




šestka.sin.cvut.cz
Pavel Valach



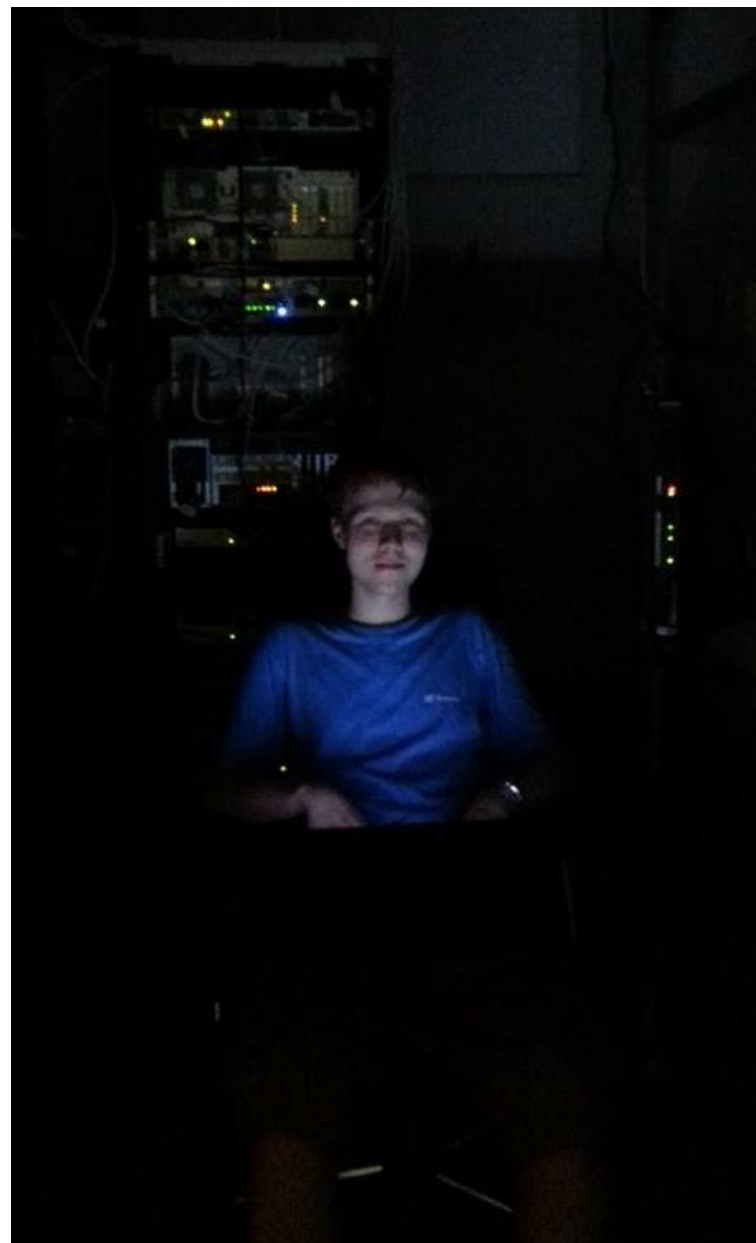
- Člen  Studentská unie ČVUT - založena v r. 1998
- Kolejní klub Sinkuleho a Dejvické koleje
- **Dobrovolníci!**
- ~430 členů,
~20 aktivních, 5 administrátorů / registrátorů
- Spolupráce s ČVUT, CESNET a ostatními kolejními kluby :-)

Pavel Valach

- Dříve krotitel kolejní sítě na Sinkuleho a Dejvické koleji.
- Dnes členem CESNET SOC a CESNET CERTS.

... více na paulos.cz

Mastodon: [@paulos@infosec.exchange](https://infosec.exchange/@paulos)



Sít'ová infrastruktura

- Switche
- Wi-Fi AP a kontrolery
- Linuxové servery
- Hypervizory, virtuálky, kontejnery
- Tiskárny (oh boy)
- Ericsson spoj na IPv6
- Monitorovací a další appliance

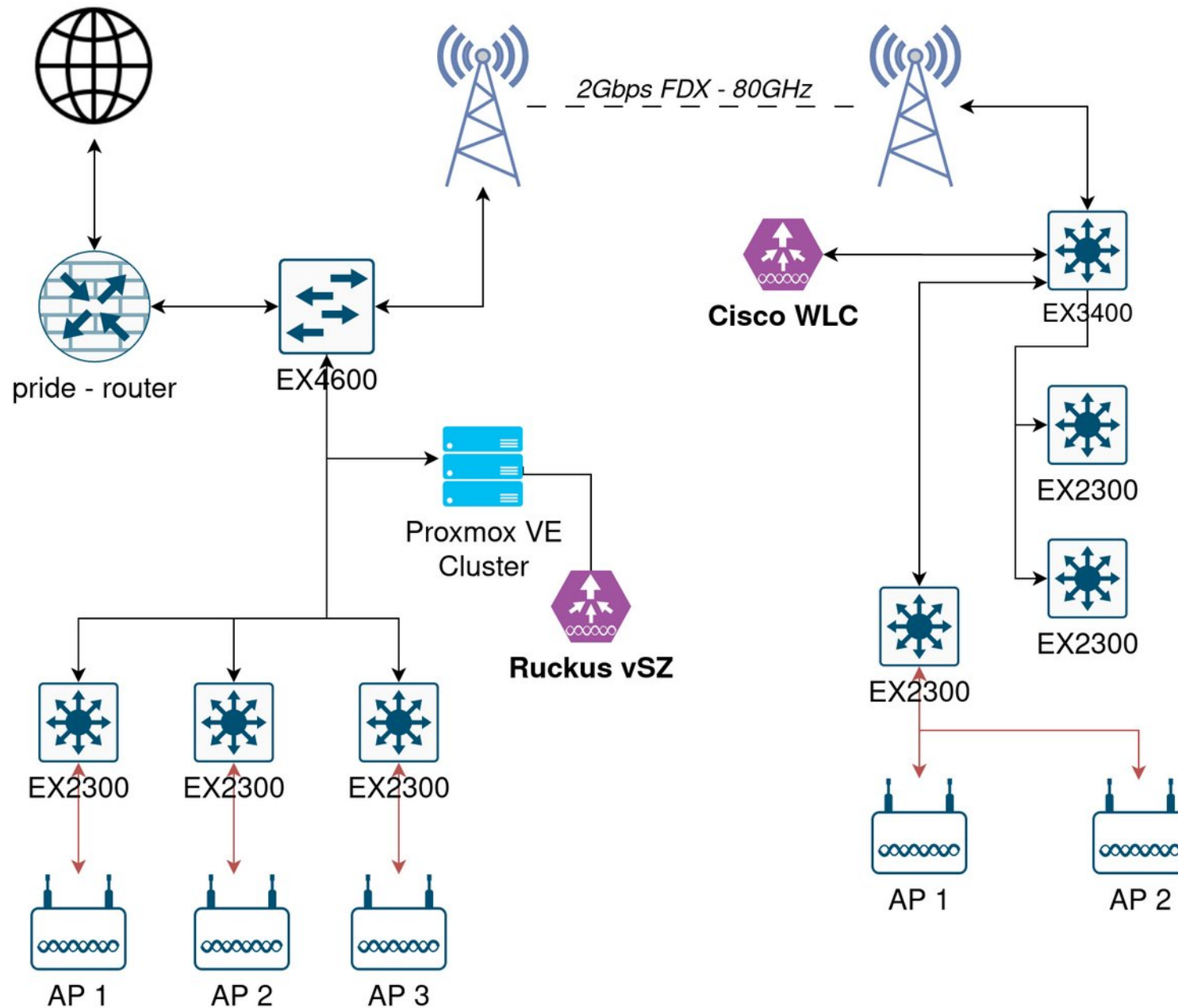
Sít'ová infrastruktura

- ... a skoro celá* běží na IPv6!



