

Chapter 2: Základy návrhu sítě



CCNP SWITCH: Implementing Cisco IP Switched Networks

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™

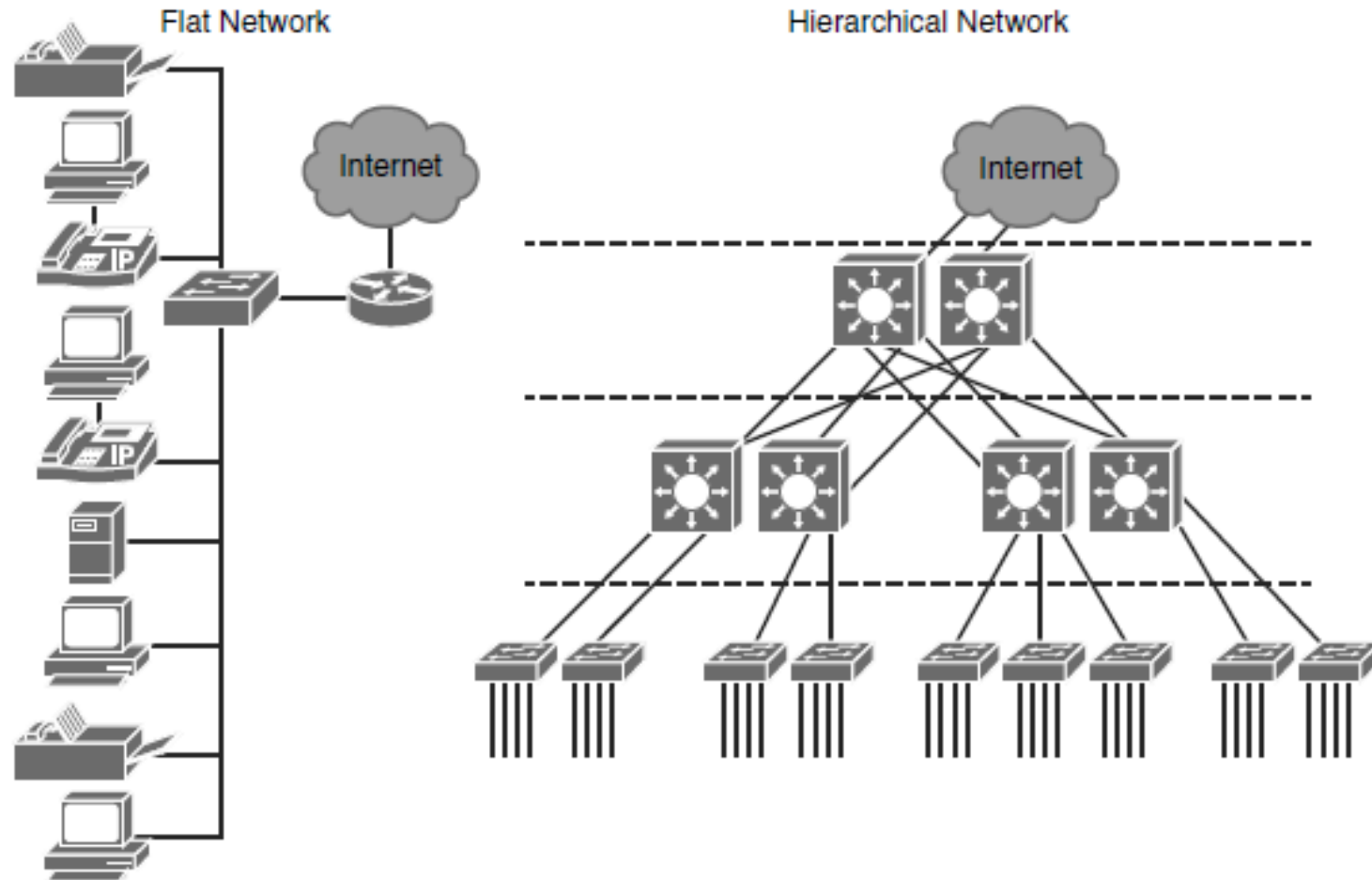
Cíle kapitoly 2

- Struktura sítě kampusu
- Úvod do přepínačů Cisco a související architektury

Struktura sítě kampusu



Hierarchický návrh sítě

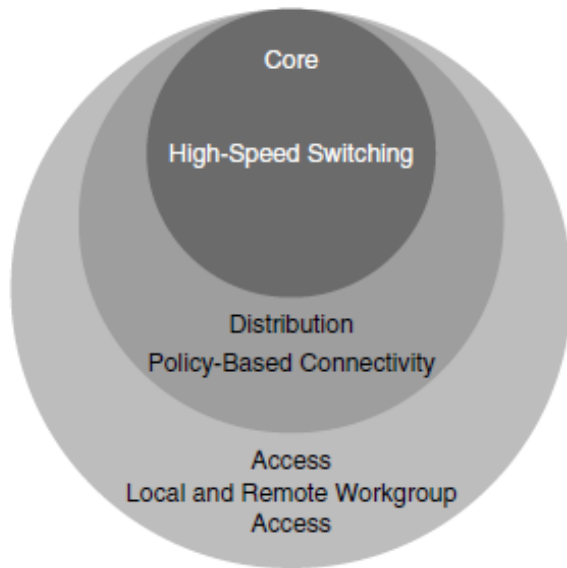


Návrh ploché sítě

- Plochá síť podnikového kampusu je místo, kde jsou všechny počítače, servery a tiskárny propojeny pomocí přepínačů L2.
- Plochá síť nepoužívá podsítě pro účely návrhu sítě. Kromě toho jsou všechna zařízení v této podsíti ve stejné doméně vysílání a vysílání bude zaplaveno na všechna připojená síťová zařízení.
- Plýtvá se zde šířkou pásma a výpočetními prostředky.
- Ploché sítě nejsou přizpůsobeny potřebám většiny podnikových sítí ani mnoha malých a středních podniků.

Hierarchical Network Design

■ Hierarchický model



- Hierarchické modely pro návrh sítě umožňují navrhovat jakékoli sítě ve vrstvách.
- Využití hierarchického modelu zjednodušuje návrh sítě kampusu tím, že se umožňuje zaměřit na jednotlivé vrstvy.
- Vrstvy hierarchického modelu jsou rozděleny do specifických funkcí kategorizovaných coby jádro, distribuční a přístupová vrstva.
- Tato kategorizace poskytuje modulární a flexibilní design se schopností rozšiřovat a škálovat návrh bez větších úprav nebo přepracování.

Vrstvy hierarchického modelu

■ Přístupová vrstva (Access layer)

- Přístupová vrstva se používá k udělení přístupu uživatele k síťovým aplikacím a funkcím. V síti kampusu zahrnuje přístupová vrstva zařízení pro přepínání **LAN** s porty, které poskytují připojení k pracovním stanicím, IP telefonům, AP a tiskárnám. V prostředí **WAN** může přístupová vrstva pro vzdálené pracovníky poskytovat přístup k podnikové síti prostřednictvím technologií WAN.

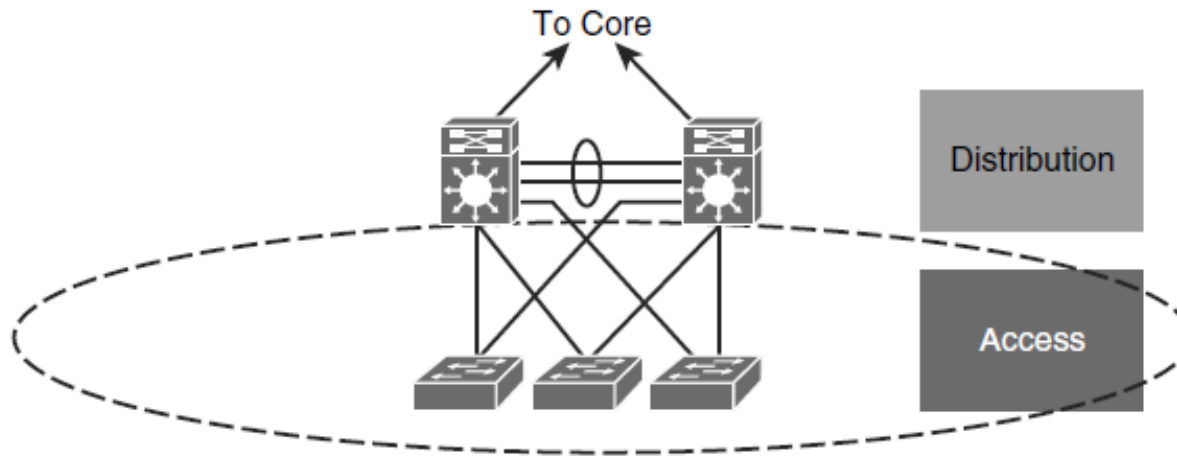
■ Distribuční vrstva (Distribution layer)

- Distribuční vrstva **agreguje** přepínače přístupové vrstvy, kabelové skříně, podlahy nebo jiné fyzické domény pomocí vloženého modulu nebo přepínačů vrstvy 3.
- Podobně distribuční vrstva může agregovat připojení WAN na okraji kampusu a poskytuje **připojení založené na politice**.

