TECHNICKÁ
UNIVERZITA
V LIBERCI

Příloha č. 4 – Síť LIANE TUL

SÍŤ LIANE TUL

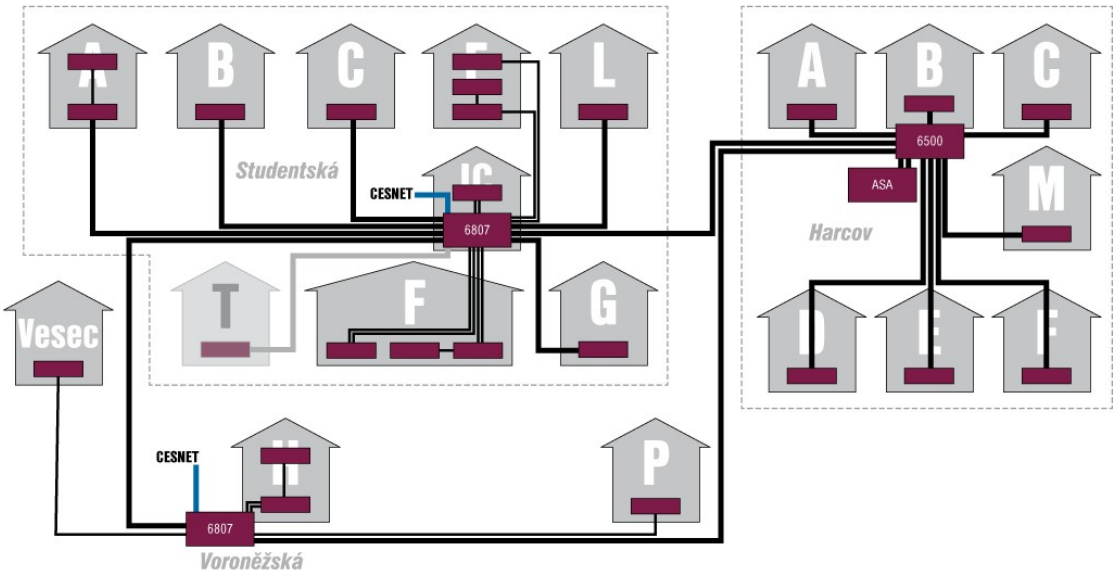
Popis prostředí počítačové sítě LIANE na TUL.

Počítačová síť TUL pokrývá až na naprosté výjimky veškeré pracovny a kanceláře ve všech budovách univerzity. Je postavena především na kombinaci sto/čtyřiceti/desetigigabitového (páteř) a gigabitového (koncové stanice) Ethernetu a bezdrátové sítě Wi-Fi, jiné technologie jsou dnes v síti TUL nasazeny jen výjimečně. Prakticky všechny počítače na univerzitě jsou zapojeny do sítě, rychlost jejich připojení je nejčastěji 1 Gb/s nebo 100 Mb/s v závislosti na schopnostech koncového zařízení. Průběžně je rozšiřována bezdrátová infrastruktura standardu IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax/be napojená na autentizační infrastrukturu *eduroam*, jež umožňuje roaming našich uživatelů v sítích ostatních připojených institucí. Pokrytí bezdrátové sítě v současné době zahrnuje přibližně 700 přístupových bodů (AP).

Síť TUL je zapojena do Internetu rychlostí 100 Gb/s prostřednictvím národní akademické sítě CESNET2, jejíž páteřní uzel se nachází přímo v prostorách TUL. K jádru sítě je připojen zálohovaně, stogigabitovým a čtyřicetigigovým kanálem vedenými DWDM trasami do Prahy, Hradce Králové a Ústí nad Labem. Klíčové páteřní trasy univerzitní sítě pracují rychlostí 100/40 Gb/s a jsou vedeny redundantně, aby případný výpadek některé z nich neodřízl významnou část univerzity od Internetu.

Síť pokrývá i areál studentských kolejí Harcov, který je k páteři připojen dvěma nezávislými spoji o rychlosti 100 Gb/s. Tato hlavní ubytovací kapacita TUL je kompletně pokryta gigabitovým Ethernetem, k němuž je zde celkem připojeno více než 3000 studentských počítačů. Interní rozvody jsou realizovány gigabitovým Ethernetem, autentizace uživatelů probíhá protokolem IEEE 802.1x. Síť je zavedena i do menších kolejí a ubytoven TUL (Vesec, Hanychov), které jsou připojeny optickými trasami s kapacitou 10Gb/s.

