

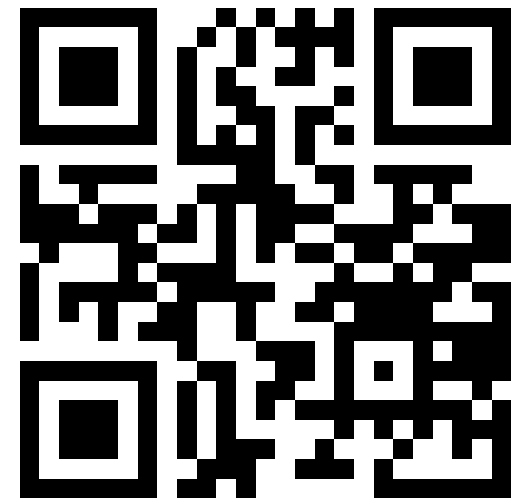
Technologie cyfrowe

Artur Kalinowski

Zakład Cząstek i Oddziaływań
Fundamentalnych

Pasteura 5, pokój 4.15

Artur.Kalinowski@fuw.edu.pl



Semestr letni 2014/2015

protokół internetowy (ang. Internet Protocole, IP):

standard wymiany informacji między urządzeniami podłączonymi do internetu.

adres IP: Każde urządzenie, „punkt”, internetu ma przydzielony numer identyfikacyjny: numer lub adres IP. W wersji 4 IP (IPv4) **adresy IP w są zapisywane przy użyciu 32 bitów, a $2^{32} - 1$ to 4 294 967 295**

www.fuw.edu.pl: 193.0.80.28			
193	0	80	28
1100 0001	0000 0000	0101 0000	0001 1100
8 bitów = 1 bajt	8 bitów = 1 bajt	8 bitów = 1 bajt	8 bitów = 1 bajt
11000001 00000000 01010000 00011100			
4 × 8 bitów = 32 bity = 4 bajty			

System nazw domenowych (*ang. Domain Name System, DNS*): protokół komunikacji, oraz system serwerów dostarczających usługi zamiany numeru IP na nazwę zrozumiałą dla człowieka. Format nazwy DNS składa się z nazwy komputera (*ang. host name*), oraz kolejnych warstw nazw (pod)domen, np:

www.fuw.edu.pl: www (nazwa komputera, serwer stron WWW)
fuw (domena Wydziału Fizyki)
edu (domena instytucji edukacyjnych)
pl (domena komputerów znajdujących się w Polsce)

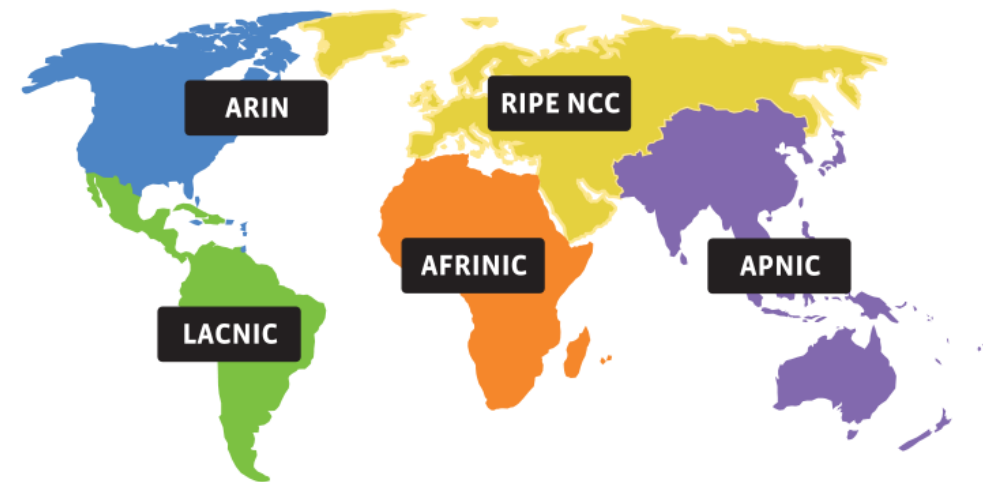
— Whois & Quick Stats

Email	info@dns.pl is associated with ~23,493 domains	
Dates	Created on 1995-01-01 - Expires on 2017-07-12 - Updated on 2011-02-25	
IP Address	193.0.80.2 is hosted on a dedicated server	
IP Location	 - Mazowieckie - Warsaw - University Of Warsaw	
ASN	 AS8890 UW-AS University of Warsaw (registered Jul 17, 1998)	
Whois History	53 records have been archived since 2010-08-20	
Whois Server	whois.dns.pl	

adres IP: Każde urządzenie, „punkt”, internetu ma przydzielony numer identyfikacyjny: numer lub adres IP. Internet jest **zdecentralizowany**, co oznacza, że nie ma jednego centrum przydzielającego adresy IP.

Przydział adresów IP jest hierarchiczny:

użytkownik – dostawca internetu (ang. Internet Service provider, ISP) – lokalny/narodowy rejestr numerów – regionalny rejestr numerów