■ Jádro (Core resp. backbone)

- Vrstva jádra je vysokorychlostní páteř, která je navržena tak, **aby co nejrychleji** přepínala pakety. Ve většině kampusových sítí má základní vrstva směrovací schopnosti.
- Protože jádro je rozhodující pro připojení, musí poskytovat vysokou úroveň dostupnosti a rychle se přizpůsobit změnám. Poskytuje také dynamickou škálovatelnost pro přizpůsobení růstu a **rychlou konvergenci v případě poruchy**.

Přístupová vrstva



- Popisuje logické seskupení přepínačů, které propojují koncová zařízení, jako jsou počítače, tiskárny, fotoaparáty atd.
- Je to také místo, kde jsou připojena zařízení, která rozšiřují síť o další úroveň:
 - Dva takové příklady jsou IP telefony a bezdrátové přístupové body, z nichž oba rozšiřují konektivitu o další vrstvu ze skutečného přepínače přístupu do areálu.

Možnosti přístupové vrstvy

▪ **Vysoká dostupnost (High availability)**

- Přístupová vrstva podporuje vysokou dostupnost prostřednictvím výchozí redundance brány pomocí dvojitého připojení od přístupových přepínačů k redundantním přepínačům distribuční vrstvy, pokud v přístupové vrstvě není směrování. Tento mechanismus za výchozí redundanci brány se označuje jako protokol redundance prvního hopu (FHRP).

▪ **Konvergence (Convergence)**

- Přístupová vrstva obecně podporuje inline Power over Ethernet (PoE) pro IP telefonování, tenké klienty a bezdrátové přístupové body (AP).
- Přístupové vrstvy navíc umožňují podporu konvergovaných funkcí, které umožňují optimální softwarovou konfiguraci IP telefonů a bezdrátových přístupových bodů.

▪ **Bezpečnost (Security)**

- Přístupová vrstva také poskytuje služby pro další zabezpečení proti neoprávněnému přístupu k síti pomocí nástrojů, jako jsou **zabezpečení portů (port security)**, **QoS**, **DHCP snooping**, **DAI (DynamicARP Inspection)** a **IP Source Guard**.

Dynamic ARP inspection (DAI)

- DAI je bezpečnostní funkce, která odmítá neplatné a škodlivé pakety ARP. Tato funkce zabraňuje třídě útoků typu MitM, kde nepřátelská stanice zachycuje provoz na jiných stanicích tím, že otráví paměť ARP svých nic netušících sousedů a chytá pakety s cizí IP adresou na svoji MAC adresu.
- **DAI se spoléhá na DHCP snooping.** DHCP snooping naslouchá výměnám zpráv DHCP a sestavuje databázi vazeb platných trojic (MAC adresa, IP adresa, rozhraní VLAN).
- Je-li zapnutá funkce DAI, přepínač přeruší paket ARP, pokud adresa MAC odesílatele a adresa IP odesílatele neodpovídají položce v **databázi vazeb DHCP snooping.**
- Nicméně, to může být překonáno **statickým mapováním.** Statické mapování je užitečné např. tehdy, když jiné přepínače v síti nevykonávají DARP.

DHCP snooping – arp inspection trust

```
(SW1) (Config)# ip dhcp snooping
```

```
(SW1) (Config)# ip dhcp snooping vlan
```

```
(SW1) (Config)# interface 1/0/1
```

```
(SW1) (Interface 1/0/1)# ip dhcp snooping trust
```

```
(SW1) (Interface 1/0/1)# sh ip dhcp snooping bind
```

```
■
```

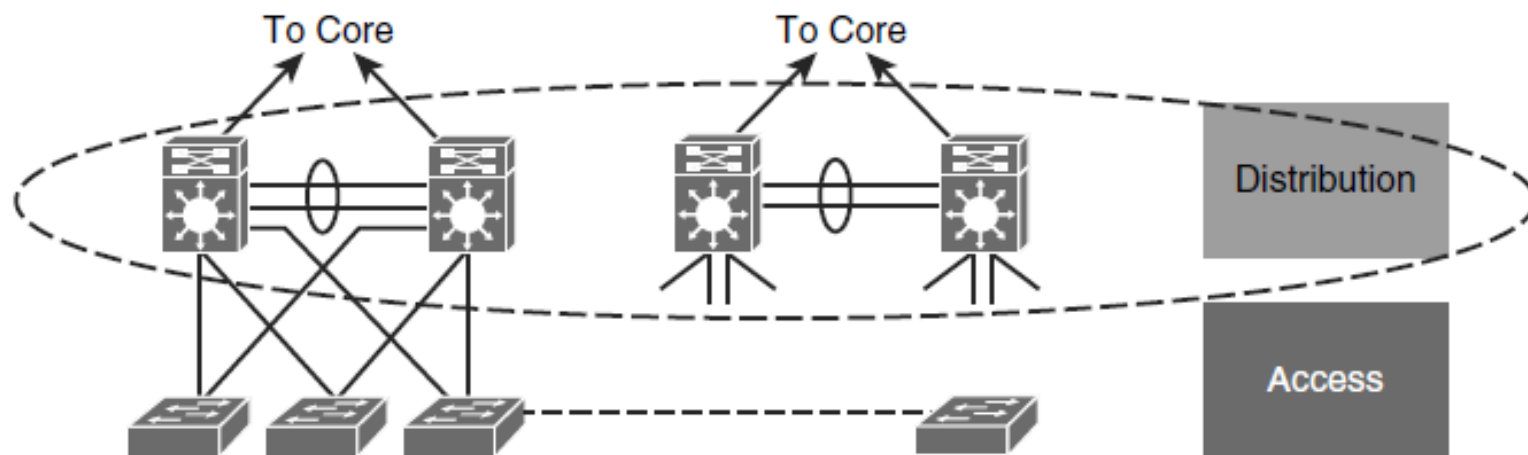
MAC Address	IP Address	VLAN	Interface	Type	Lease (Secs)
00:16:76:A7:88:CC	192.168.10.86	1	1/0/2	DYNAMIC	86400

```
(SW1) (Config)# ip arp inspection vlan 1
```

```
(SW1) (Config)# interface 1/0/1
```

```
(SW1) (Interface 1/0/1)# ip arp inspection trust
```


Distribuční vrstva



- Distribuční vrstva v designu kampusu má jedinečnou roli, ve které působí jako hranice služeb a řízení (service and control) mezi přístupovou vrstvou a jádrem.
- **Dostupnost, rychlé zotavení cesty z výpadku, vyvažování zátěže a QoS** jsou všechny důležité aspekty distribuční vrstvy.
- Obecně je vysoká dostupnost zajištěna prostřednictvím redundantních cest vrstvy 3 z distribuční vrstvy do jádra a redundantních cest vrstvy 2 nebo vrstvy 3 z přístupové vrstvy do distribuční vrstvy.

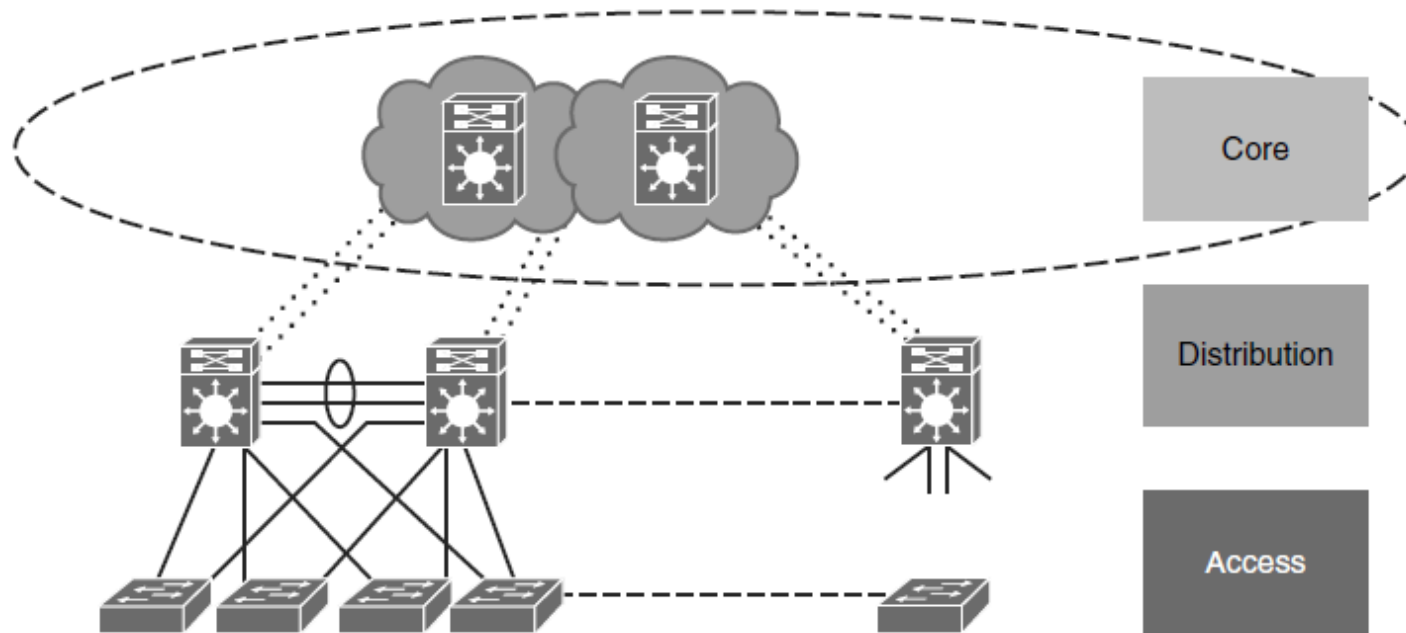
Distribuční vrstva

- U návrhu vrstvy 2 v přístupové vrstvě distribuční vrstva obvykle slouží jako směrovací hranice mezi přístupovou a jádrovou vrstvou ukončením VLAN.
- Distribuční vrstva může provádět úkoly, jako například rozhodování o **řízeném směrování a filtrování**, aby implementovala připojení, zabezpečení a **QoS policy-based přístup**.
- Tyto funkce umožňují přísnější řízení provozu prostřednictvím sítě kampusu.
- Aby se dále zlepšil výkon směrovacího protokolu, distribuční vrstva je obecně navržena pro shrnutí tras z přístupové vrstvy. Distribuční vrstva navíc volitelně poskytuje výchozí redundanci brány pomocí prvního směrovacího protokolu (FHRP), jako je HSRP, GLBP nebo VRRP.