* až na drobné výjimky

High-level přehled architektury sítě



Sít'ová infrastruktura

- **Historicky:**

- Core/Aggregation – Cisco Catalyst 3560G, a ještě další
- Access – Cisco Catalyst 2960 (100M), 3Com Switch 5500(G)-EI
- Wi-Fi – vlastní řešení (W-Sin), pak Extricom (!), později Ruckus ZoneDirector 1100 AP ZF7372



Sít'ová infrastruktúra

- Nyní:
 - Core – Juniper EX4600, distribuce EX3400
 - Access – Juniper EX2300
 - Wi-Fi – Ruckus Virtual SmartZone, Cisco WLC
Ruckus R550, R650, Cisco Aironet 1852i



Rozsahy IP adres

- IPv6 rozsah 2001:718:2:880::/57
 - 880:0:0:0:0 - 8FF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF
- Tj. 128 /64 sítí.
 - Nelze každému studentovi přidělit jednu /64.
 - Ale lze rozumně segmentovat do podsítí.

Infrastrukturní software 1

- Autoritativní DNS - ISC BIND 9 a Knot DNS
- Rekurzivní DNS - Knot Resolver
- DHCPv6 Server - Kea DHCPv6, dhcpxd
- RADIUS server - FreeRADIUS
- Firewall - IPtables+ipset, nftables

- Skripty pro nastavení - Perl, Python, Bash

Infrastrukturní software 2

- Monitoring - Icinga 2, Observium
- Switch config backup - RANCID
- snmpget preferuje IPv4 při resolvingu hostitele a je vhodné explicitně nastavit udp6 protokol (např. v Observiu)

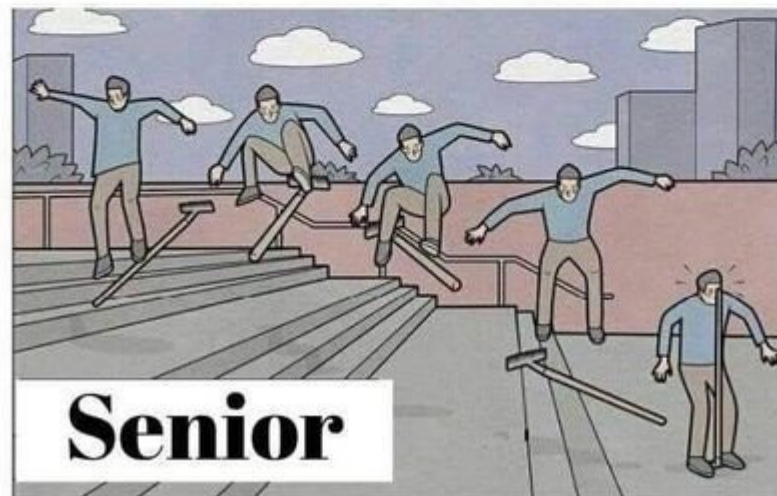
Servery – iLO, iDRAC, IPMI

- Staré stroje (HP Gen5-7, DELL Rx10)
- HP iLO 3 (1.94) - podporuje IPv6, nelze otestovat KVM
- DELL iDRAC 6 podporuje IPv6, statickou IP, SLAAC, DHCPv6 (netestováno), a KVM taktéž funguje přes Ipv6
- Novější verze na tom budou určitě lépe :-)

Switchce, AP, servery a jiné pohromy



Junior



Senior

Switche Juniper a IPv6 – 1

- IPv6 podpora pro DNS, NTP, syslog, management (SSH i J-Web), SNMP, streaming telemetry
- Podpora IPv6 pro RADIUS AAA u 802.1X i pro switch
- First-Hop Security
 - RA Guard, DHCPv6 Snooping, IPv6 Source Guard, ND Guard, SLAAC Snooping (od 19.2R1)

Switche Juniper a IPv6 – 2

- Nepotřebuje nastavenou IPv4 adresu pro provoz.
 - Některé switche ji u nás ani nemají.
- ALE: Rozhraní VME nepodporuje IPv6 (virtual chassis virtual IP).
 - Pokud tam nastavíte IPv6, rozbije se prakticky s každou změnou v konfiguraci.
- ERSPAN (port mirror přes IP) - nelze nastavit IPv6 adresu:

```
{master:0}[edit]
root@sin-switch-lab-1# set forwarding-options analyzer port-48 output ip-address 2001:718:2:8a0:444:22:33:44
invalid ip address or hostname: 2001:718:2:8a0:444:22:33:44 at '2001:718:2:8a0:444:22:33:44'
```

Wi-Fi

Kontrolery

- Ruckus Virtual SmartZone (Sinkuleho kolej)
- Cisco WLC 2504 (Dejvická kolej)

Wi-Fi Cisco

The screenshot displays the Cisco Wi-Fi management interface. The top navigation bar includes the Cisco logo and menu items: MONITOR, WLANs, CONTROLLER, WIRELESS, SECURITY, MANAGEMENT, COMMANDS, HELP, and FEEDBACK. The left sidebar shows a 'Monitor' section with various options like Summary, Access Points, Cisco CleanAir, Statistics, CDP, Rogues, Clients, Sleeping Clients, Multicast, Applications, and Local Profiling. The main content area is titled 'Clients > Detail' and features a 'Max Number of Records' dropdown set to 10 and a 'Clear AVC Stats' button. Two tabs are visible: 'General' and 'AVC Statistics', with the latter being active. The 'AVC Statistics' tab is divided into two columns: 'Client Properties' and 'AP Properties'. The 'Client Properties' column includes fields for MAC Address (0c:c4:), IPv4 Address (10.50.), and IPv6 Address (fe80::9, 2001:718:2:8a0:5, 2001:718:2:8a0:6). The 'AP Properties' column includes fields for AP Address (00:b0:e1), AP Name (dej_3L), AP Type (802.11ac), AP radio slot Id (1), WLAN Profile (Sincoolka 5G), WLAN SSID (Sincoolka 5G), Status (Associated), Association ID (16), 802.11 Authentication (Open System), Reason Code (1), Status Code (0), CF Pollable (Not Implemented), CF Poll Request (Not Implemented), Short Preamble (Not Implemented), and PBCC (Not Implemented). At the bottom of the 'Client Properties' section, there are fields for Client Type (Regular), Client Tunnel Type (Unavailable), and User Name (anonymous@sin.cvut.cz).

Client Properties

MAC Address	0c:c4:
IPv4 Address	10.50.
IPv6 Address	fe80::9 2001:718:2:8a0:5 2001:718:2:8a0:6

AP Properties

AP Address	00:b0:e1
AP Name	dej_3L
AP Type	802.11ac
AP radio slot Id	1
WLAN Profile	Sincoolka 5G
WLAN SSID	Sincoolka 5G
Status	Associated
Association ID	16
802.11 Authentication	Open System
Reason Code	1
Status Code	0
CF Pollable	Not Implemented
CF Poll Request	Not Implemented
Short Preamble	Not Implemented
PBCC	Not Implemented

Client Type: Regular
Client Tunnel Type: Unavailable
User Name: anonymous@sin.cvut.cz

Wi-Fi Cisco

The screenshot displays the Cisco Wireless Management interface. The top navigation bar includes links for MONITOR, WLANs, CONTROLLER, WIRELESS (highlighted), SECURITY, MANAGEMENT, COMMANDS, HELP, and FEEDBACK. The left sidebar shows the 'Wireless' menu with sub-items: Access Points (All APs, Direct APs, Radios, 802.11a/n/ac, 802.11b/g/n, Dual-Band Radios, Global Configuration), Advanced, Mesh, ATF, and RF Profiles. The main content area is titled 'All APs' and shows a 'Current Filter' of 'Operational Status: UP,REG' with links to 'Change Filter' and 'Clear Filter'. Below this, it indicates 'Number of APs 12'. A table lists the first six APs with columns for AP Name, IP Address (IPv4/IPv6), AP Model, and AP MAC.