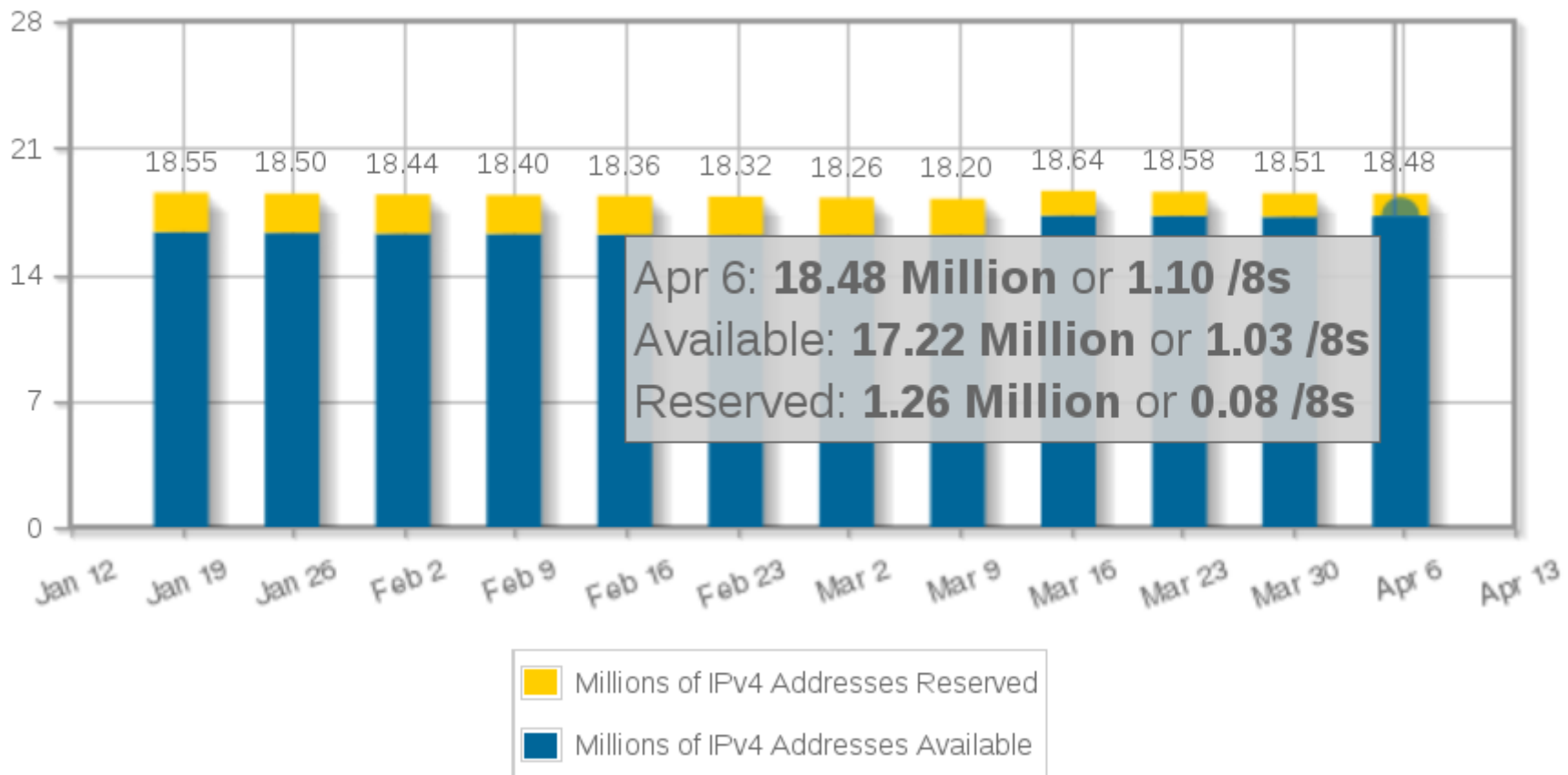


Registry	Area Covered
AFRINIC	Africa Region
APNIC	Asia/Pacific Region
ARIN	North America Region
LACNIC	Latin America and some Caribbean Islands
RIPE NCC	Europe, the Middle East, and Central Asia

Copyright (c) 1992-2015 the Réseaux IP Européens Network Coordination Centre RIPE NCC. All rights reserved.

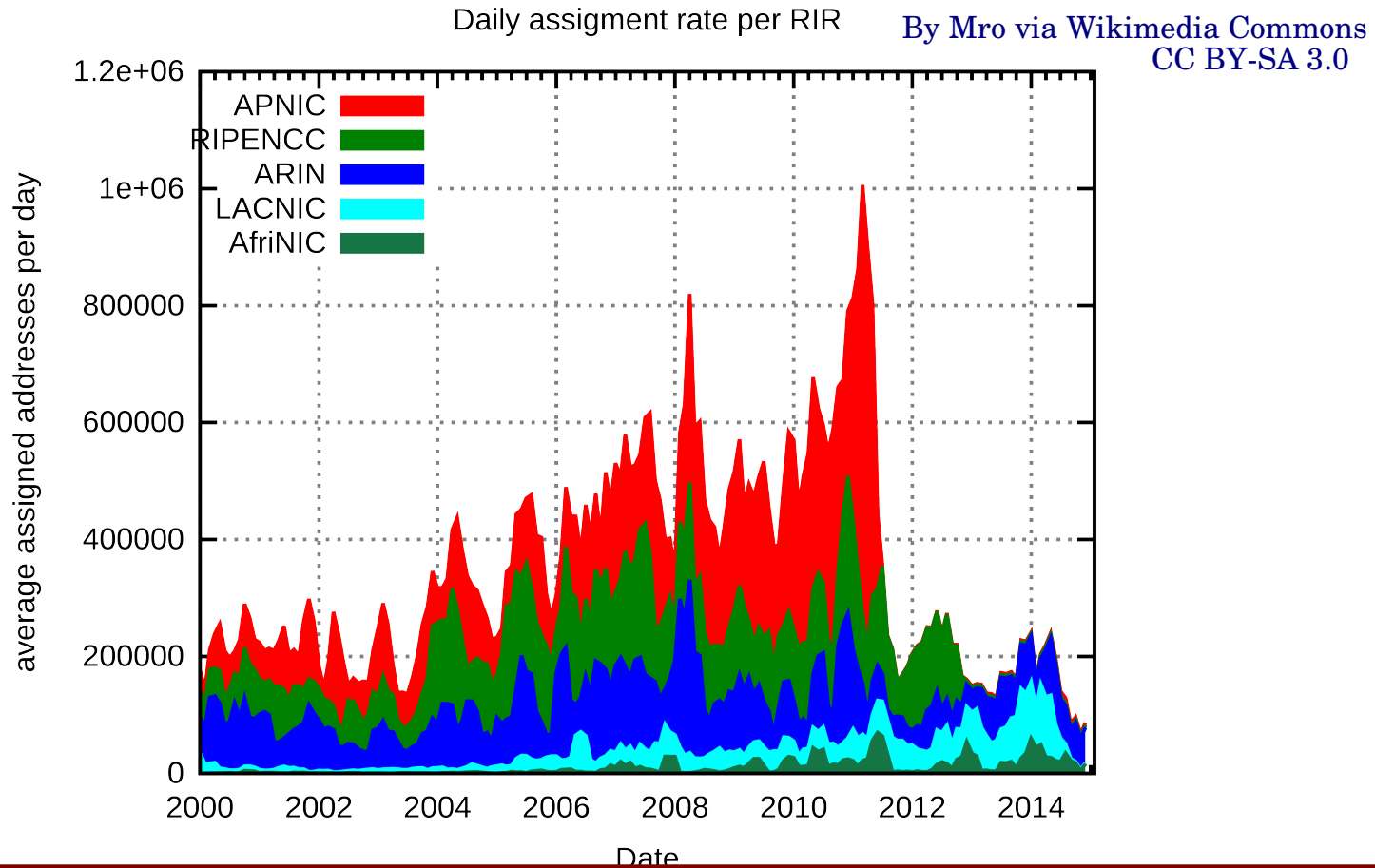
Liczba wolnych adresów IP przydzielonych dla organizacji RIPE NCC (Europa, Bliski wschód, Azja centralna)

RIPE NCC IPv4 Pool — Last 12 Weeks



Copyright (c) 1992-2015 the Réseaux IP Européens Network Coordination Centre RIPE NCC. All rights reserved.
<https://www.ripe.net/publications/ipv6-info-centre/about-ipv6/ipv4-exhaustion/ipv4-available-pool-graph>

Liczba wolnych adresów IP przydzielanych dziennie przez regionalne rejestry numerów IP.



Pula adresów IPv4 jest na wyczerpaniu. Od września 2012 RIPE NCC zaostrzyło zasady przydzielania adresów IP.

adres IPv6: standard komunikacji internetowej, w którym każde urządzenie, „punkt”, internetu ma przydzielony numer identyfikacyjny zakodowany na 128 bitach. Adres zapisuje się jako osiem 16-bitowych bloków. 16 bitowy blok zapisuje się jako 4 liczby w systemie 16 ($2^4=16$). Wdrażanie IPv6 wymaga wymiany głównie aktualizacji oprogramowania. W 2014 roku nadal 99% ruchu w Internecie było obsługiwane przez IPv4.

An IPv6 address (in hexadecimal)

2001:0DB8:AC10:FE01:0000:0000:0000:0000



2001:0DB8:AC10:FE01:: Zeroes can be omitted



0010000000000001:0000110110111000:101011000010000:1111111000000001:

0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000

dynamiczne przypisanie numeru IP: dostawca internetu posiada pewną pulę numerów IP. Każdy odbiorców Internetu uzyskuje tymczasowy numer IP, którego używa przez kilka lub kilkanaście dni. Potem dostaje nowy numer z puli aktualnie wolnych numerów.

maskarada sieci (ang. Network Address Translation):

wszystkie komputery sieci lokalnej (LAN) są widoczne „na zewnątrz” (WAN) pod jednym numerem IP. Sieć lokalna jest “maskowana”.

