Bezpieczeństwo sieci

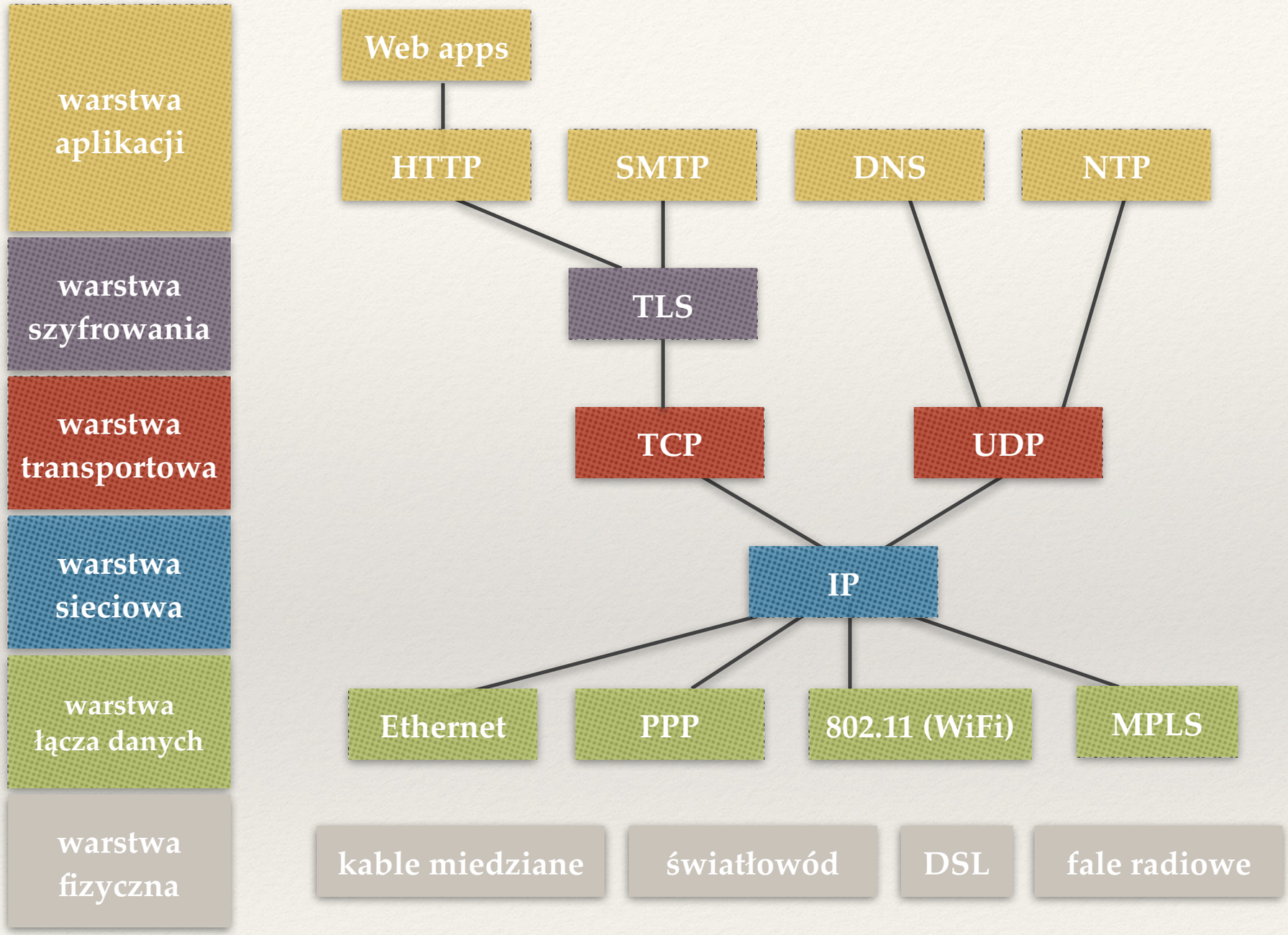
Sieci komputerowe

Wykład 13

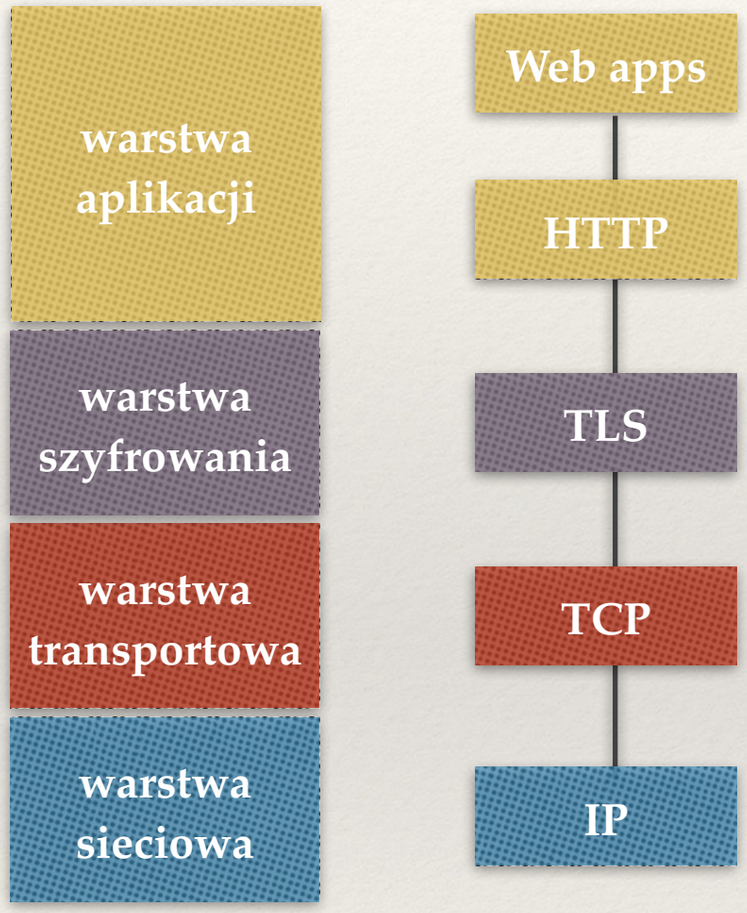
Marcin Bieńkowski

Dygresja: QUIC

Protokoły w Internecie



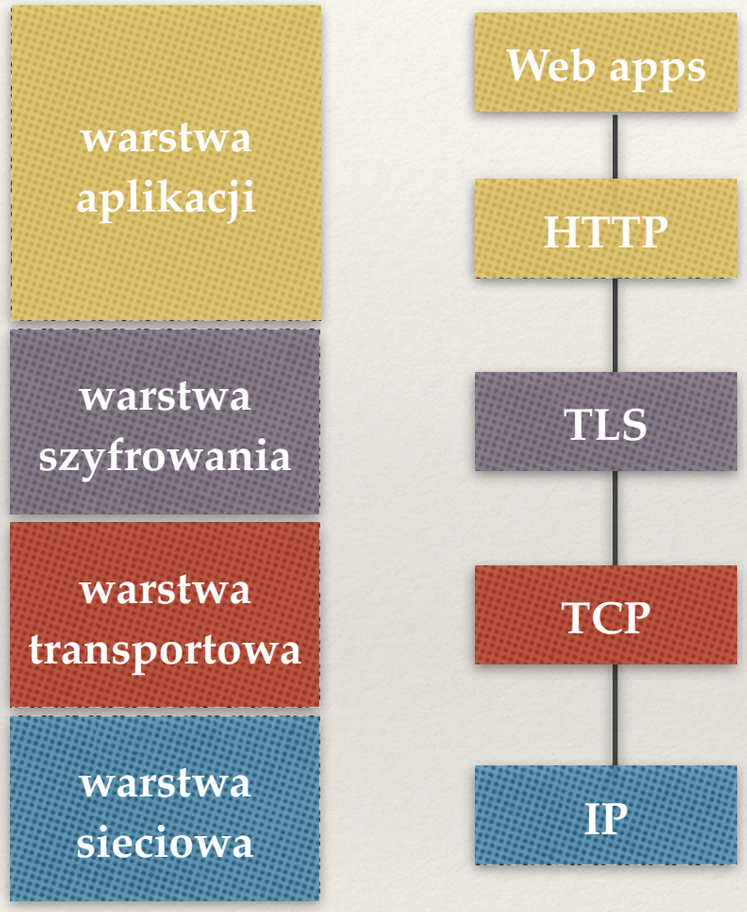
Protokoły w Internecie



Obecnie większość ruchu sieciowego wykorzystuje kombinację

IP - TCP - TLS - HTTP

Model warstwowy

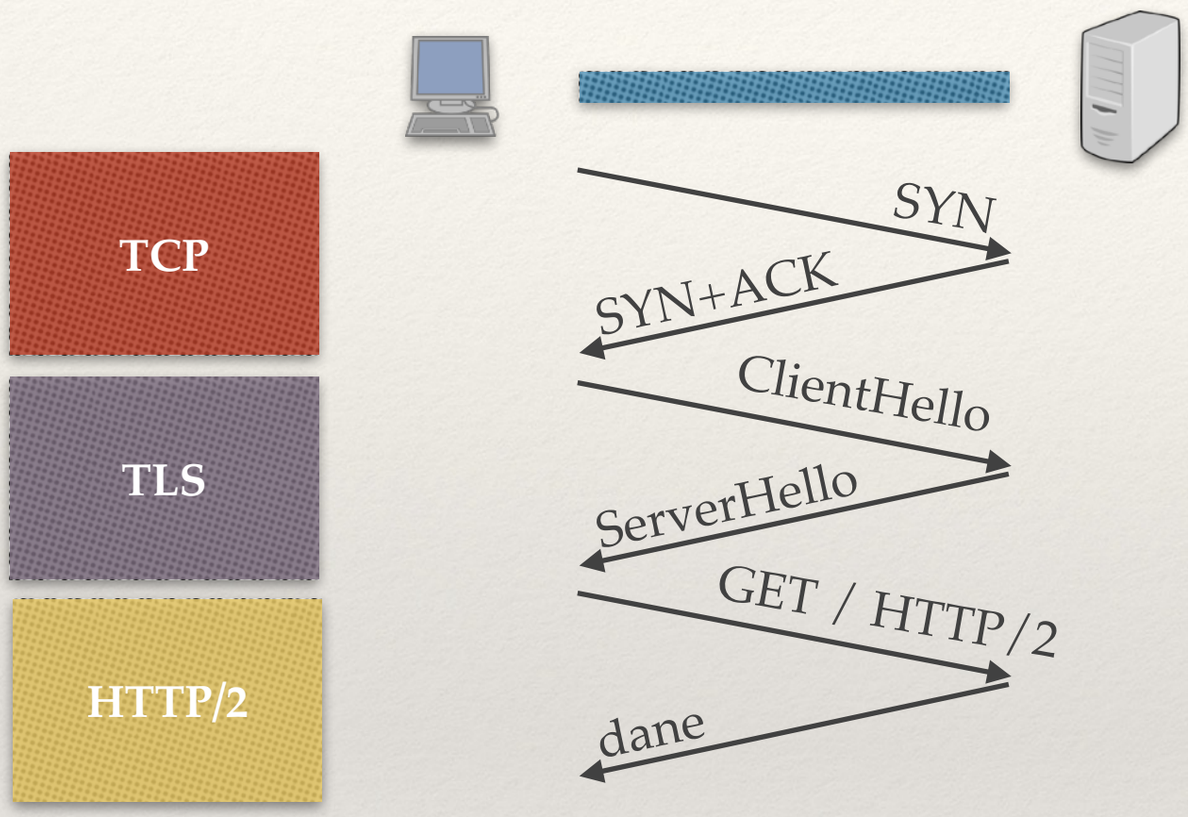


Dlaczego mamy model warstwowy?

- Względy historyczne: różne warstwy powstawały w różnych latach
- Warstwy abstrakcji i podział zadań (np. powyżej warstwy transportowej nie musimy się przejmować niezawodnością dostarczania i przeciążeniem sieci/odbiorcy).

Problem #1: trzy nawiązywania połączenia

Typowa sytuacja: TCP + TLS + HTTP/2

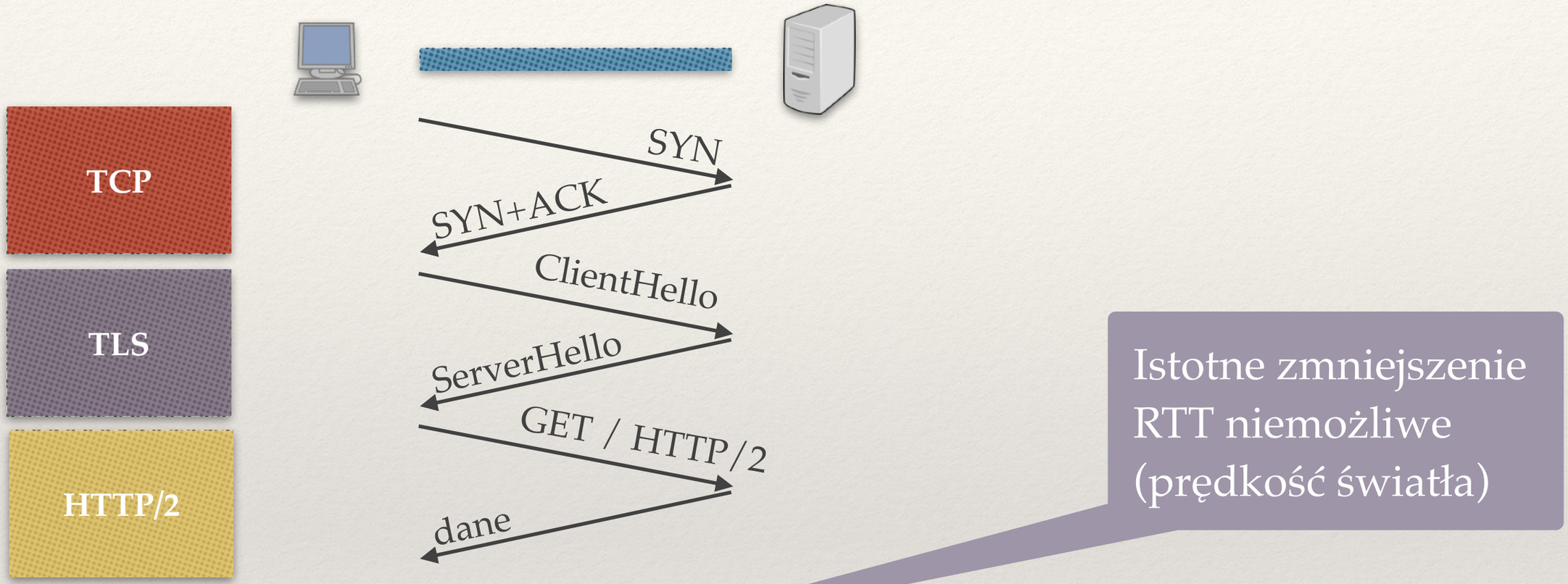


6 x RTT zanim klient zobaczy początek danych!

- To jest kolejne połączenie z danym serwerem, zakłada np. że klient ma już klucz publiczny serwera.

Problem #1: trzy nawiązywania połączenia

Typowa sytuacja: TCP + TLS + HTTP/2



6 x RTT zanim klient zobaczy początek danych!

- To jest kolejne połączenie z danym serwerem, zakłada np. że klient ma już klucz publiczny serwera.

Problem #2: TCP utrzymuje kolejność

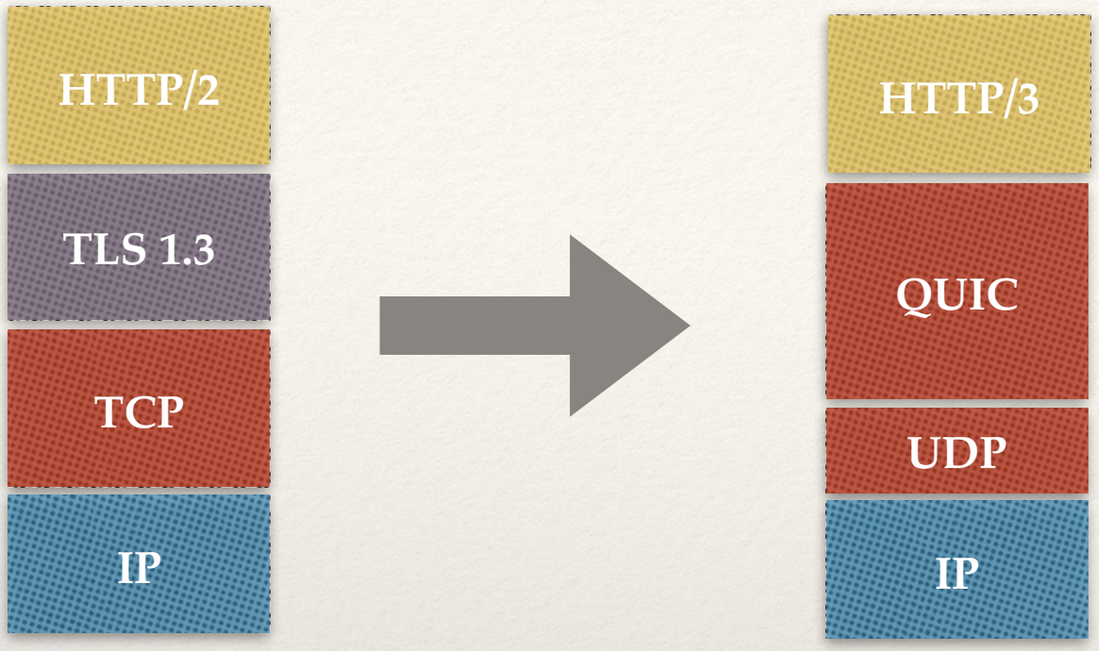
HTTP/2 wprowadza multiplexing zapytań i odpowiedzi:

- Może przesyłać odpowiedzi w innej kolejności niż pytania.
- Server push: wysyłanie odpowiedzi na niezadane zapytania.

