Sledování provozu sítě

...vzhledem k řešení bezpečnostních incidentů...

Tomáš Košňar

CESNET z.s.p.o.

kosnar@cesnet.cz

Obsah

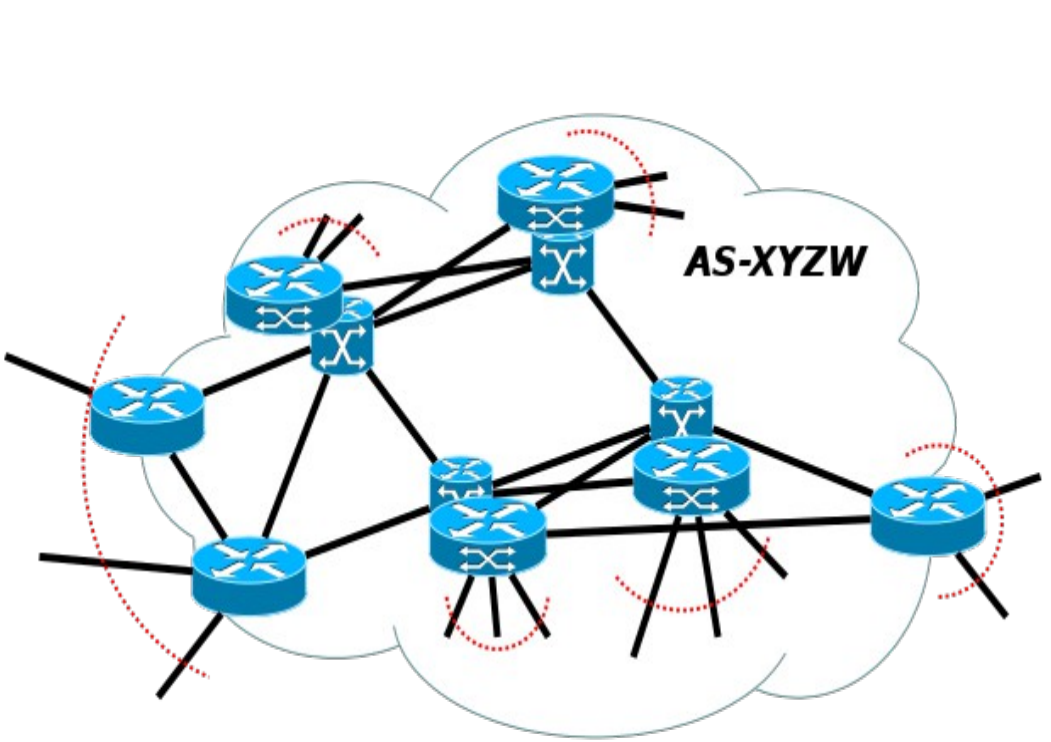
- Základní principy sledování provozu sítí
- Mechanismy a možnosti sledování provozu sítí
- Co je dobré sledovat, uchovávat
- K čemu je možné takto získané informace využít

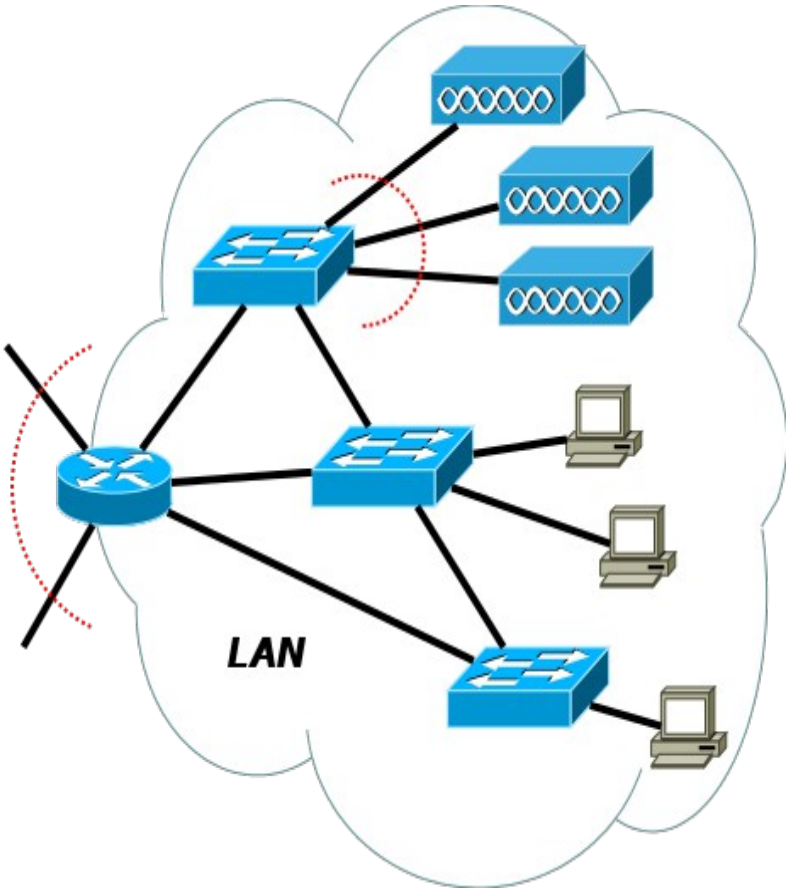
Základní principy sledování provozu sítí

- **Proč to vůbec děláme – <u>důvody</u> !!!**
  - ...manažerské, profesní uspokojení
  - …
  - ...aby mě šéfové „neprudili“...
  - ...chci vědět, co dělá kolega ;-)
  - …
  - ...
  - ...potřebuji zajistit optimální využití sítě a jejích zdrojů
  - …
  - ...
  - ...potřebuji jistě a spolehlivě řídit chod sítě, mít schopnost efektivně řešit anomální situace a dokonce je být schopen predikovat...