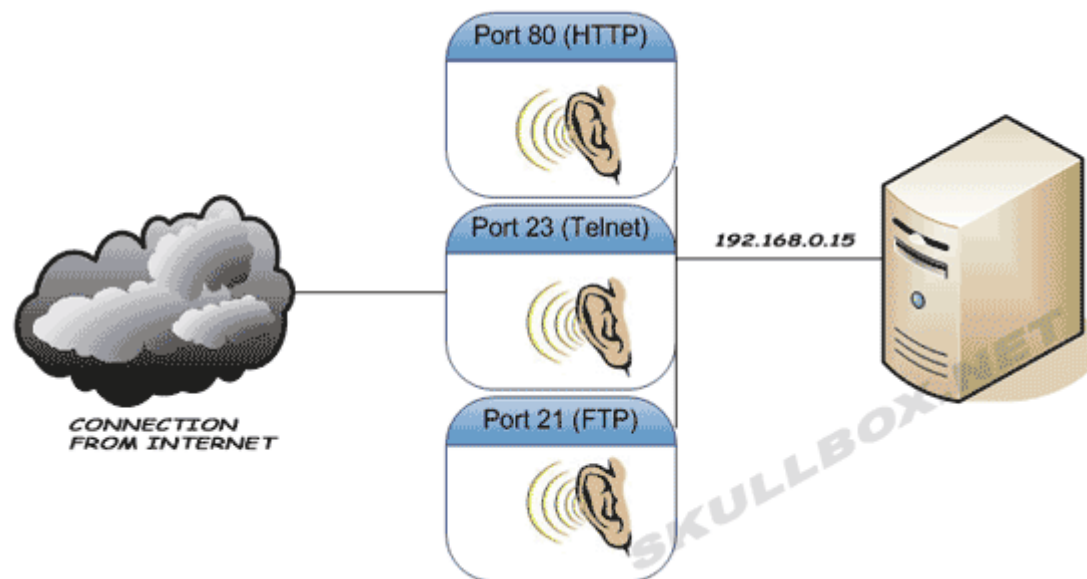
Adresy IP sieci LAN są “adresami z klasy prywatnej”

Adresy IP widoczne w WAN są “adresami z klasy publicznej”

Komputery z sieci wewnętrznej są rozpoznawane przez router na podstawie numeru portu.

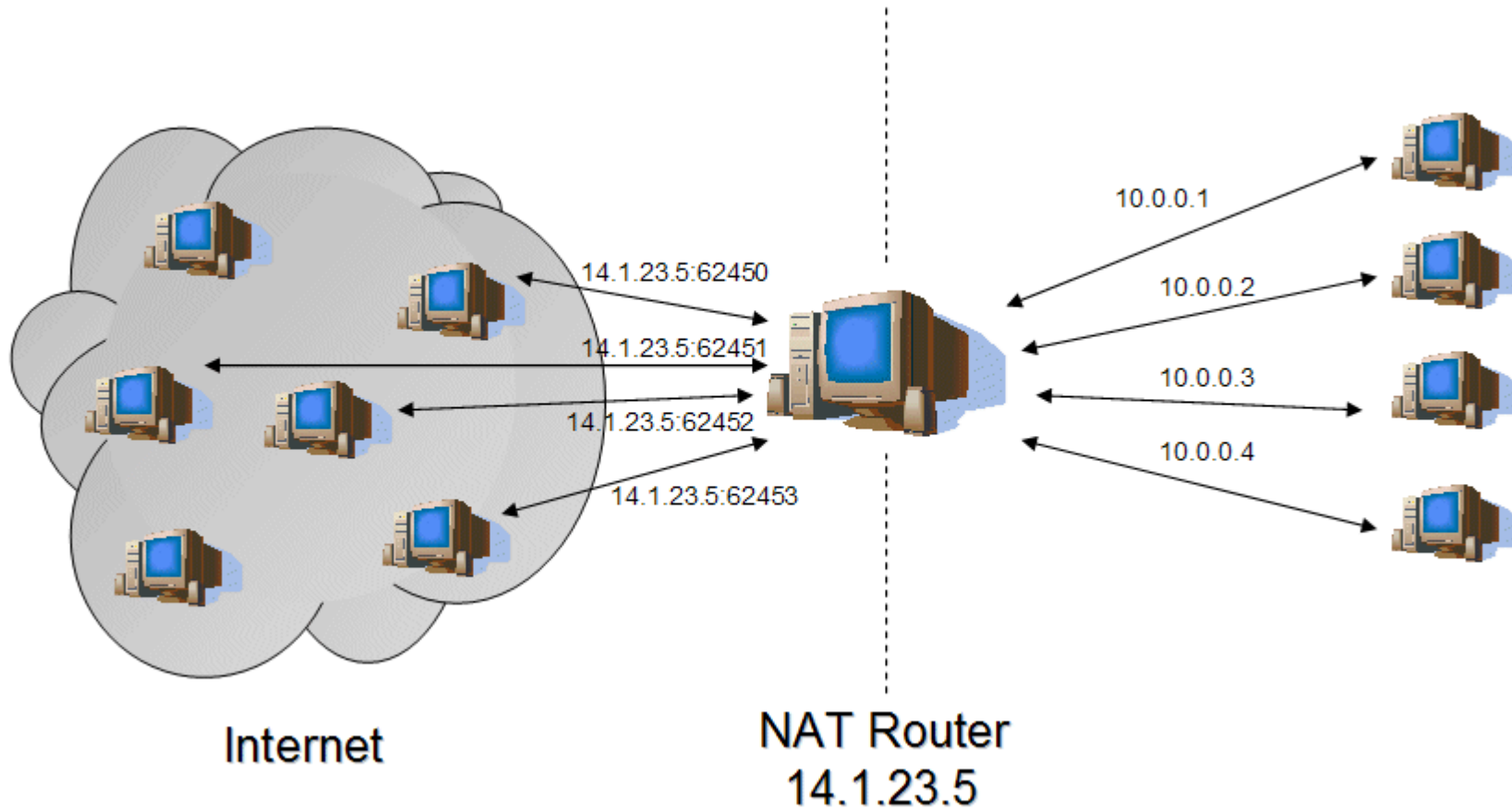
port (ang. port): numer identyfikujący procesy działające na komputerze. Wymiana informacji między komputerami wymaga podania numeru IP komputera zdalnego, oraz portu. **Różne rodzaje informacji (różne aplikacje) używają różnych portów.**

Numeracja portów używa 16 bitów, czyli pokrywa zakres 0 – 65535



<http://www.skullbox.net/ports.php>

CC BY-NC-SA 2.0



Numer IP spod jakim widzą nas komputery w WAN może (zwykle jest) inny niż numer który widzimy w swoich ustawieniach i widzą komputery w LAN. Wynika to z użycia mechanizmu NAT.

Adres IP: 193.0.80.93

Dla wielu zastosowań, trzeba wiedzieć, własny adres IP. To wyśmienita można określić swój adres IP i inne przydatne informacje. Dodatkowo, można określić informacji przestrzennej adresu IP.