Ale te informacje wkładane są w pojedynczy strumień danych, którym zarządza TCP. Przykład:

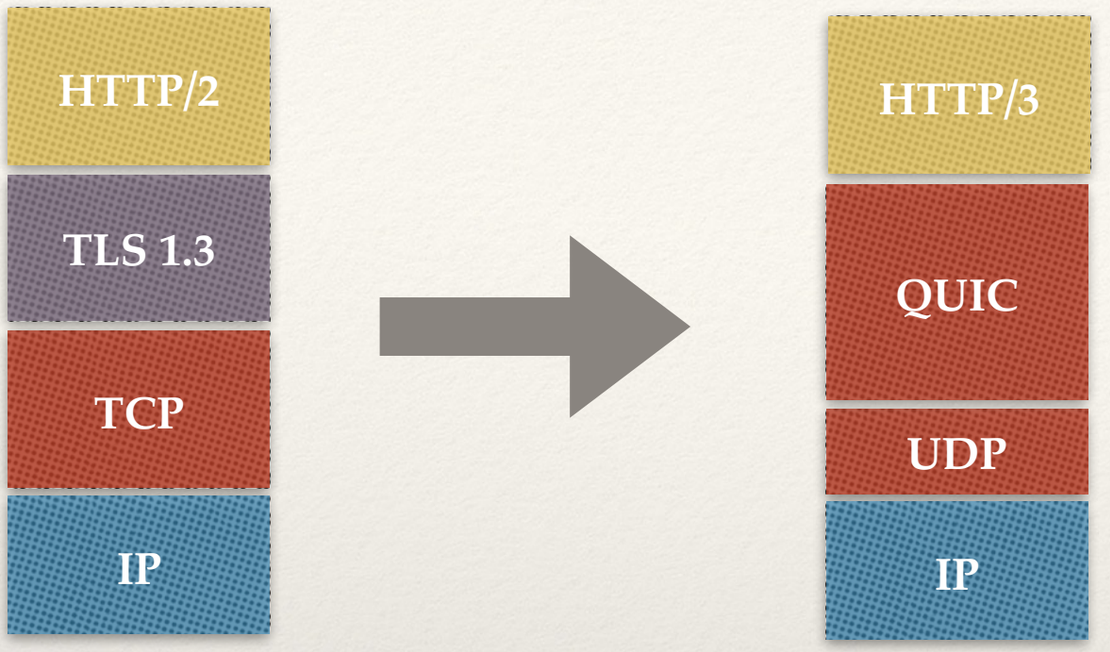
- Ginie segment zawierający mało istotny obrazek.
- Kolejne segmenty z innymi odpowiedziami HTTP docierają do klienta.
- Warstwa HTTP ich nie dostaje, bo TCP musi zrekonstruować strumień.

QUIC: nowy protokół transportowy



- Zintegrowany TLS 1.3.
- Własna kontrola przeciążenia (obecnie skopiowana z TCP).
- Zaimplementowany w przestrzeni użytkownika (TCP jest w jądrze) - przewidywana szybsza ewolucja.
- HTTP/3 = HTTP/2 over QUIC.

QUIC: nowy protokół transportowy

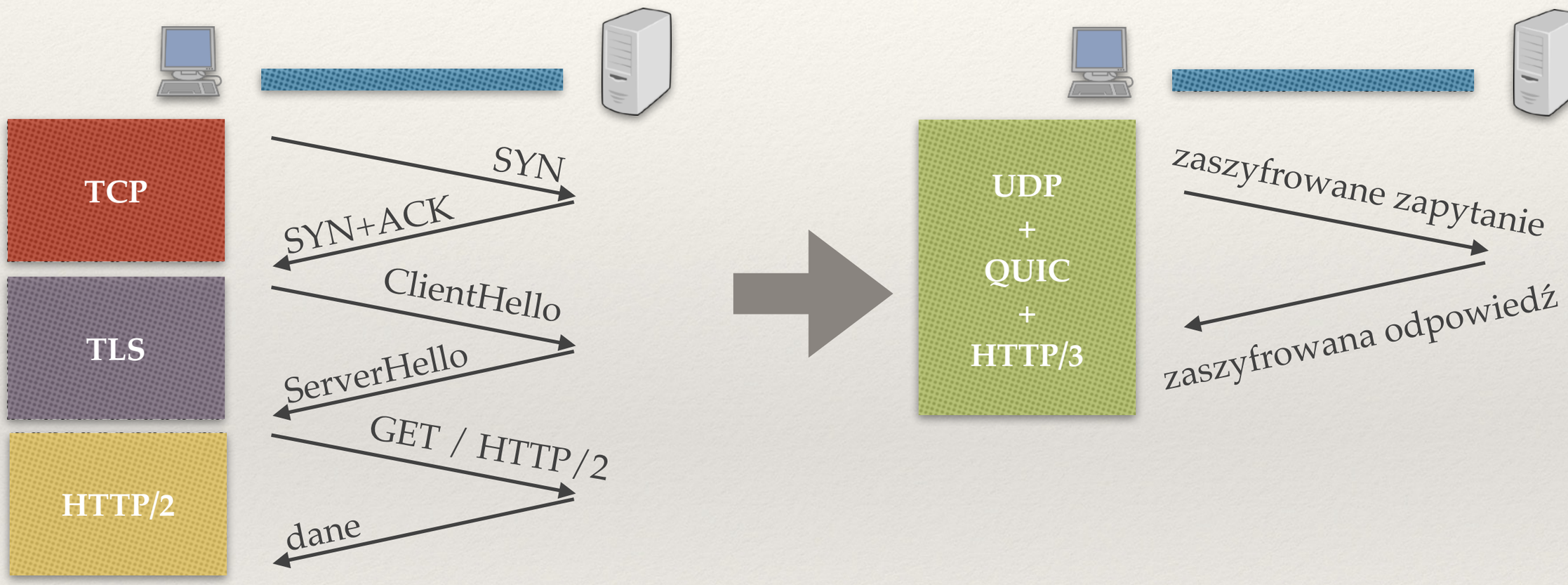


Dlaczego nie bezpośrednio na IP?

Wiele urządzeń zakłada,
że warstwa transportowa to
TCP lub UDP.

- Zintegrowany TLS 1.3.
- Własna kontrola przeciążenia (obecnie skopiowana z TCP).
- Zaimplementowany w przestrzeni użytkownika (TCP jest w jądrze) - przewidywana szybsza ewolucja.
- HTTP/3 = HTTP/2 over QUIC.

Połączenia


TCP + TLS + HTTP/2
TCP
TLS
HTTP/2
SYN
SYN+ACK
ClientHello
ServerHello
GET / HTTP/2
dane
UDP + QUIC + HTTP/3
UDP
+
QUIC
+
HTTP/3
zaszyfrowane zapytanie
zaszyfrowana odpowiedź

Bezpieczeństwo sieci

Założenia

- **Atakujący kontroluje pewną część sieci**
  - komputer(y)
  - router(y) / przełącznik(i)
  - nośniki (kable, fale radiowe)
  - …

Co można zepsuć?

- **Poufność**
  - atakujący czyta nasze dane
- **Integralność**
  - atakujący podszywa się pod nas
  - atakujący modyfikuje nasze wiadomości
- **Dostępność**
  - atakujący uniemożliwia nam komunikację

Podsłuchiwanie i podszywanie się

Podsłuchiwanie we współdzielonym kanale

- **Nieprzełączany Ethernet (oparty na koncentratorach)**
  - Wszyscy słyszą wszystkie ramki → tryb nasłuchu (*promiscous mode*).

- **Sieci WLAN ze współdzielonym kluczem (WEP, WPA Personal)**
  - Klucze sesji są przesyłane przy związywaniu klienta z punktem dostępowym (AP)
  - Wystarczy je podsłuchać i możemy deszyfrować całą komunikację między AP i klientem.

- **Przełączany Ethernet**
  - Przełącznik ma sprzętową tablicę haszującą (CAM = *content addressable memory*).
  - Wpisy „adres MAC → port“.
  - Zmieniając często adres MAC można zalać CAM nowymi wpisami → przełącznik przejdzie w tryb uczenia się.

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

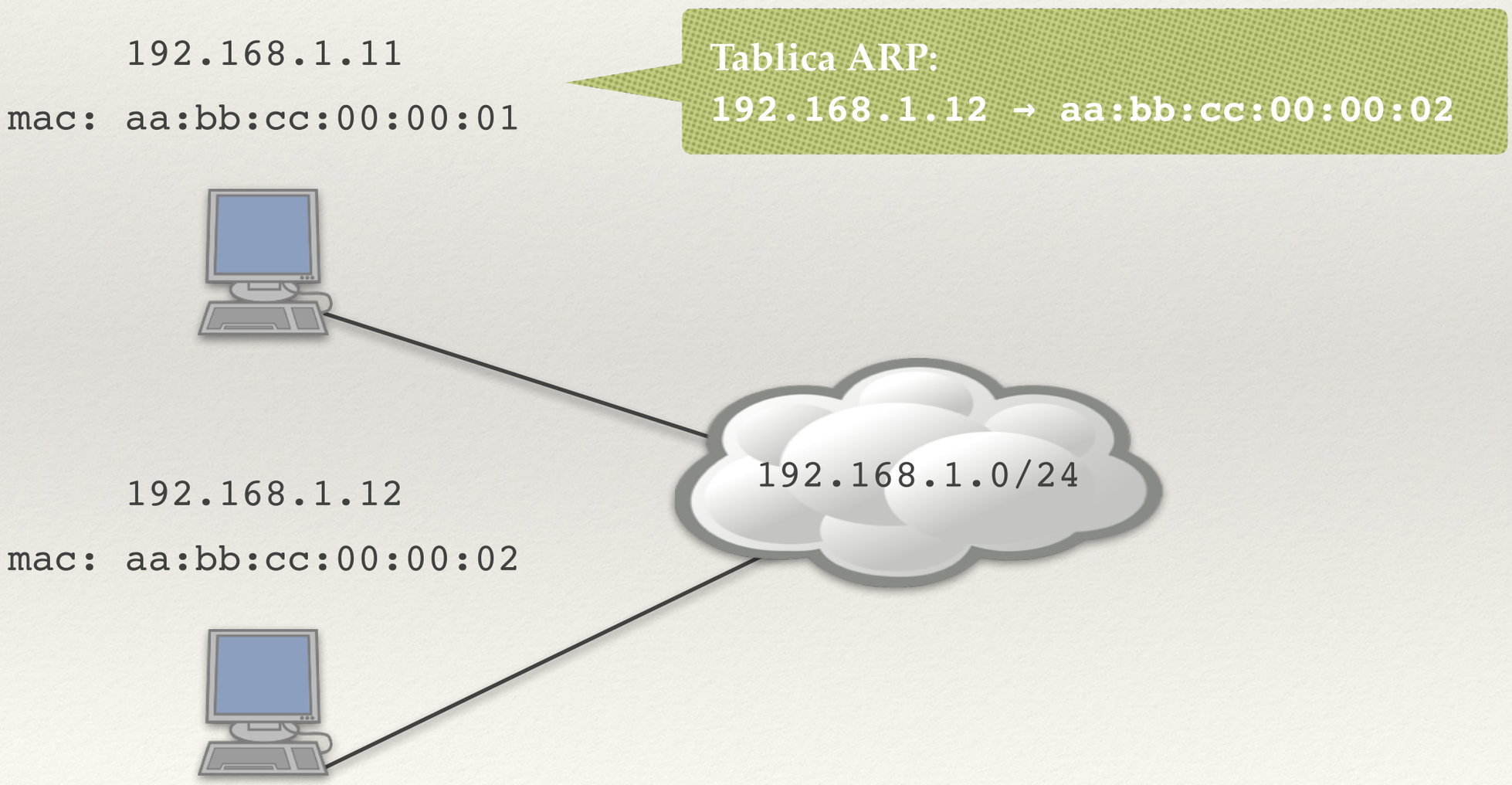
Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

