

# Technologie sieciowe - lista 1

Wojciech Typer

## Opis programów

- **Ping** → program używany do sprawdzania dostępności hosta w sieci IP. Wysyła pakiety ICMP Echo Request do docelowego adresu IP i mierzy czas odpowiedzi. Przydatny jest do mierzenia opóźnień i sprawdza, czy host jest osiągalny.
- **Traceroute** → program używany do analizy trasy pakietu do docelowego hosta, wyświetlając kolejno przechodzone routery. Używa pakietów ICMP lub UDP z rosnącym TTL (time-to-live), aby ujawnić każdy węzeł pośredni.
- **Wireshark** → program służący do przechwytywania i analizy pakietów sieciowych. Umożliwia monitorowanie ruchu w czasie rzeczywistym, filtrowanie danych i diagnozowanie problemów sieciowych. W wersji terminalowej dostępny jako tshark.

## Pingowanie serwerów

- Serwer w Polsce - Politechnika Wrocławska

```
• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 156.17.18.10
PING 156.17.18.10 (156.17.18.10) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 156.17.18.10: icmp_seq=1 ttl=52 time=6.03 ms
64 bytes from 156.17.18.10: icmp_seq=2 ttl=52 time=5.64 ms
64 bytes from 156.17.18.10: icmp_seq=3 ttl=52 time=6.10 ms
64 bytes from 156.17.18.10: icmp_seq=4 ttl=52 time=7.91 ms

--- 156.17.18.10 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 5.638/6.418/7.907/0.877 ms
```

- Serwer google.com

```
• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 google.com
PING google.com (216.58.215.78) 56(84) bytes of data.
64 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=1 ttl=58 time=9.80 ms
64 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=2 ttl=58 time=11.8 ms
64 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=3 ttl=58 time=11.9 ms
64 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=4 ttl=58 time=11.8 ms

--- google.com ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 9.798/11.323/11.867/0.881 ms
```

- Serwer w Australii - sydney.edu.au

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 sydney.edu.au
PING sydney.edu.au (20.248.131.216) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 20.248.131.216: icmp_seq=1 ttl=105 time=270 ms
64 bytes from 20.248.131.216: icmp_seq=2 ttl=105 time=344 ms
64 bytes from 20.248.131.216: icmp_seq=3 ttl=105 time=366 ms
64 bytes from 20.248.131.216: icmp_seq=4 ttl=105 time=287 ms

--- sydney.edu.au ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 269.720/316.784/366.422/39.865 ms

```

- Serwer w Czechach - cuni.cz

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 cuni.cz
PING cuni.cz (195.113.89.35) 56(84) bytes of data.
64 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=1 ttl=53 time=17.6 ms
64 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=2 ttl=53 time=19.5 ms
64 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=3 ttl=53 time=19.6 ms
64 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=4 ttl=53 time=19.6 ms

--- cuni.cz ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3006ms
rtt min/avg/max/mdev = 17.583/19.097/19.644/0.875 ms

```

- Serwer w Chinach - fudan.edu.cn

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 fudan.edu.cn
PING fudan.edu.cn (202.120.224.81) 56(84) bytes of data.
64 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=1 ttl=221 time=407 ms
64 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=2 ttl=221 time=408 ms
64 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=3 ttl=221 time=432 ms
64 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=4 ttl=221 time=456 ms

--- fudan.edu.cn ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3127ms
rtt min/avg/max/mdev = 407.161/425.545/455.623/19.984 ms

```

- Serwer w Japonii - [www.kyoto-u.ac.jp](http://www.kyoto-u.ac.jp)

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 www.kyoto-u.ac.jp
PING dualstack.j.sni.global.fastly.net (146.75.2.132) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=1 ttl=52 time=33.8 ms
64 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=2 ttl=52 time=35.6 ms
64 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=3 ttl=52 time=35.0 ms
64 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=4 ttl=52 time=36.8 ms

--- dualstack.j.sni.global.fastly.net ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 33.757/35.258/36.750/1.078 ms

```

- Serwer w Niemczech - [www.hu-berlin.de](http://www.hu-berlin.de)

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 www.hu-berlin.de
PING webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188) 56(84) bytes of data.
64 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=1 ttl=48 time=42.2 ms
64 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=2 ttl=48 time=44.5 ms
64 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=3 ttl=48 time=42.4 ms
64 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=4 ttl=48 time=45.2 ms