Funkce distribuční vrstvy

- Poskytuje vysokou dostupnost a sdílení nákladů za stejné náklady (equal-cost load sharing) propojením jádra a přístupové vrstvy prostřednictvím alespoň dvou cest
- Obecně ukončuje doménu VLAN vrstvy 2
- Směřuje provoz z ukončených VLAN do jiných VLAN a do jádra (InterVLAN routing)
- Shrnuje trasy přístupové vrstvy
- Implementuje konektivitu založenou na zásadách, jako je filtrování provozu (ACL), QoS a zabezpečení
- Poskytuje FHRP (First Hop Routing Protocol)

Vrstva jádra (Backbone)

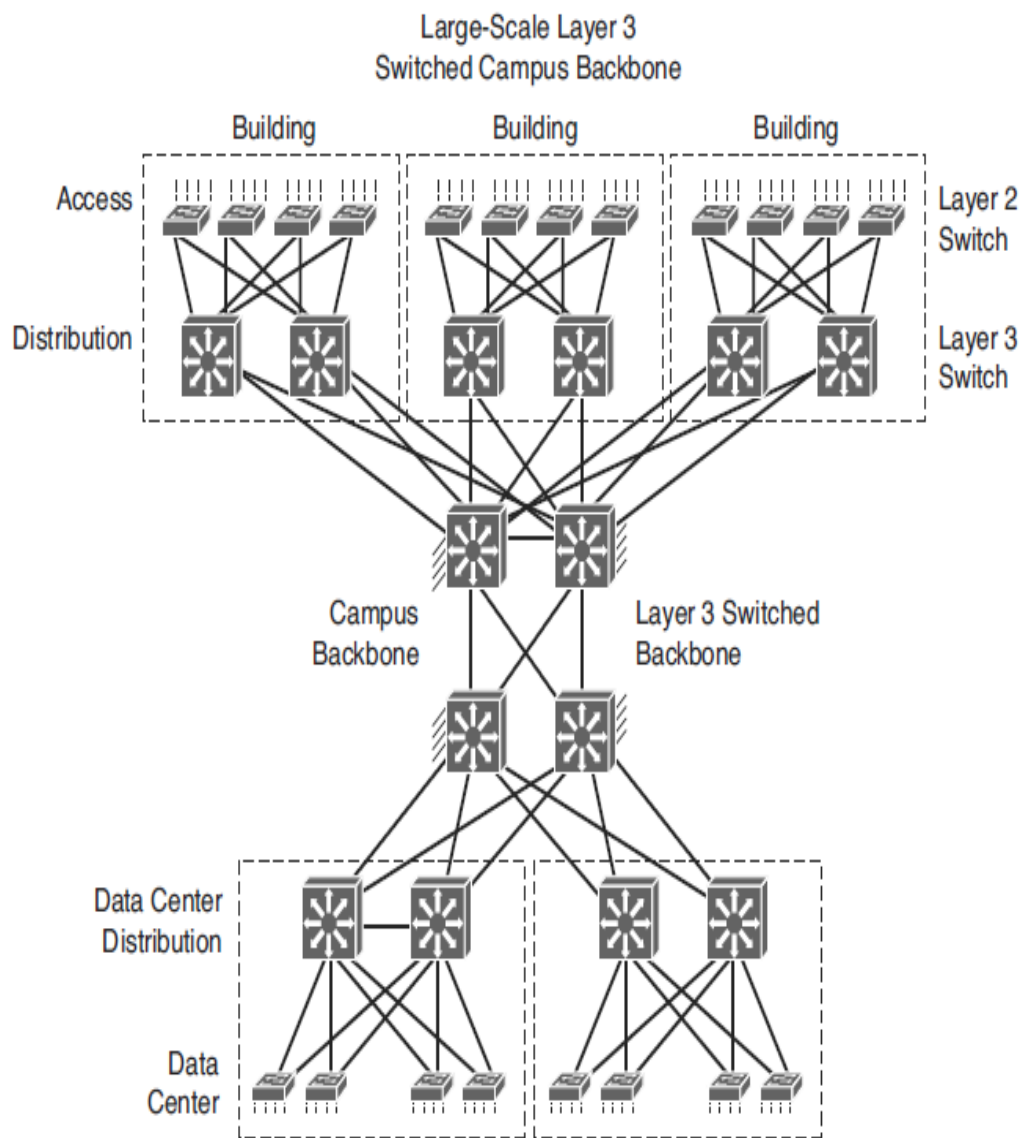


- Z hlediska designu je jádro kampusu v některých ohledech nejjednodušší, ale nejkritičtější částí kampusu.
- Poskytuje **omezenou sadu služeb** a je navržen tak, aby byl vysoce dostupný a vyžaduje okamžitou obnovu.
- Ve velkých podnicích musí jádro sítě fungovat jako nepřetržitá a vždy dostupná služba.

Vrstva jádra (Backbone)

- Klíčové konstrukční cíle pro jádro kampusu jsou založeny na zajištění přiměřené úrovně redundance, která umožňuje okamžitou obnovu toku dat v případě selhání kterékoli součásti (přepínače, supervizory, linkové karty nebo propojení vláken, napájení, a tak dále).
- Návrh sítě musí také umožnit občasnou, ale nutnou aktualizaci hardwaru a softwaru nebo změnu, aniž by došlo k narušení síťových aplikací.
- Jádro sítě by nemělo implementovat žádné složité policy services, ani by nemělo mít žádná přímo připojená připojení uživatele nebo serveru.
- Jádro by také mělo mít konfiguraci minimální řídicí roviny, která je kombinována s vysoce dostupnými zařízeními, která jsou nakonfigurována se správným množstvím fyzické redundance, aby byla zajištěna tato možnost nonstop služby.

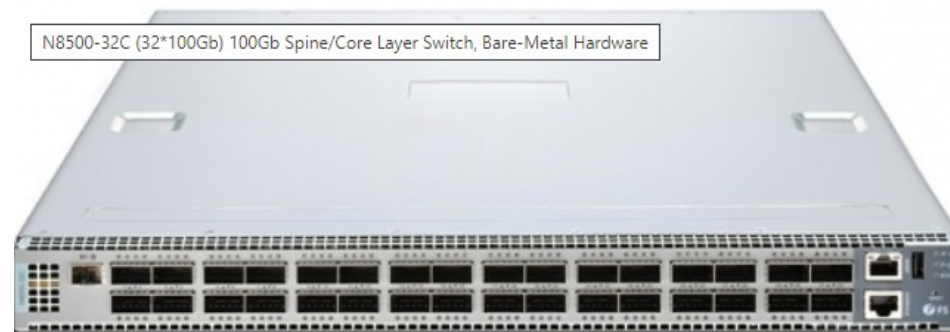
Vrstva jádra (Backbone)