Obcych adres IP i nazwę domeny:

Submit

IP	193.0.80.93
RIR	Réseaux IP Européens Network Coordination Centre
ISP	University of Warsaw
Host	hepdyn1.fuw.edu.pl
Remote Port	28236
Browser Typ	Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64; rv:37.0) Gecko/20100101 Firefox/37.0
Browser Language	pl,en-US;q=0.7,en;q=0.3

IP Information for 193.0.80.93

— Quick Stats

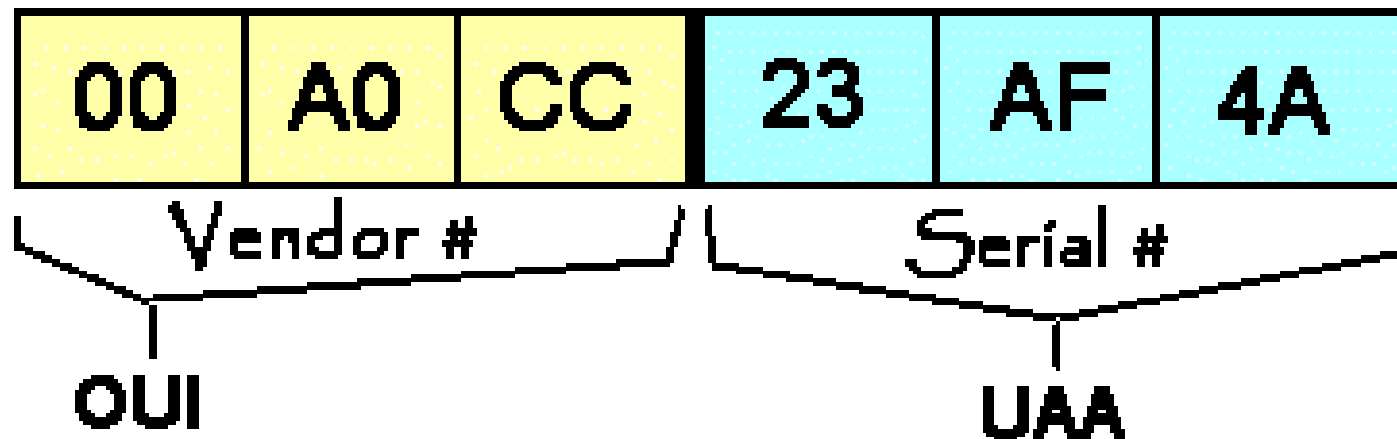
IP Location	 Poland Warsaw University Of Warsaw
ASN	 AS8890 UW-AS University of Warsaw (registered Jul 17, 1998)
Resolve Host	hepdyn1.fuw.edu.pl
Whois Server	whois.ripe.net
IP Address	193.0.80.93

% Abuse contact for '193.0.64.0 - 193.0.127.255' is 'abuse@uw.edu.pl'

```
inetnum:      193.0.64.0 - 193.0.127.255
netname:      UUNET
descr:        University of Warsaw
country:      PL
org:          ORG-IA45-RIPE
admin-c:      UWPL
tech-c:       UWPL
status:       ASSIGNED PI
```

Adres sprzętowy (ang. *Media Access Control, MAC*): adres karty sieciowej. Każdy egzemplarz karty sieciowej ma swój unikalny adres. Adres MAC jest zapisywany na 48 bitach w reprezentacji szesnastkowej:

MAC Address (Media Access Control Address)



(Organizationally Unique Identifier)

(Universally Administered Address)

<http://www.infocellar.com/networks/ip/mac-vs-ip.htm>

trasowanie (*ang. routing*): wyznaczanie trasy pakietu od nadawcy do odbiorcy. Komputer wysyłający pakiet **nie zna trasy** jaką przebędzie pakiet. **Trasowaniem zajmują się trasowniki (*pl-ang. routery*), czyli punkty węzłowe sieci komputerowej.**

Pakiety mają skończony “czas życia” (*ang. Time To Live, TTL*) Każde przejście przez trasownik oznacza stratę jednej jednostki. Trasownik, który otrzyma pakiet który ma TTL równy 0 porzuca taki pakiet i odsyła do nadawcy informację o utracie pakietu.

```
[akalinow@hepz3 .cis]$ ping lxplus.cern.ch
PING aiplus6.cern.ch (188.184.68.25) 56(84) bytes of data:
64 bytes from lxplus0233.cern.ch (188.184.68.25): icmp_seq=1 ttl=50 time=41.8 ms
64 bytes from lxplus0233.cern.ch (188.184.68.25): icmp_seq=2 ttl=50 time=41.5 ms
64 bytes from lxplus0233.cern.ch (188.184.68.25): icmp_seq=3 ttl=50 time=41.3 ms
64 bytes from lxplus0233.cern.ch (188.184.68.25): icmp_seq=4 ttl=50 time=41.4 ms
64 bytes from lxplus0233.cern.ch (188.184.68.25): icmp_seq=5 ttl=50 time=41.4 ms
^C
--- aiplus6.cern.ch ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4006ms
rtt min/avg/max/mdev = 41.361/41.543/41.845/0.167 ms
```

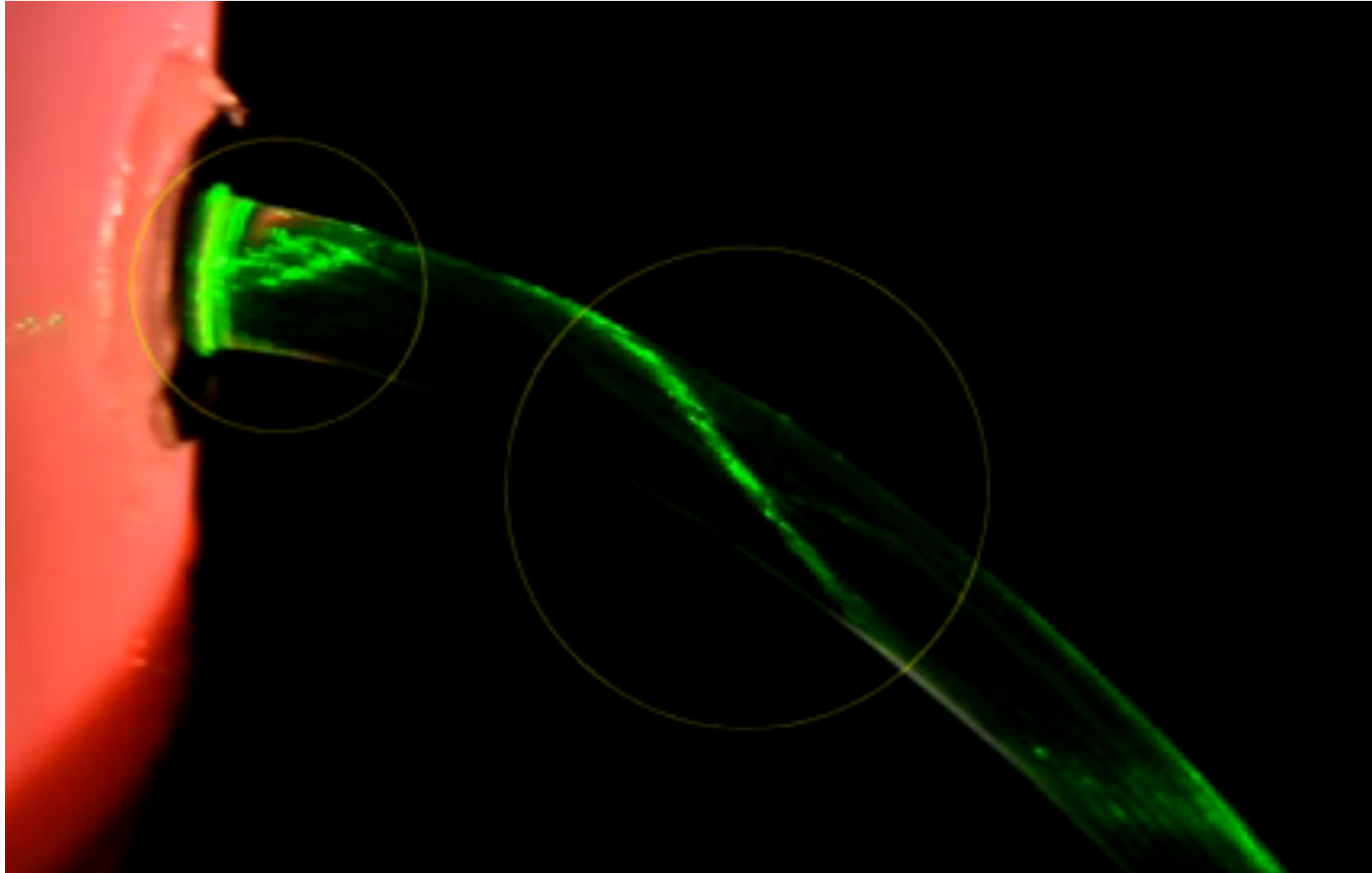
ping: nazwa programu używanego do testowania połączeń w internecie. Program sprawdza czy istnieje połączenie z komputerem o danym IP, i ile czasu zajmuje przysyłanie pakietów w obie strony (ang. round-trip trip, RTT)