- **Zatruwanie pamięci podręcznej ARP**

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

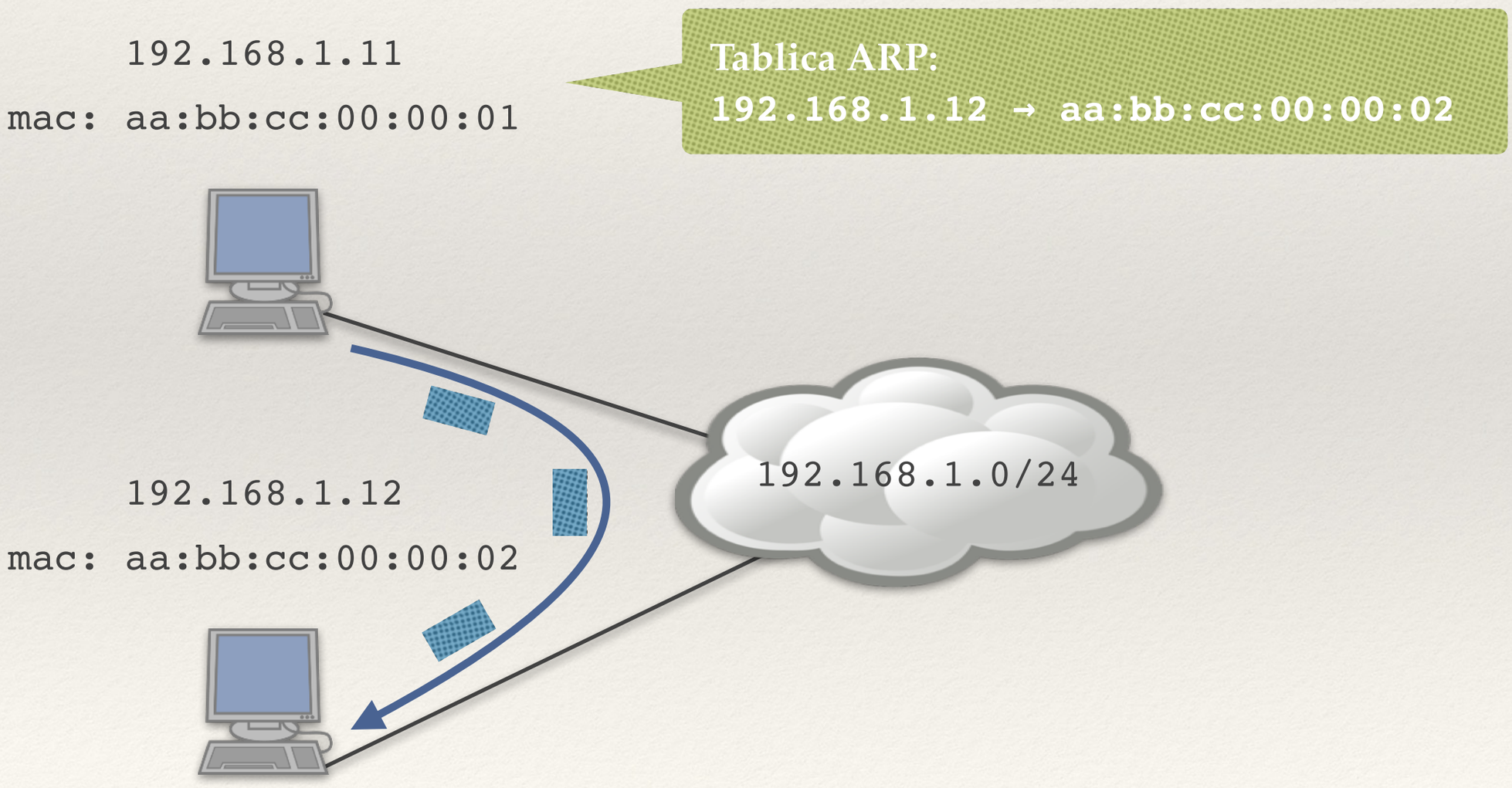
- **Zatruwanie pamięci podręcznej ARP**



Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

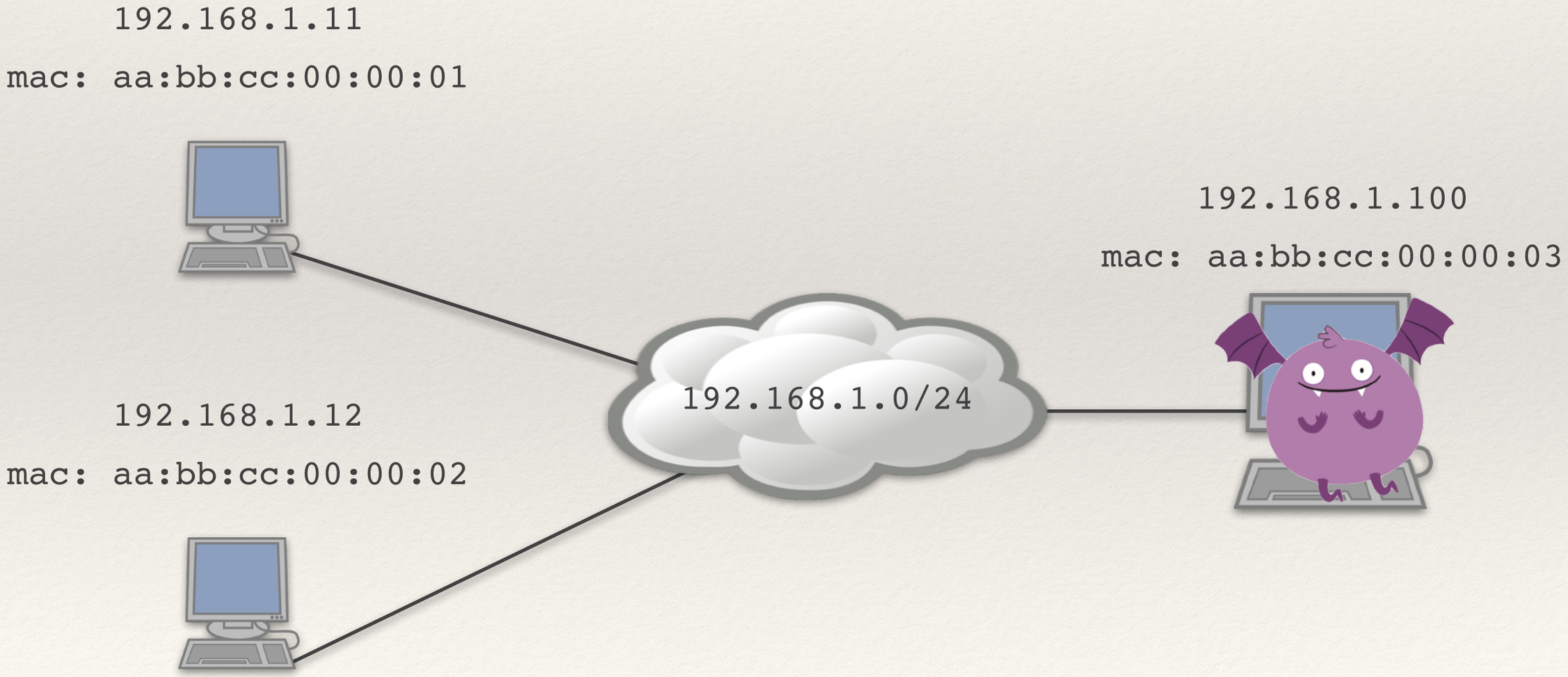
- **Zatruwanie pamięci podręcznej ARP**



Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

- **Zatruwanie pamięci podręcznej ARP**

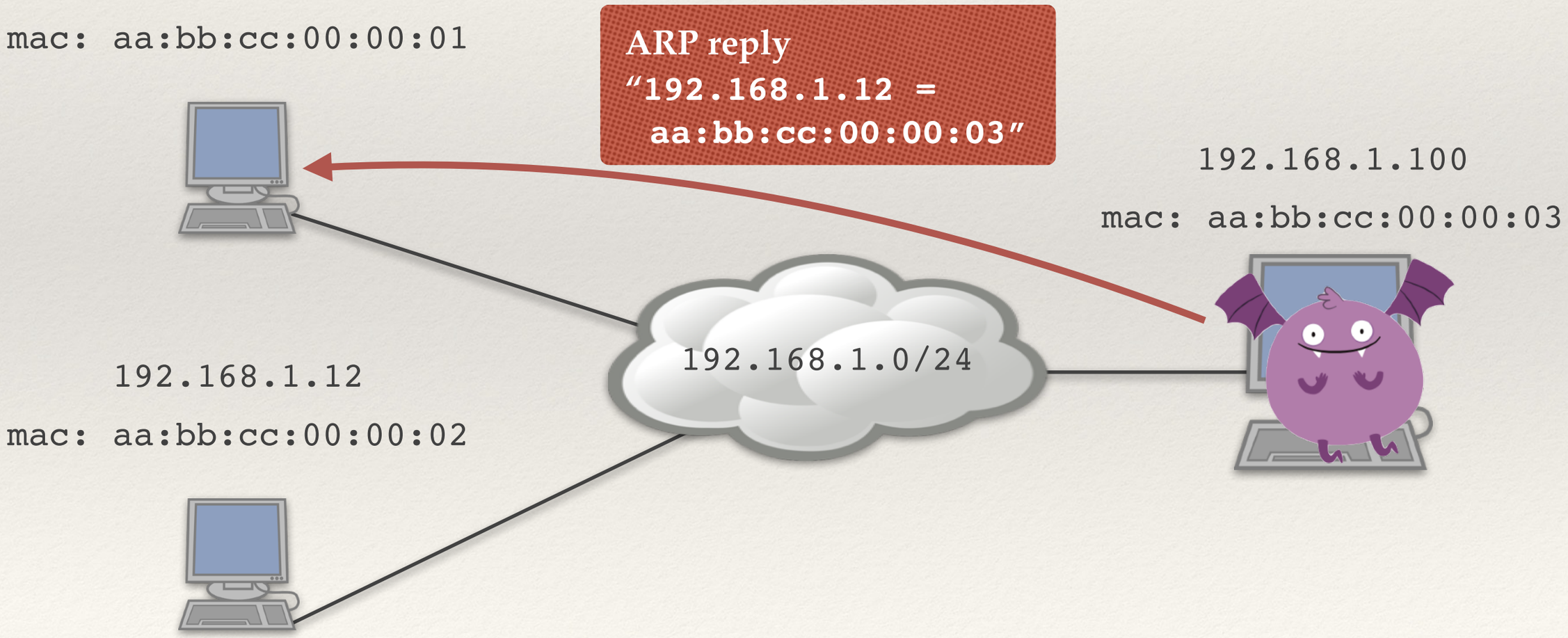


People and hand vectors created by www.freepik.com

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

- **Zatruwanie pamięci podręcznej ARP**

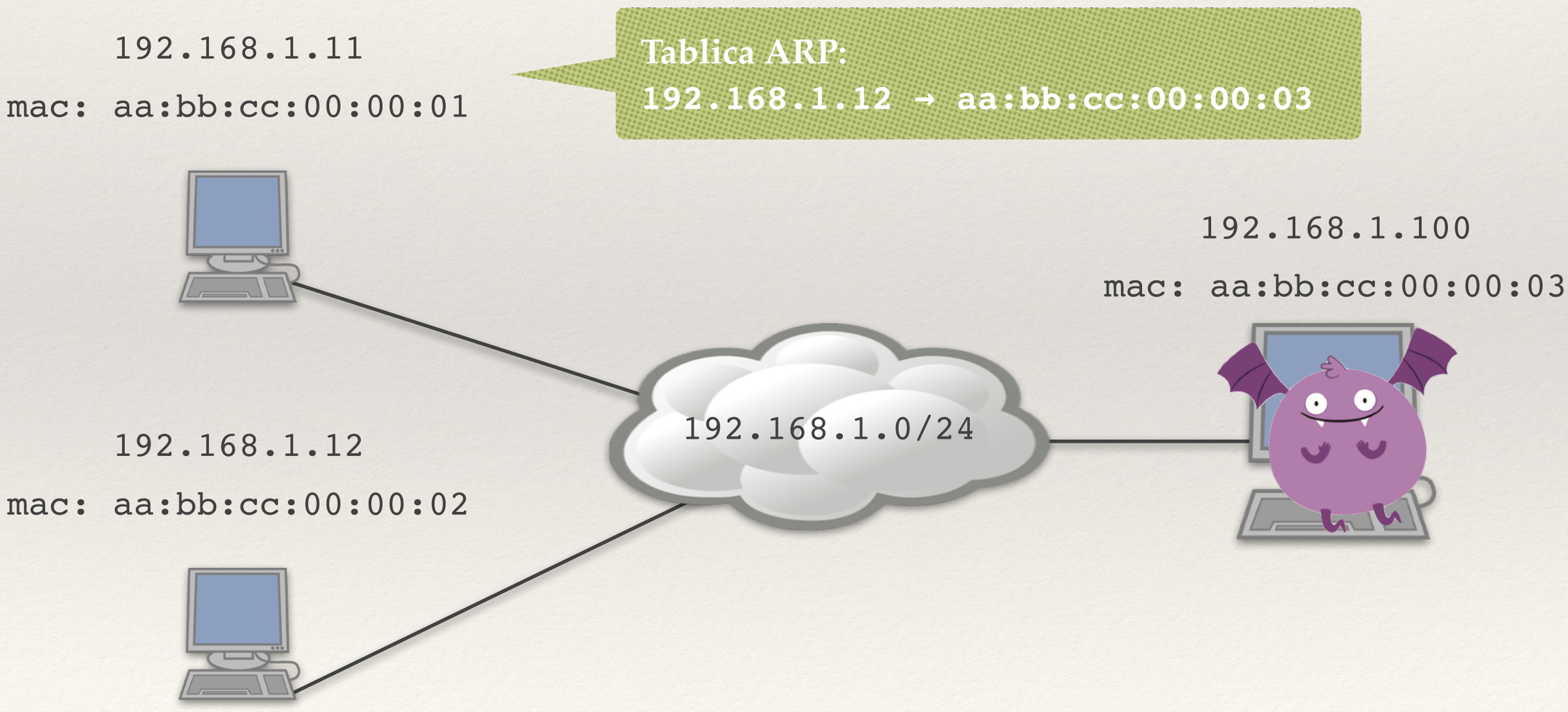


People and hand vectors created by www.freepik.com

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

- **Zatruwanie pamięci podręcznej ARP**

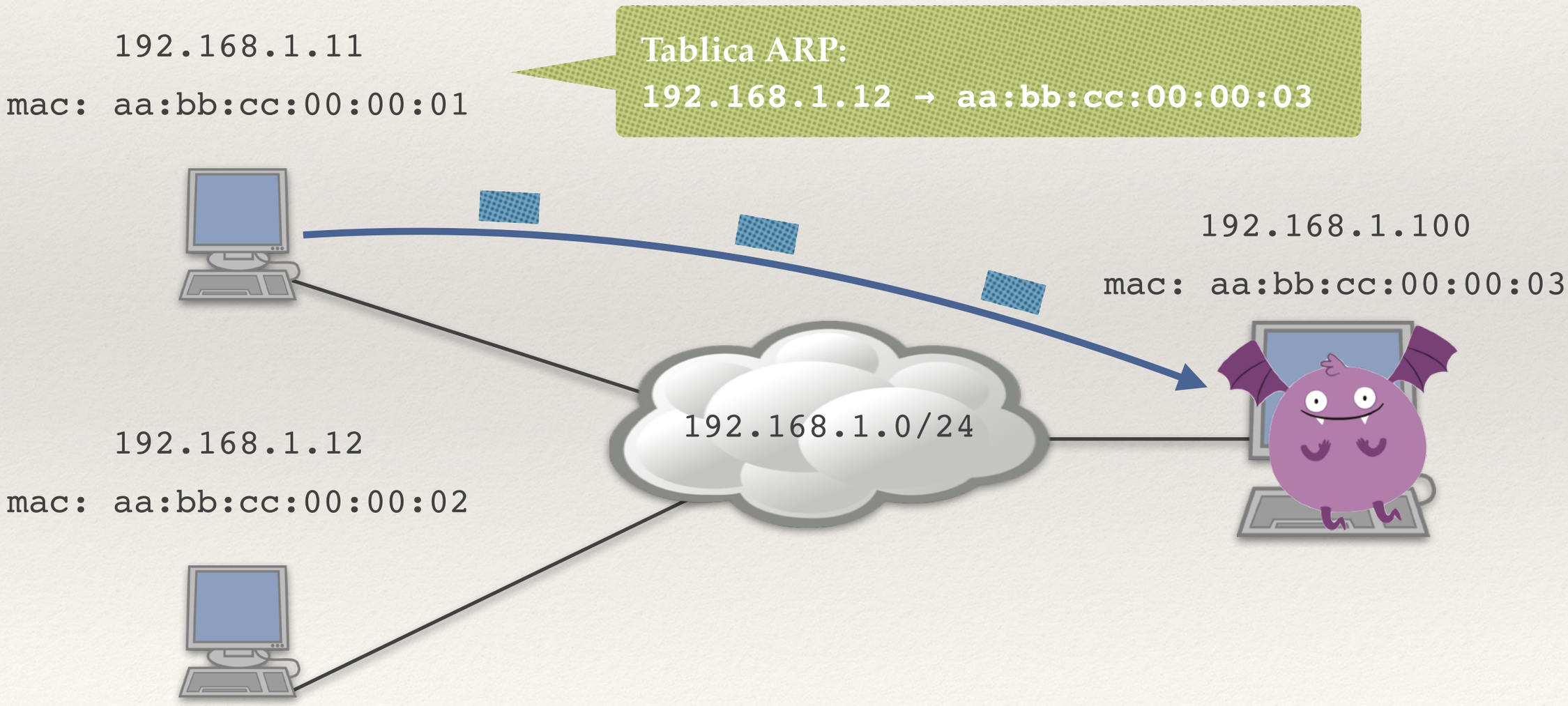


People and hand vectors created by www.freepik.com

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

- **Zatruwanie pamięci podręcznej ARP**



People and hand vectors created by www.freepik.com

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

- **Własny serwer DHCP**.
  - Atakujący rozgłasza swój adres IP jako bramę domyślną.
  - Dobre przełączniki mogą filtrować takie odpowiedzi.

Ataki „man-in-the-middle“: sieci lokalne

Podsłuchujemy przez wstawienie swojego urządzenia „w środku“ ścieżki komunikacji.

- **Własny serwer DHCP**.
  - Atakujący rozgłasza swój adres IP jako bramę domyślną.
  - Dobre przełączniki mogą filtrować takie odpowiedzi.
- **Własny punkt dostępowy** nazywający się `stud-wifi`.
  - Kto sprawdza chociaż adres MAC punktu dostępowego?
  - WPA Personal nie uwierzytelnia punktu dostępowego.

Ataki „man-in-the-middle“: routing

- **RIP spoofing**
  - RIPv1 nie ma uwierzytelniania
  - Wystarczy rozgłaszać trasę do różnych sieci o małym koszcie.