Základní principy sledování provozu sítí

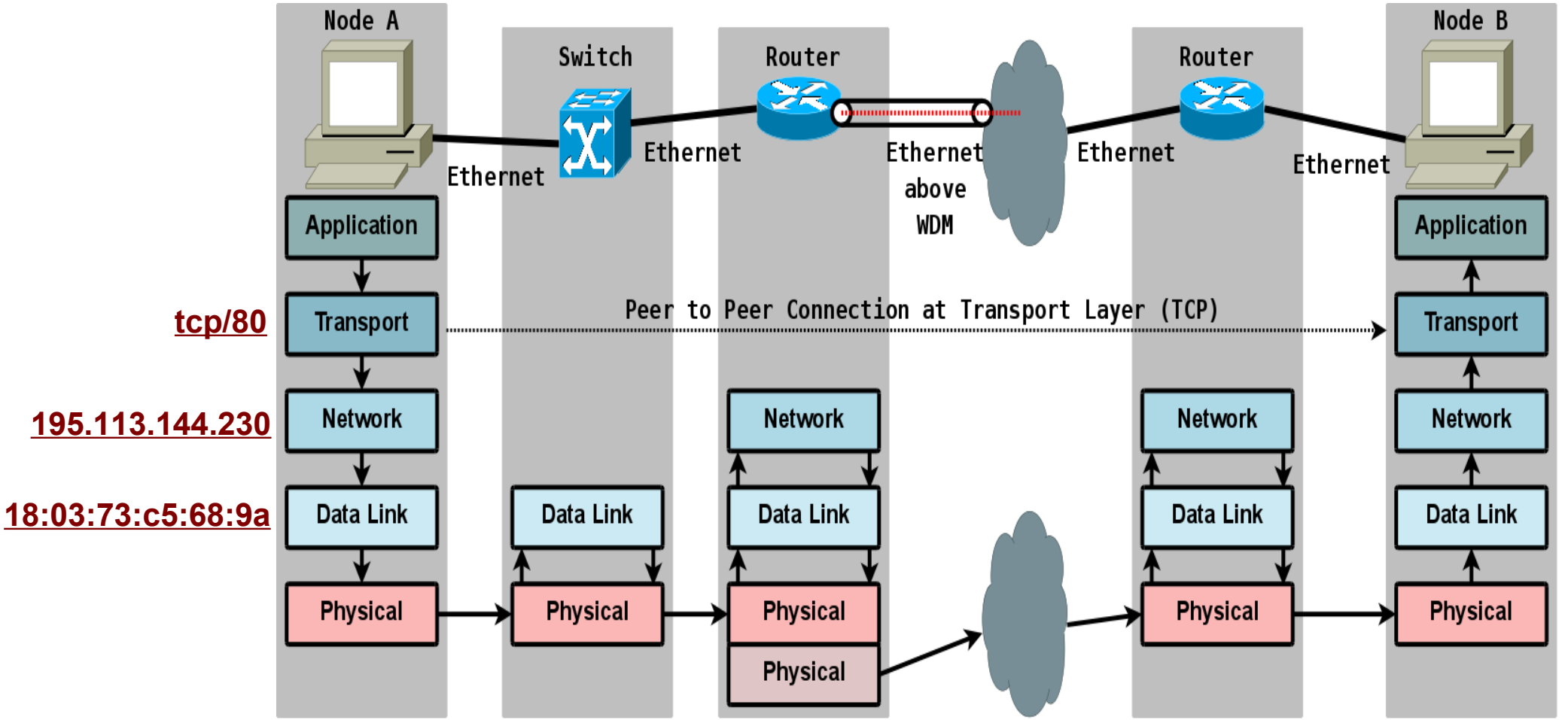
- Sledujeme-li - tedy pozorujeme → zaznamenat můžeme pouze to, co vidíme → **„místa“ pozorování**
  - Architektura sítě a její topologie





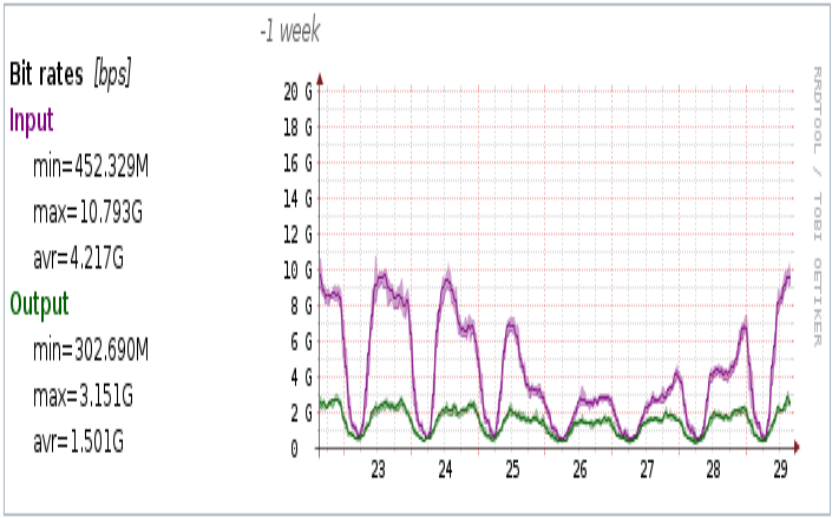
Základní principy sledování provozu sítí