traceroute: program komputerowy służący do wyświetlania trasy pakietów do podanego komputera.

```
[akalinow@hepzc3 ~]$ traceroute lxplus.cern.ch
traceroute to lxplus.cern.ch (188.184.70.21), 30 hops max, 60 byte packets
 1  10.15.0.10 (10.15.0.10)  0.204 ms  0.167 ms  0.167 ms
 2  xe-0-0-0-87.uw-r1.rtr.net.uw.edu.pl (193.0.64.93)  5.687 ms  5.607 ms  5.534 ms
 3  z-ochoty.poznan-gw.10Gb.rtr.pionier.gov.pl (212.191.224.33)  19.026 ms  18.971 ms  18.899 ms
 4  pionier.mx1.poz.pl.geant.net (62.40.125.245)  4.709 ms  4.659 ms  4.591 ms
 5  ae3.mx1.fra.de.geant.net (62.40.98.130)  25.702 ms  25.653 ms  25.723 ms
 6  ae1.mx1.gen.ch.geant.net (62.40.98.108)  33.983 ms  34.030 ms  33.944 ms
 7  swiCE2-10GE-1-1.switch.ch (62.40.124.22)  34.091 ms  34.065 ms  33.991 ms
 8  e513-e-rbrxl-1-te0.cern.ch (192.65.184.209)  34.401 ms  34.463 ms  34.373 ms
 9  e513-e-rbrxl-2-ne0.cern.ch (192.65.184.38)  46.679 ms  48.273 ms  49.868 ms
```


Polski Internet Optyczny (PIONIER): ogólnopolska szerokopasmowa sieć optyczna nauki



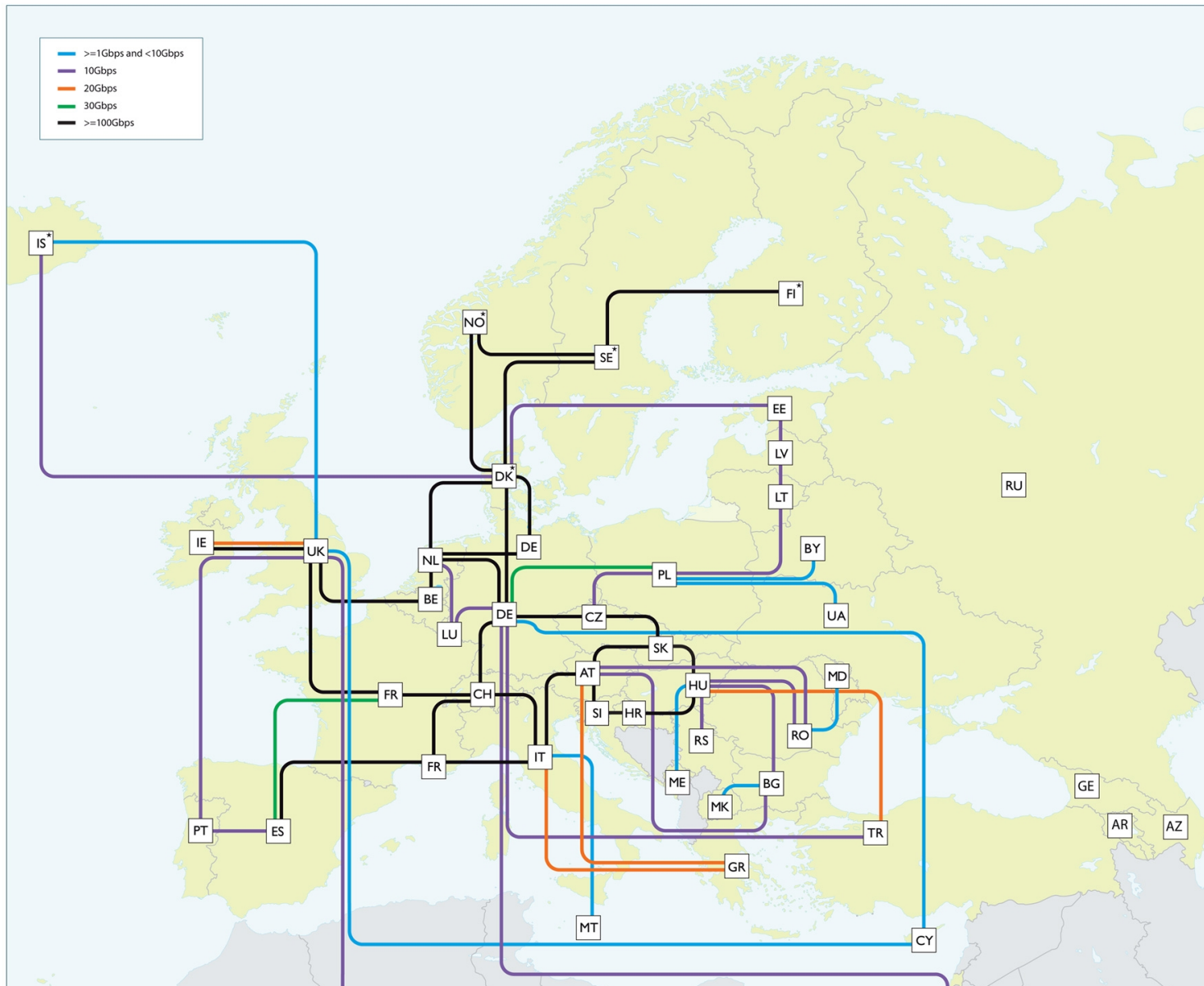


Bill Hammack, <http://www.engineerguy.com/videos.htm>

CC BY-SA 3.0

The Pan-European Research and Education Network

GÉANT interconnects Europe's National Research and Education Networks (NRENs). Together we connect over 50 million users at 10,000 institutions across Europe.