Ataki „man-in-the-middle“: routing

- **RIP spoofing**
  - RIPv1 nie ma uwierzytelniania
  - Wystarczy rozgłaszać trasę do różnych sieci o małym koszcie.
- **Nadużycia BGP**
  - Są uwierzytelnienia…
  - … ale nie sprawdzamy, czy dany zakres adresów faktycznie należy do danego AS.
  - Przykład z 2008 roku:
    - Router BGP z Pakistanu ogłosił, że ma bardzo krótką ścieżkę do zakresu adresów odpowiadających Youtube.
    - Przez pewien czas cały ruch kierowany do Youtube szedł do Pakistańskich serwerów.
    - `https://www.youtube.com/watch?v=IzLPKuAOe50`

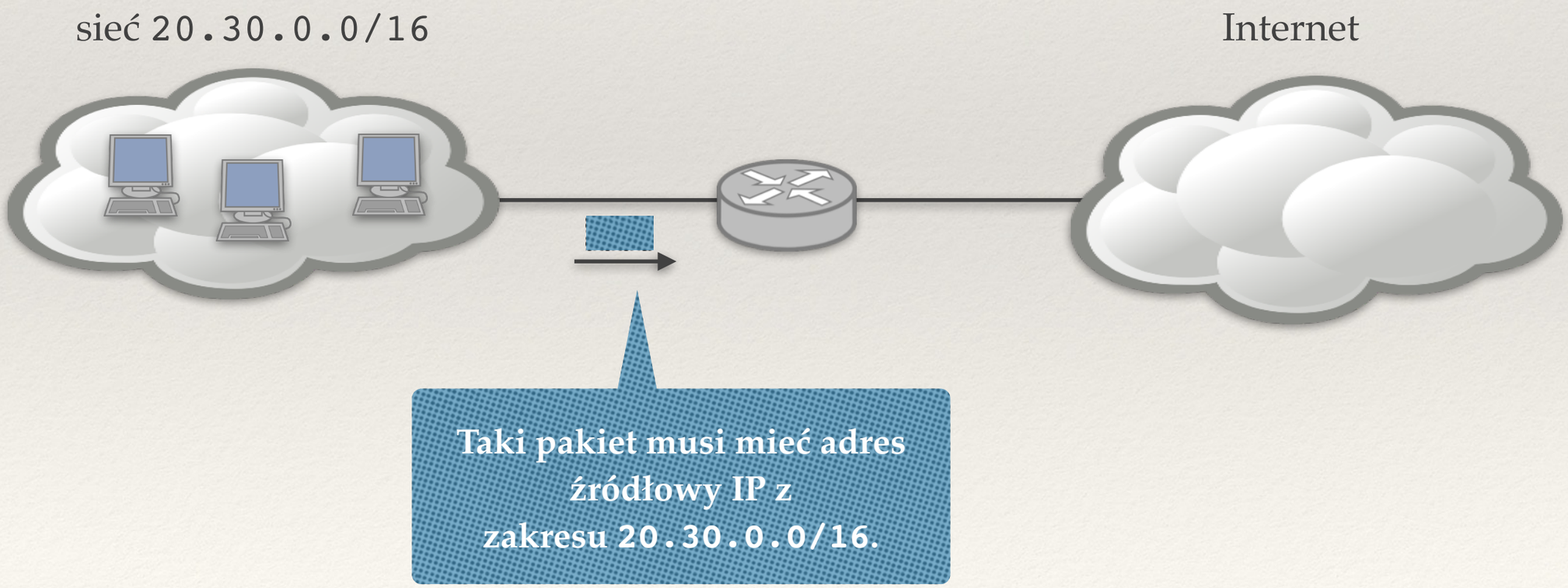
IP spoofing

- **Fałszowanie adresu źródłowego IP.**
  - Unikanie odpowiedzialności za atak.
  - Uzyskiwanie dostępu do niektórych usług.

IP spoofing

- **Fałszowanie adresu źródłowego IP.**
  - Unikanie odpowiedzialności za atak.
  - Uzyskiwanie dostępu do niektórych usług.

- **Rozwiązanie: tzw. *ingress filtering***
  - *S*kuteczne jeśli router jest blisko nadawcy.



Zatruwanie pamięci podręcznej DNS (1)

- Atakujący kontroluje serwer o adresie IP = `11.22.33.44`.
- Resolver DNS (*R*) ma pamięć cache, w której pamięta niedawno odpytywane domeny.
- Atakujący chce, żeby dostał się tam fałszywy wpis `amazon.com` → `11.22.33.44`

Zatruwanie pamięci podręcznej DNS (1)

- Atakujący kontroluje serwer o adresie IP = `11.22.33.44`.
- Resolver DNS (*R*) ma pamięć cache, w której pamięta niedawno odpytywane domeny.
- Atakujący chce, żeby dostał się tam fałszywy wpis `amazon.com` → `11.22.33.44`

- **Stara wersja ataku:**
  - Atakujący wysyła do *R* zapytanie o domenę `xyz.com`, którą posiada.
  - *R* pyta o `xyz.com` serwer nazw kontrolowany przez atakującego.
  - W odpowiedzi na zapytanie o `xyz.com` atakujący odpowiada dodatkowo rekordem `amazon.com` → `11.22.33.44`.
  - Współcześnie taki dodatkowy rekord zostanie zignorowany.

Zatruwanie pamięci podręcznej DNS (2)

Nowa wersja ataku:

- Atakujący wysyła do *R* zapytanie o `amazon.com`
- R wysyła zapytanie (przez UDP) o `amazon.com` do odpowiedzialnego serwera DNS (o adresie IP = *X*)
- Atakujący wysyła odpowiedzi DNS (datagramy UDP) podszywając się pod *X*.
- *R* sprawdza, czy w odpowiedzi jest taki sam 16-bitowy ID jak w zapytaniu…
- … wystarczy, że atakujący wyśle 2^{16} odpowiedzi ze wszystkimi możliwymi ID.

Zapobieganie:

- DNSSEC (kryptograficzne uwierzytelnianie pakietów DNS) → stosowane m.in. przez serwery główne DNS.
- Ataki na DNS są mniej współcześnie mniej skuteczne ze względu na uwierzytelnianie punktów końcowych połączenia (w TLS).

Szyfrowanie:
sposób na posłuchiwanie

TLS (1)

Warstwa szyfrująca (TLS)

- Pomiędzy warstwą transportową a warstwą aplikacji.
- Większość tradycyjnych usług ma szyfrowane warianty:
  - HTTPS = HTTP + TLS
  - POP3 + TLS
  - SMTP + TLS

TLS (2)

Szyfrowanie opartę o kryptografię asymetryczną:

- Serwer wysyła klientowi swój klucz publiczny
- Klient generuje symetryczny klucz sesji (np. AES) i wysyła go szyfrując go kluczem publicznym serwera.
- Od tej pory połączenie szyfrowane jest kluczem sesji.
- Klient uwierzytelnia się podając swoje hasło.

TLS (3)

Uwierzytelnianie serwera = za pomocą certyfikatu

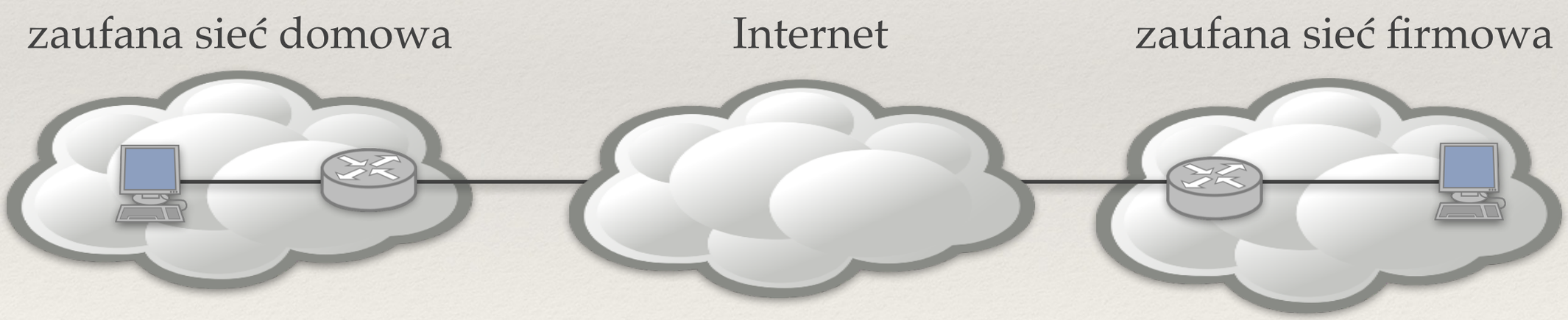
- Klucz publiczny serwera jest podpisany przez CA i możemy zweryfikować autentyczność tego podpisu.

- Analogicznie działa uwierzytelnianie serwera w sieci WLAN z szyfrowaniem WPA Enterprise (np. `eduroam`).

VPN

VPN = Wirtualna sieć prywatna

- Mamy dwie sieci połączone Internetem i chcemy zrobić z nich jedną logiczną sieć.
- Transmisja wewnątrz każdej z nich jest bezpieczna, ale transmisja w Internecie już nie.



Tunelowanie

Model warstwowy

- protokół warstwy *i+1* jest przesyłany jako *dane* protokołu warstwy *i*.

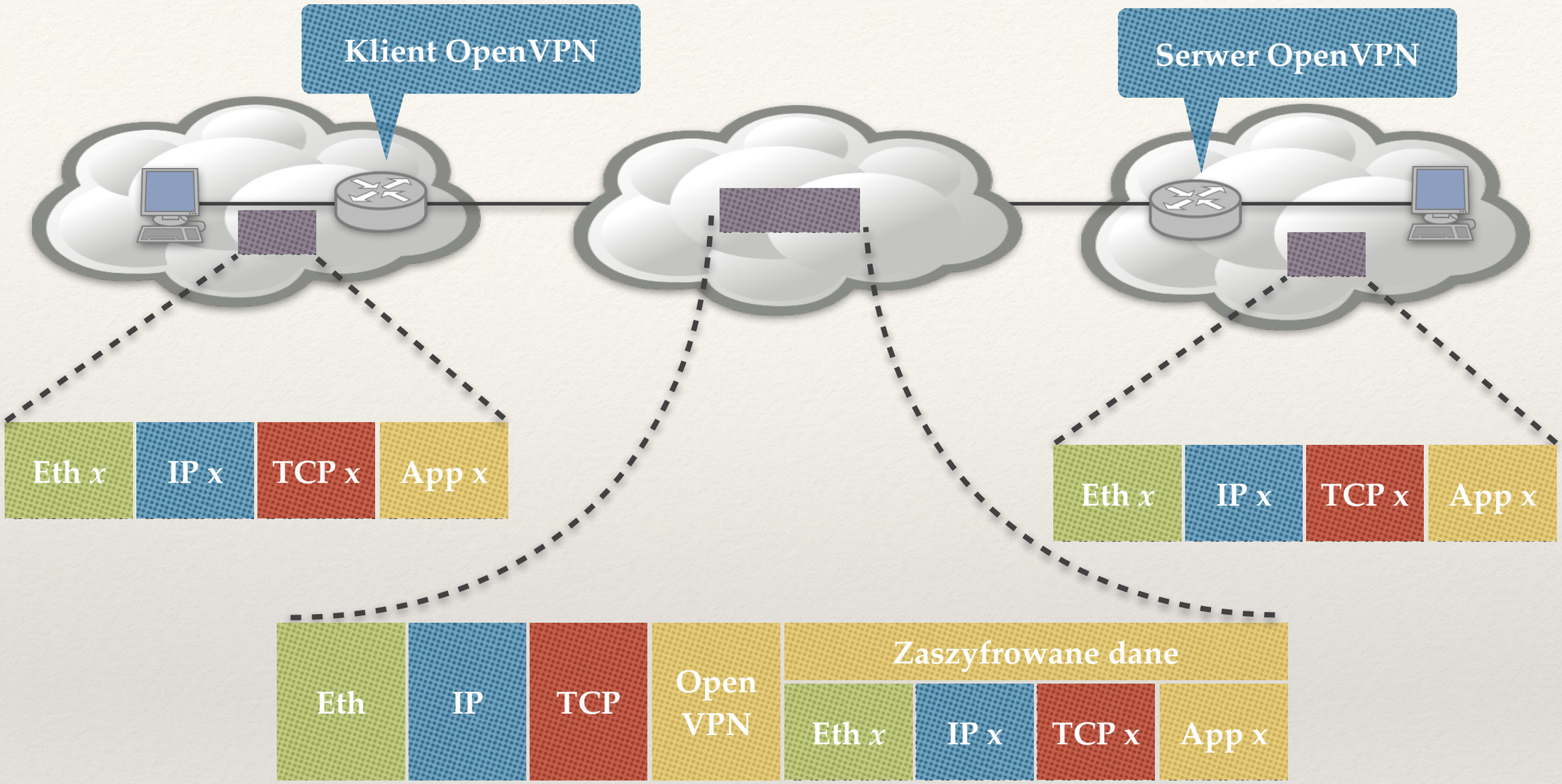
Tunelowanie

- Przesyłanie pewnych usług sieciowych za pomocą innych usług sieciowych w sposób łamiący standardowy model warstwowy.
- Cel: zestawianie wirtualnego (często szyfrowanego) połączenia.
- Poznaliśmy już tunelowanie pakietów IPv6 w pakietach IPv4.

VPN: dwa popularne rozwiązania

- **IPSec**: tunelowanie (szyfrowanych) pakietów IP w danych pakietów IP.
- **OpenVPN**: tunelowanie (szyfrowanych) pakietów IP (lub ramek Ethernetowych) w danych protokołu UDP lub TCP.

OpenVPN



- Logiczne działanie tak jakby klient i serwer VPN stanowiły jedno urządzenie (most).
- Wersja w której nie tunelujemy nagłówków warstwy drugiej
  → tak jakby klient i serwer VPN stanowiły jedno urządzenie (router)

SSH (Secure SHell)

Standardowe narzędzie pracy zdalnej (w terminalu tekstowym).

- Następca nieszyfrowanego `telneta`.
- Mechanizmy szyfrowania jak przy TLS.
- Co z uwierzytelnianiem serwera?

SSH: uwierzytelnianie serwera

Znowu nie wiemy, czy łączymy się z dobrym serwerem!

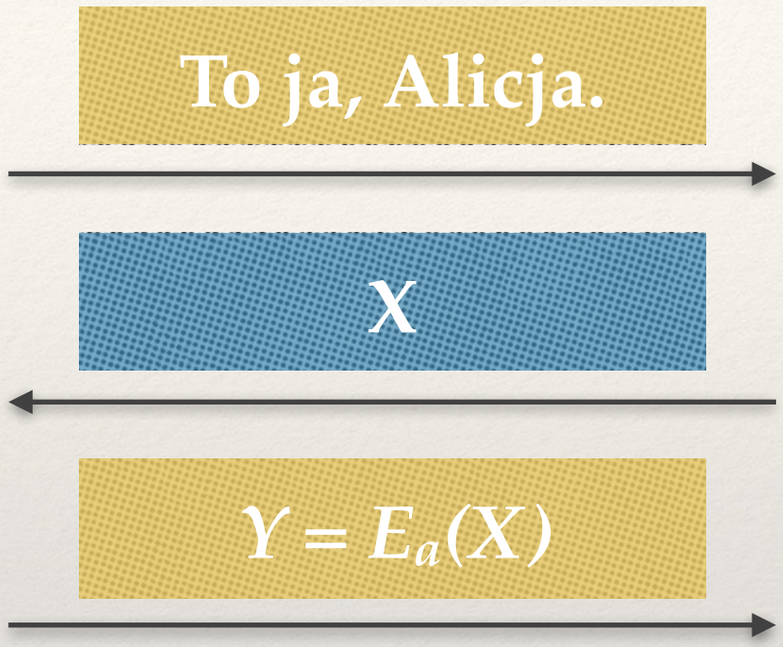
- Przy pierwszym połączeniu serwer przesyła nam klucz publiczny, program klienta oblicza funkcje skrótu klucza.

```
The authenticity of host 'ssh-server.example.com
(12.18.49.21)' can't be established. RSA key
fingerprint is
98:2e:d7:e0:de:9f:ac:67:28:c2:42:2d:37:16:58:4d. Are
you sure you want to continue connecting?
```

- Kto dzwoni do administratora serwera i weryfikuje, czy funkcja skrótu *fingerprint* ma poprawną wartość?
- Po zaakceptowaniu klucz publiczny serwera zostaje zapisany lokalnie.

SSH: uwierzytelnianie klienta

klucz publiczny A
i prywatny a



Zna A. Sprawdza,
czy $E_A(Y) = X$.

- Serwer zna klucz publiczny Alicji, bo Alicja zapisała go uprzednio w pliku `authorized_keys` na serwerze.

SSH: uwierzytelnianie klienta

klucz publiczny A
i prywatny a

To ja, Alicja.

X

$Y = E_a(X)$

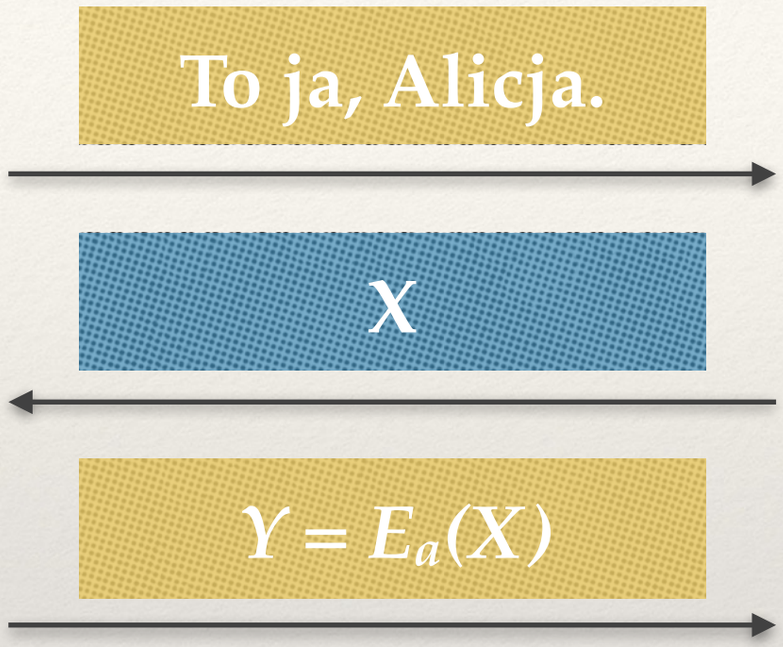
Zna A. Sprawdza,
czy $E_A(Y) = X$.