TECHNICKÁ
UNIVERZITA
V LIBERCI



Síťové prvky

Páteř sítě tvoří tři L3 přepínače Cisco Catalyst 9500. Tyto přepínače jsou osazeny 100GE, 40 GE, 25GE a 10GE SFP kartami. V každé budově je nejméně jeden agregační přepínač Cisco Catalyst 9300, 9300X, 9350, 3750, 3560 nebo 3560X. K agregačnímu přepínači jsou připojeny 48portové přepínače Catalyst 2960G, 2960S, 2960X nebo 9200L. Přepínače 2960S, 2960X a 9200L jsou až na výjimky vzájemně propojeny pomocí stohovacího modulu. Jako firewall jsou použity Cisco ASA 5585X, Cisco ASA 5550, Cisco ASA 5516-X, Cisco FPR-1140, Cisco FPR-1230 a iptables/nftables na GNU/Linux. Pro vzdálený přístup pomocí VPN je použit koncentrátor Cisco FPR-1140.

Wifi síť je tvořena dvěma kontrolery Cisco Catalyst 9800 a přístupovými body, přímo řízenými těmito kontrolery.

Používané komunikační protokoly a podpůrné vlastnosti aktivních prvků sítě LIANE na TUL.

V akademické síti LIANE na TUL jsou v současné době používány následující komunikační protokoly a další podpůrné vlastnosti aktivních prvků, s nimiž musí být poptávaná zařízení kompatibilní:

- Podpora IEEE 802.1q/p (minimálně 1000 VLAN, konfigurační možnosti statického omezování síření VLAN), IEEE 802.1s/w (RSTP/MSTP), IEEE 802.3ad a vlastnické L2 protokoly VTPv3, PVRSTP+, CDPv2, UDLD.
- Ochrana spanning tree protokolu vůči zneužití (filtrace BPDU rámců na jednotlivých rozhraních, kontrola přípustnosti BPDU apod.).
- Podpora agregace linek (LACP nebo PAgP).
- Podpora privátních VLAN (logická izolace jednotlivých rozhraní nebo skupin rozhraní v rámci téže VLAN).

- Podpora omezení (procentuálního poměru) broadcastového a multicastového provozu na rozhraní.
- Duální podpora IPv4 a IPv6 unicast i multicast (možnost současné konfigurace IPv4 a IPv6 adres na tomtéž fyzickém nebo logickém rozhraní, dual-stack).
- Podpora směrovacích protokolů BGPv4/MP-BGP, OSPFv2, OSPFv3, PIM-SMv2, RIP, statického směrování a možnosti redistribuce směrovacích informací mezi jednotlivými protokoly, rozkládání zatížení na L3 paralelních cestách, možnosti vytváření logicky oddělených instancí virtuálních směrovacích tabulek v rámci téhož L3 přepínače (podpora virtuálních směrovacích instancí).
- Podpora HSRP nebo VRRP pro zajištění redundance výchozí brány koncovým stanicím/serverům.
- Podpora GRE tunelů.
- Podpora IGMPv2, IGMPv3, MLDv2, MLDv3 a hardwarová podpora omezování zbytečného šíření multicastových rámců/paketů na rozhraní bez explicitních příjemců (IGMPv2/v3 a MLDv1/v2 snooping).
- Možnost definovat povolené MAC adresy na portu, jejich maximální počet na portu a definování různého chování při překročení počtu MAC adres na portu (zablokování portu, blokování nové MAC adresy).
- Hardwarová podpora bezstavové bezpečnostní filtrace provozu podle L2/L3/L4 atributů na úrovni linkové/síťové/transportní vrstvy aplikovatelná na úrovni L2/L3 fyzického i logického rozhraní (VLAN).
- Vzdálený management aktivních prvků (typicky pomocí protokolů Telnet, SSH, HTTP/HTPS nebo SNMPv2/v3).
- Implementace čítačů přenesených bytů/paketů pro jednotlivé relevantní entity síťových informací (typicky rozhraní, filtry apod.) přístupné přes příkazovou řádku a SNMP.
- Možnost nastavení omezení distribuce IP multicastu ve VLAN.
- Možnost ochrany proti útokům na úrovni síťové a linkové vrstvy (IP DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection, IP Source Guard).
- Hardwarová podpora zajištění kvality služby (QoS) podle L2/L3/L4 atributů umožňující implementaci QoS podle modelu rozlišovaných služeb (DiffServ).
- Podpora 802.1x včetně používaného módu multi-auth (autentizace více hostů na jednom portu)
- Pro vzdálený přístup je využíváno programové vybavení Cisco Secure Client

Nástroje používané pro správu sítě TUL.

Pro správu sítě TUL jsou používány následující nástroje síťového managementu, s nimiž musí být poptávaná zařízení kompatibilní.