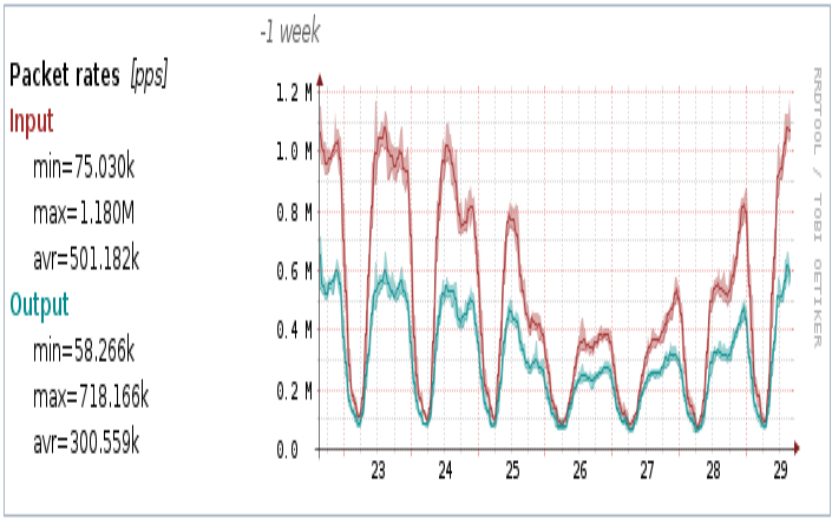
- Sledujeme-li - tedy pozorujeme → zaznamenat můžeme pouze to, co vidíme → **„místa“ pozorování**
  - Hierarchie ~ vrstvy



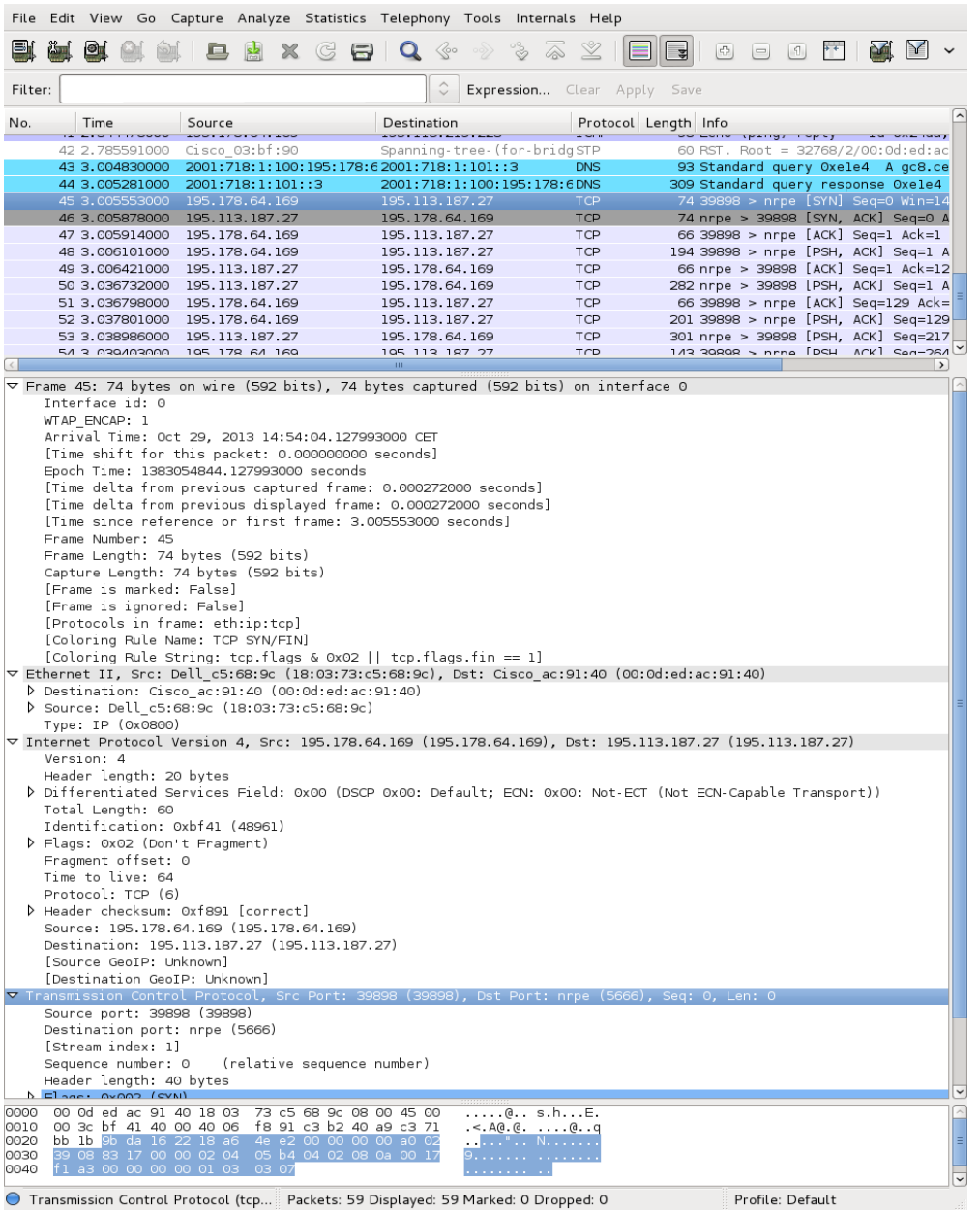
Základní principy sledování provozu sítí

- Detailnost pozorování → vypovídací informační hodnota → **využitelnost**





vs.



Základní principy sledování provozu sítí

- Detailnost pozorování → vypovídací informační hodnota → **využitelnost**
  - Časové aspekty ? ...nahodile, periodicky, souvisle...
- Smysluplnost
  - Obsahová (~ *statistický podíl výskytu ethernet rámců s lichým FCS je zajímavá úloha, ale pro praxi patrně nikoli nejpotřebnější*)
  - Ekonomická (poměr cena:výkon)
  - Ne sledování pro sledování, ale opět kvůli účelu !!!