- Serwer zna klucz publiczny Alicji, bo Alicja zapisała go uprzednio w pliku `authorized_keys` na serwerze.
- Dlaczego lepsze niż hasło? Nie działa atak powtórzeniowy!

SSH: uwierzytelnianie klienta

- Klient może po prostu podać hasło do konta. Albo:

klucz publiczny A
i prywatny a



Zna A. Sprawdza,
czy $E_A(Y) = X$.

- Serwer zna klucz publiczny Alicji, bo Alicja zapisała go uprzednio w pliku `authorized_keys` na serwerze.
- Dlaczego lepsze niż hasło? Nie działa atak powtórzeniowy!

SSH: zastosowania

Za pomocą `ssh` można też:

- uruchamiać zdalnie polecenia:
  `ssh serwer “polecenie_zdalne"`
- kopiować pliki na zdalny serwer:
  `scp plik_lokalny serwer:/katalog/zdalny/`
- albo z powrotem:
  `scp -r serwer:/katalog/zdalny/ /katalog/lokalny/`

Tunelowanie TCP w SSH

- Jeśli mamy konto na zdalnej maszynie, możemy szyfrować połączenia z tymi usługami za pomocą `ssh`.
- `ssh -L 4025:localhost:25 user@zdalny-serwer`

  przekazuje segmenty TCP skierowane do portu 4025 lokalnego komputera w (zaszyfrowanych) danych SSH do `zdalny-serwer` (do portu 22) a następnie do portu 25 `zdalny-serwer`.

Źródła podatności na ataki

Źródła podatności na ataki

- **Źle zaprojektowane protokoły**

- **Błędy implementacji**
  - Najczęściej: Brak weryfikacji poprawności wprowadzanych danych
  - Atakujący zmusza aplikację do wykonania nieprzewidzianych operacji.

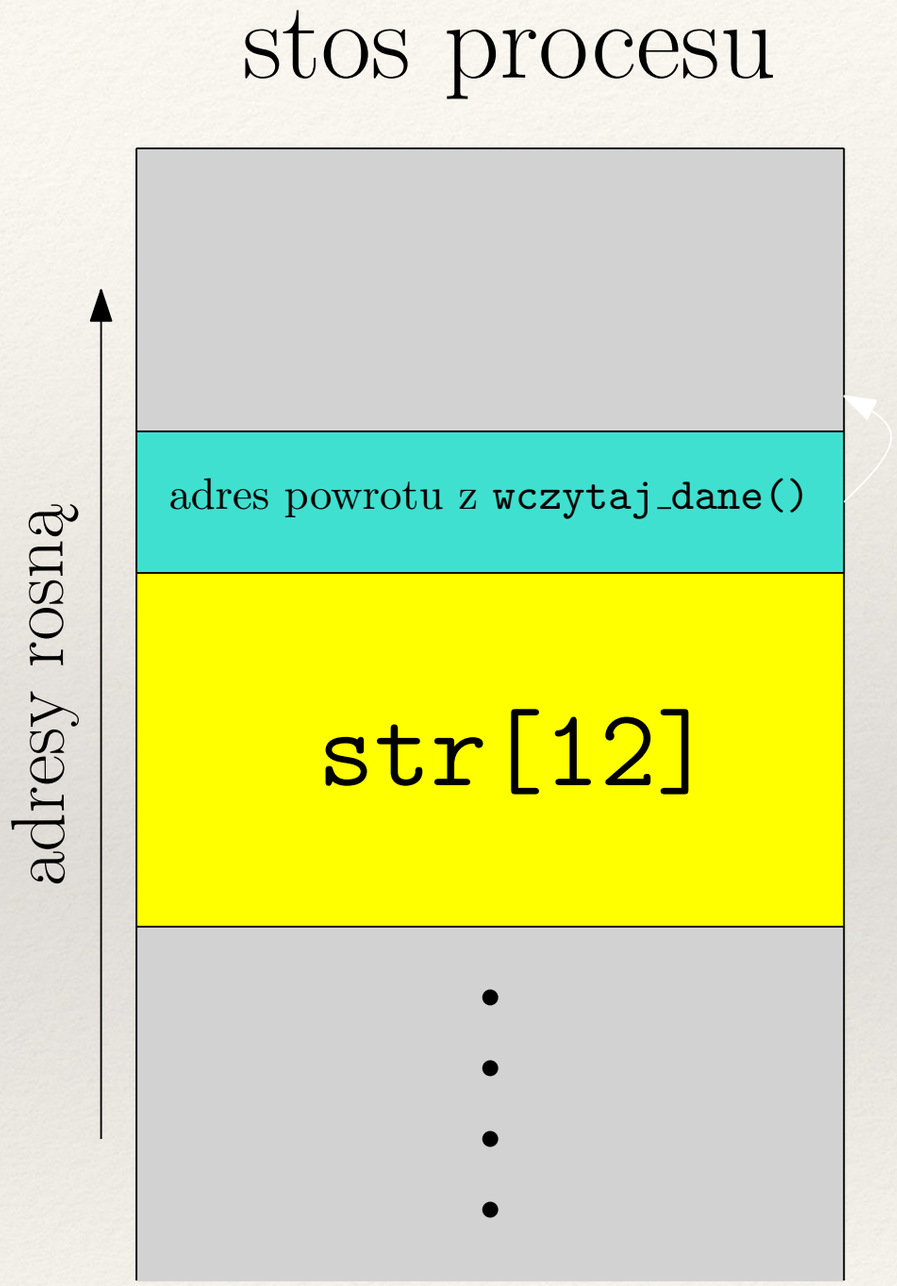
- **Czynnik ludzki**

Błędy implementacji: przepełnienie bufora

```
void wczytaj_dane() {
   char str[12];
   scanf (“%s“, str);
}
```

Atakujący wpisuje:

- jakieś 12 znaków,
- odpowiedni adres powrotu,
- kod maszynowy do uruchomienia.

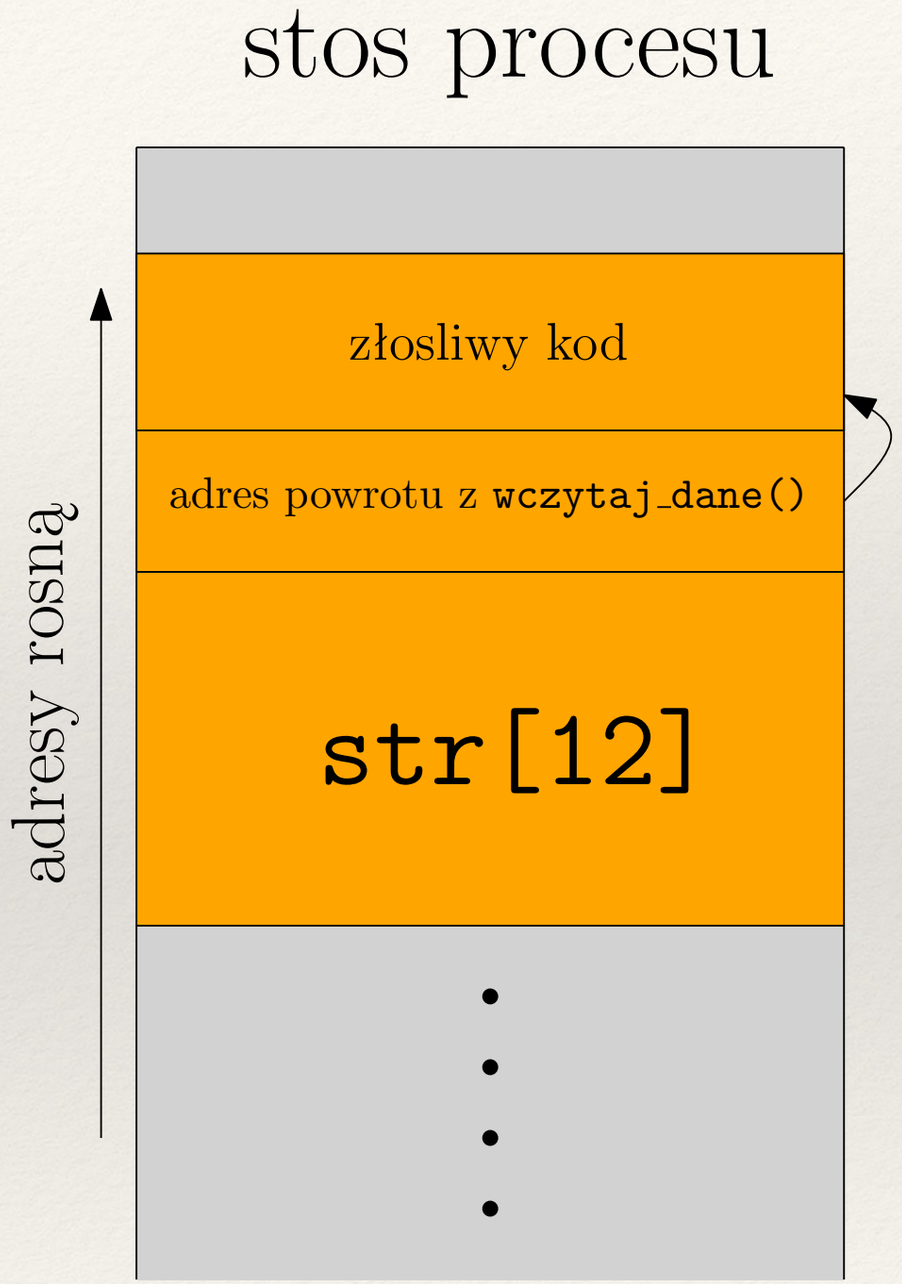


Błędy implementacji: przepełnienie bufora

```
void wczytaj_dane() {
   char str[12];
   scanf (“%s“, str);
}
```

Atakujący wpisuje:

- jakieś 12 znaków,
- odpowiedni adres powrotu,
- kod maszynowy do uruchomienia.



Błędy implementacji: atak typu ../

Pomocniczy skrypt WWW

- `skrypt` jest w katalogu `/var/www/`.
- `skrypt` jest programem wyświetlającym zawartość pliku.
- Przykładowo `http://example.com/skrypt?plik=test` wyświetla zawartość pliku `/var/www/test`.

Błędy implementacji: atak typu ../

Pomocniczy skrypt WWW

- `skrypt` jest w katalogu `/var/www/`.
- `skrypt` jest programem wyświetlającym zawartość pliku.
- Przykładowo `http://example.com/skrypt?plik=test` wyświetla zawartość pliku `/var/www/test`.

- Co otrzymamy po wejściu na stronę `http://example.com/skrypt?plik=../../etc/passwd`?

Błędy implementacji: atak SQL injection

Aplikacja WWW odwołująca się do bazy danych

- Skrypt dostaje przez formularz argument `$user` i wykonuje polecenie
  - `mysql_query("SELECT * FROM tab WHERE user = '$user'");`

Błędy implementacji: atak SQL injection

Aplikacja WWW odwołująca się do bazy danych

- Skrypt dostaje przez formularz argument `$user` i wykonuje polecenie
  - `mysql_query("SELECT * FROM tab WHERE user = '$user'");`

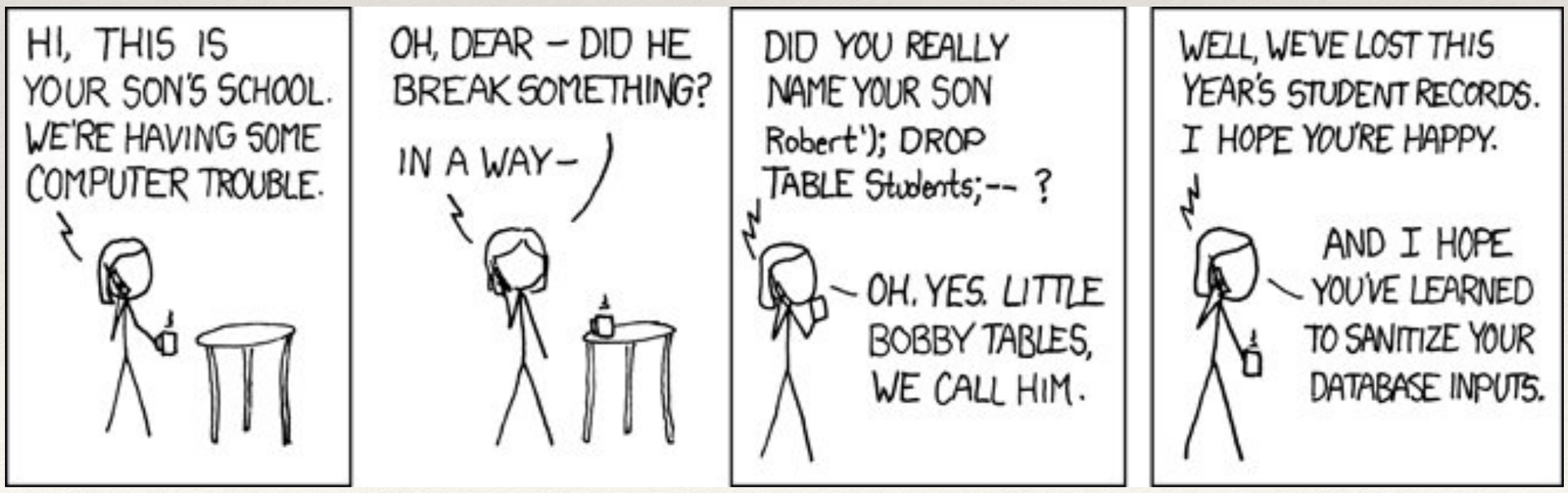
- Podajemy w tym polu: `x' OR '1'='1`

Błędy implementacji: atak SQL injection

Aplikacja WWW odwołująca się do bazy danych

- Skrypt dostaje przez formularz argument `$user` i wykonuje polecenie
  - `mysql_query("SELECT * FROM tab WHERE user = '$user'");`

- Podajemy w tym polu: `x' OR '1'='1`
- Albo lepiej: `x'; DROP TABLE tab; --`



Obrazek ze strony `https://xkcd.com/327/`

Błędy implementacji: wysyłanie części RAM procesu

- **Protokół: otrzymujemy od serwera fragment przechowywanej przez niego tablicy.**
  - Klient prosi go o więcej niż rozmiar tablicy + serwer nie sprawdza tego rozmiaru.
  - Serwer odsyła część pamięci procesu.
  - Przykład: *SSL heartbleed*.

Błędy implementacji

Co można zrobić?

- Zawsze sprawdzać poprawność danych od użytkownika
  - Sprawdzanie danych po stronie klienta nie jest bezpieczne: np. nie można zakładać, że użytkownik używa przepisowego klienta usługi.

- Ogólne techniki na poziomie jądra: np. zabronienie wykonywania programów na stosie.

- Zasada minimalnych uprawnień:
  - program A działający z uprawnieniami B ma lukę;
  - atakujący może wykonać to, na co pozwalają uprawnienia B.

Exploits

- Luki i gotowe sposoby ich wykorzystania (*exploits*) są publikowane na specjalistycznych stronach (CIRCL, VulDB, Security Focus, …).
- Te programy są często wykorzystywane przez niedoświadczonych włamywaczy.
- Często wystarczy drobna zmiana, typu zmiana portu na którym nasłuchuje SSH, żeby taki program nie działał (*security by obscurity*).