Správa konfigurací

Zálohování konfigurací všech aktivních komunikačních prvků je prováděno centrálně automaticky pomocí programu Cisco Prime Infrastructure v aktuální verzi 3.10[4]. Navíc jsou konfigurace paralelně zálohovány (včetně přehledu sumárních změn)

pomocí systému RANCID[1] s webovou nadstavbou ViewVC[2]. Archivace (změn) historie konfigurací je udržována minimálně po dobu jednoho roku. Jako další systém pro správu je provozováno Cisco Catalyst Center ve verzi 3.1.

Inventarizace síťových zařízení

Pro inventarizaci veškerých síťových zařízení (typicky aktivních komunikačních prvků a koncových zařízení jako jsou uživatelská PC, notebooky, servery a síťové tiskárny) se využívají dva druhy nástrojů:

- registrační systém genboot[1] pro registraci DNS/DHCP
- on-line Netdisco[2] které na základě periodicky získávaných informací z aktivních komunikačních prvků pomocí protokolů SNMP a CDP, LLDP poskytují informace o zařízeních připojených do sítě (např. počty, typy a verze OS aktivních prvků, informace o topologii sítě, VLAN, IP podsítích, bezdrátových SSID, mapování MAC adres na IP adresy, připojení MAC/IP adres za konkrétními fyzickými porty jednotlivých přepínačů, informace o SMB atd. s možností pokročilého vyhledávání (např. nalezení fyzického připojení zařízení s danou IP/MAC adresou, nalezení duplicitních MAC/IP adres apod.), včetně uchovávání stavové historie.

Pro autorizaci, autentizaci a accounting uživatelů v ubytovacích zařízeních a ve WiFi sítích používáme protokol radius a software Radiator[3].
Pro konfiguraci/správu/monitoring a inventarizaci aktivních prvků včetně WiFi využíváme software Cisco Prime Infrastructure v aktuální verzi 3.10[4] a Cisco Catalyst Center v aktuální verzi 3.1.

Monitorování provozu.

Provozní trendy

Pro sledování non-stop dostupnosti na úrovni služeb se používá systém Icinga[5], který je současně také využíván pro monitorování dostupnosti všech aktivních komunikačních prvků a služebních/management serverů, včetně konfigurace automatického upozorňování případně eskalace e-mailem/SMS při detekci problémové/chybové situace.
Pro non-stop historii sledování základních L2 provozních charakteristik aktivních komunikačních prvků používáme systém G3[6] který je sleduje pomocí protokolu SNMP (typicky zatížení CPU, obsazení operační paměti, stav napájecích zdrojů, teplota, počet BGP prefixů a stavové informace jednotlivých portů/rozhraní jako počet přenesených bytů/rámců/paketů, chybovost portů/rozhraní atd.)

---

[1] Vlastní systém vyvinutý na TUL
[2] https://metacpan.org/pod/App::Netdisco
[3] https://www.open.com.au/radiator/
[4] https://www.cisco.com/c/en/us/products/cloud-systems-management/prime-infrastructure/index.html
[5] https://www.icinga.org/
[6] https://www.cesnet.cz/sluzby/sledovani-provozu-site/sledovani-infrastruktury/

Pro sledování provozu na úrovni L3/L4 datových toků se využívá technologie NetFlow v9. NetFlow informace exportované ze směrovačů, přepínačů a firewallů (s rozšířením Network Security Event Logs /NSEL/) se zpracovávají nevzorkované/vzorkované pomocí software FTAS[7].
Pro monitorování historie latence/jitteru/ztrátovosti se používá aktivní nástroj Smokeping[8].
Pro monitorování problémových provozních stavů se používá standardní mechanismus zpracování nevyžádaných deníkových zpráv generovaných aktivními prvky na bázi protokolu Syslog a SNMP trap.

Bezpečnostní monitorování

Pro monitorování síťové bezpečnosti jsou využívány standardní nástroje Syslog a SNMP trapy.
Vzdálený administrátorský přístup ke všem aktivním síťovým prvkům je zajištěn pouze pomocí SSH protokolu s autentizací/autorizací protokolem TACACS+ z předdefinovaných povolených bezpečných podsítí/IP adres. Management rozhraní L2 přepínačů je umístěno ve vyhrazené IP podsíti chráněné firewallem. Pro L3 přepínače/směrovače je konfigurována ochrana Control Plane Policing/CoPP, pokud tuto vlastnost podporují. AAA auditní informace o administrátorských přístupech ke konfigurovaným zařízením je k dispozici na TACACS+ serveru.

[7] https://www.cesnet.cz/sluzby/sledovani-provozu-site/sledovani-ip-provozu/
[8] https://oss.oetiker.ch/smokeping/