- Téma uchopeno spekulativně účelově
  - Pravděpodobně většina zde reprezentovaných sítí → **IP nad Ethernet infrastrukturou** (fyzickou, logickou)

;-)

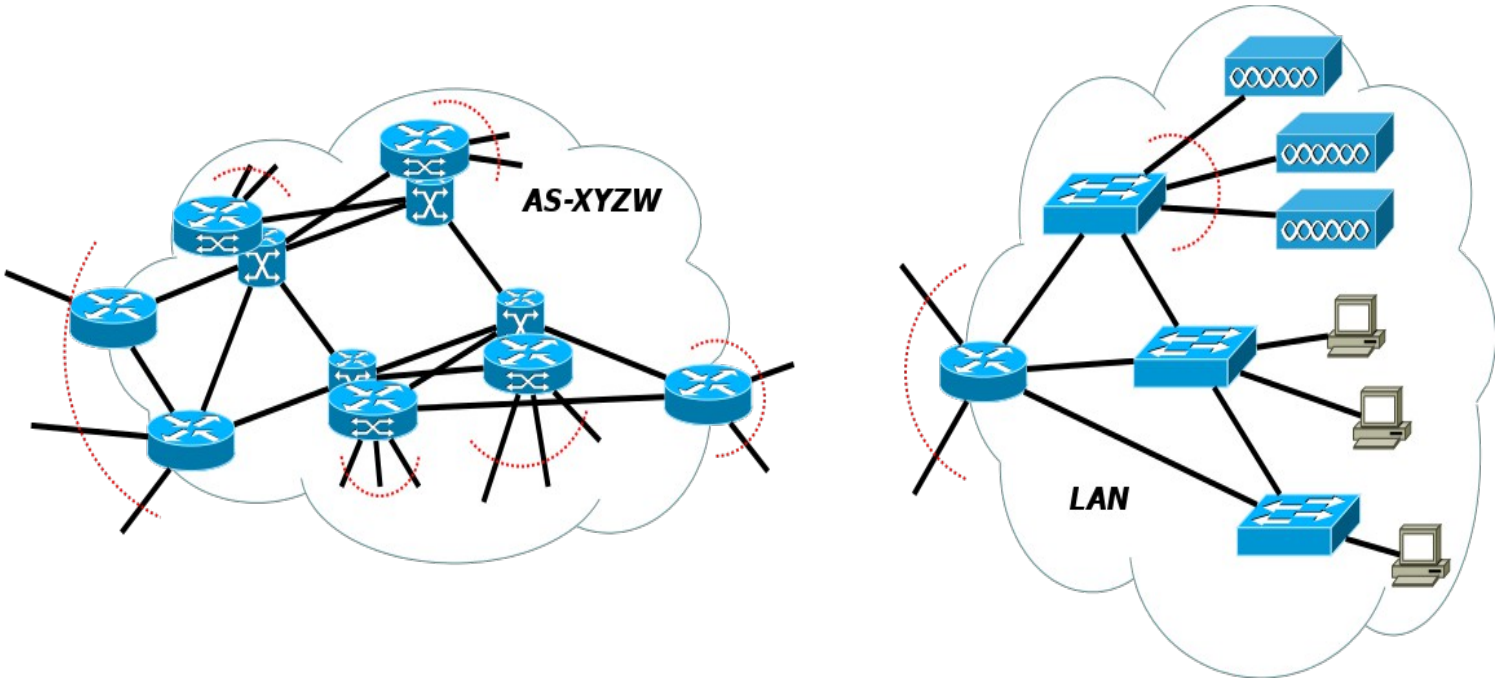
  - Spekulativně se zaměřím na rutinní systematický monitoring provozu (nikoli detekční systémy ala IDS apod.)

- **Pro běžnou praxi**
  - **I.** Permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě
  - **II.** Schopnost nalézt MAC adresu k dané IP adrese (i v real-time)
  - **III.** Schopnost dohledat uživatele, který seděl na dané MAC adrese

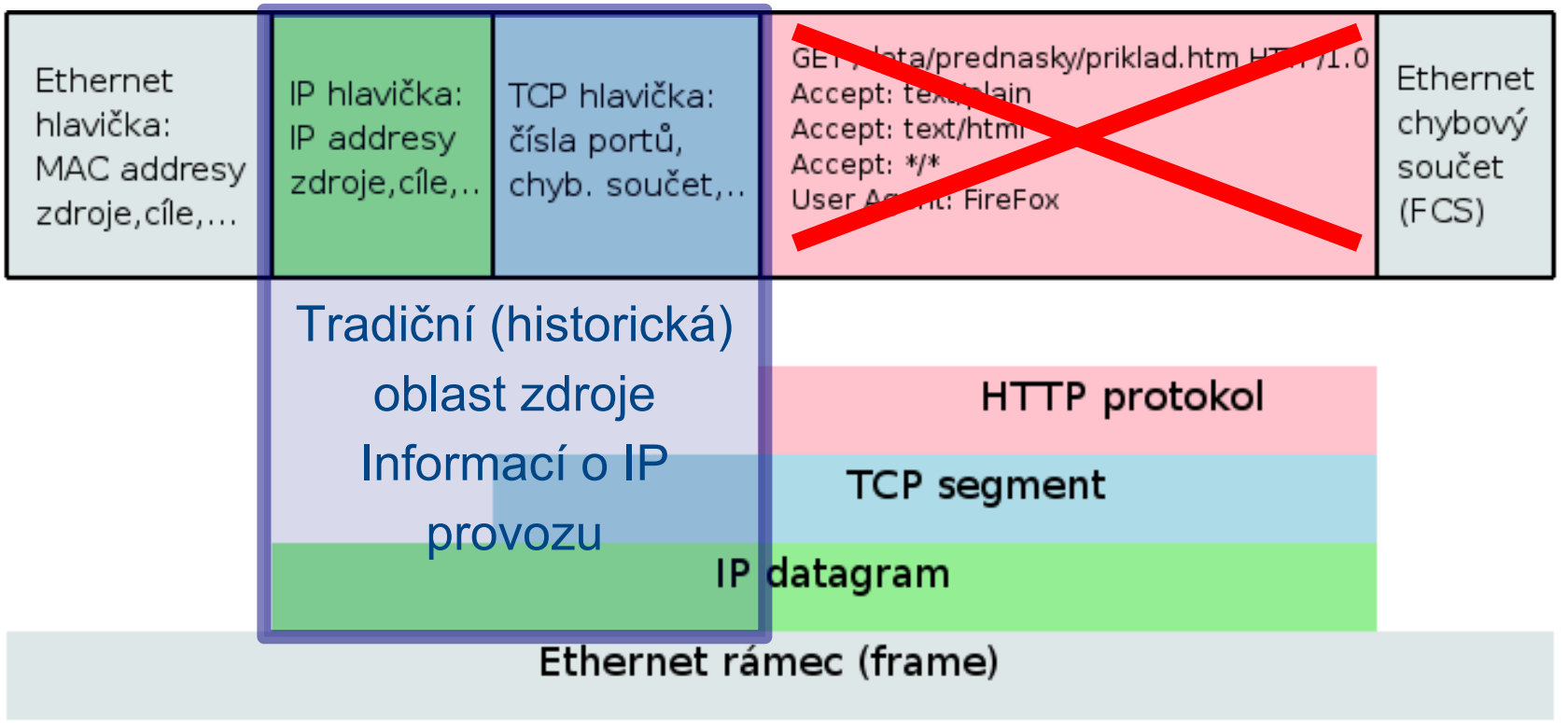
- I. pro běžnou praxi
  - **Permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**