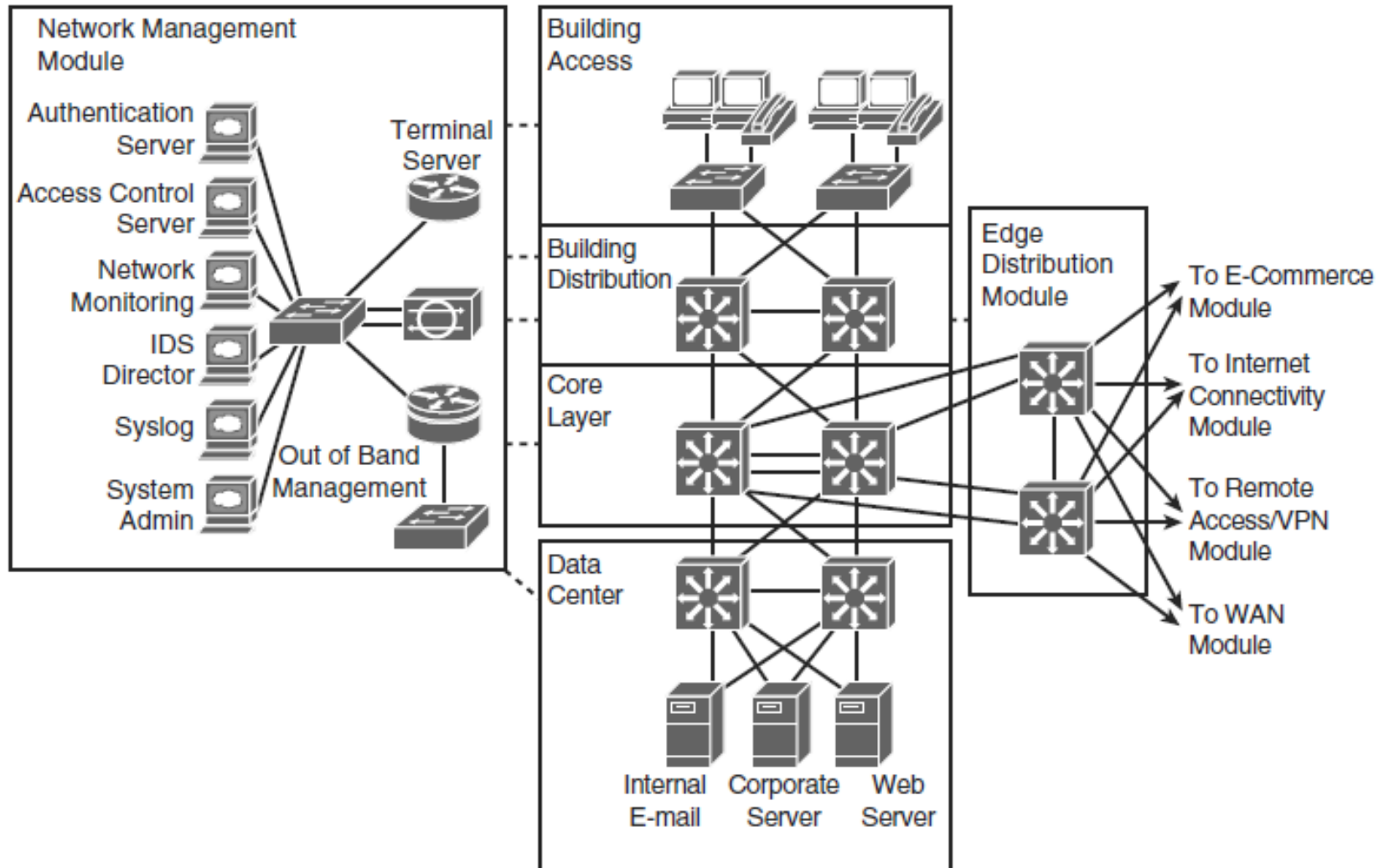
Z hlediska podnikové architektury je jádro kampusu páteří, která spojuje všechny prvky architektury kampusu a zahrnuje WAN, datové centrum atd. Jinými slovy, základní vrstva je součástí sítě, která kromě dalších oblastí a služeb v síti zajišťuje propojení mezi koncovými zařízeními, výpočetní technikou a službami ukládání dat, které jsou umístěny v datovém centru.

Funkce vrstvy jádra

- Agreguje sítě kampusu a poskytuje propojení datového centra, sítě WAN a dalších vzdálených sítí
- Vyžaduje vysokou dostupnost, odolnost a schopnost provádět aktualizace softwaru a hardwaru bez přerušení
- Navrženo bez přímého připojení k serverům, počítačům, přístupovým bodům atd.
- Je navržen pro budoucí růst a škálovatelnost
- Využívá platformy Cisco, které podporují redundanci hardwaru, jako je Catalyst 4500 a Catalyst 6800

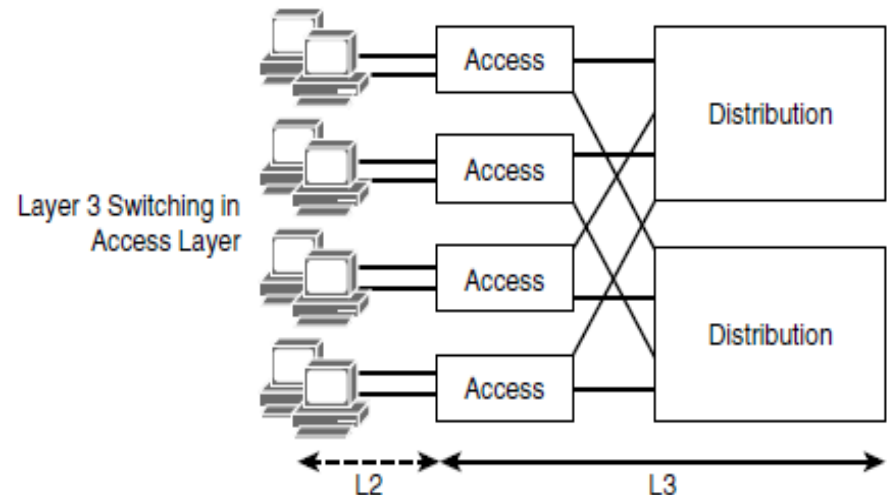
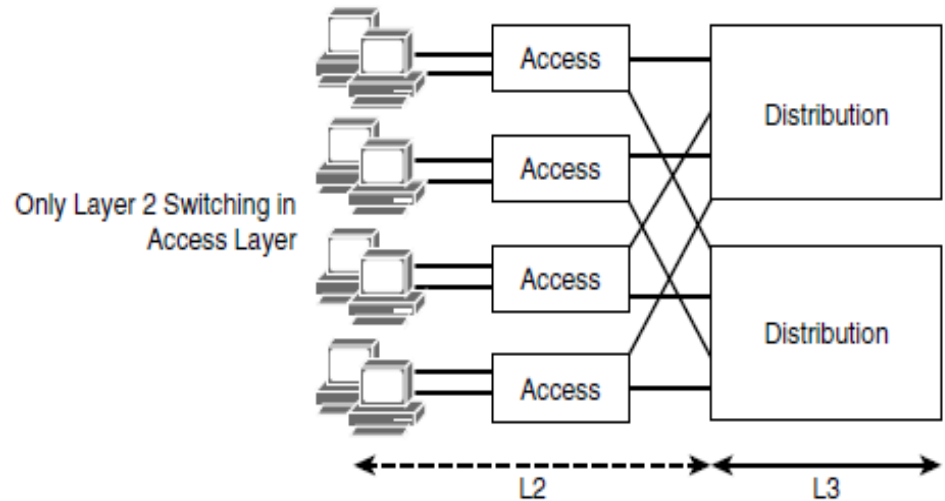


Místo vrstvy jádra v podnikové síti



Layer 3 v přístupové síti

- Vzhledem ku sníženým nákladům a několika výhodám zděděním se přepínání vrstvy 3 v přístupové vrstvě stalo běžnější než typické přepínání vrstvy 2 v přístupové vrstvě.
- Použití přepínání vrstvy 3 nebo tradiční přepínání vrstvy 2 v přístupové vrstvě má výhody a nevýhody.



Layer 3 in the Access Layer

■ Výhody

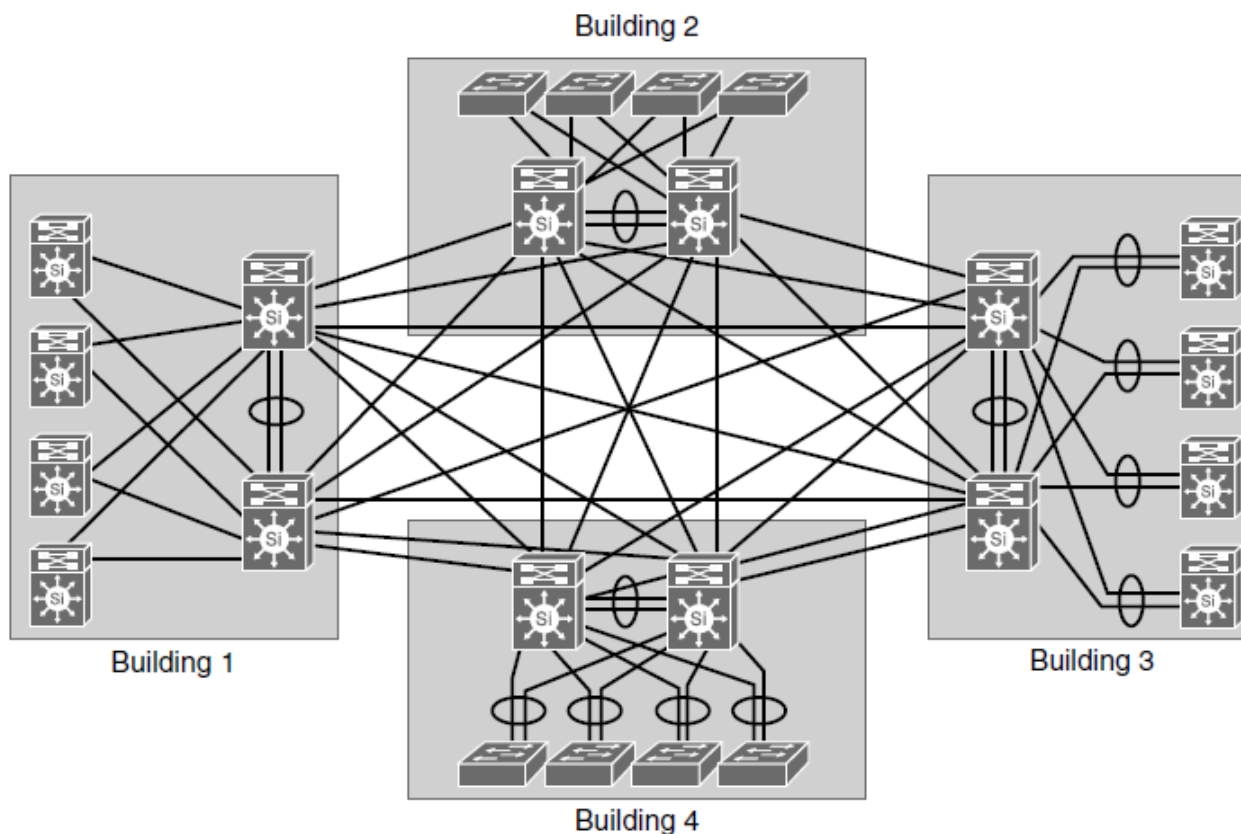
- Použití návrhu, který využívá přepínání vrstvy 3 k přístupové vrstvě, se škály VLAN přizpůsobují lépe než návrhy přepínání podle vrstvy 2, protože sítě VLAN jsou ukončeny na zařízeních přístupové vrstvy.
- Konkrétně jsou odkazy mezi spínači distribuční a přístupové vrstvy směrované odkazy; všechna přístupová a distribuční zařízení by se účastnila schématu směrování.
- Design přístupu pouze pro vrstvu 2 je tradičním, mírně levnějším řešením, ale trpí optimálním využitím propojení mezi přístupem a distribucí kvůli překlenovacímu stromu