Skanowanie portów

Wyszukiwanie otwartych portów

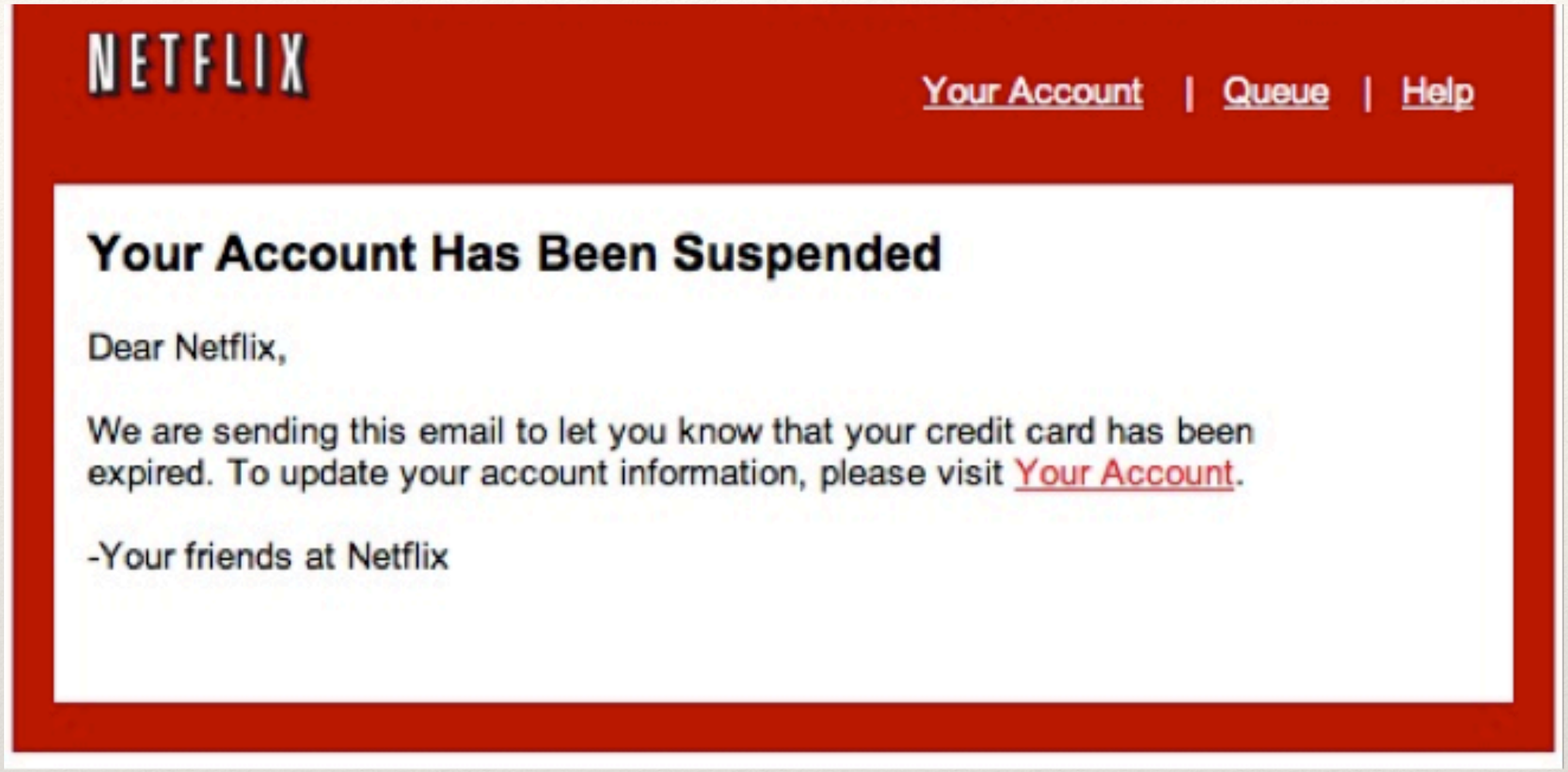
- `nmap`
- Przykładowe rodzaje:
  - connect scan
  - SYN scan
  - ustawianie różnych dziwnych flag (np. RST+ACK)
- Najczęściej wykorzystywane narzędzie w filmach!
  `https://nmap.org/movies/`

Czynnik ludzki

Po co włamywać się na serwer, skoro można zadzwonić i spytać o hasło?

— *Kevin Mitnick*

Phishing



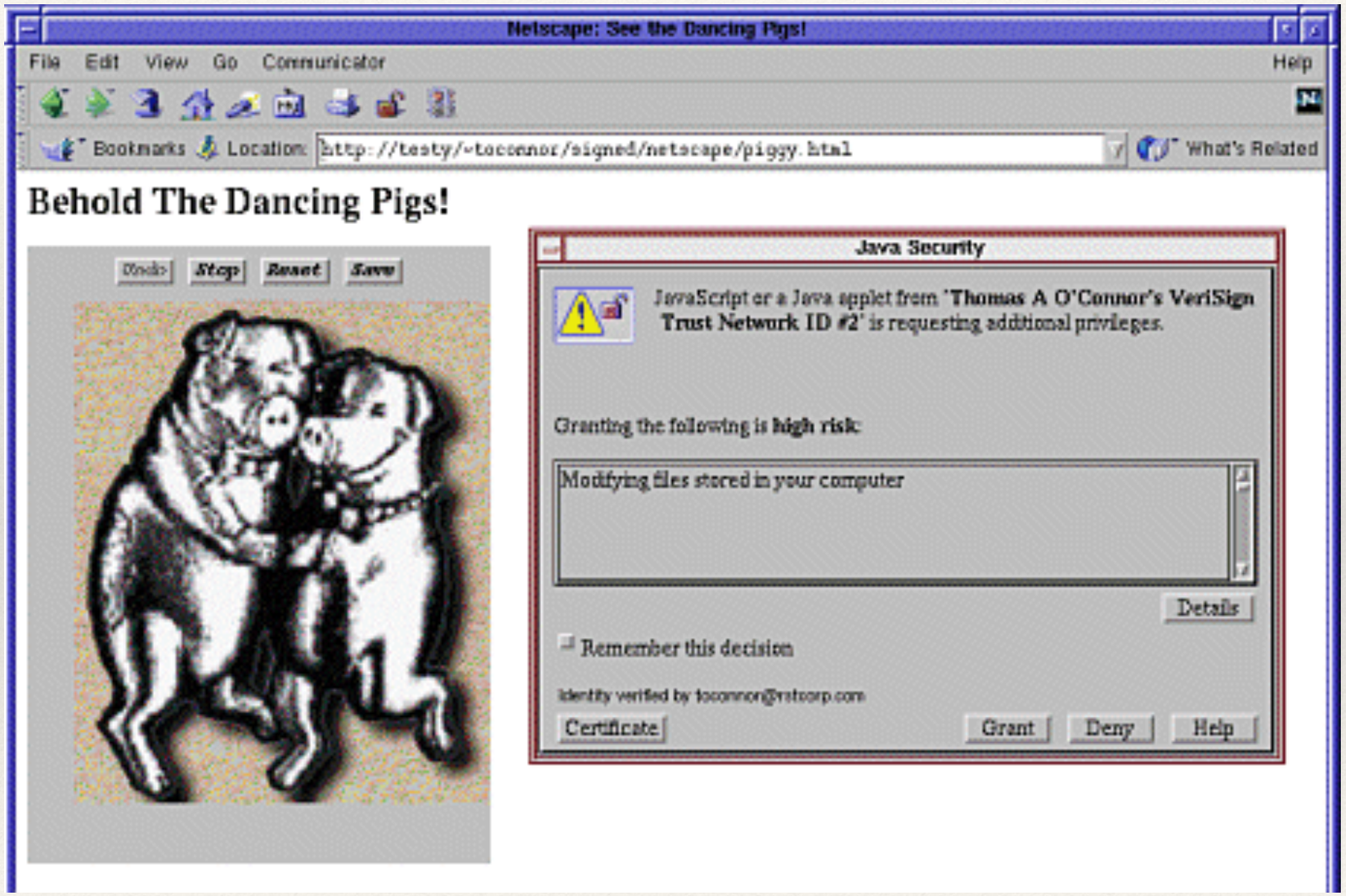
Obrazek ze strony `http://resources.infosecinstitute.com/category/enterprise/phishing/`

Odnośnik „Your Account“ prowadzi na stronę atakującego `http://www.netflix.domena.com/`.

- Wygląda bardzo podobnie do `http://www.netflix.com/`.
- Atakujący może mieć dla niej również poprawny certyfikat HTTPS.

Czynnik ludzki

Wykorzystanie tańczących świnek daje 95% szansy na uruchomienie złośliwego kodu na cudzym komputerze!



Obrazek ze strony `http://www.securingjava.com/chapter-one/chapter-one-7.html`

Blokowanie dostępu

Denial of Service (DoS) = Blokowanie dostępu do usług

Po co?

- Głównie wymuszenia okupu od dochodowych stron, instytucji finansowych itp.
- Czasem zemsta: spamerzy atakujacy serwisy antyspamowe.

Proste ataki DoS

- **Zakłócanie fizycznego kanału**
  - Łatwe zakłócanie sieci bezprzewodowej

Proste ataki DoS

- **Zakłócanie fizycznego kanału**
  - Łatwe zakłócanie sieci bezprzewodowej
- **Wyczerpywanie mocy obliczeniowej**

Proste ataki DoS

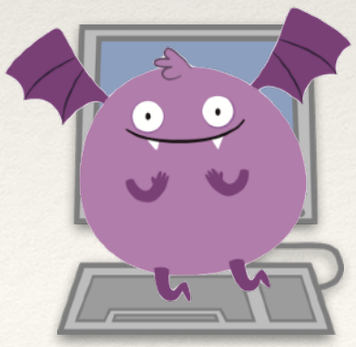
- **Zakłócanie fizycznego kanału**
  - Łatwe zakłócanie sieci bezprzewodowej
- **Wyczerpywanie mocy obliczeniowej**
- **Zalewanie łącza pakietami**
  - Np. komunikatami *ICMP echo*.
  - Problem dla atakującego: musi być w stanie wysyłać szybciej komunikaty niż ofiara odbierać.

Odbity (reflected) DoS

- Zapytania z (fałszywym) adresem źródłowym równym adresowi ofiary.

ofiara

`IP = 12.34.56.78`



serwer

DNS

People and hand vectors created by `www.freepik.com`

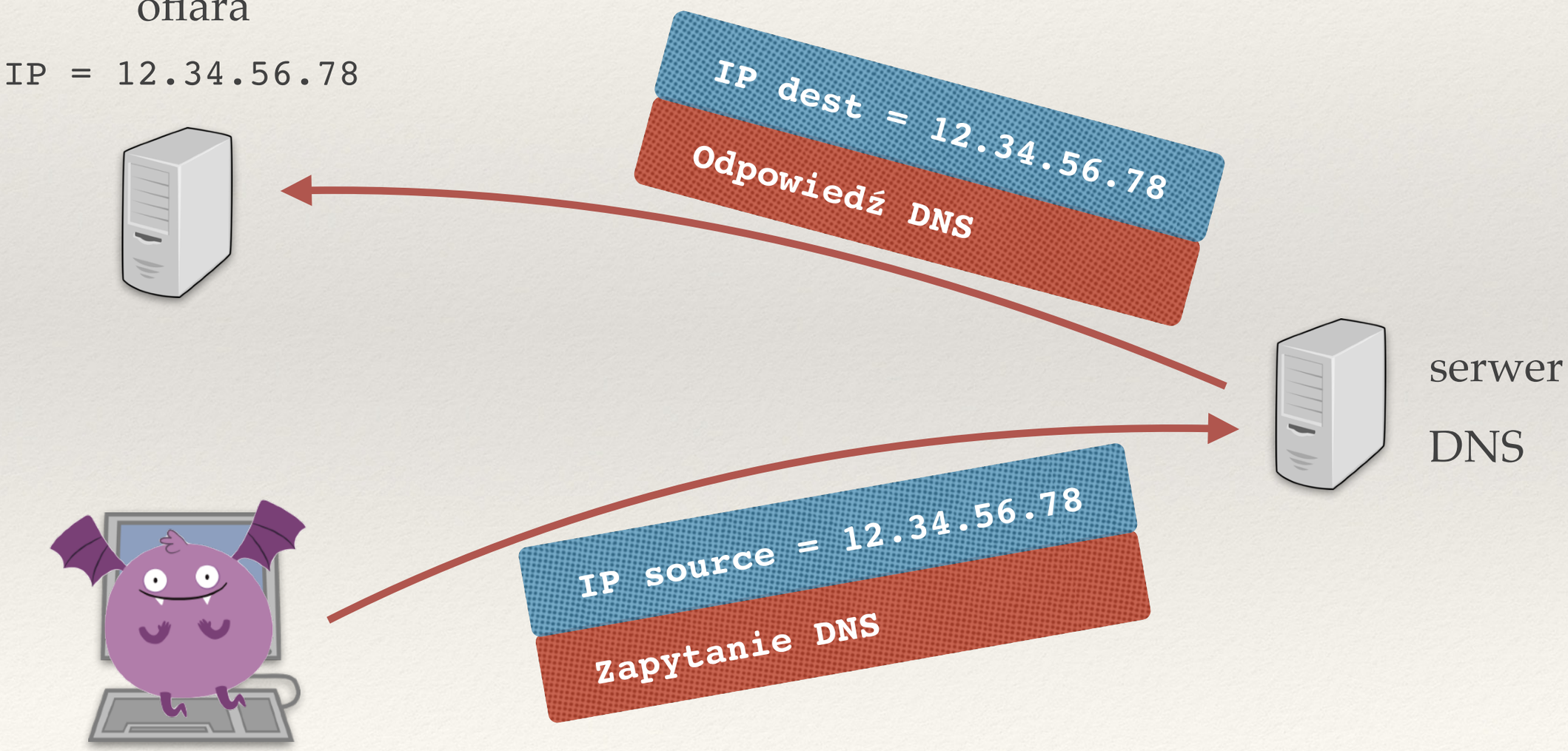
Odbity (reflected) DoS

- Zapytania z (fałszywym) adresem źródłowym równym adresowi ofiary.

People and hand vectors created by www.freepik.com

Odbity (reflected) DoS

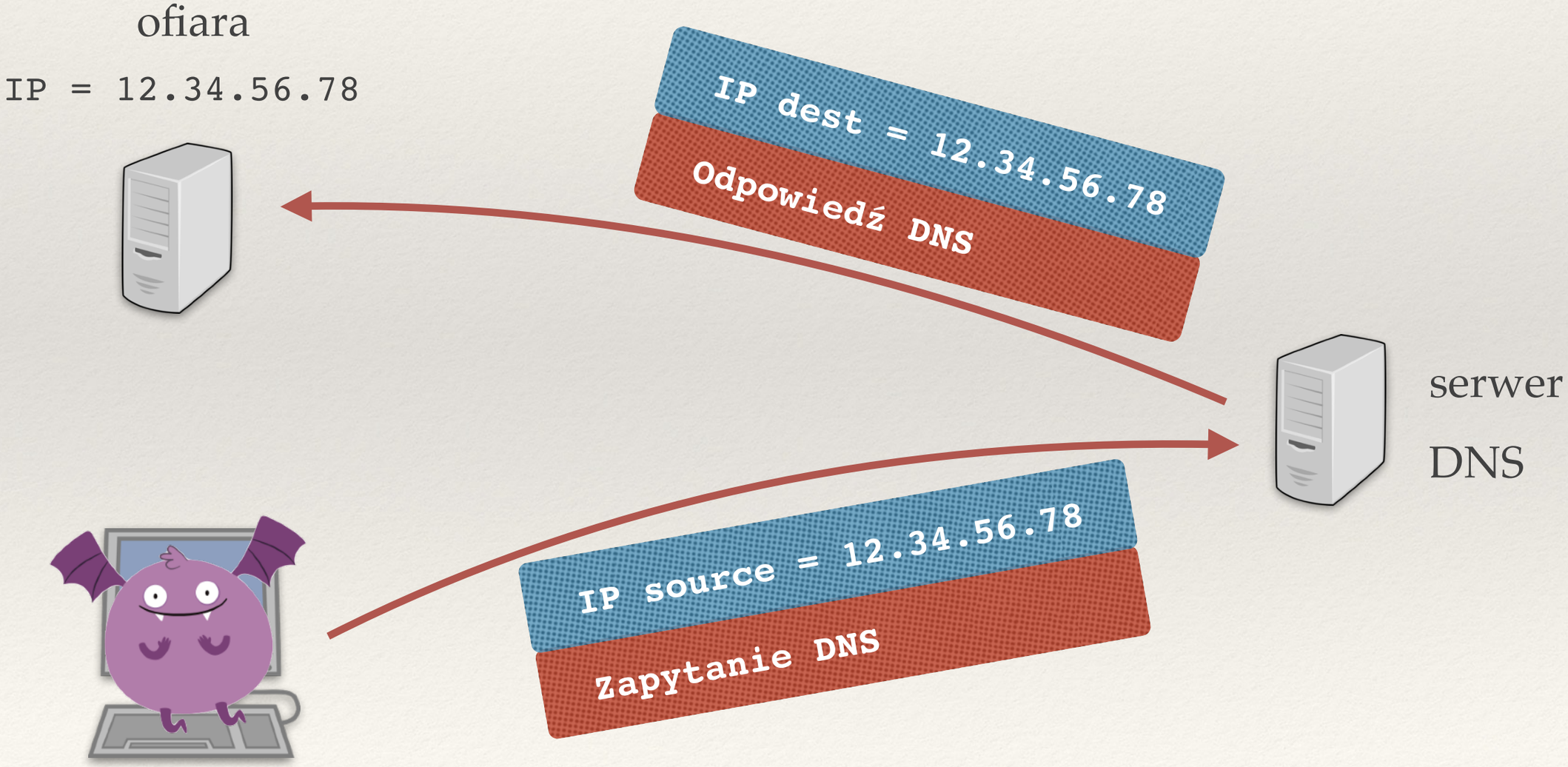
- Zapytania z (fałszywym) adresem źródłowym równym adresowi ofiary.