    ...co nám do/z/v sítě teče ???
  - K úvaze při řešení...
    - Operuji koncovou vs. tranzitní síť ?
    - Mohu aplikovat „reverse path checks“ ?
    - Je síť nebo její část „galvanicky“ oddělena (FW, DMZ, NAT) ?
    - ...provozuji data-centrum (perimetr dílčích větví interní infrastruktury) ?
    - ...

- I. pro běžnou praxi
  - **Permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
  - Mechanismy sledování
    - Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~) – rozumný kompromis



- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
  - Informace vybrané z hlaviček paketů transportních protokolů (TCP/IP)



- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**

- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
  - Zachování soukromí koncových uživatelů
  - Dostatečná vypovídací hodnota informací o IP provozu
  - „Přijatelné“ množství dat ke zpracování
  - Možnost plošného zpracování v rozsáhlých sítích

- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
  - ..z hlavičky přenášeného datového bloku

    => **informace o jednosměrném přenosu**

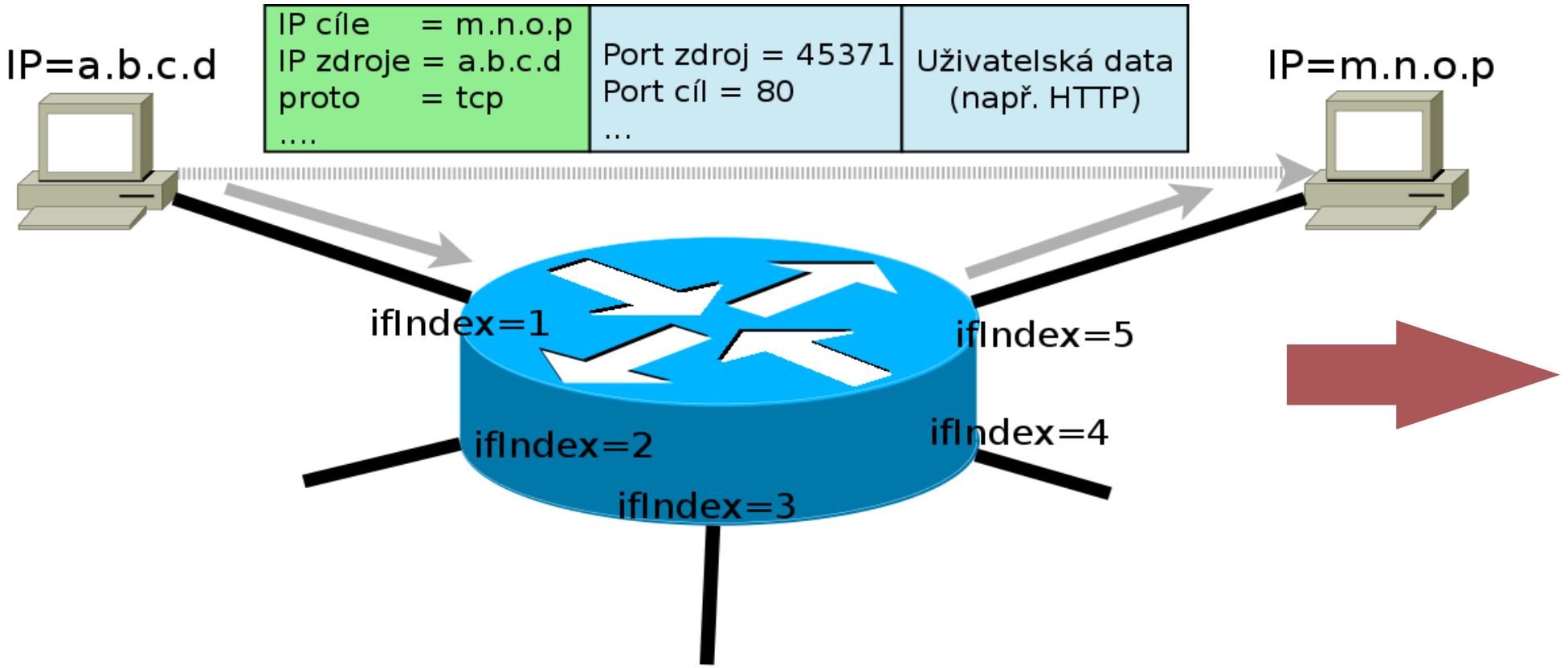
  - Informace v místě vzniku **dočasně držena v paměti ~ provozní záznam**
  - Záznam průběžně modifikován informacemi (objem, čas, TCP flags, DSCP bity,..) z každého IP datagramu, který přísluší danému toku (stejné klíčové informace – IP adresy, protokol, čísla portů, rozhraní)