AP Name	IP Address(Ipv4/Ipv6)	AP Model	AP MAC
dej_0P	2001:718:2:8f	AIR-AP1852I-E-K9	00:b0:e1:
dej_1L	2001:718:2:8f	AIR-AP1852I-E-K9	00:b0:e1:
dej_1P	2001:718:2:8f	AIR-AP1852I-E-K9	00:b0:e1:
dej_4P	2001:718:2:8f	AIR-AP1852I-E-K9	00:b0:e1:
dej_4L	2001:718:2:8f	AIR-AP1852I-E-K9	00:b0:e1:
dej_2L	2001:718:2:8f	AIR-AP1852I-E-K9	00:b0:e1:

Wi-Fi Cisco 1

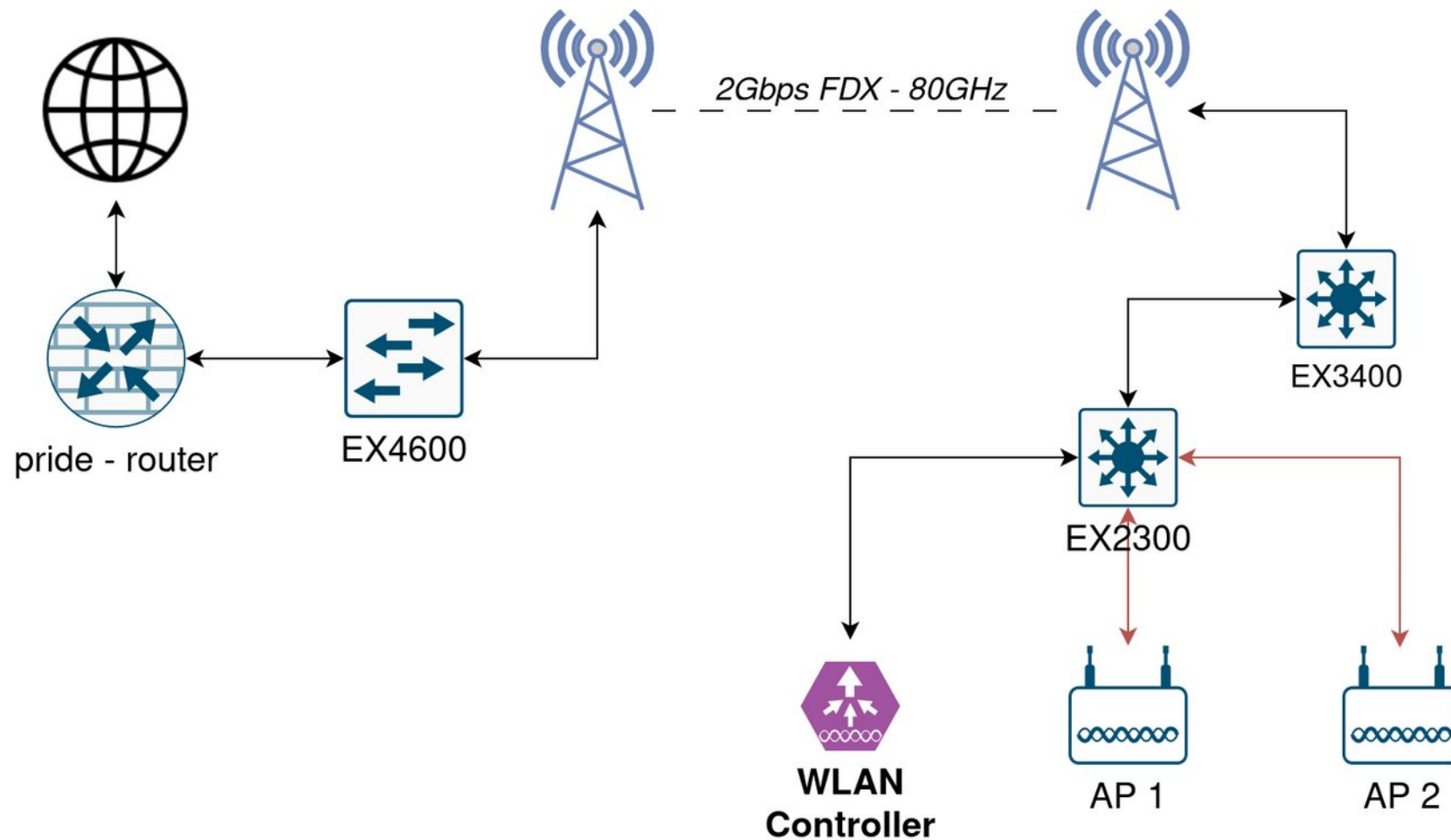
Cisco WLC 2504 (verze SW 8.5.X); AP Cisco Aironet 1852i

- Podporuje IPv6 u všech běžných management protokolů, vč. CAPWAP, i nastavení IPv6 jako výchozí.
- Tip: nepovolujte zároveň SLAAC a DHCPv6 adresy pro AP.
 - AP bude mít tendenci je přehazovat a restartovat se.

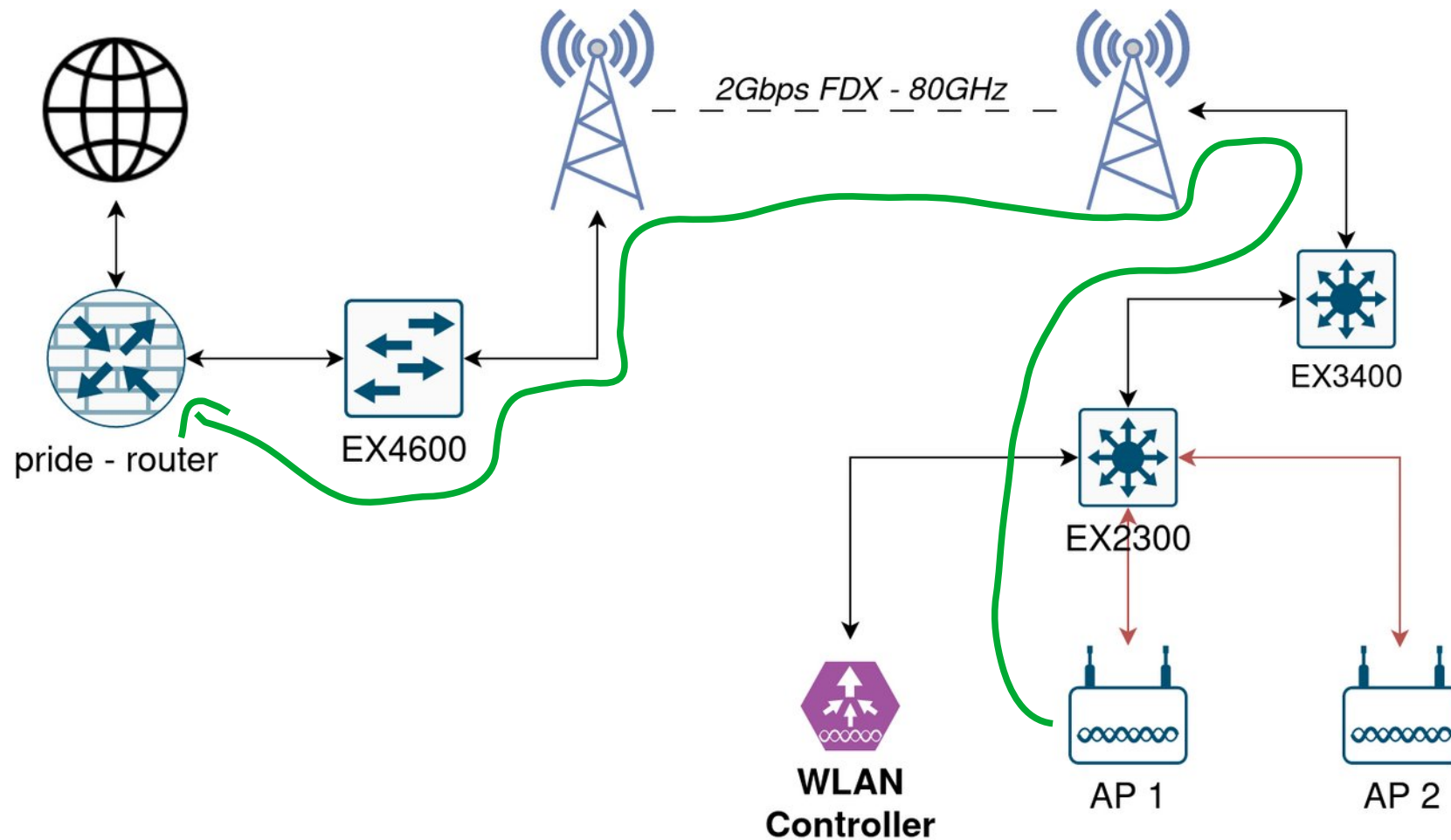
Wi-Fi Cisco 2

- Šestková AP se snaží vždy posílat pakety na výchozí bránu. I když jsou s kontrolerem na stejné síti.
Je to dokumentované chování.
- ***"In a setup where IPv6 is used, we recommend the APs to be at least one hop away from the controller. As the IPv6 packets are always sent to the Gateway, if the AP and controller are in the same subnet, it increases the packet hops and impacts the performance."***
- To způsobilo pár problémů...