People and hand vectors created by www.freepik.com

Odbity (reflected) DoS

- Zapytania z (fałszywym) adresem źródłowym równym adresowi ofiary.
- Ofierze trudniej wyśledzić atakującego.
- Odpowiedź może być większa niż zapytanie (DNS do 70:1, NTP do 20:1)



People and hand vectors created by www.freepik.com

Wariant odbitego DoS: smurf attack

- Wykorzystuje ICMP echo (ping).
- Rozmiar odpowiedzi podobny do rozmiaru zapytania…
- … ale możemy wysłać *jeden* pakiet do przełącznika na adres broadcast!
- Przełącznik go zwielokrotni i wyśle do wszystkich uczestników sieci lokalnej.

Wariant odbitego DoS: smurf attack

- Wykorzystuje ICMP echo (ping).
- Rozmiar odpowiedzi podobny do rozmiaru zapytania…
- … ale możemy wysłać *jeden* pakiet do przełącznika na adres broadcast!
- Przełącznik go zwielokrotni i wyśle do wszystkich uczestników sieci lokalnej.
- Wszyscy z LAN odpowiedzą ofierze

Wyczerpywanie zasobów

Limit jednoczesnych połączeń

- Nawiązujemy połączenie TCP i nic nie wysyłamy.
- Opcjonalnie: wiele protokołów na początku wysyła długość komunikatu: wysyłamy długość a potem już nic.

Wysyłamy dużo komunikatów TCP SYN

- Jądro utrzymuje tworzoną przez `listen()` kolejkę połączeń TCP oczekujących na nawiązanie.
- Kolejka ma ograniczoną wielkość.

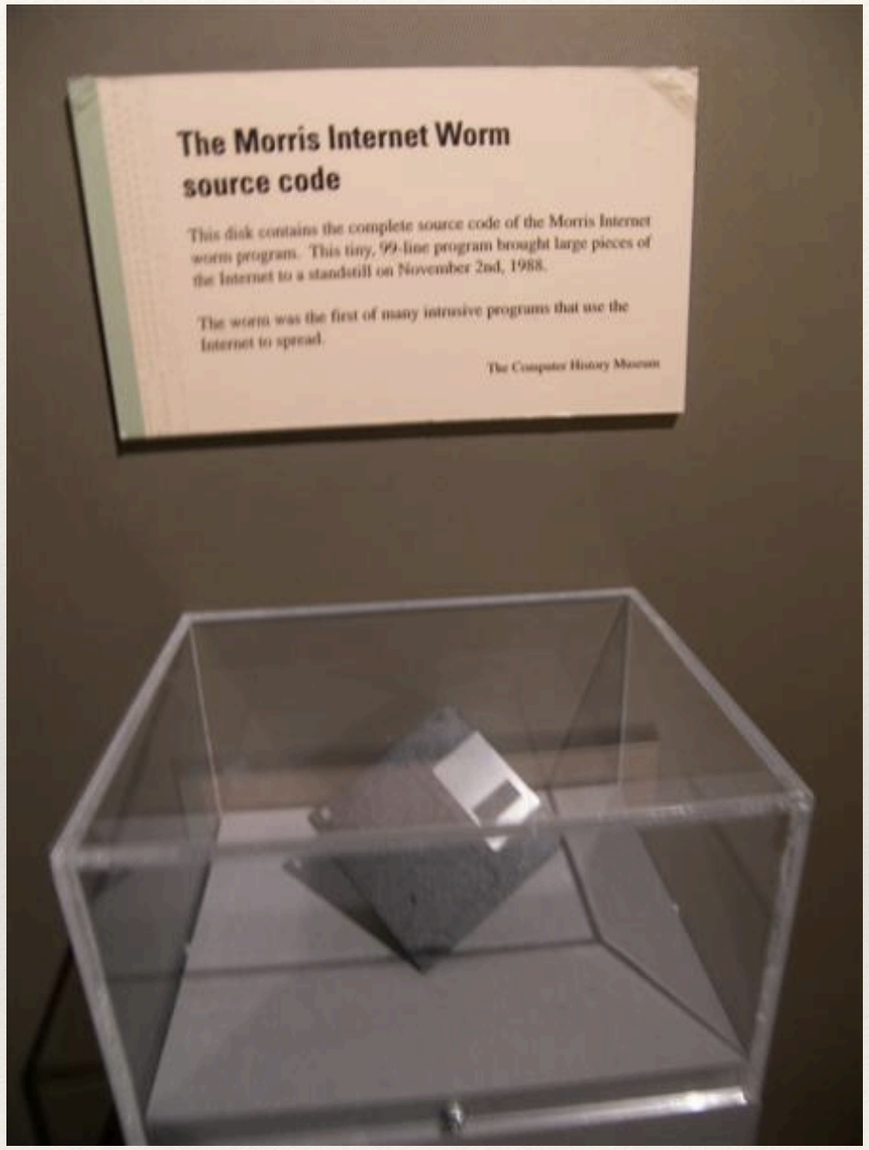
Wysyłamy dużo fragmentów pakietów IP

- Jądro musi utrzymywać te pakiety do późniejszego ich łączenia.

Rozproszony DoS (DDoS)

DDoS = Distributed DoS

- Wykonywany z wielu komputerów.
- Często są pod kontrolą atakującego, bo uprzednio zostały zainfekowane robakiem internetowym (*botnet*).
- Robaki wykorzystują znalezione luki w bezpieczeństwie niektórych usług.



Obrazek ze strony
`https://en.wikipedia.org/wiki/Morris_worm`

Obrona przed DDoS

- Tylko jeśli pochodzi z jednego geograficznego obszaru.
- Główny problem: ustalenie źródła ataków (bo źródłowe adresy IP są podrobione), potem można zadzwonić do odpowiedniego administratora.

- **ICMP Traceback**
  - Każdy router dla przesyłanego pakietu, z małym prawdopodobieństwem (ok. 1/20.000), wysyła do odbiorcy dodatkowo komunikat ICMP
  - Komunikat zawiera informacje o przesyłanym właśnie przez router pakiecie, informacje o routerze, etc.

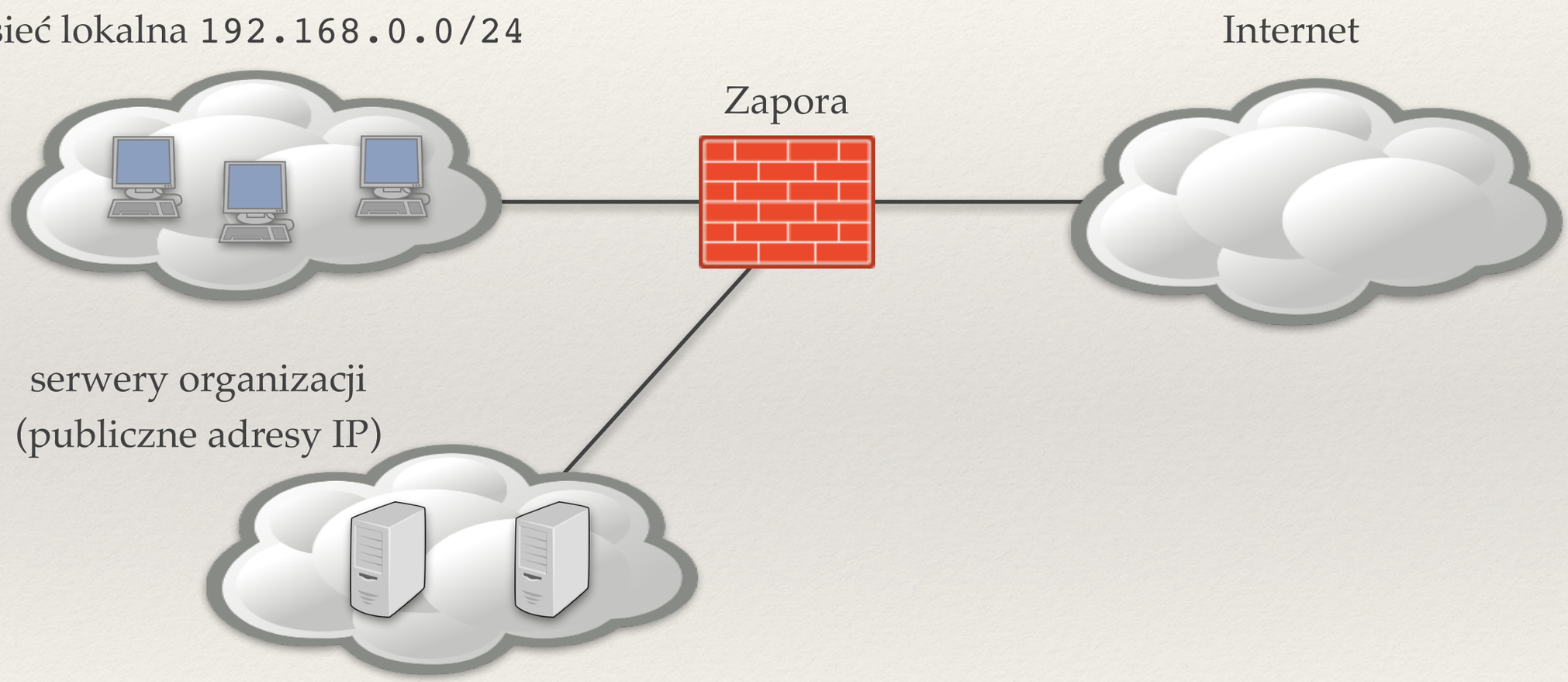
Zapora

Po co?

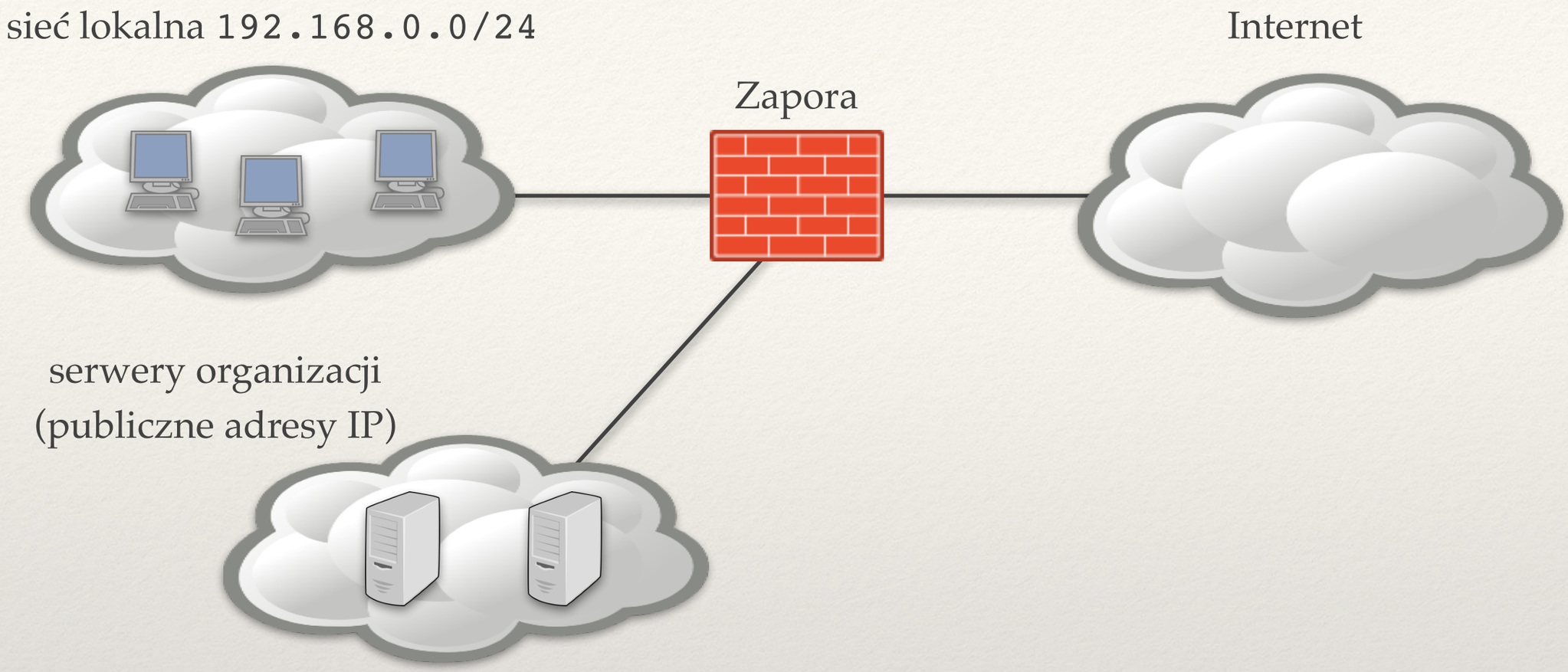
- **Pierwsza linia obrony.**
  - Częściowe zapobieganie fałszowaniu adresów źródłowych IP.
- **Rejestrowanie i kontrolowanie dostępu do usług.**
  - Rejestrowanie ataków i skanów portów.

Gdzie?

- Często zapora jest osobnym urządzeniem, pełniącym też funkcję routera:



Polityka



Zapora realizuje pewną politykę bezpieczeństwa. Przykładowo:

- Wpuszcza pakiety do serwerów organizacji (do określonych portów).
- Wpuszcza pakiety do portu SSH serwerów tylko z sieci wewnętrznej.
- Nie wpuszcza pakietów do sieci wewnętrznej.

Klasyfikacja filtrów pakietów

Filtry proste (warstwa sieciowa)

- Analizują tylko nagłówki IP (+ porty)
- Szybkie, bardzo nieprecyzyjne.

Filtry stanowe (warstwa transportowa)

- Analizują nagłówki IP i TCP
- Śledzą nawiązywania połączenia TCP, pamiętają stan połączenia.

Filtry działające w warstwie aplikacji

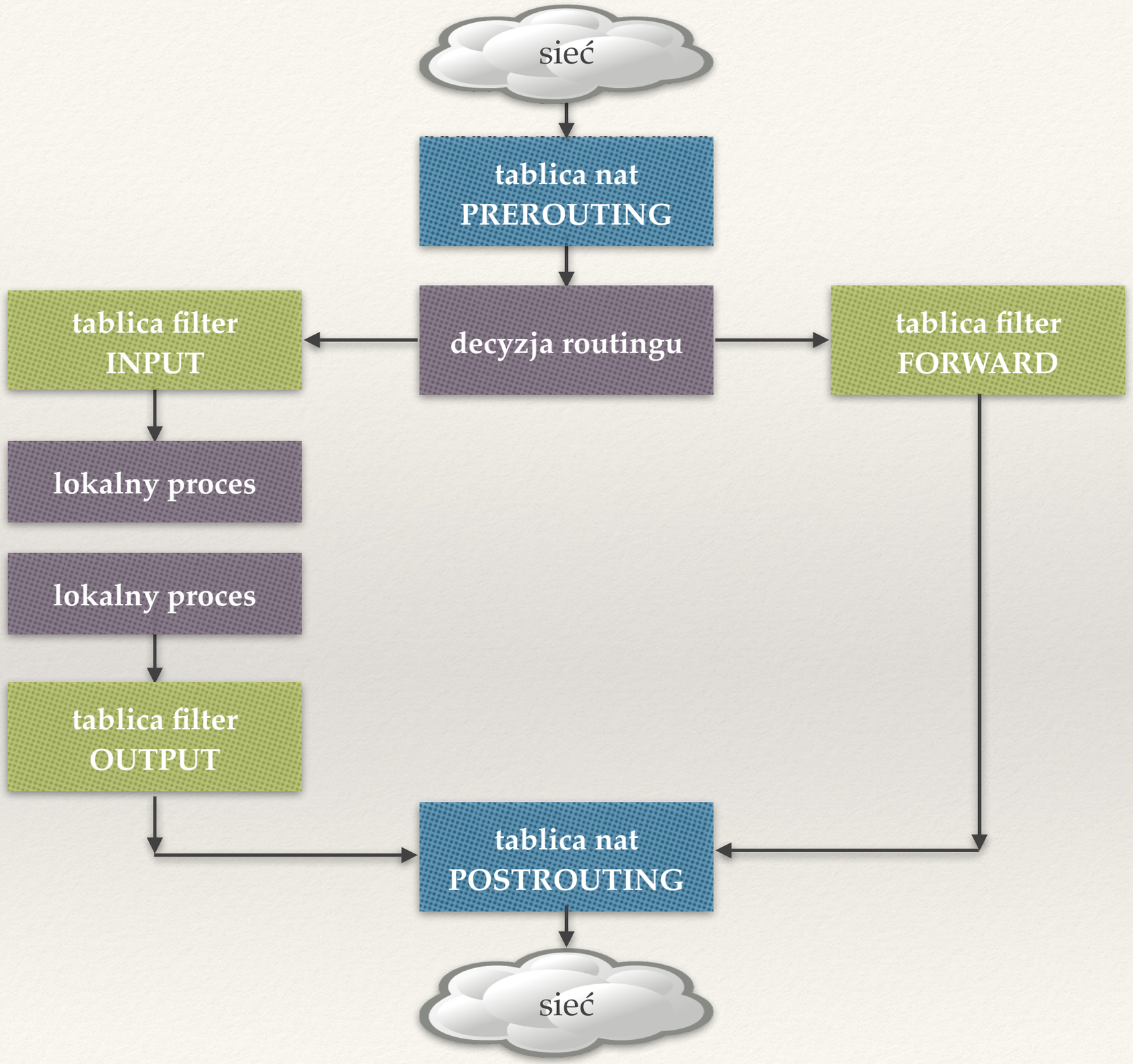
- Analizują zawartość segmentów i datagramów
- Np. w przypadku FTP „rozumieją“, że trzeba otworzyć port na dane.
- Nie mylić z zaporami aplikacji, które analizują *wywołania systemowe* aplikacji.