    => agregovaná informace o provozu

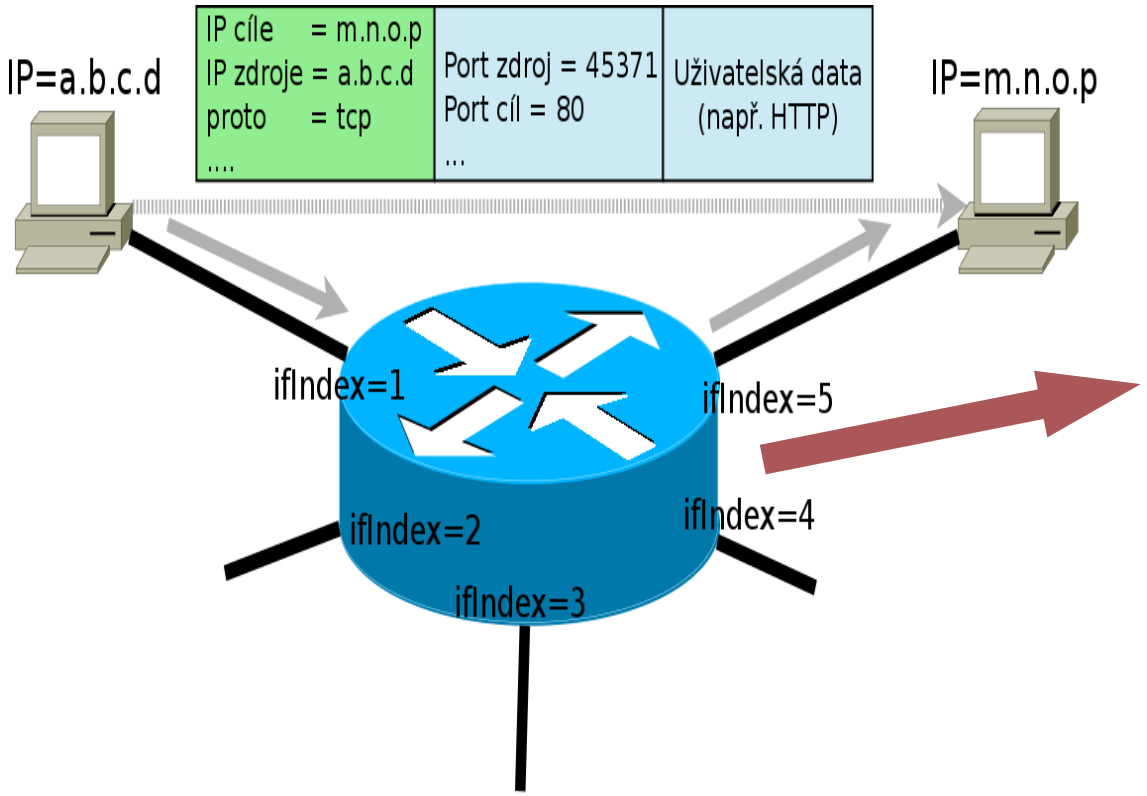
- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
  - **Po expiraci** (přirozená *[konfigurace]* nebo vynucená)
    - **Záznam o provozu** zpravidla odeslán ke zpracování na tzv. **Kolektory** (UDP, několik exportních formátů)
  - Zdroje záznamů o provozu
    - **Směrovače** (v závislosti na výrobci)
    - **Sondy**
      - **HW sondy** (např. FlowMon,Endace)
      - **SW** (např. FlowMon, flow-tools,..)

- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
  - **Typický informační obsah provozního záznamu (běžné implementace)**
    - IP adresy, čísla portů, protokol
    - Identifikátory rozhraní (ifIndex), kterým tok vstoupil (vystoupil) z/do zařízení – u sond informace o směru přenosu na lince, u směrovačů informace o vstupním a výstupním rozhraní (informace i o zahození paketu)
    - IP nexthop – následující IP uzel pro přenos
    - Čísla AS (je-li k dispozici BGP), sousední nebo cílové
    - Atributy – TCP vlaječky, DSCP bity (logické OR přes všechny pakety vytvářející záznam)
    - Objemové informace – rozsah toku v čase, objem, počet paketů

- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)



- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
- V závislosti na implementaci a typu zdroje dostupnost informací o „fyzické“ trase přenosu




```
SrcIP   = a.b.c.d
DstIP   = m.n.o.p
Proto   = tcp
SrcPort = 45371
DstPort = 80
SrcIf   = 1
DstIf   = 5
…
Octets  = 12252
Pkts    = 12
```

- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
  - Typický informační obsah provozního záznamu (běžné implementace) – částečná anonymizace