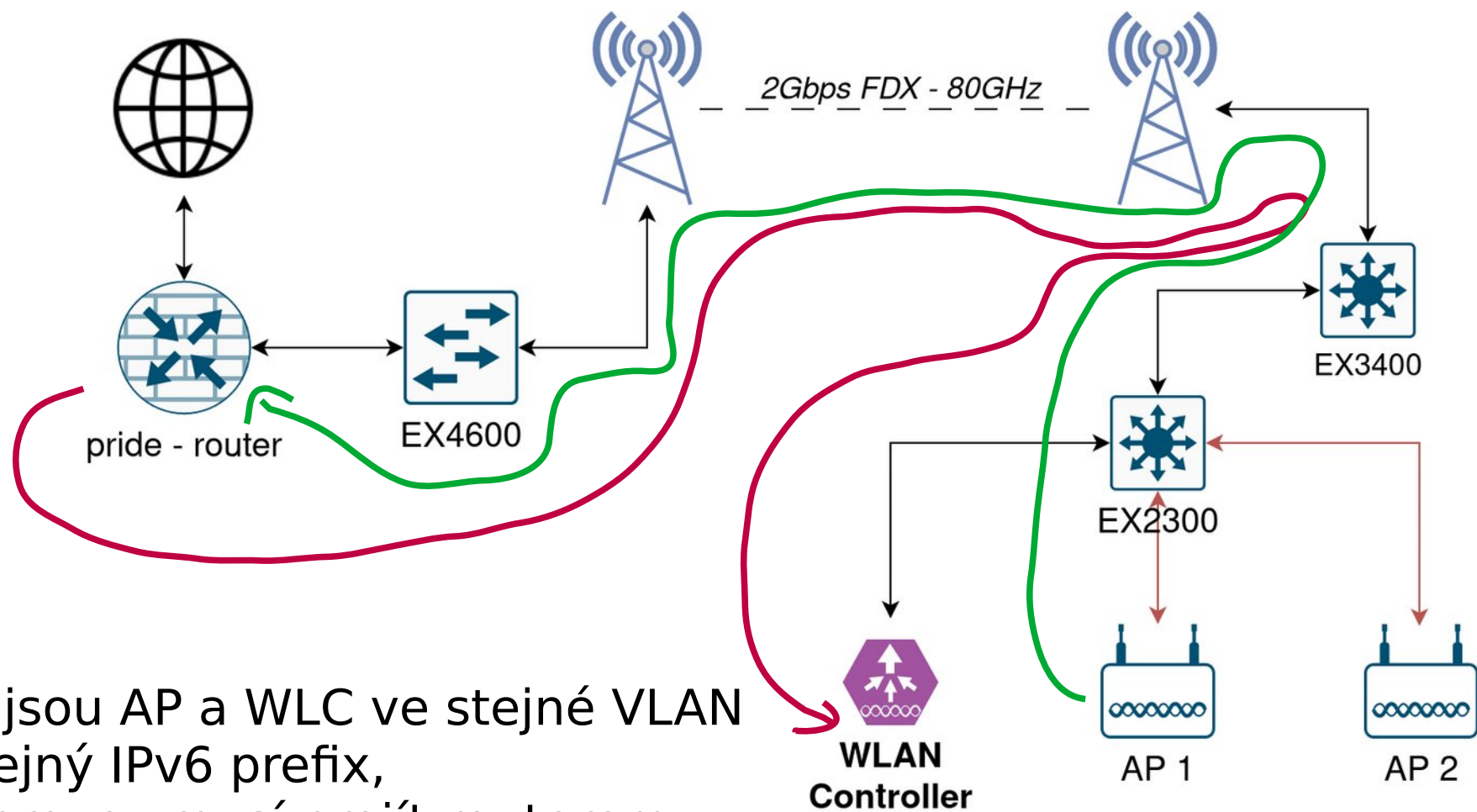
Dlouhá cesta dat (Cisco WLC)



Dlouhá cesta dat (Cisco WLC)

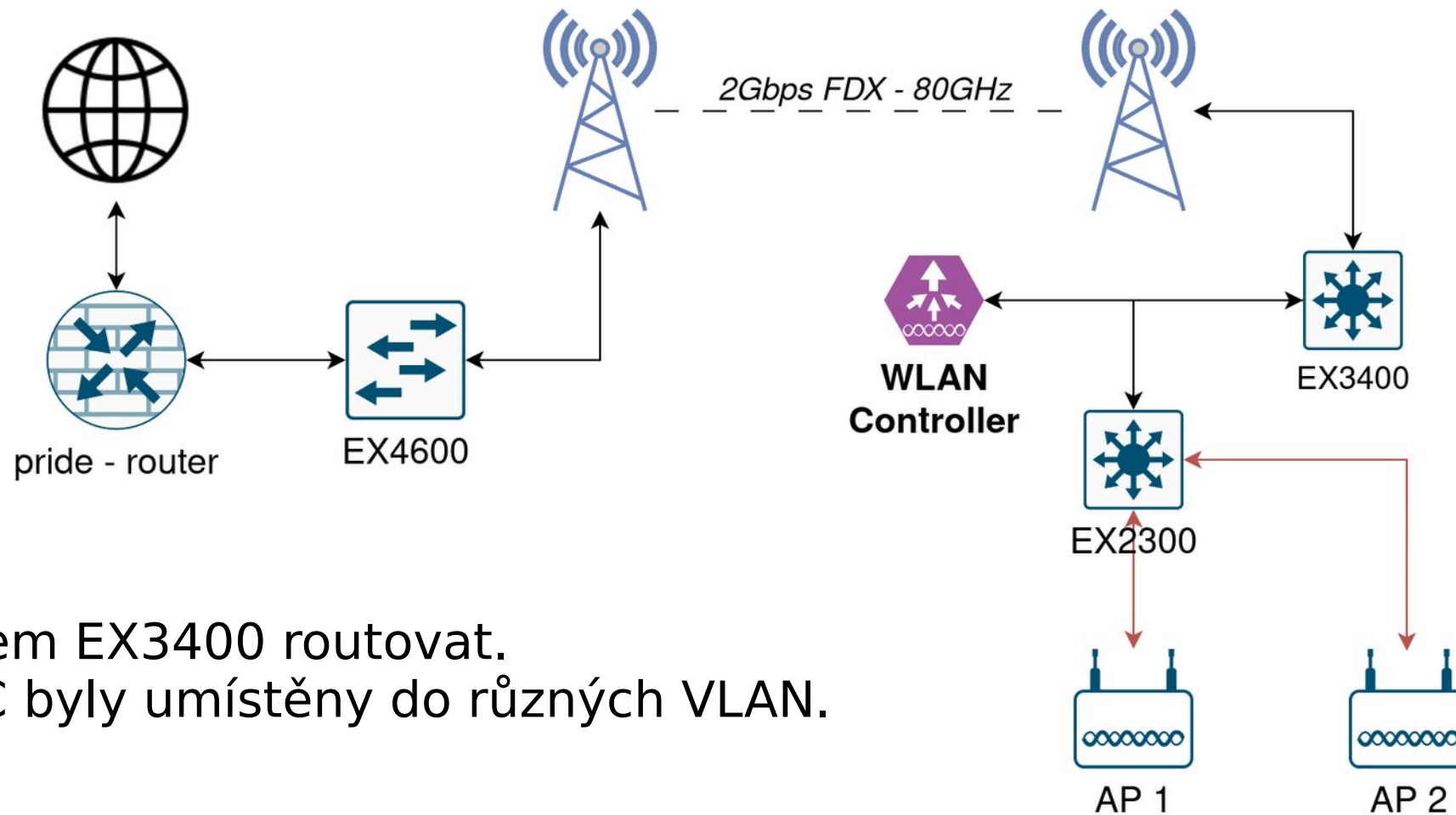


Dlouhá cesta dat (Cisco WLC)



Přestože jsou AP a WLC ve stejné VLAN a mají stejný IPv6 prefix, veškerý provoz musí projít routerem.