■ Nevýhody

- Návrh vrstev 3 představuje výzvu, jak oddělit provoz.
- Návrhy vrstvy 3 také vyžadují pečlivé plánování s ohledem na IP adresy.
- VLAN na jednom přístupovém zařízení vrstvy 3 nemůže být na jiném přepínači přístupové vrstvy v jiné části vaší sítě, protože každá VLAN je celosvětově významná.
- Mobilita zařízení je tradičně omezena v kampusu sítě podniku v sítích přístupové vrstvy 3. bez použití pokročilých síťových funkcí pro mobilitu.

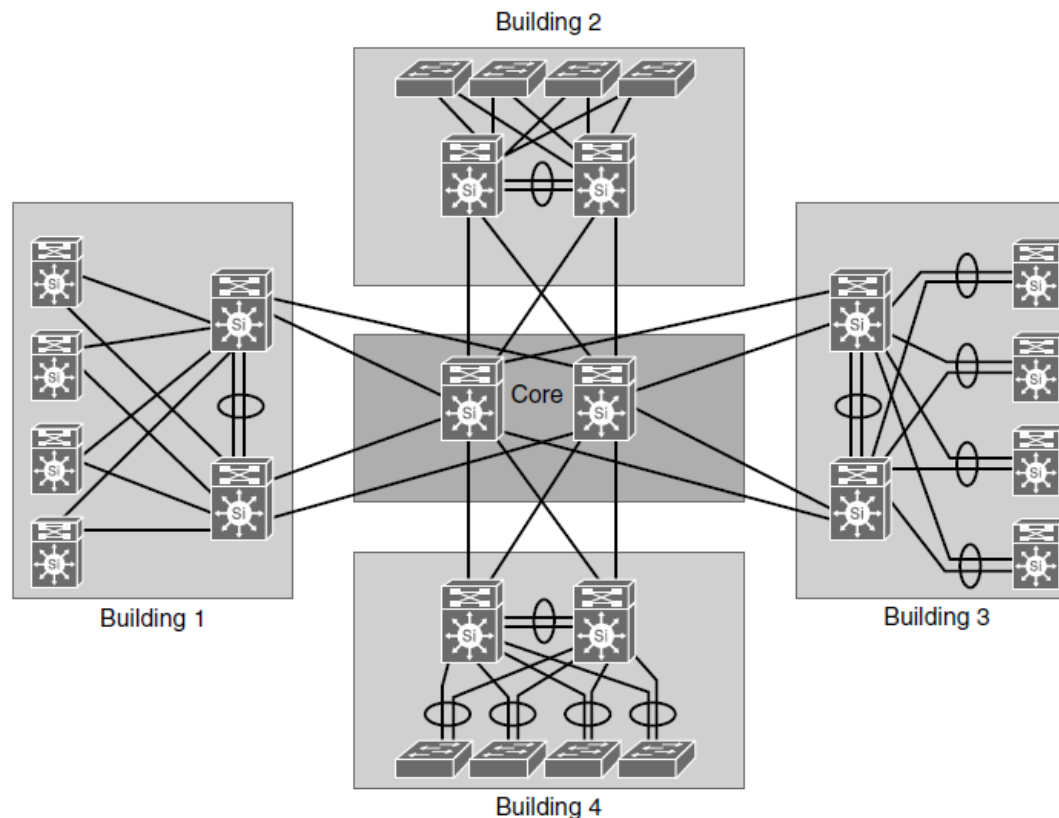
Vrstvy jádra a distribuční mohou splynout

- V kampusu síť obsažené v několika budovách nebo podobné fyzické infrastruktuře může zhroucení jádra do přepínačů distribuční vrstvy ušetřit počáteční náklady, protože celá vrstva přepínačů není nezbytná.



Vrstva jádra je ale v konci konců potřebná

- nižším nákladům na počáteční sestavení je obtížné tento návrh škálovat.
- Kromě toho se požadavky na kabeláž dramaticky zvyšují s každou novou budovou kvůli potřebě plného připojení všech distribučních přepínačů.
- Složitost směrování se také zvyšuje s přidáváním nových budov, protože jsou potřeba další směrovací partneři.