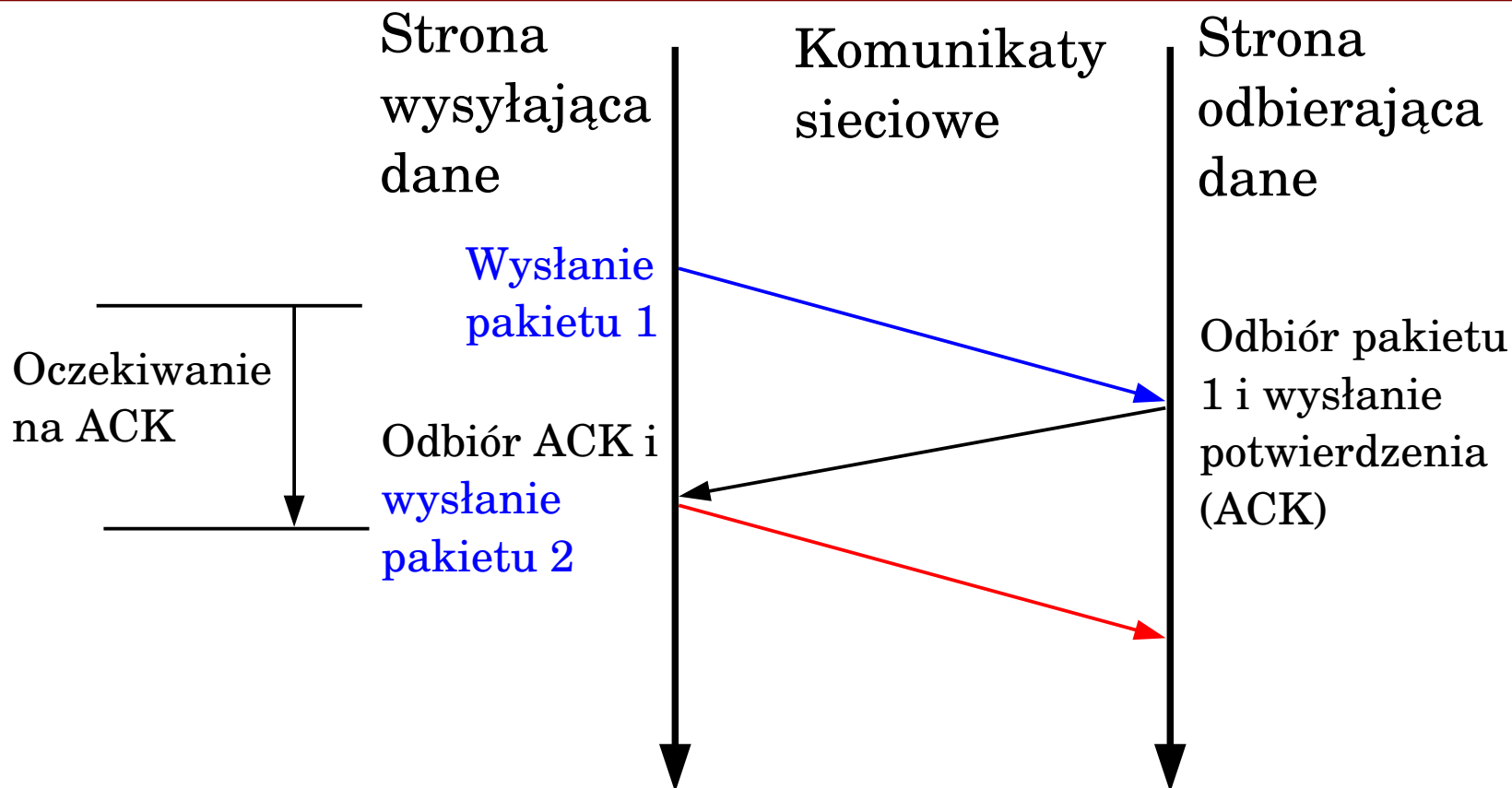
Droga pakietów z jednego „miejsca” może być różna, np. zależnie od tego czy korzystamy z sieci akademickich czy komercyjnych.

lxplus.cern.ch	14 hops ▶
1	10.100.16.1
2	193.0.103.19 xe-0-0-0-1000.uw-r1.rtr.net.uw.edu.pl
3	212.191.224.33 z-ochoty.poznan-gw.10Gb.rtr.pionier.g
4	62.40.125.245 pionier.mx1.poz.pl.geant.net
5	62.40.98.130 ae3.mx1.fra.de.geant.net
6	62.40.98.108 ae1.mx1.gen.ch.geant.net
7	62.40.124.22 swICE2-10GE-1-1.switch.ch
8	192.65.184.209 e513-e-rbrxl-1-te0.cern.ch
9	192.65.184.38 e513-e-rbrxl-2-ne0.cern.ch
10	-
11	-
12	-
13	194.12.149.6 r513-b-rbrml-2-sc2.cern.ch
14	-
15	188.184.70.254 lxplus.cern.ch

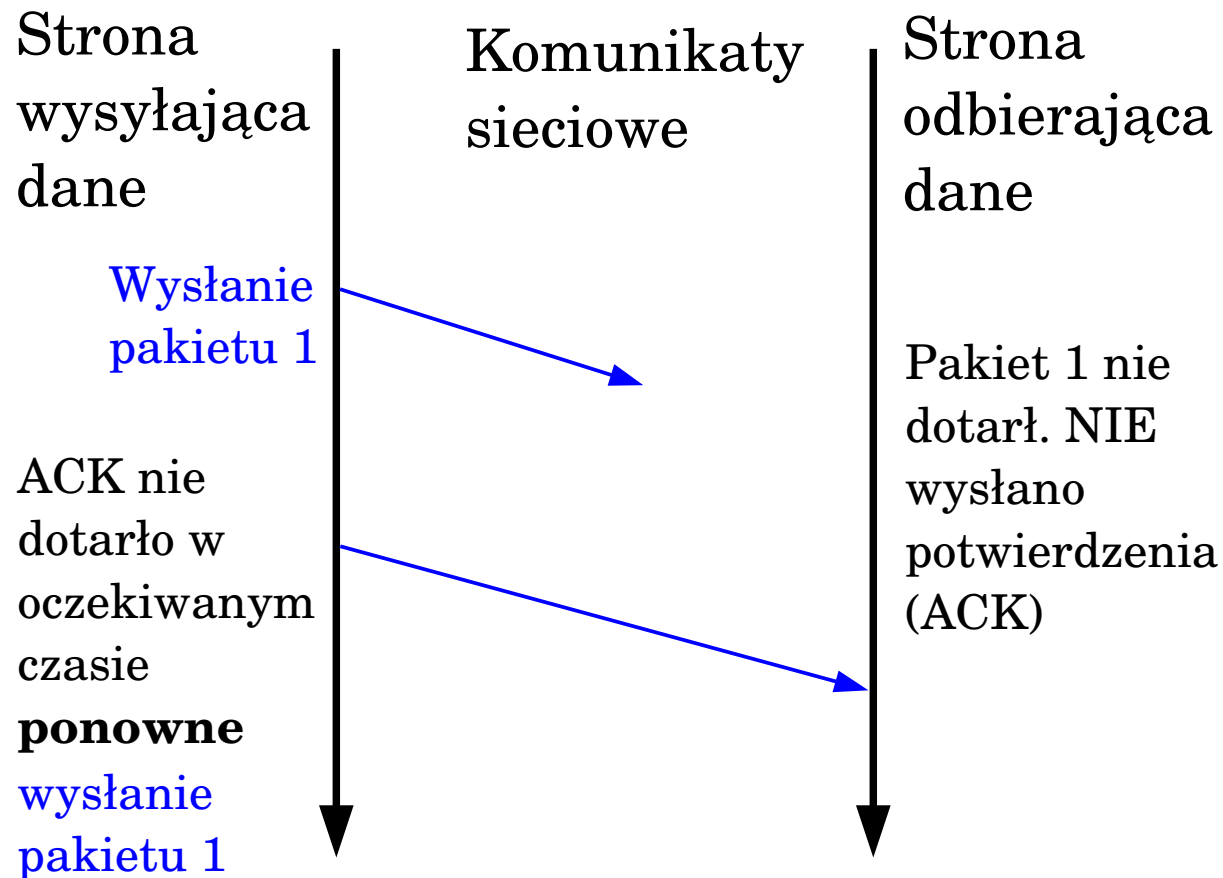
lxplus.cern.ch	13 hops ▶
1	10.9.223.5
2	10.9.220.82
3	-
4	213.158.197.213 p213.ppp.ernet.pl
5	87.128.234.225
6	217.239.43.37
7	193.159.166.222
8	192.65.184.38 e513-e-rbrxl-2-ne0.cern.ch
9	-
10	-
11	-
12	194.12.149.6 r513-b-rbrml-2-sc2.cern.ch
13	-