Netfilter / nftables

Filtr pakietów w Linuksie

- Filtr stanowy.
- Elementy filtra działającego w warstwie aplikacji (możliwość śledzenia połączeń niektórych protokołów).

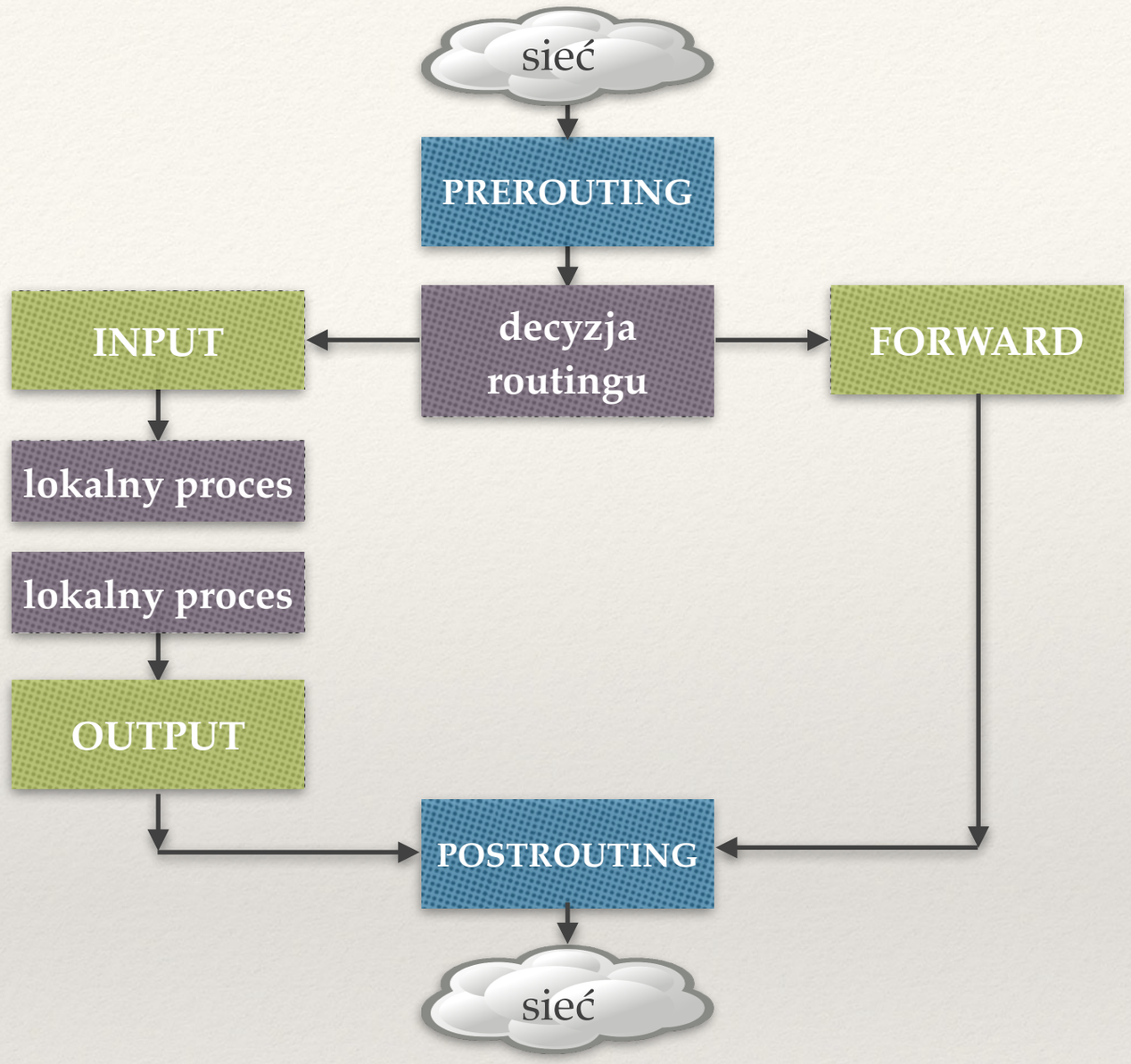
Przetwarzanie pakietów (1)



Przetwarzanie pakietów (2)

5 głównych modułów

- filter `INPUT`
- filter `OUTPUT`
- filter `FORWARD`
- nat `PREROUTING`
- nat `POSTROUTING`



Do każdego modułu możemy dopisać łańcuch reguł

- Łańcuchy przetwarzane w kolejności priorytetów.
- Reguły w łańcuchach przetwarzane po kolei.

Przykładowy łańcuch (pakiety wychodzące)

- Akceptuj wszystkie pakiety wychodzące

```
table inet filter {

   chain jakaś_nazwa {
      type filter hook output priority 0;

      accept
   }
}
```

Przykładowy łańcuch (pakiety przychodzące)

```
table inet filter {
  chain jakaś_nazwa {
    type filter hook input priority 0;
    tcp dport 22 accept
    reject
  }
}
```

- Akceptuj wszystkie pakiety przychodzące do portu SSH.
- Odrzuć resztę.

Czy to wystarczy?

- Pakiety wychodzące np. do portu 80 bedą wypuszczane, ale odpowiedzi na nie bedą odrzucane!

Stan połączeń

Nieprecyzyjna heurystyka (stosowana w prostych filtrach)

- Wpuść pakiety przychodzące do portów ≥ 32678.

Filtry stanowe

- Możemy wpuszczać pakiety związane wysłanymi pakietami.
- W szczególności segmenty TCP już nawiązanego połączenia.

Przykładowy łańcuch (pakiety przychodzące)

```
table inet filter {

  chain jakaś_nazwa {

    type filter hook input priority 0;

    ct state established accept

    tcp dport 22 ct state new accept

    reject

  }

}
```

- Akceptuj wszystkie pakiety przychodzące do portu SSH.
- Akceptuj odpowiedzi na już wysłane pakiety.
- Odrzuć resztę.

Odrzucanie pakietów

Zgodnie ze standardem:

- Przez `reject`.
- Zapora odpowie komunikatem ICMP *icmp-port-unreachable*

Wyrzucenie pakietu bez żadnego komunikatu:

- Przez `drop`.
- Utrudnia pracę skanerów portów → muszą czekać na timeout dla połączenia.

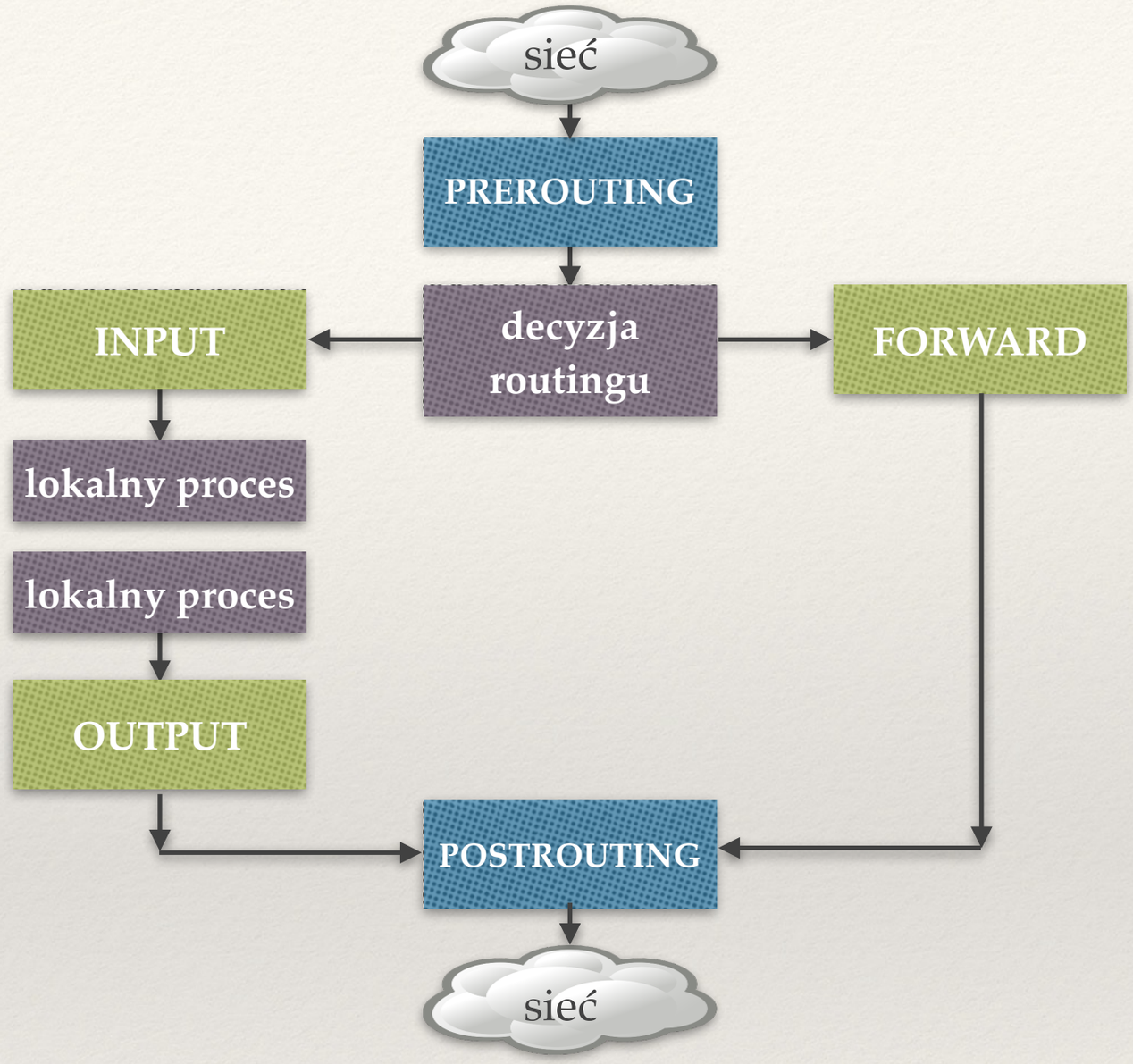
NAT

`nat POSTROUTING`:

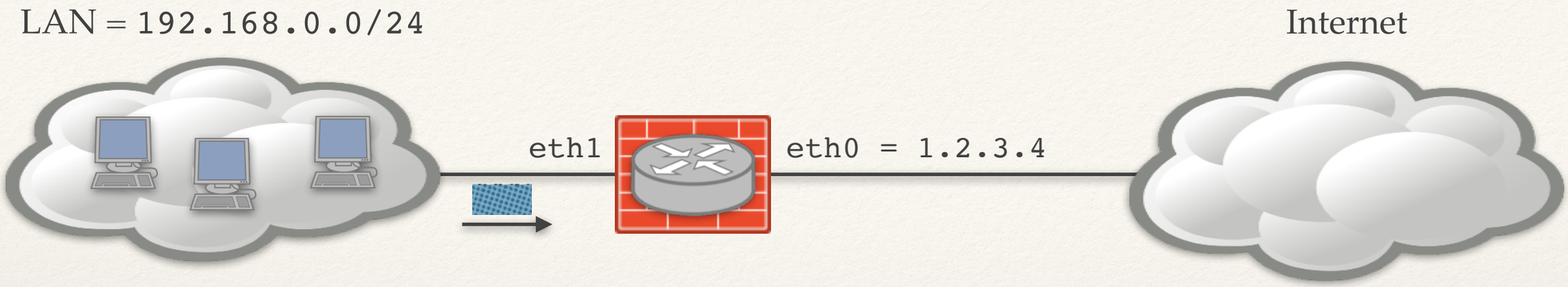
- Podmiana źródłowych adresów IP.
- Ostatnia czynność przed wysłaniem pakietu.

`nat PREROUTING`:

- Podmiana docelowych adresów IP
- Przykładowo: przekierowanie do innego komputera.



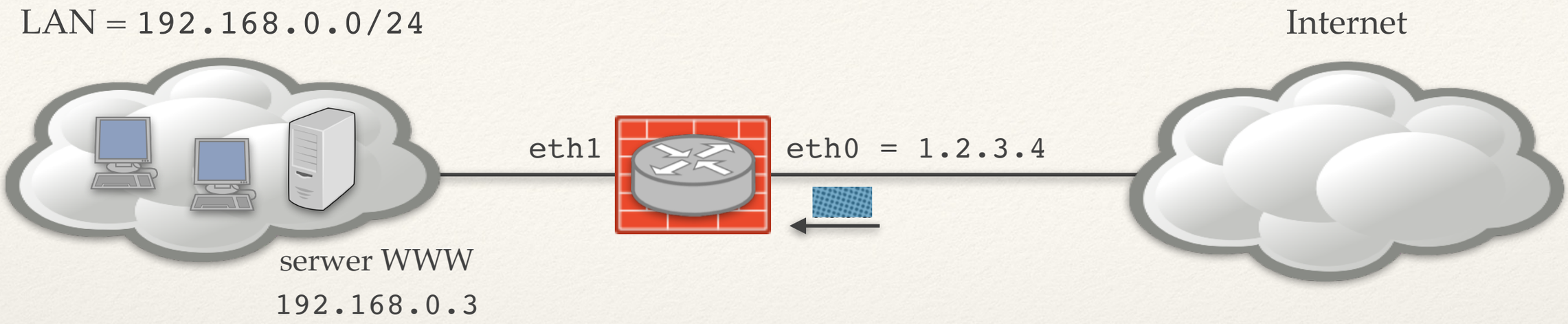
Źródłowy NAT (SNAT)



Podmiana adresu źródłowego pakietu wychodzącego z LAN:

```
table ip nat {
  chain jakaś_nazwa {
    type nat hook postrouting priority 0;
    ip sadddr 192.168.0.0/24 oif eth0 snat 1.2.3.4
  }
}
```

Docelowy NAT (DNAT)



Podmiana adresu docelowego pakietu wychodzącego z LAN:

```
table ip nat {
  chain jakaś_nazwa {
    type nat hook prerouting priority 0;
    iif eth0 tcp port 80 dnat 192.168.0.3:80
  }
}
```

Lektura dodatkowa

- Kurose & Ross: rozdział 8.
- Tanenbaum: rozdział 8.

Zagadnienia

- Co to jest pamięć CAM i jak stosuje się ją w przełącznikach? Jak można ją przepełnić?
- Opisz atak typu ARP spoofing.
- Co oznacza termin IP spoofing? Na czym polega metoda weryfikacji tak zmodyfikowanych pakietów (ingress filtering)?
- Na czym polega atak RIP spoofing?
- Na czym polega zatruwanie pamięci podręcznej serwera DNS?
- Jak wygląda uwierzytelnianie serwera SSH?
- Na czym polega uwierzytelnianie użytkownika przez SSH z wykorzystaniem kluczy RSA?
- Przedstaw przykładowe ataki wykorzystujące brak sprawdzania poprawności wprowadzanych danych.
- Wyjaśnij pojęcia: robak internetowy, exploit, botnet.
- Na czym polega phishing?
- Co to jest skanowanie portów? Po co się je wykonuje?
- Co to są ataki DoS i DDoS?
- Na czym polega atak typu odbity (reflected) DoS?
- Jak działa i do czego jest wykorzystywany ICMP Traceback?
- Podaj przykłady tunelowania.
- Rozwiń skrót VPN. Do czego służy?
- Porównaj wady i zalety filtrów pakietów: prostych, stanowych i działających w warstwie aplikacji.
- Do czego służą moduły `input`, `output`, `forward` w filtrze Netfilter / nftables?
- W jakich łańcuchach zapory Linuksa wykonywany jest źródłowy a w jakich docelowy NAT?