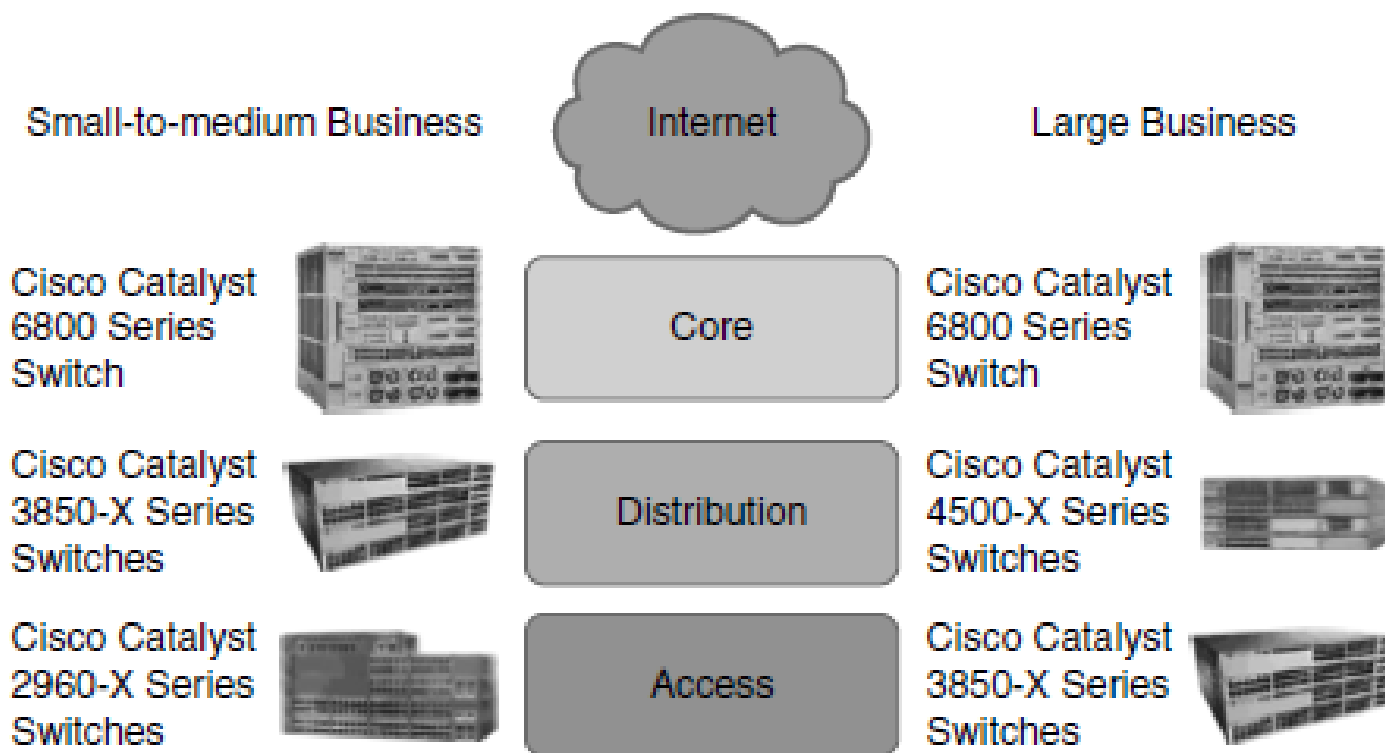


Typy Cisco přepínačů



Typy Cisco přepínačů

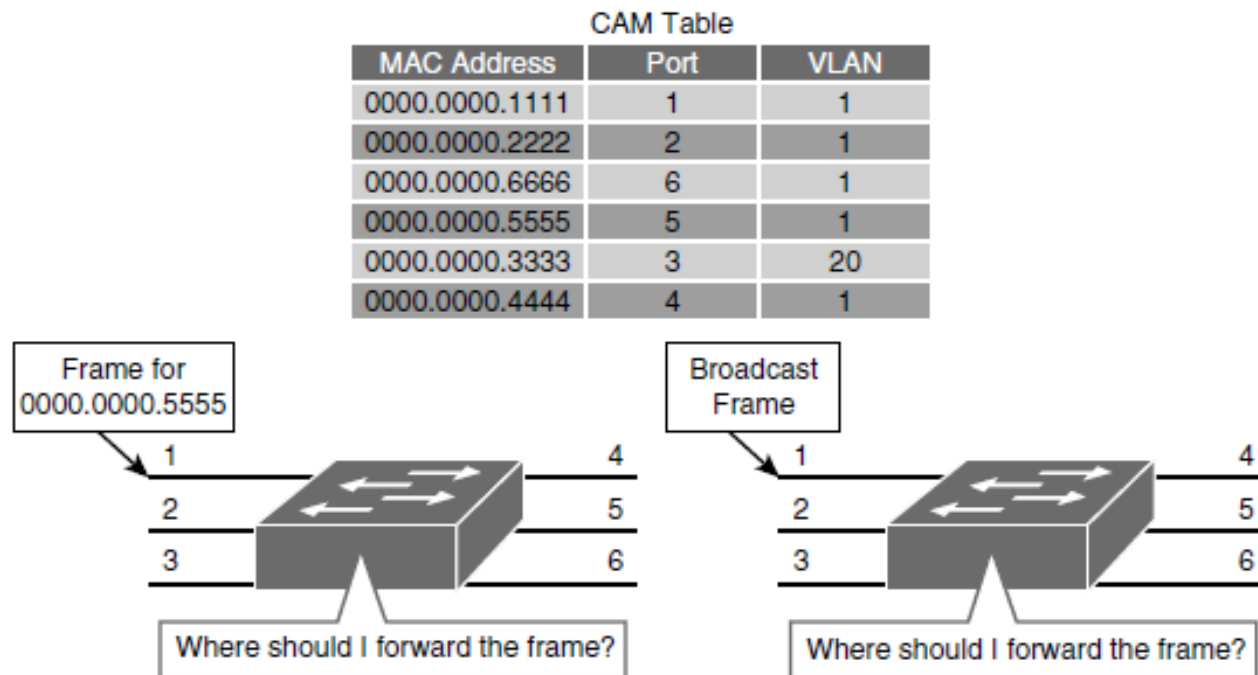
- Cisco navrhuje přepínače Catalyst pro sítě kampusu a přepínače Nexus pro datová centra. Kontext CCNP se zaměří především na přepínače Catalyst.



Porovnání L2 a Multilayer přepínačů

- Přepínače L2 rozhodují o předávání rámců na základě cílových MAC adres nalezených v rámci.
- Když přepínač přijímá v režimu **store-and-forward**, rámec je kontrolován na chyby a jsou regenerovány a vysílány rámce s po kontrole CRC.
- Některé modely přepínačů, většinou přepínače Nexus, se rozhodnou přepínat rámce založené pouze na čtení informací vrstvy 2 a obcházení kontroly CRC.
- Průtok rámců, označovaný jako **cut-through switching**, snižuje latenci přenosu rámce, protože celý rámec není přenesen před přenosem na jiný port.
- Nižší latence přepínání je výhodná pro aplikace s nízkou latencí, jako jsou programy s algoritmy použité v datovém centru. Předpokládá se, že karta síťového rozhraní koncového zařízení (NIC) nebo protokol vyšší úrovně nakonec zahodí špatný rámec.
- Většina přepínačů Catalyst je store-and-forward.

Forwarding MAC Address



- Kam má být rámec poslán?
- Existují omezení, která brání předání rámce?
- Existuje nějaké pravidla prioritizace či značkování (marking), které je třeba aplikovat na rámec?

Operace přepínače L2 vrstvy

▪ Layer 2 forwarding table

- Předávací tabulka vrstvy 2, také nazývaná MAC tabulka, obsahuje informace o tom, kam předat rámeček. Konkrétně obsahuje MAC adresy a cílové porty. Přepínače odkazují na cílovou adresu MAC příchozího rámce v tabulce MAC a předávají snímky cílovým portům uvedeným v tabulce. Pokud MAC adresa není nalezena, je rámeček zaplaven všemi porty ve stejné VLAN.

▪ ACLs

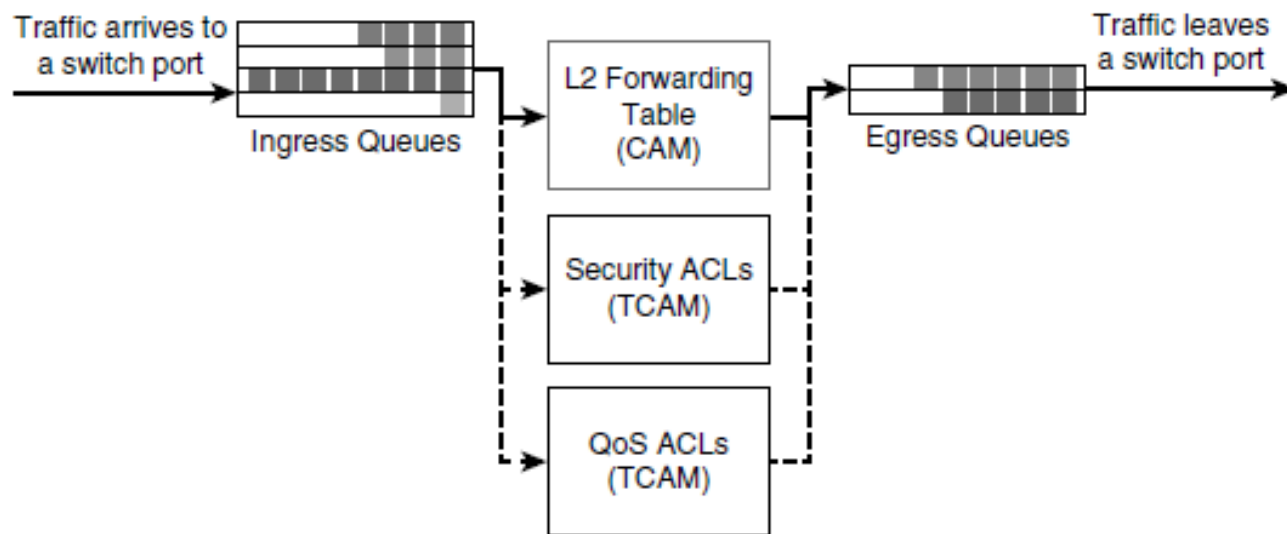
- Seznamy řízení přístupu (ACL) se nevztahují pouze na směrovače. Přepínače mohou také použít seznamy ACL založené na MAC a IP adresách. Obecně pouze přepínače vyšší třídy podporují ACL založené na MAC i IP adresách, zatímco přepínače Layer 2 podporují ACL založené pouze na MAC adrese.

▪ QoS

- Příchozí rámce lze klasifikovat podle parametrů QoS. Provoz pak lze označit, stanovit prioritu nebo omezit rychlost.

Operace přepínače L2 vrstvy

- CAM a TCAM jsou extrémně rychlé přístupy a umožňují výkon přepínání linky. CAM podporuje pouze dva výsledky: 0 nebo 1.
- Proto je CAM užitečný pro předávací tabulky vrstvy L2.
- TCAM poskytuje tři výsledky: 0, 1 a je to jedno. TCAM je nejužitečnější pro vytváření tabulek pro vyhledávání na nejdelších shodách, jako jsou směrovací tabulky IP uspořádané podle předpon IP.
- Tabulka TCAM ukládá ACL, QoS a další informace obecně spojené se zpracováním v horní vrstvě. V důsledku používání TCAM nemá použití ACL žádný vliv na výkon přepínače.

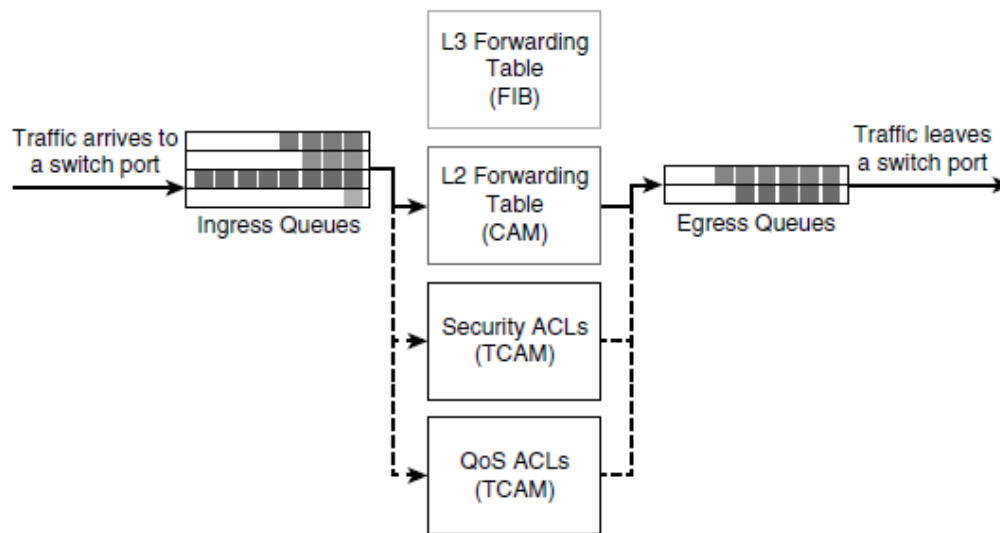


CAM Table

MAC Address	Egress Port	VLAN

Operace přepínače L3 vrstvy (Multilayer)

- Vícevrstvé přepínače nejen provádějí přepínání vrstvy 2, ale také dopředné rámce založené na informacích vrstvy 3 a 4.
- Vícevrstvé přepínače nejen kombinují funkce přepínače a routeru, ale také přidávají komponentu vyrovnávací paměti toku (flow cache).