Fix dlouhé cesty dat



Naučil jsem EX3400 routovat.
AP a WLC byly umístěny do různých VLAN.

Wi-Fi Ruckus



Virtual SmartZone Essentials

6.1.1.0.959

Navigation: Home | Monitor | Network | Security | Services | Administration | Search menu

Wireless Clients 161

Actions: Deauthorize | Block | Disconnect | More

ORGANIZATION

- D System
 - Z Default Zone
 - Z New APs zone
 - Z Test dualstack zone

User Name	Hostname	Device Type	Model Name	IP Address
m	HUAWEI_P_s...	Smartphone	Huawei Br...	10.50. / 2001:718:2:8a0:59
ili	Redmi-Note-11	Smartphone	Android	10.50. / 2001:718:2:8a0:74
ill	Redmi-Note-11	Smartphone	Android	10.50. / 2001:718:2:8a0:d
da	Redmi-Note-11	Smartphone	Android	10.50. / 2001:718:2:8a0:9

Wi-Fi Ruckus

AP Name	Status	Alarm	Total Traffic (1hr)	IP Address	Latency (2.4G)	Latency (5G)	Clients
SIN_14V_room_L...	Online	1	5.8GB	2001:718:2:8f	0ms	9.9ms	4
SIN_11S_R650	Online	2	1.7GB	2001:718:2:8f	0ms	23.5ms	16
SIN_14Z_R550	Online	2	586.2MB	2001:718:2:8f	0ms	6.6ms	3
SIN_04S_R550	Online	2	360.7MB	2001:718:2:8f	0ms	47.5ms	5
SIN_12Z_R550	Online	1	3.4GB	2001:718:2:8f	0ms	37.1ms	8
SIN_08V_R550	Online	2	325.5MB	2001:718:2:8f	0ms	28.4ms	4
SIN_12V_R550	Online	2	588.7MB	2001:718:2:8f	0ms	14.0ms	3

Wi-Fi Ruckus 1

Ruckus Virtual SmartZone 6.1.1; AP Ruckus R550, R650

- SmartZone lze nastavit na IPv4/IPv6 provoz, ale *nikoliv IPv6-only* - pravděpodobně kvůli licenčnímu serveru a některým dalším funkcím jako Streaming Telemetry, které po IPv6 nefungují.
- AP lze nastavit na dual IPv4/IPv6 nebo IPv6-only při vytváření zóny.
- Změna možná pouze přesunem do jiné zóny.

Wi-Fi Ruckus 2

- Obecně - funkce AP v duálním IPv4/IPv6, když je třeba si vybrat, používají IPv4. :-)
- Funkce jako Traffic capture fungují po IPv6 pouze v IPv6-only módu.
 - Nicméně funguje to dobře, ověřeno při reálném support case.
- Starší ZF7372 - problém s IPv6 při Client Isolation.
 - IPv6 po nějaké době přestala klientovi fungovat.
 - S R550 již bez problémů.

Ruckus - Ne vše jede po IPv6

Tunelování provozu z AP na data plane přes L2oGRE+IPsec:

Create IPsec profile



General Options

Name:

Description:

Security Gateway:

Tunnel Mode: SoftGRE RuckusGRE

IP Mode: IPv4 only IPv6 only

VS

Create IPsec profile



General Options

Name:

Description:

Tunnel Mode: SoftGRE RuckusGRE

IP Mode: IPv4 only IPv6 only

Proprietární technologie Ruckuse nedovoluje IPv6.

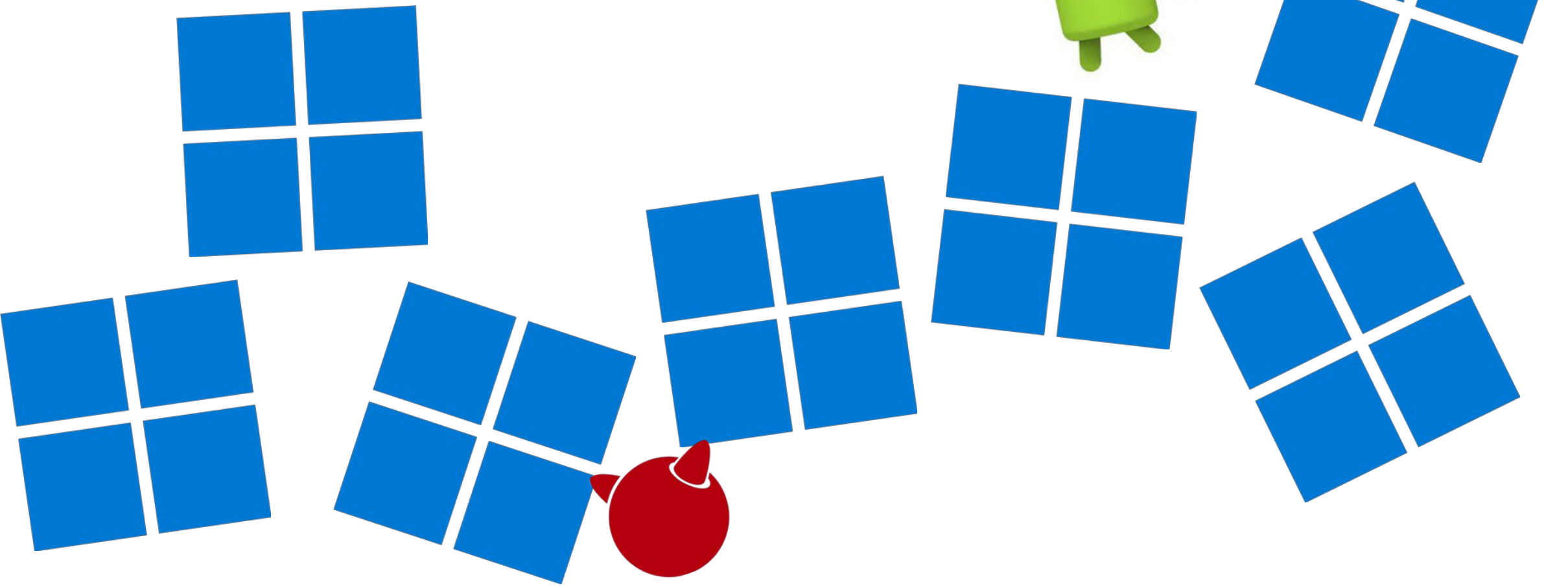
Ruckus - SoftGRE přes IPv6

- SoftGRE = L2oGRE [RFC 1701/2784]
- Ve verzi vSZ 5.2.2 fungovala kombinace SoftGRE a IPsec pro IPv4, ale ne IPv6.
- SoftGRE bez IPsec fungoval i přes IPv6.
- SoftGRE koncentrátor lze vytvořit i na Linuxu:
 - Např. <https://github.com/jpereira/softgre/wiki>
 - Nebo použitím modulu [ip6]gretap.

Proxmox VE cluster

- Hypervizory pro virtuální stroje (VM) a LXC kontejnery.
- Tři stroje v clusteru.
- Propojení máme primárně přes IPv6 adresy, záložní přes IPv4.
- Podpora IPv6 solidní v podkladovém Debianu :-)

A co klienti?



Dopad testů IPv6 (X let zpět)

- Po zapnutí IPv6 (DHCPv6) na kabelu...
- Nikdo si nestěžoval, zároveň se cca 30 % provozu okamžitě přelilo na IPv6 (Google, Facebook apod.).
- Obdobný efekt nastal při zapnutí SLAAC na Wi-Fi.

IPv6 u klientů - historicky 1

- MAC adresa → statická IPv6 generovaná dle EUI-64.
 - Na firewallu povoleny pouze IPv6 adresy generované z MAC.
- SLAAC [RFC4862].
- IPv6 RA Options for DNS [RFC6106].
- **Výhody:**
 - Jednodušší správa přístupu pro administrátory.
- **Nevýhody:**
 - Privacy extensions → nutnost konfigurovat *každou* *klientskou* *stanici*.

IPv6 u klientů - historicky 2

- **Druhá iterace:**

Přidělování IPv6 adres MAC adresám přes DHCPv6.

- Na firewallu povoleny pouze tyto IPv6 adresy.

