxy igénybevételére az Internet felé
    - Biztonság
    - Monitorozhatóság
    - Központi web tartalomszűrés
    - Csökkenti az Internet forgalmat – caching a proxyban

Reverse Proxy Szerverek

- Indirekt hozzáférést biztosít külső hálózatok felől a belső erőforrásokhoz
  - Pl. e-mail hozzáférés cégen kívülről
- Csak a reverse proxy szervernek van hozzáférése a levelezőszerverhez
- Extra biztonsági layer
- Tipikusan applikációs rétegbeli tűzfallal

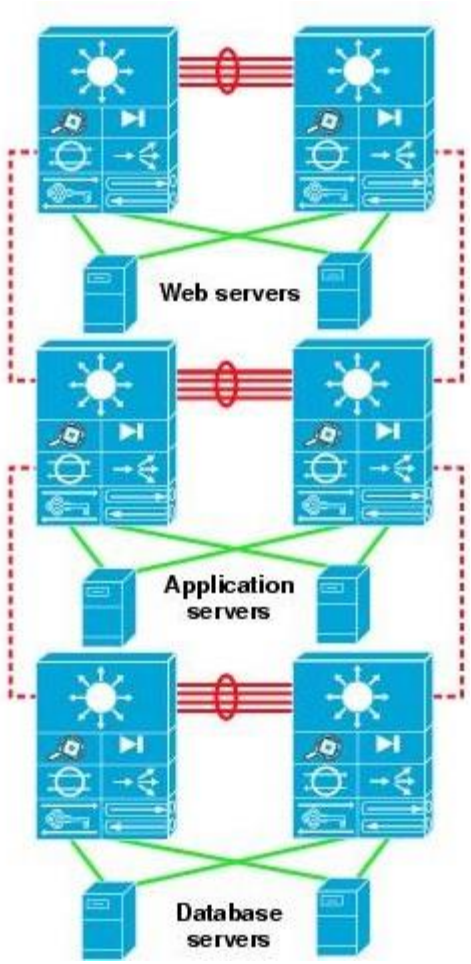
HTTP-ALAPÚ ALKALMAZÁSOK I.

- 3 tiers
  - Web szerverek
  - Alkalmazás szerverek
  - Adatbázis szerverek
- Tűzfalakkal elválasztva



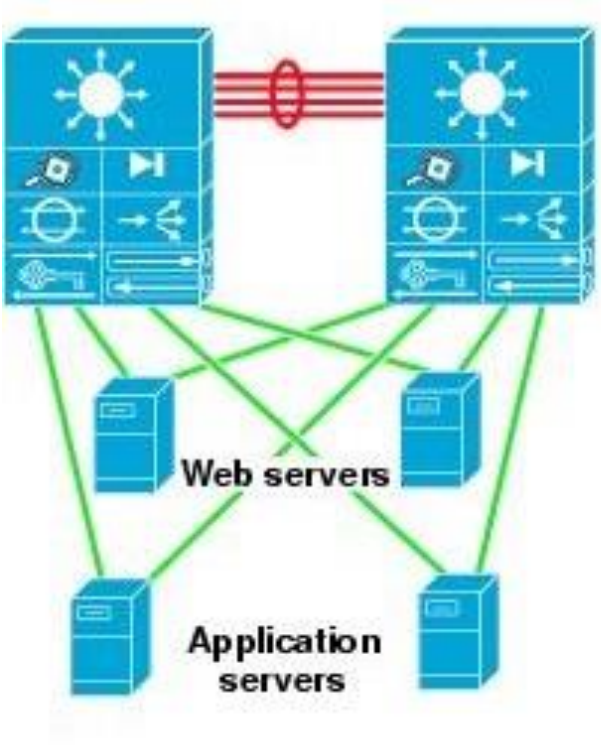
HTTP-ALAPÚ ALKALMAZÁSOK II.

- Integrált szolgáltatás modulok (Integrated Service Modules)
  - Router/switch
  - Tűzfal
  - Terhelésmegosztás
  - Biztonság
  - IDS (Intrusion Detection System – behatolás detektálás)