FIB Table			CAM Table			
IP Address	Next-Hop IP Address	Next-Hop MAC Address	Egress Port	MAC Address	Egress Port	VLAN

Příkazy pro nahlížení a editaci MAC adresních tabulek přepínačů Catalyst

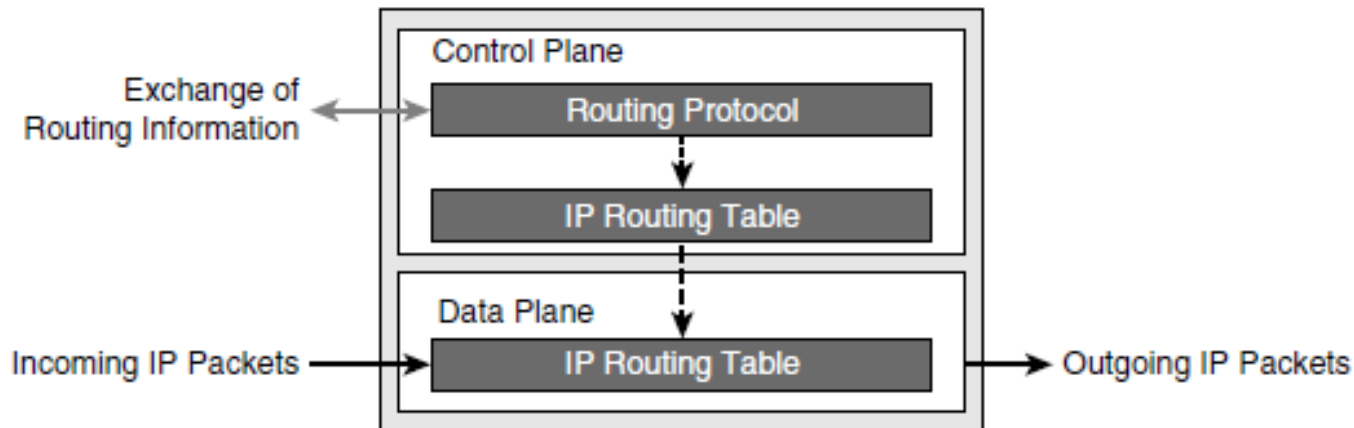
```
Switch1# show mac address-table
          Mac Address Table
-----
Vlan      Mac Address      Type      Ports
----      -
1         0000:0c00.9001   DYNAMIC   Et0/1
1         0000.0c00.9002   DYNAMIC   Et0/2
1         0000.0c00.9002   DYNAMIC   Et0/3
Total Mac Addresses for this criterion: 3

Switch1# show mac address-table interface ethernet 0/1
          Mac Address Table
-----
Vlan      Mac Address      Type      Ports
----      -
1         0000:0c00.9001   DYNAMIC   Et0/1
Total Mac Addresses for this criterion: 1

Switch1# show mac address-table | include 9001
1         0000:0c00.9001   DYNAMIC   Et0/1
```


Distributed Hardware Forwarding

- Úrovně operací:
 - Management plane
 - Control plane
 - Forwarding plane



Distributed Hardware Forwarding

- **Management plane** je zodpovědná za správu sítě, jako je SSH přístup a SNMP, a může pracovat přes out-of-band port.
- **Control plane** je zodpovědná za protokoly a rozhodnutí o směrování a **forwarding plane** je zodpovědná za skutečné směrování (nebo přepínání) většiny paketů.
- Vícevrstvé přepínače musí dosahovat vysokého výkonu při rychlosti linky na velkém počtu portů. Za tímto účelem vícevrstvé přepínače používají **nezávislé control and forwarding planes**.
- Multilayer přepínače mohou také využívat více forwarding planes. Například, Catalyst 6800 používá forwarding planes na každém řádku modulu, s centrální control plane na supervizorovém modulu (modulu dohledu).
- Abychom pokračovali v příkladu Catalyst 6800, obsahuje každý řádkový modul mikrokódovaný procesor, který zpracovává veškeré předávání paketů.
- Aby control plane na supervizoru komunikovala s modulem linky, existuje komunikační protokol vrstvy control layer.

Metody Cisco přepínání

Směrovače Cisco IOS používají jednu ze tří metod pro předávání paketů:

■ Process Switching

- Process switching (přepínání procesů) je nejpomalejší forma směrování, protože procesor musí směrovat a prepisovat pomocí softwaru.

■ Fast Switching

- Jedná se o rychlejší metodu, pomocí níž je první paket v toku směrován a přepsán traťovým procesorem pomocí softwaru, a každý další paket je potom zpracován hardwarem.

■ Cisco Express Forwarding (CEF)

- Metoda CEF používá hardwarové předávací tabulky pro většinu běžných provozních toků, až na několik výjimek. Pokud používáte CEF, směrovací procesor věnuje své cykly většinou jiným úlohám.

Metody Cisco přepínání

- Architektura přepínačů Cisco Catalyst a Nexus se zaměřuje především na ekvivalenty routeru Cisco CEF.
- Na zcela posledním místě je u přepínačů Cisco Catalyst nebo Nexus přepínání procesů.
- Procesory těchto přepínačů nebyly původně navrženy pro směrování paketů, což má nepříznivý vliv na výkon.
- Naštěstí výchozím chováním těchto přepínačů je použití Fast Switchingu nebo CEF a přepínání procesů nastává pouze v případě potřeby.

Metody Cisco přepínání

V terminologii přepínání Cisco Catalyst se rychlé přepínání označuje jako ukládání do mezipaměti (cache) a aplikace CEF s distribuovaným hardwarovým přeposíláním se označuje jako přepínání založené na topologii.

Následující přehled shrnuje přehled route caching a předávání topologií na přepínačích Cisco Catalyst:

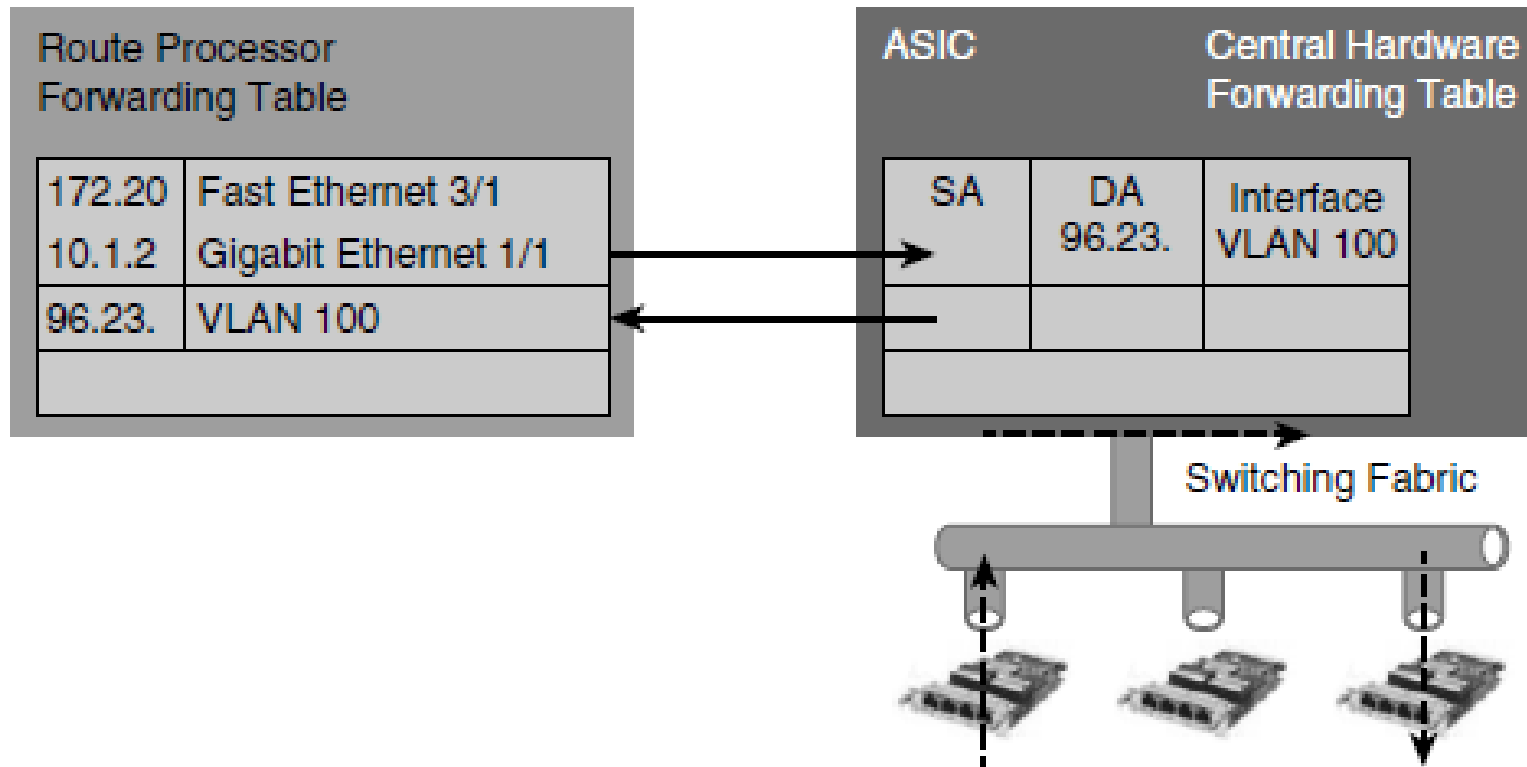
■ **Route caching**

- Obdobně *flow-based* or *demand-based switchingu* route caching popisuje L3 route cache zabudovaný do hardwarových funkcí.