Results *(time values in CET)*

	Src-IP	Dst-IP	Protocol	Src-Port	Dst-Port	Src-ifIndex	Dst-ifIndex	Src/Prev-AS	Dst/Next-AS	TOS-flags	TCP-flags	Nexthop	Flow-Start [CET]	Flow-End [CET]	Bytes-measured	Pkts-measured
1.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:2:b2:1d08:x:x:x	tcp (6)	http (80)	63236	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c06	13/10/30 10:13:02.238	13/10/30 10:13:02.610	95.000 KB	76.000 p
2.	77.75.76.x	146.102.149.x	tcp (6)	http (80)	55732	58	25	AS43037	AS65001	00000000	push(8), ack(16)	195.113.156.8	13/10/30 10:19:32.645	13/10/30 10:19:35.891	77.500 KB	62.000 p
3.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1e03:5176:d55f:x:x:x	tcp (6)	http (80)	52827	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c08	13/10/30 10:14:08.713	13/10/30 10:14:09.079	62.500 KB	50.000 p
4.	77.75.76.x	147.229.174.x	tcp (6)	http (80)	60838	58	25	AS43037	AS197451	00000000	push(8), ack(16)	195.113.156.26	13/10/30 10:15:16.408	13/10/30 10:15:22.923	61.250 KB	49.000 p
5.	77.75.76.x	146.102.117.x	tcp (6)	http (80)	59547	58	25	AS43037	AS65001	00000000	push(8), ack(16)	195.113.156.8	13/10/30 10:20:30.269	13/10/30 10:20:31.044	61.250 KB	49.000 p
6.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:2:2905:6236:x:x:x	tcp (6)	http (80)	42986	58	25			00000000	ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c06	13/10/30 10:22:01.927	13/10/30 10:22:06.421	53.750 KB	43.000 p
7.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:2:31:4c58:x:x:x	tcp (6)	http (80)	49377	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c06	13/10/30 10:20:58.109	13/10/30 10:21:01.927	52.500 KB	42.000 p
8.	77.75.76.x	193.84.36.x	tcp (6)	http (80)	30220	58	25	AS43037	AS65004	00000000	push(8), ack(16)	195.113.156.3	13/10/30 10:18:34.186	13/10/30 10:18:39.354	52.500 KB	42.000 p
9.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1e02:8144:0:x:x:x	tcp (6)	http (80)	55743	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c08	13/10/30 10:19:34.436	13/10/30 10:19:35.015	51.250 KB	41.000 p
10.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1e02:9100:f112:x:x:x	tcp (6)	http (80)	50259	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c08	13/10/30 10:18:52.044	13/10/30 10:18:52.248	50.000 KB	40.000 p
11.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1800:1804:0:x:x:x	tcp (6)	http (80)	42560	58	25			00000000	ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c0d	13/10/30 10:19:11.640	13/10/30 10:19:13.400	41.250 KB	33.000 p
12.	77.75.76.x	147.229.172.x	tcp (6)	http (80)	59198	58	25	AS43037	AS197451	00000000	push(8), ack(16)	195.113.156.26	13/10/30 10:15:15.651	13/10/30 10:15:16.355	38.750 KB	31.000 p
13.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1e02:8144:0:x:x:x	tcp (6)	http (80)	62354	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c08	13/10/30 10:14:08.752	13/10/30 10:14:09.151	37.500 KB	30.000 p
14.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1c01:164:8171:x:x:x	tcp (6)	http (80)	49491	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c07	13/10/30 10:17:18.583	13/10/30 10:17:18.685	36.292 KB	30.000 p
15.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1e03:deee:0:x:x:x	tcp (6)	http (80)	53279	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c08	13/10/30 10:18:25.694	13/10/30 10:18:26.297	34.759 KB	28.000 p
16.	77.75.76.x	147.229.174.x	tcp (6)	http (80)	42643	58	25	AS43037	AS197451	00000000	push(8), ack(16)	195.113.156.26	13/10/30 10:14:29.369	13/10/30 10:14:32.633	33.580 KB	27.000 p
17.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:718:1e02:8144:0:x:x:x	tcp (6)	http (80)	49205	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c08	13/10/30 10:15:00.550	13/10/30 10:15:06.204	32.500 KB	26.000 p
18.	77.75.76.x	147.228.209.x	tcp (6)	http (80)	50156	58	25	AS43037	AS65090	00000000	syn(2), push(8), ack(16)	195.113.156.13	13/10/30 10:20:36.840	13/10/30 10:20:37.974	32.249 KB	27.000 p
19.	2a02:598:1:0:0:x:x:x	2001:67c:1220:c1a3:d0f9:x:x:x	tcp (6)	http (80)	60303	58	25			00000000	push(8), ack(16)	0:0:0:0:0:ffff:c371:9c1a	13/10/30 10:13:51.227	13/10/30 10:13:51.299	31.250 KB	25.000 p
20.	77.75.76.x	147.229.174.x	tcp (6)	http (80)	56182	58	25	AS43037	AS197451	00000000	push(8), ack(16)	195.113.156.26	13/10/30 10:17:51.780	13/10/30 10:17:55.000	31.250 KB	25.000 p
	Src-IP	Dst-IP	Protocol	Src-Port	Dst-Port	Src-ifIndex	Dst-ifIndex	Src/Prev-AS	Dst/Next-AS	TOS-flags	TCP-flags	Nexthop	Flow-Start	Flow-End	Bytes-measured	Pkts-measured

- I. pro běžnou praxi - **permanentní přehled o IP komunikaci alespoň na hraně/perimetru sítě**
- Informace o IP provozu na bázi toků (~*flow-based*~)
  - Rozšířený informační obsah provozního záznamu (ukázka NetFlow security event logging - NSEL) – částečná anonymizace, možné řešení problematiky v případě NAT apod.

	NAT-Event	Src-IP	Dst-IP	Src-PostNAT-IP	Dst-PostNAT-IP	Protocol	Src-Port	Dst-Port	Src-PostNAPTPort	Dst-PostNAPTPort	Ingress-VRFID	Flow-Start [CET]
1.	delete	10.10.x.x	193.85.x.x	213.29.x.x	193.85.x.x	udp (17)	55384	domain (53)	19899	domain (53)	3	13/10/30 10:04:11.0
2.	delete	10.11.x.x	173.194.x.x	213.29.x.x	173.194.x.x	tcp (6)	36364	https (443)	36164	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.1
3.	create	10.10.x.x	173.194.x.x	213.29.x.x	173.194.x.x	tcp (6)	41544	https (443)	36164	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.1
4.	create	10.10.x.x	173.194.x.x	213.29.x.x	173.194.x.x	tcp (6)	60368	https (443)	36181	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.1
5.	delete	10.10.x.x	134.170.x.x	213.29.x.x	134.170.x.x	tcp (6)	58708	https (443)	44033	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.1
6.	delete	10.10.x.x	31.13.x.x	213.29.x.x	31.13.x.x	tcp (6)	37940	https (443)	42759	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.1
7.	delete	10.11.x.x	74.217.x.x	213.29.x.x	74.217.x.x	tcp (6)	38460	https (443)	44730	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.1
8.	create	10.10.x.x	77.93.x.x	213.29.x.x	77.93.x.x	tcp (6)	42778	https (443)	44718	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.2
9.	delete	10.10.x.x	92.122.x.x	213.29.x.x	92.122.x.x	tcp (6)	53002	https (443)	44134	https (443)	3	13/10/30 10:04:11.2
10.	delete	10.11.x.x	173.194.x.x	213.29.x.x	173.194.x.x	tcp (6)	34759	http (80)	44590	http (80)	3	13/10/30 10:04:11.2
	NAT-Event	Src-IP	Dst-IP	Src-PostNAT-IP	Dst-PostNAT-IP	Protocol	Src-Port	Dst-Port	Src-PostNAPTPort	Dst-PostNAPTPort	Ingress-VRFID	Flow-Start