- **Výhody:**

- Stále jednoduchá správa pro administrátory.
- S běžnými systémy (Win, Linux, Mac) funguje bez problémů.

- **Nevýhody:**

- Na Wi-Fi špatně použitelné, protože Android.

<https://issuetracker.google.com/issues/36949085>



DHCPv6 s MAC adresami

- DUID měl nahradit MAC adresy pro identifikaci, ale to je nespolehlivé.
- Mapování MAC adres na IP adresy pro DHCPv6 [[RFC8415](#)]
 - Kea DHCPv6 server zatím neumí číst raw MAC adresy.
 - Ale umí DHCPv6-relayed adresy [[RFC6939](#)].
 - Musíme používat dhcpx6d.
- ... ale to stále neřeší Wi-Fi.

Evidence klientů 1

- Řešení pro Wi-Fi?
 - Podlehnout SLAACu? **ANO!**
 - Ale potřebujeme nějak evidovat adresy a přiřadit k identitě uživatele...
 - **Wi-Fi AP sledují IP adresy a odesílají je na RADIUS Accounting server.** Dělají to Cisco, Ruckus i Aruba (a určitě i další). Liší se v implementaci.
- Jakmile jsme implementovali RADIUS pro přihlašování, přidání accountingu nebylo obtížné.
- Sledujeme uživ. jména, MAC adresy, sessions a IPv6 adresy.



Evidence hadů klientů 2

- V průběhu dne klient vymění adresy i několikrát za den.



BettyKuffel, pixabay, Content License
<https://pixabay.com/photos/snake-serpent-snake-shedding-skin-2932454/>

```
/var/log/radius/radacct/  
2001:718:2:8fx::abcd $ grep -R -F 24-  
95-XX-XX-XX-XX -B11 ./detail-20230601  
| grep Framed-Interface-Id | cut -d= -  
f2 | sort | uniq
```

- 22c0:e80c:xxxx:xxxx
- 24ac:ba5b:xxxx:xxxx
- 6550:5570:xxxx:xxxx
- 96fb:188c:xxxx:xxxx
- 9748:2355:xxxx:xxxx
- a61f:7303:xxxx:xxxx
- beab:e709:xxxx:xxxx
- c12a:29a1:xxxx:xxxx
- d37:1364:xxxx:xxxx
- e645:ffc0:xxxx:xxxx

Evidence ~~hadů~~ klientů 3

- **FreeRADIUS**

- Logování do
/var/log/radius/radius.log.
- Logování do
/var/log/radius/radacct
/<NAS_IP>/detail-YYYYMMDD.
 - Záznam všech IPv6 adres v čase.
- Accounting do SQL databáze.

```
/etc/raddb/sites-enabled/default
```

```
authorize {  
    ...  
    auth_log  
    ....  
}  
accounting {  
    ...  
    detail  
    ...  
    -sql  
    ...  
}  
post-auth {  
    ...  
    reply_log  
    ...  
}
```

Thu Jun 1 00:02:07 2023

**Ruckus
(Wi-Fi)**

Acct-Session-Id = "6477XXX-12345678"

Framed-IP-Address = 10.50.123.45

Framed-Interface-Id = b501:xxxx:xxxx:xxxx

Framed-IPv6-Prefix = 2001:718:2:8a0::/64

Acct-Multi-Session-Id = "94b3....."

Acct-Link-Count = 1

Acct-Status-Type = Interim-Update

Acct-Authentic = RADIUS

User-Name = "anonymous@sin.cvut.cz"

NAS-IPv6-Address = 2001:718:2:8fX::ABCD:DEFA

NAS-Identifler = "94-B3-4F-XX-YY-ZZ"

NAS-Port = 17

Called-Station-Id = "94-B3-4F-XX-YY-ZZ:Sincoolka"

Calling-Station-Id = "7C-7A-XX-XX-XX-XX"

User-Name = "28d2xxxxxxxx"

NAS-Identifier = "sin-switch-lab-1"

NAS-Port = 572

Service-Type = Call-Check

...

NAS-Port-Id = "ge-0/0/16.0"

Acct-Authentic = RADIUS

Acct-Status-Type = Start

Acct-Session-Id = "802.1x8120000xxxxxxxx"

Called-Station-Id = "20-d8-XX-XX-XX-XX"

Calling-Station-Id = "28-D2-XX-XX-XX-XX"

Framed-IP-Address = 147.32.XXX.YYY

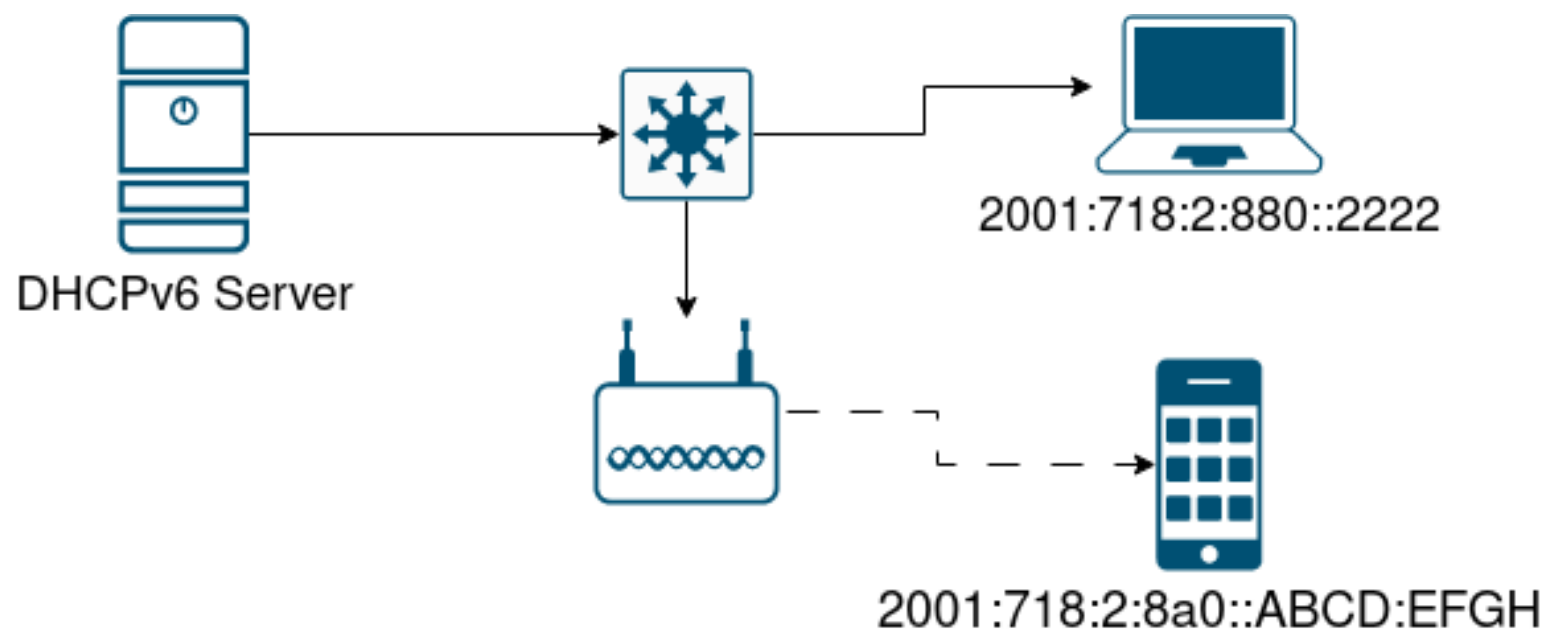
Framed-IPv6-Address = 2001:718:2:880:2ad2:XXXX:XXXX:XXXX

TL;DR Evidence klientů po IPv6

- Uživatelské jméno + MAC adresa + číslo portu.
- RADIUS Accounting přes atributy:
 - Framed-IPv6-Address pro Cisco, Juniper
 - Framed-IPv6-Prefix + Framed-Interface-Id pro Ruckus
- Poslední IPv6 adresa v SQL databázi, zbytek v souborech.