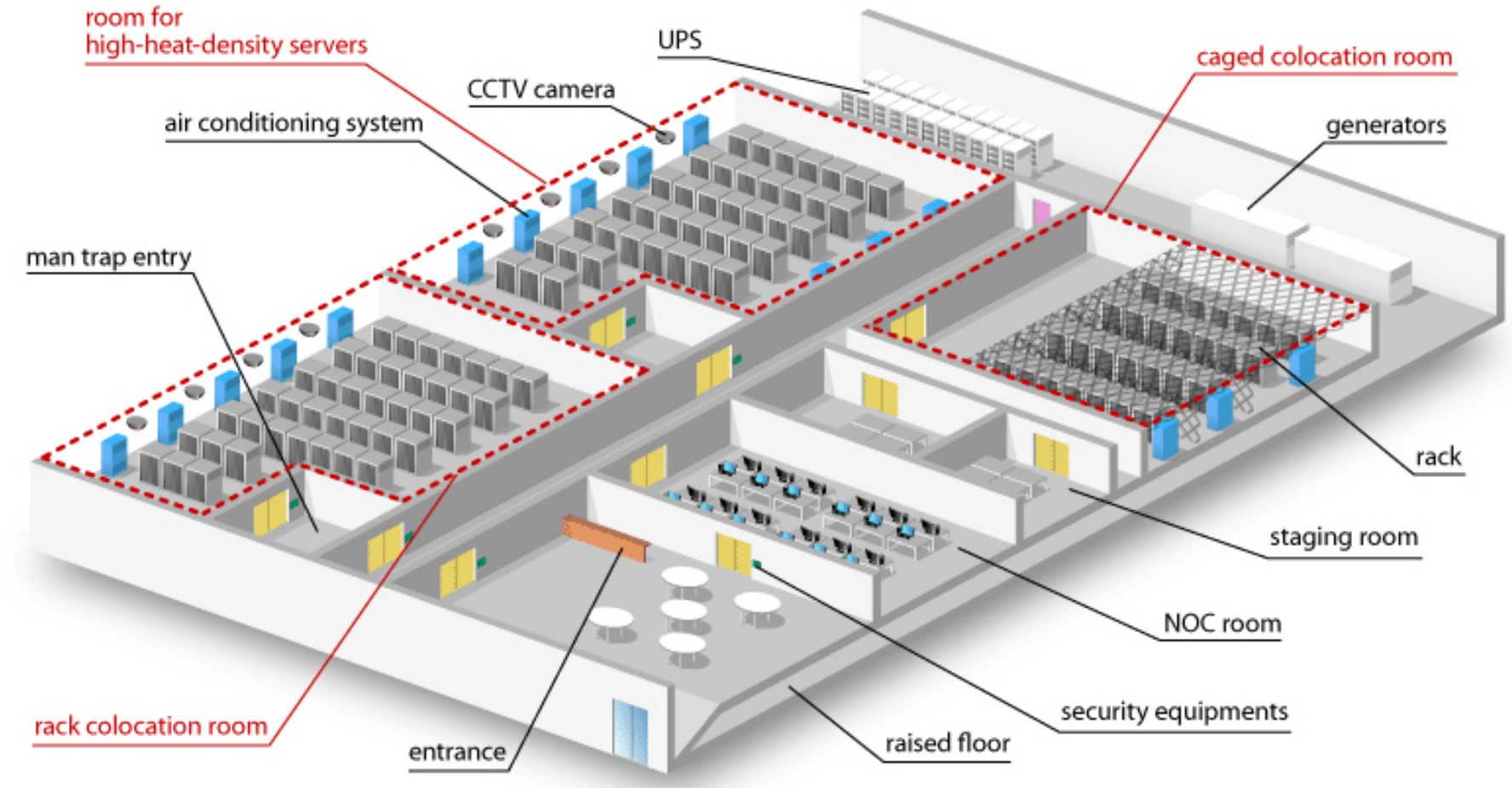


HTTP-ALAPÚ ALKALMAZÁSOK III.

- Logikai elválasztás
  - VLAN-okkal
  - Kisebb teljesítmény
  - De kevesebb eszköz
- + Adatbázis szerverek tipikusan fizikailag is elkülönülnek



ADATKÖZPONT ÁTTEKINTÉS



COLOCATION ROOM (COLO)

- „Közös használatú terem” – az ügyfelek ide helyezhetik berendezéseiket – “carrier hotel”
  - Zárt terek
    - Ketrecek (cage)
    - Rack-ek (zárhatóak)
  - Az eszköz az ügyfél tulajdona
  - Az adatközpont a működtetést és karbantartást biztosítja
    - Hely, áram, hűtés, fizikai biztonság
    - Kapcsolatok távközlési és hálózati szolgáltatók felé

Caged Colocation Room

Rack Colocation Room

Staging Room

- Érkeztető terület
- Eszközök
  - Kicsomagolása
  - Ellenőrző tesztelése
  - Konfigurálása
- A szerver-termeken kívül

ADATKÖZPONTI SZOLGÁLTATÁSOK

- Saját eszköz tárolása – bérlés
- 24 órás felügyelet
- Nagy megbízhatóságú környezet
  – georedundancia
- Teljes körű üzemeltetés
- Költözés tervezése és kivitelezése
- Adatmentés és adatvisszaállítás
- Biztonsági mentés vészhelyzet esetére

ADATKÖZPONTI SZOLGÁLTATÁSOK

- Kettős tápellátás két független alállomásról
- Redundáns transzformátor
- Redundáns diesel generátor
  - Automatikus átkapcsolás és indítás
- DC n+1 redundanciájú egyenirányító rendszer
- Klimatizálás: n+1 redundancia
- Emelt padló, kábeltálcarendszer
- Redundáns optikai gyűrű