■ **Topology-based switching**

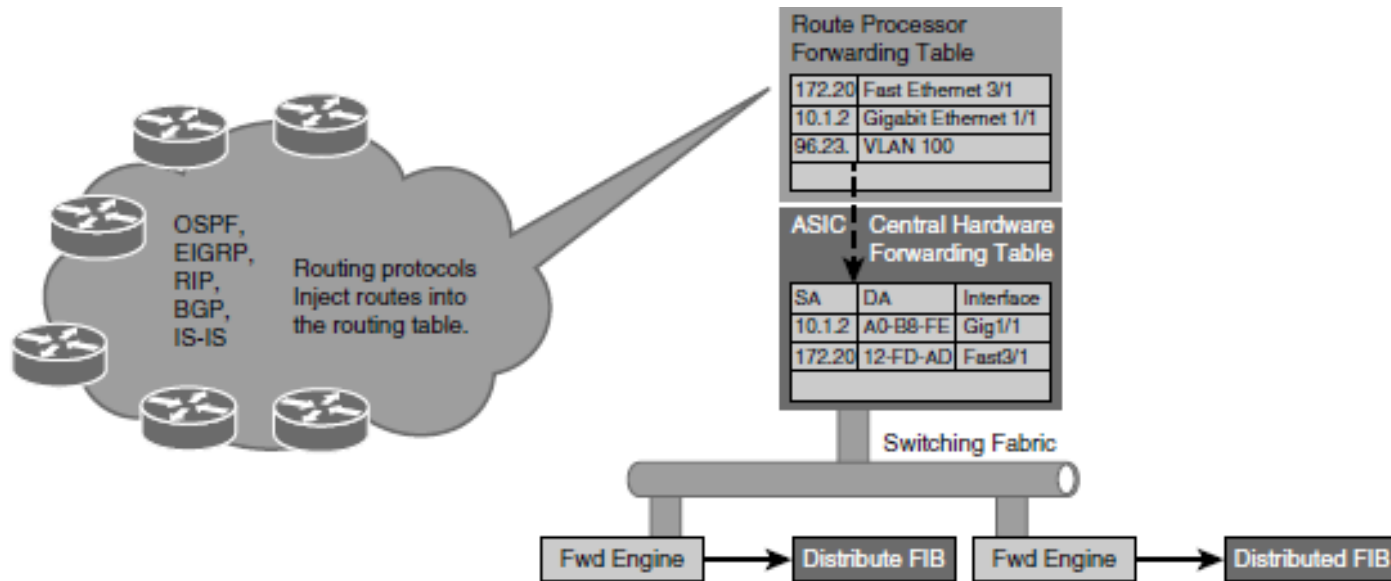
- Informace je ze směrovací tabulky přenesena do route cache. Vyplněná cache je FIB a CEF je zařízení, které sestavuje FIB.

Route Caching



- První paket toku je přepínán v softwaru procesorem trasy (route procesor), protože pro nový tok dosud neexistuje žádná položka v mezipaměti.

Topology-Based Switching



- **CEF používá informace ve směrovací tabulce** k naplnění mezipaměti tras (route cache známé jako FIB), aniž by bylo nutné k zahájení procesu ukládání do mezipaměti nutné provozní toky.
- Kromě toho CEF přidává vylepšenou podporu pro paralelní cesty a optimalizuje tak vyrovnávání zátěže ve vrstvě IP.
- Ve většině současných generátorových přepínačů Catalyst podporuje CEF vyvážení zátěže založené na kombinaci zdrojové IP a cílové IP adresy a zdrojové a cílové IP plus číslo portu TCP/UDP.

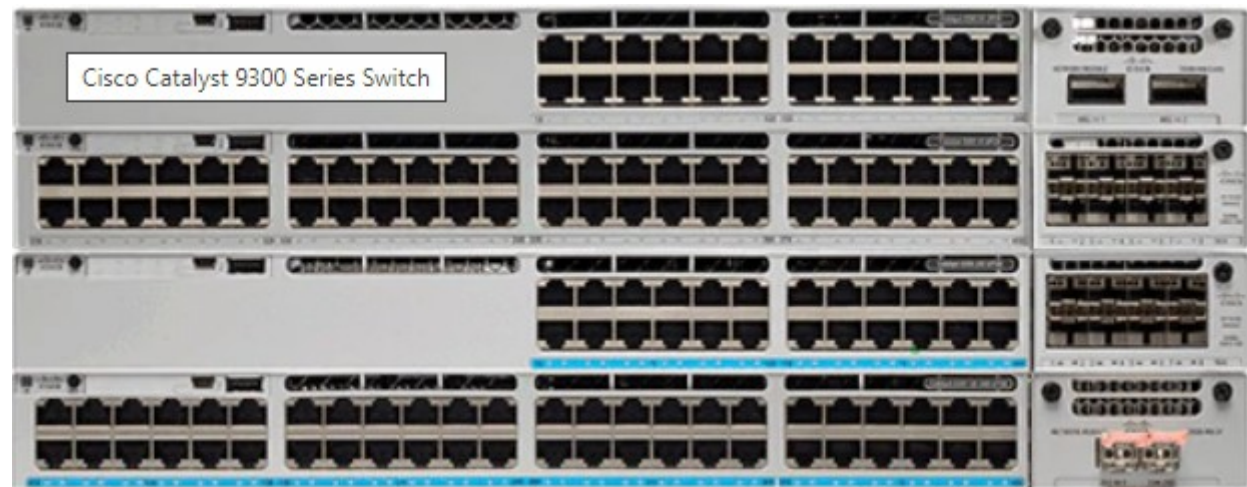
Detaily hardwarového forwardingu

- Skutečné přepínání paketů vrstvy 3 nastává na dvou možných místech přepínačů Catalyst.
- Možné umístění je buď centralizovaným způsobem, například na modulu dohledu, anebo distribuovaným způsobem, kde dochází k přepínání na jednotlivých linkových modulech.
- Tyto metody jsou označovány jako centralizované přepínání a distribuované přepínání.
- Catalyst 6500 byl dokonalým příkladem, kdy byla možnost centralizovat přepínání všeho na supervizoru nebo umístit specifické hardwarové verze linkových modulů do šasi, aby se získala možnost distribuovaného přepínání.
- Mezi výhody centralizovaného přepínání patří nižší náklady na hardware a nižší složitost.
- Pro škálování a velké podnikové sítě je distribuované přepínání optimální. Většina malých přepínačů s tvarovým faktorem využívá centralizované přepínání.



Cisco Catalyst 9300 Series Switches

- Rychlý přístup, rychlá agregace
- Řada Catalyst 9300 je novou generací nejrozšířenější stohovací přepínací platformy v oboru. Je uznán od CRN v roce 2018 jako nejlepší síťový produkt roku. A pro bezpečnost, IoT a cloud jsou tyto přepínače základem Cisco Software-Defined Access podnikové architektury.



<https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/campus-lan-switches-access/index.html#~products>

Catalyst 9300 produkt roku 2018

crn.com/slide-shows/data-center/crn-s-2018-products-of-the-year

CRN NEWS, ANALYSIS AND PERSPECT

Let's go further together.

Partner with solutions, services and incentives you need to s

[Partner Program](#) [Automated EDR](#) [Threat Intel](#)

CRN's 2018 Products Of The Year

CRN editors looked at the best new products and major up choose the winners based on technology, revenue and pro

By [Kyle Alspach](#)

[in](#) LinkedIn

[f](#) Facebook

[t](#) Twitter

[✉](#) E-mail

[+](#) Vice...

1 2 ⋮



Souhrn kapitoly 2

- Sítě Flat Layer 2 jsou velmi omezené a ve většině případů budou škály pouze 10 až 20 koncových uživatelů, než dojde k nepříznivým podmínkám.
- I přes svůj věk je hierarchický model i nadále klíčovým designovým základem jakéhokoli návrhu sítě, včetně návrhů sítí kampusu.
- Hierarchický model sestává z přístupové, distribuční a jádrové vrstvy, což umožňuje plynulou škálovatelnost a růst sítě kampusu.
- Různé modely přepínačů Cisco Catalyst poskytují řadu možností v závislosti na potřebě a umístění v hierarchickém modelu.
- Přepínače Cisco Catalyst využívají CAM pro přeposílací tabulky L2 a TCAM pro přeposílací tabulky L3 k dosažení vyššího výkonu.
- Přepínače Cisco Catalyst využívají CEF pro směrování pomocí modelu distribuovaného hardwarového předávání, který je centralizován nebo distribuován na jednu kartu.

Chapter 2 Labs

- **None**

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™



Acknowledgment

- *Some of the images and texts are from Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide: (CCNP SWITCH 300-115) by Richard Froom and Erum Frahim (1587206641)*
- Copyright © 2015 – 2016 Cisco Systems, Inc.
- Special Thanks to *Bruno Silva*