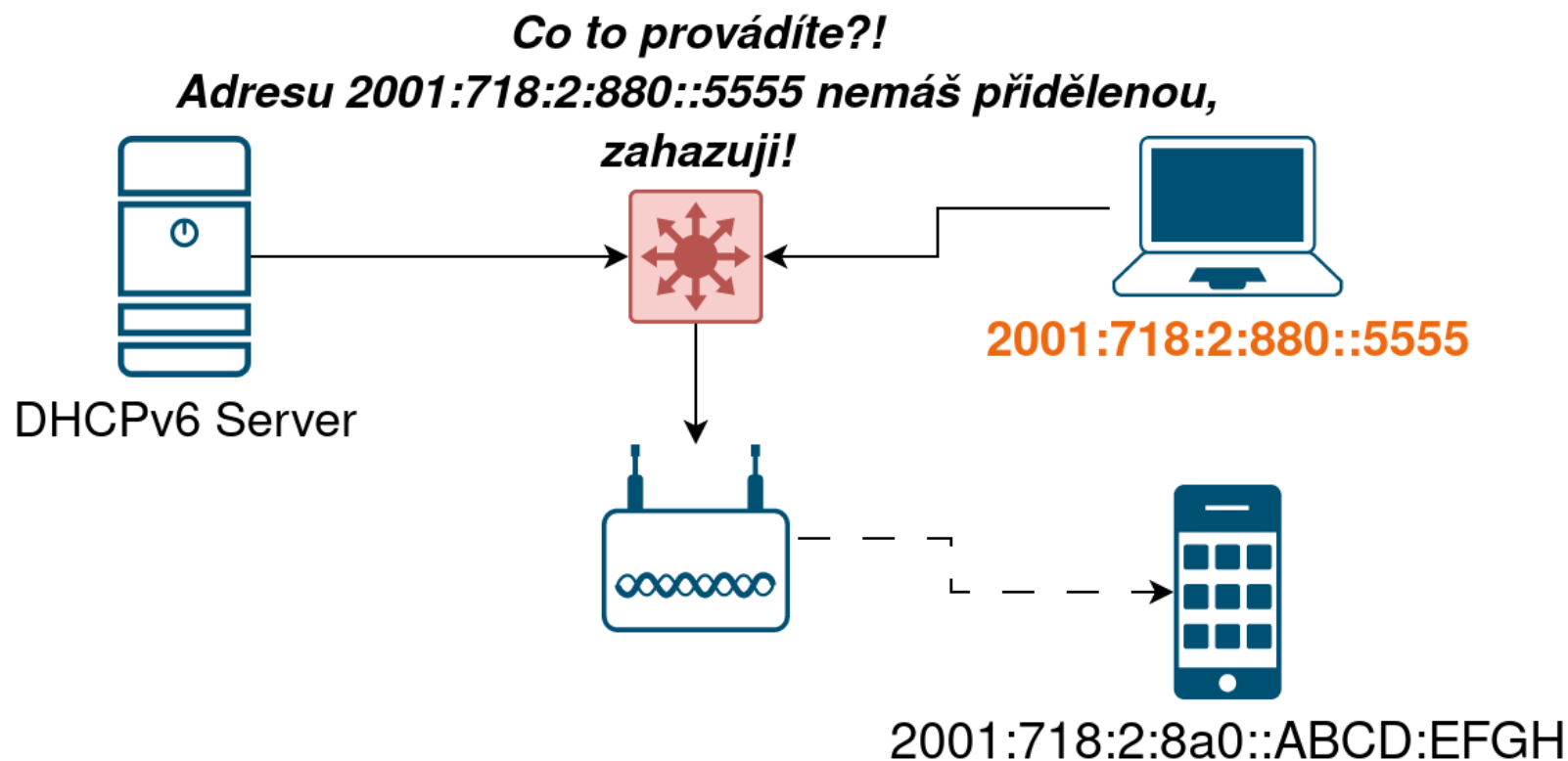
Další otázka. Jak zajistit, aby klient nepoužíval jinou než přidělenou adresu?

First-Hop Security



Co se stane, když klienti přestanou respektovat svoji přidělenou IP adresu?

First-Hop Security



***V ideálním případě zasáhne přístupový prvek
a rámce s vadnou zdrojovou IPv6 zahodí.***

First-Hop Security

- **Switche (Juniper - Junos OS):**
 - DHCPv6 Snooping
 - Router Advertisement Guard
 - IPv6 Source Guard
 - Neighbor Discovery Inspection
- Implementováno, ale nepoužíváme:
 - SLAAC Snooping

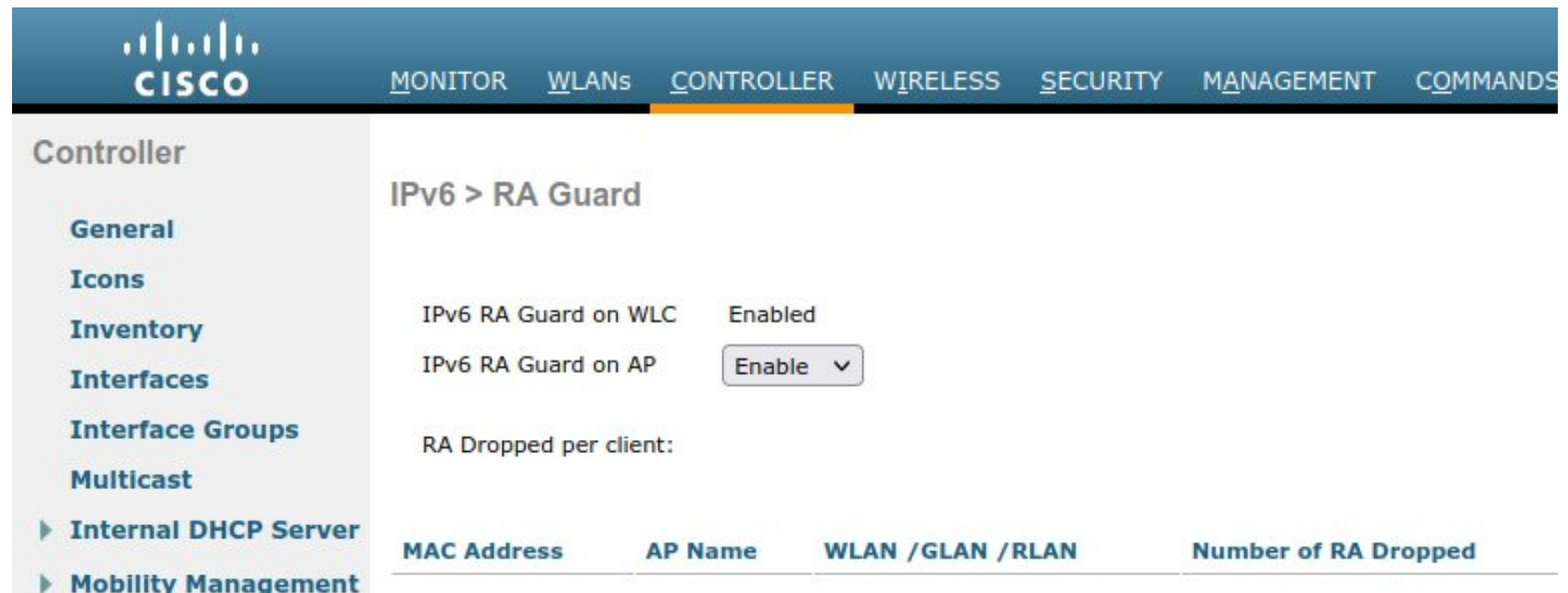
IPv6 Neighbor Discovery Inspection

- Jun 4 18:36:40 sin-switch-lab-1
dc-pfe[13269]:

```
AS_PKT_NDI_FAILED: NDI FAILED: ND received,  
interface: ge-0/0/16.0 [index: 572], vlan-id:  
20, sender ip/mac:  
2001:718:2:880:2ad2:xxxx:xxxx:xxxx/28:d2:xx:xx  
:xx:xx, receiver ip/mac:  
2001:718:2:880::1/54:52:00:xx:xx:xx
```

First-Hop Security

- **Wi-Fi (Cisco):**
 - Router Advertisement Guard
 - DHCPv6 Snooping
 - ? *IPv6 Source Guard (netestováno)*
 - IPv6 ACLs
 - *Etc.*



The screenshot shows the Cisco Controller configuration interface for IPv6 RA Guard. The navigation menu includes MONITOR, WLANs, CONTROLLER (selected), WIRELESS, SECURITY, MANAGEMENT, and COMMANDS. The left sidebar lists various configuration categories, with 'Internal DHCP Server' and 'Mobility Management' expanded. The main content area is titled 'IPv6 > RA Guard' and contains the following settings:

- IPv6 RA Guard on WLC: Enabled
- IPv6 RA Guard on AP: Enable (dropdown menu)
- RA Dropped per client:

MAC Address	AP Name	WLAN /GLAN /RLAN	Number of RA Dropped
-------------	---------	------------------	----------------------

First-Hop Security

- **Wi-Fi (Ruckus):**
 - Router Advertisement Guard
 - DHCPv6 / SLAAC Snooping
 - ~~IPv6 Source Guard~~
 - IPv6 ACLs
- Nicméně, funguje evidence použitých IP adres.