protokół kontroli transmisji (*ang. Transmission Control Protocole*): protokół kontroli transmisji, który zapewnia **niezawodność** przesyłu danych, korzystając z mechanizmu potwierdzeń (*ang. acknowledgement, ACK*)



protokół kontroli transmisji (*ang. Transmission Control Protocole, TCP*): protokół transmisji, który zapewnia **niezawodność** przesyłu danych, korzystając z mechanizmu potwierdzeń (*ang. acknowledgement, ACK*)



Podgląd wymiany pakietów między dwoma komputerami.

Komputer o numerze IP 192.168.1.132 łąduje stronę WWW z serwera o numerze 130.192.73.1

1	0.000000	192.168.1.132	192.168.1.1	DNS	181 Standard query 0x96c1 A www.polito.it
2	0.000020		GemtekTe_cb:6e:1a	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
3	0.000036	192.168.1.1	192.168.1.132	DNS	174 Standard query response 0x96c1 CNAME web01.polito.it A 130.192.73.1
4	0.000052		GemtekTe_cd:74:7b	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
5	0.001716	192.168.1.132	130.192.73.1	TCP	186 netmpi > http [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=8 TSval=0 TSecr=0 SACK_PERM=1
6	0.001733		GemtekTe_cb:6e:1a	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
7	0.203162	130.192.73.1	192.168.1.132	TCP	122 http > netmpi [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 MSS=1452 SACK_PERM=1 WS=4
8	0.203180		GemtekTe_cd:74:7b	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
9	0.203195	192.168.1.132	130.192.73.1	TCP	162 netmpi > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=262808 Len=0
10	0.203212		GemtekTe_cb:6e:1a	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
11	0.205066	192.168.1.132	130.192.73.1	HTTP	263 GET / HTTP/1.0
12	0.205083		GemtekTe_cb:6e:1a	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
13	0.405611	130.192.73.1	192.168.1.132	TCP	116 http > netmpi [ACK] Seq=1 Ack=102 Win=5840 Len=0
14	0.405923		GemtekTe_cd:74:7b	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
15	0.596417	130.192.73.1	192.168.1.132	TCP	1562 [TCP segment of a reassembled PDU]
16	0.596439		GemtekTe_cd:74:7b	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
17	0.600798	130.192.73.1	192.168.1.132	TCP	1562 [TCP segment of a reassembled PDU]
18	0.600818		GemtekTe_cd:74:7b	802.11	46 Acknowledgement, Flags=.....C
19	0.600833	192.168.1.132	130.192.73.1	TCP	162 netmpi > http [ACK] Seq=102 Ack=2905 Win=262808 Len=0

https://wiki.wireshark.org/SampleCaptures#Wifi_.2F_Wireless_LAN_captures_.2F_802.11

GNU GPL

protokół pakietów użytkownika (*ang. User Datagram Protocol, UDP*): protokół transmisji, który **NIE** zapewnia **niezawodności** przesyłu danych, oferując jednocześnie większą szybkość transmisji danych. Protokół UDP jest wykorzystywany np. przy przesyłaniu danych strumieniowanych (rozmowy, wideokonferencje, gry sieciowe).



0% Packet Loss

0.5% Packet Loss

5% Packet Loss

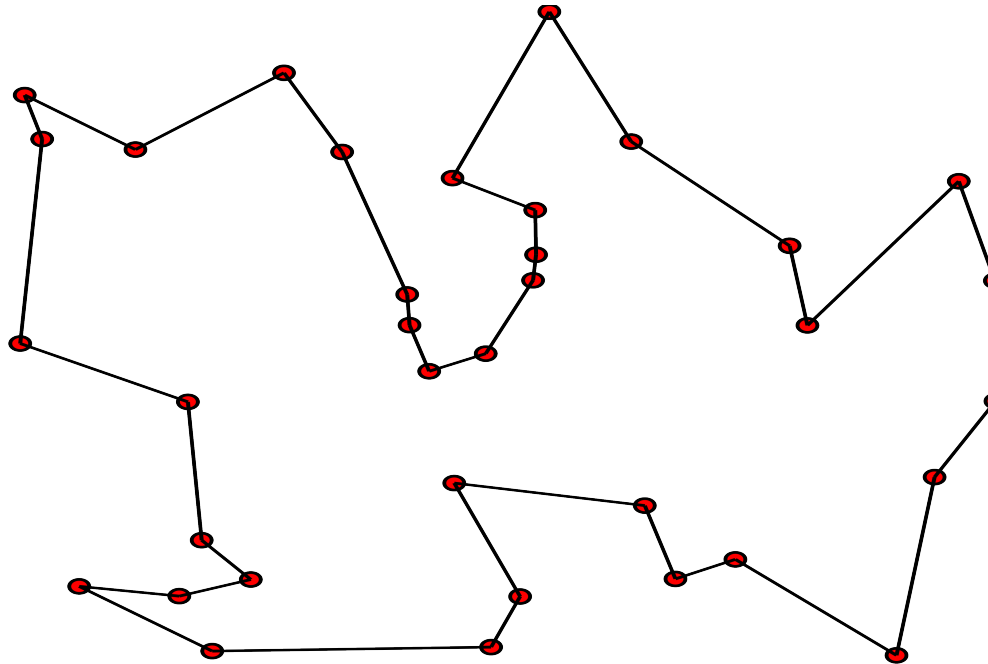
© 2014 EXFO Inc. All Rights Reserved.

Zadanie algorytmiczne: problem komiwojażera

dane wejściowe: lista „miast”, tabela odległości między każdą parą miast.