- II. pro běžnou praxi
  - **Schopnost nalézt MAC adresu k dané IP adrese**

    ...co nám tento IP provoz do sítě posílá ???
    - Koncová zařízení
    - Za určitých okolností i v „real-time“
  - K úvaze při řešení
    - Technická/logická architektura LAN
    - Řízení datových toků v LAN
    - ...

- II. pro běžnou praxi - **schopnost nalézt MAC adresu k dané IP adrese**
  - Mechanismy sledování
    - Log mechanismů přidělujících IP adresy v případě dynamické konfigurace
      - Neřeší dohledání v případě ad-hoc podvržené zdrojové IP

- II. pro běžnou praxi - **schopnost nalézt MAC adresu k dané IP adrese**
  - Mechanismy sledování
    - Systematický ARP „watch“ (pouze IPv4)
    - Sběr dat ze síťových prvků (SNMP; IPV6-MIB::ipv6NetToMediaPhysAddress,...)
    - *Dohledání v případě ad-hoc podvržené zdrojové IP ???*
    - Dump provozu
      - Vhodná architektura LAN infrastruktury pro mirror/rozdvojení provozu ?
      - Obtížné jako systematická činnost s uchováním dat, zpravidla nasazeno ad-hoc na základě potřeby – což dává smysl

- II. pro běžnou praxi - **schopnost nalézt MAC adresu k dané IP adrese**
  - Mechanismy sledování
    - Flow-based sledování v rozšířené implementaci (*~flexible NetFlow, IPFIX*)
    - V principu řeší IPv6 i podvržené zdrojové IP adresy, ale závisí na úrovni implementace v daném zařízení

	FWD-Status	Src-IP	Dst-IP	Protocol	Src-Port	Dst-Port	Src-ifIndex	Dst-ifIndex	Ingress-VRFID	Src-MAC-Addr	Dst-MAC-Addr	TOS
1.	Terminate For us	134.94.115.x	195.113.250.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	21	0	1	00:00:00:00:00:00	00:00:00:00:00:00	0000
2.	Terminate For us	10.31.2.x	10.31.2.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	21	0	1	00:00:00:00:00:00	00:00:00:00:00:00	0000
3.	Terminate For us	188.1.144.x	195.113.250.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	1	0	0	e0:2f:6d:2b:76:80	00:00:00:00:00:00	0000
4.	Terminate For us	195.113.250.x	195.113.250.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	2	0	1	00:60:dd:44:b9:70	00:00:00:00:00:00	0000
5.	Terminate For us	195.113.250.x	195.113.250.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	2	0	1	00:50:56:8d:0d:2d	00:00:00:00:00:00	0000
6.	Terminate For us	195.113.250.x	195.113.250.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	2	0	1	00:60:dd:44:b8:ec	00:00:00:00:00:00	0000
7.	Terminate For us	195.113.250.x	195.113.250.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	2	0	1	00:60:dd:44:b9:6d	00:00:00:00:00:00	0000
8.	Forwarded	134.94.115.x	195.113.250.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo (2048)	21	2	1	00:00:00:00:00:00	00:50:56:8d:0d:2d	0000
9.	Forwarded	195.113.250.x	134.94.115.x	icmp (1)	Echo Reply (0)	Echo Reply (0)	2	21	1	00:50:56:8d:0d:2d	00:00:00:00:00:00	0000

- III. pro běžnou praxi
  - **Schopnost dohledat identitu uživatele, který „používal“ dané MAC/IP adresy**

..elektronická v lepším případě i fyzická identita uživatele, který byl „přítomen“ u zařízení, které generovalo/přijímalo daný provoz..

  - K úvaze při řešení
    - Technická/logická architektura autentizace, autorizace pro přístup k síti
    - Síla ověření identity uživatele
    - ...

- **I.** Sledování provozu v nadřazené síti: automatická detekce potenciálních provozních anomálií z/do sítí uživatelů, s uchováním „důkazního materiálu“ a statistickou nadstavbou

...z důvodu ochrany soukromí uživatelů nezveřejněno...

II. Sledování provozu v nadřazené síti jako služba pro uživatele

...z důvodu ochrany soukromí uživatelů nezveřejněno...

III. Interaktivní traffic browser provozu v nadřazené síti jako služba pro uživatele

...z důvodu ochrany soukromí uživatelů nezveřejněno...

- **Etické otázky**
  - Transparentně deklarovat způsob míru sledování provozu
  - Hlídat limity zásahu do soukromí uživatelů
  - Transparentní podmínky, za jakých je možné takové limity překročit ~ *standardní systém vs. zvůle*
  - Výsledné informace propojovat z dílčích zdrojů až na základě odůvodněné potřeby (nikoli systematicky a automaticky), dílčí zdroje informací držet odděleně a s disjunktními přístupovými právy (je-li možné; v zájmu vlastní ochrany administrátorů)

???