First-Hop Security: DHCPv6 - Ruckus

```
$ ip -br a
```

```
wlan0    UP    2001:718:2:8a1::1000/128
```

```
$ ping -Iwlan0 google.com
```

```
64 bytes from prg03s12-in-x0e.1e100.net
```

```
(2a00:1450:4014:80e::200e): icmp_seq=1 ttl=120 time=1.96 ms
```

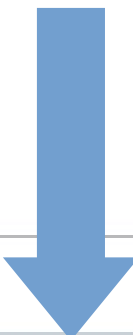
```
$ sudo ip a del dev wlan0 2001:718:2:8a1::1000/128
```

```
$ sudo ip a add dev wlan0 2001:718:2:8a1::2555/128
```

```
$ ping -Iwlan0 google.com
```

```
64 bytes from prg03s12-in-x0e.1e100.net
```

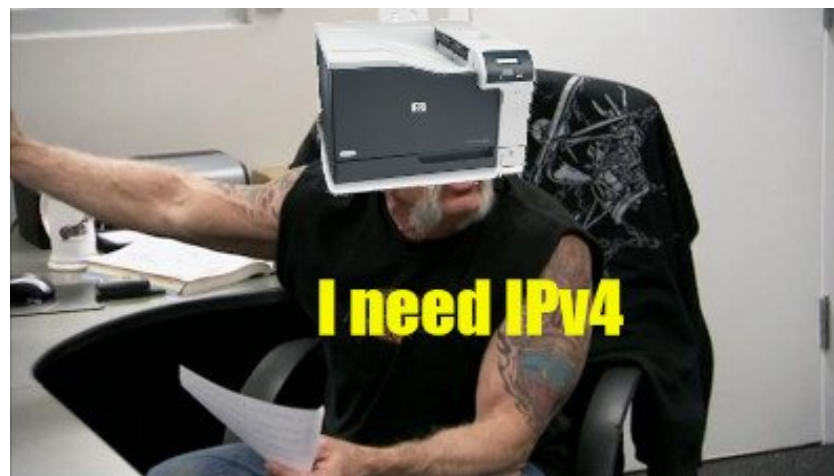
```
(2a00:1450:4014:80e::200e): icmp_seq=1 ttl=120 time=1.55 ms
```



Activity

Client [7c7a	@10.51.	@7C:7A] IP address was updated/renewed on WLAN [SinLAB-5G] from AP [SIN_13Z	
Client [7c7a	@10.51.	@7C:7A] IP address was updated/renewed on WLAN [SinLAB-5G] from AP [SIN_13Z	
Client [7c7a	@10.51.	@7C:7A] IP address was updated/renewed on WLAN [SinLAB-5G] from AP [SIN_13Z	
Client [7C:7A] IP address was updated/renewed on WLAN [SinLAB-5G] from AP [SIN_13Z_R550@94:B3	
Client [7C:7A] joined WLAN [SinLAB-5G] from AP [SIN_13Z_R550@94:B3] on [a/n/ac].

Tiskárny



*(American Chopper,
"NHL Bike B2 Bomber Bike,"
aired April 9th, 2009)*

Tiskárny umí IPv6, ale... 1

Test OKI C542dn (cca 2016)

- Funguje s IPv6, ale nelze nastavit IPv6 DNS. IPv6 SNTTP funguje, ale pouze nastavením pevné IP, ne přes DNS.
- Tisk na portu 9100 funguje.
- Nelze nastavit statickou IPv6, jen DHCPv6 / SLAAC.
- Mód IPv6-only je nespolehlivý.
 - Pokud je výchozí IPv4 brána nedosažitelná, webové rozhraní tiskárny zmrzne, vč. IPP.
 - Alespoň nějaká IPv4 musí být nastavená. Gateway a DNS lze nastavit na 0.0.0.0, poté DNS nefunguje, ale alespoň webové rozhraní nemá tendenci zamrzat.
 - Připojení k tiskárně pomocí hostname funguje, nastavíte-li korektně hostname a doménu. Pokud ne, pak web buď zmrzne, nebo obdržíte "Bad Request." (400)
- IPv6 funguje, i když ne moc dobře.
- Upgrade firmwaru používá pouze IPv4.

Tiskárny umí IPv6, ale... 2

Test HP Color LaserJet Professional CP5225dn (cca 2009?)

- Backend **HPLIP nepodporuje IPv6**. Backend socket:// funguje.
- Tisk na portu 9100 funguje.
- net-snmp (snmpwalk atd.) preferuje IPv4 při hostname resolve, ale pokud existuje pouze AAAA záznam, použije ten.
- Žádná podpora IPv6 DNS, a velmi limitovaná nastavení.
- Nelze nastavit statickou IPv6, jen DHCPv6 / SLAAC.
- Firmware upgrades? ***TODO TEST, ale nevěřím tomu***

Tisk pro klienty přes IPv6

- Máme zpřístupněnu tiskárnu pro naše členy.
- Klient je identifikován přes svoji IPv4 adresu a tisk je mu naúčtován.
- Zatím neumožňujeme přes IPv6 kvůli Wi-Fi, ale identifikace by byla možná v kombinaci s použitím RADIUS Accounting.

TL;DR Tiskárny

- Tiskárny používáme přes IPv6. Držíme funkční IPv4, aby se nerozbila základní funkčnost.
- Pro uživatele je tisk přes IPv4 - kvůli identifikaci klientů.

Posilovna

- Embedded devices s ARM
- VoCore, OpenWRT



DROZD, Stanislav. *ARM9 platforma ako low-cost riešenie pre plnohodnotné embedded aplikácie* [online]. Praha, 2016. [vid. 2023-05-24]. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/64632>

Posilovna a čtečky 1

- Řídicí jednotka je nyní IPv4+IPv6.

```
# ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
    link/ether 00:0c:c6          brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.10.110.  /24 brd 10.10.110.255 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 2001:718:2:8f      /64 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:c6ff:f      /64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Posilovna a čtečky 2

- Satelitní čtečky jsou IPv4, protože se na tato zařízení připojuje náš SINIS a pro tato zařízení zatím nemáme nastavené DHCPv6 na přidělení pevné adresy.
- Některá zařízení nemají IPv6 ping. Nijak nebránilo nastavení a provozu IPv6.

```
# ping 2001:718:2:880::1  
ping: bad address '2001:718:2:880::1'  
# ping6 2001:718:2:880::1  
-sh: ping6: not found
```

Posilovna a čtečky 3

```
# cat /etc/os-release
NAME=Buildroot
VERSION=2014.08-00650-g1f8fb45-dirty
ID=buildroot
VERSION_ID=2014.08
PRETTY_NAME="Buildroot 2014.08"
#
```

- Historická verze OpenWRT.
- Proto je v oddělené síti bez přístupu k Internetu.

Co ještě má u nás IPv6 a neřekl jsem o tom

- DCN u spoje Ericsson.
- Několik Mikrotiků.
- Raspberry Pi.

Co na IPv6 ještě neběží

- Monitorovací sondy Poseidon (staré)
 - Bez podpory IPv6.
- Registrační (guest) síť
 - Nutnost úpravy informačního systému.
- Tisk pro studenty
 - Kvůli rozpoznávání klienta přes IP adresu.
- Satelitní čtečky čipových karet
 - Nutná změna architektury softwaru.

Děkuji Vám!

- Slidy ke stažení na sestka.sin.cvut.cz.
- Díky patří mnoha a mnoha lidem, kteří se na síti podíleli v průběhu let.