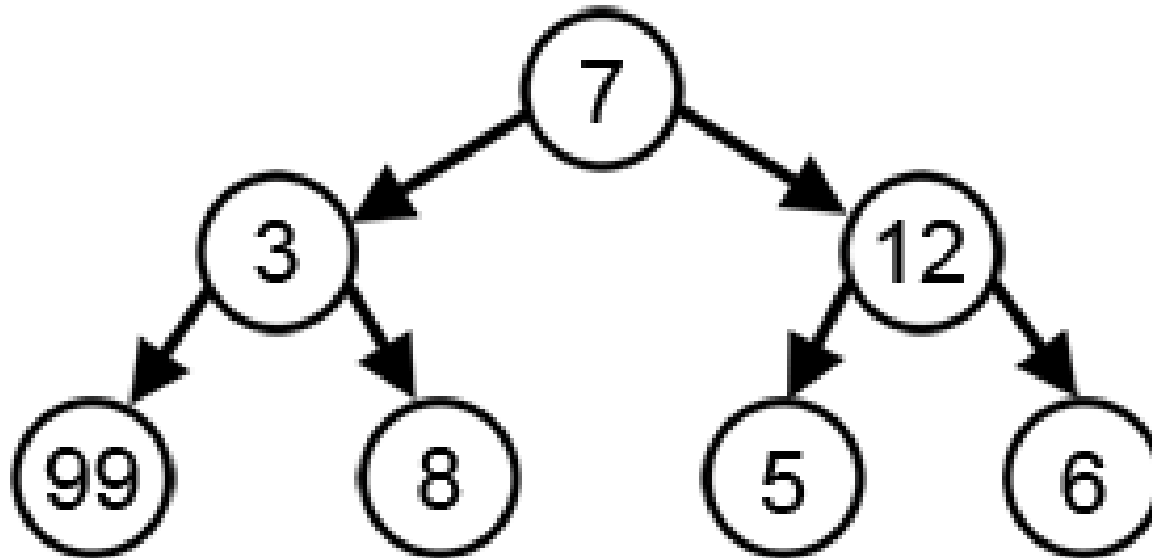
wynik: najkrótsza ścieżka łącząca wszystkie miasta, każde z miast tylko raz

wariant decyzyjny: odpowiedź na pytanie “Czy istnieje ścieżka o długości mniejszej niż X ”, gdzie X należy do danych wejściowych.



Zadanie algorytmiczne: problem komiwojażera

Algorytm zachłanny (*ang. greedy*): wybieramy najkrótszą drogę z aktualnego “miasta”. Wynik zależy od miasta startowego.



By Swfung8 (Own work) via Wikimedia Commons

CC BY-SA 3.0

Zadanie algorytmiczne: problem komiwojażera

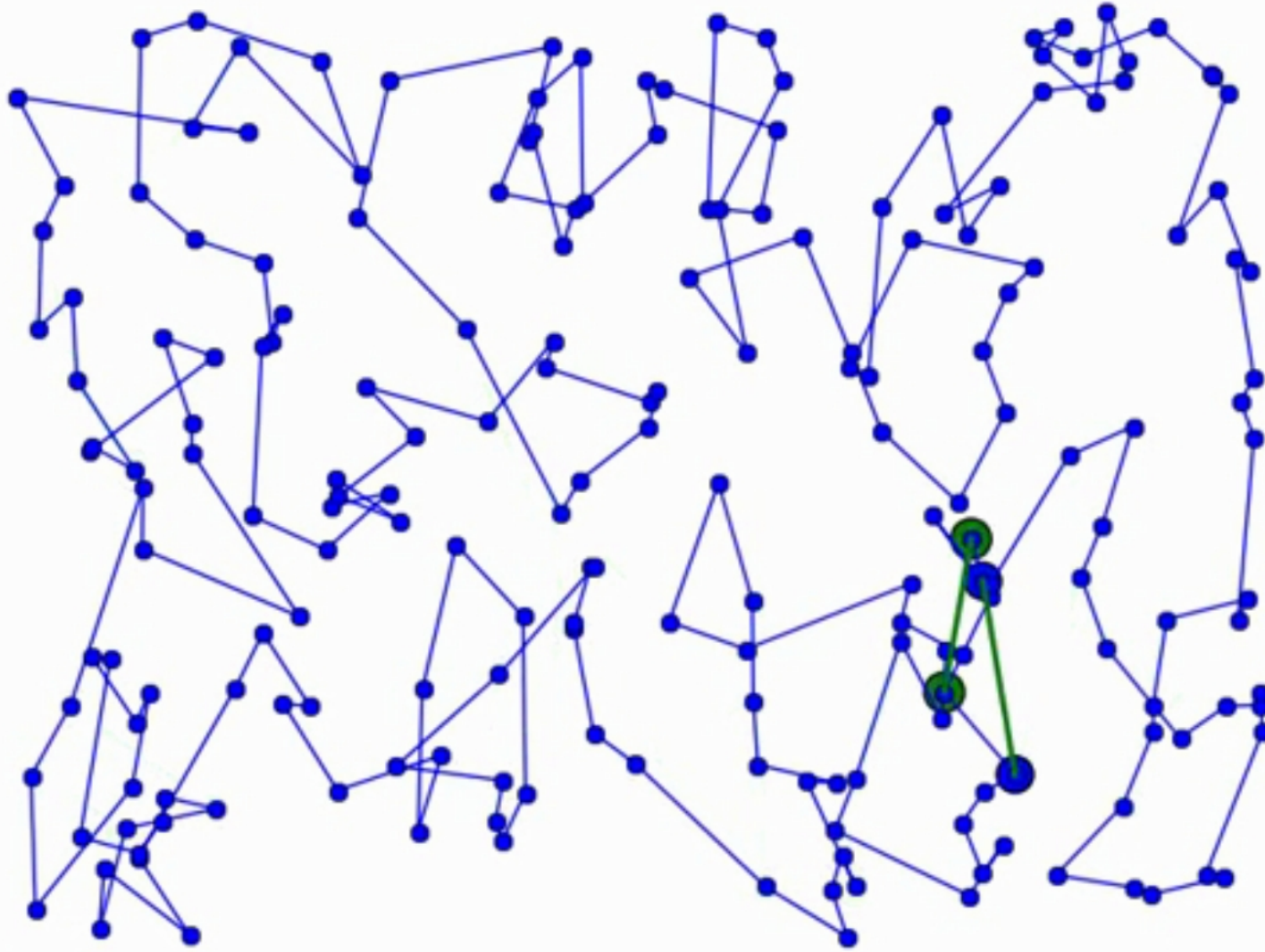
Algorytm zachłanny (*ang. greedy*): wybieramy najkrótszą drogę z aktualnego “miasta”. Wynik zależy od miasta startowego.

Losowa ścieżka (*ang. random path*): wybieramy losową drogę z aktualnego “miasta”. Wynik zależy od miasta startowego.

Algorytm 2-opt: optymalizacja parami. Dla analizowanej ścieżki zamieniamy miejscami dwa „miasta” i sprawdzamy czy uzyskujemy krótszą drogę. Zamiany wykonujemy dla każdej możliwej pary. Algorytm 2-opt zwykle stosuje się jako dodatek do innych algorytmów, np. zachłannego, czy losowego.

Zadanie algorytmiczne: problem komiwojażera

(3) 2-Opt Tour 43262.8



Algorytm „kolonia mrówek” (*ang. ant colony*): wybór drogi następuje na podstawie analizy ruchu wirtualnych mrówek, „poszukujących pożywienia”. Miasta jakie wybiera każda mrówka na swej drodze są losowe, z prawdopodobieństwem zależnym od odległości i ilości feromonu w danym mieście.