--- webmania.cms.hu-berlin.de ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 42.180/43.572/45.231/1.315 ms

```

## Obserwacje:

- Liczba przeskoków (hops)
  - Najmniejsza liczba przeskoków ( $\text{hops} = 6$ ) wystąpiła w przypadku serwera Google, co może sugerować, że Google ma serwery na terenie Polski (lub w bliskiej odległości od Wrocławia).
  - Największa liczba przeskoków ( $\text{hops} = 35$ ) wystąpiła w serwerach w Chinach, co sugeruje, że pakiet przeszedł przez wiele pośrednich routerów i prawdopodobnie przez chińską sieć zaporową ("Great Firewall").
  - Serwery w sąsiednich krajach (Czechy, Niemcy) mają stosunkowo małą liczbę przeskoków, co jest zgodne z ich bliską geograficzną lokalizacją.
- Opóźnienia (time) a odległości geograficzne
  - Najkrótsze czas odpowiedzi miał serwer w Polsce (Politechniki Wrocławskiej), co jest zgodne z bliską lokalizacją geograficzną.
  - Najdłuższy czas odpowiedzi miał serwer chiński, co może być skutkiem restrykcji sieciowych w Chinach.
  - Serwer w Australii miał stosunkowo długi czas odpowiedzi, co jest zgodne z dużą odległością geograficzną.

## Maksymalny niefragmentowany pakiet

Standardowym MTU (Maximum Transmission Unit) dla sieci Ethernet wynosi 1500 bajtów.

## Pingowanie serwerów z dużymi pakietami

- Serwer google.com

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 -s 1472 google.com
PING google.com (216.58.215.78) 1472(1500) bytes of data.
1480 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=1 ttl=58 time=12.2 ms
1480 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=2 ttl=58 time=12.6 ms
1480 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=3 ttl=58 time=13.0 ms
1480 bytes from waw02s16-in-f14.1e100.net (216.58.215.78): icmp_seq=4 ttl=58 time=14.1 ms

--- google.com ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3005ms
rtt min/avg/max/mdev = 12.152/12.972/14.121/0.734 ms

```

- Serwer w Czechach - cuni.cz

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 -s 1472 cuni.cz
PING cuni.cz (195.113.89.35) 1472(1500) bytes of data.
1480 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=1 ttl=53 time=19.6 ms
1480 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=2 ttl=53 time=19.5 ms
1480 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=3 ttl=53 time=19.9 ms
1480 bytes from tarantula.is.cuni.cz (195.113.89.35): icmp_seq=4 ttl=53 time=20.4 ms

--- cuni.cz ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3006ms
rtt min/avg/max/mdev = 19.487/19.849/20.432/0.360 ms

```

- Serwer w Chinach - fudan.edu.cn

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 -s 1472 fudan.edu.cn
PING fudan.edu.cn (202.120.224.81) 1472(1500) bytes of data.
1480 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=1 ttl=221 time=407 ms
1480 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=2 ttl=221 time=429 ms
1480 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=3 ttl=221 time=452 ms
1480 bytes from news.fudan.edu.cn (202.120.224.81): icmp_seq=4 ttl=221 time=474 ms

--- fudan.edu.cn ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 406.863/440.556/474.442/25.236 ms

```

- Serwer w Japonii - www.kyoto-u.ac.jp

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 -s 1472 www.kyoto-u.ac.jp
PING dualstack.j.sni.global.fastly.net (146.75.2.132) 1472(1500) bytes of data.
1480 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=1 ttl=52 time=33.5 ms
1480 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=2 ttl=52 time=35.8 ms
1480 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=3 ttl=52 time=35.7 ms
1480 bytes from 146.75.2.132: icmp_seq=4 ttl=52 time=35.3 ms

--- dualstack.j.sni.global.fastly.net ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 33.526/35.083/35.787/0.913 ms

```

- Serwer w Niemczech - [www.hu-berlin.de](http://www.hu-berlin.de)

```

• wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ ping -c 4 -s 1472 www.hu-berlin.de
PING webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188) 1472(1500) bytes of data.
1480 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=1 ttl=48 time=44.2 ms
1480 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=2 ttl=48 time=46.9 ms
1480 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=3 ttl=48 time=49.9 ms
1480 bytes from webmania.cms.hu-berlin.de (141.20.5.188): icmp_seq=4 ttl=48 time=46.9 ms

--- webmania.cms.hu-berlin.de ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 44.215/46.975/49.922/2.020 ms

```

## Obserwacje:

- Problemy z dostarczeniem pakietów do niektórych serwerów: Na serwery Politechniki Wrocławskiej i Uniwersytetu w Sydney nie udało się przesłać tak dużych pakietów, prawdopodobnie z powodu ograniczeń MTU (Maximum Transmission Unit) lub obecności firewalli.
- Czas odpowiedzi od serwerów, które otrzymały pakiet wzrósł, co może sugerować, że większe pakiety wymagają dłuższego czasu przetworzenia przez routery.
- Liczba przeskoków (hops) pozostała taka sama, co sugeruje, że jest niezależna od rozmiaru pakietów.

## Podsumowanie pingowania

Nazwa serwera	Odległość [km]	Rozmiar [bit]	Liczba skoków (stamtąd)	Opóźnienie (stamtąd) [ms]	Liczba skoków (tam)	Opóźnienie (tam) [ms]
<a href="http://www.wroclaw.pl">www.wroclaw.pl</a>	5	100	7	12.5	8	9.6
<a href="http://www.wroclaw.pl">www.wroclaw.pl</a>	5	10000	7	14.1	8	11.1
<a href="http://www.realmadrid.com">www.realmadrid.com</a>	2000	100	6	13.1	6	12.9
<a href="http://www.realmadrid.com">www.realmadrid.com</a>	2000	10000	6	14.3	6	16.8
<a href="http://www.gov.mt">www.gov.mt</a>	1650	100	7	12.8	8	14.9
<a href="http://www.gov.mt">www.gov.mt</a>	1650	10000	7	16.2	8	16.1
<a href="http://www.kyoto-u.ac.jp">www.kyoto-u.ac.jp</a>	9000	100	12	34.8	30	17.5
<a href="http://www.kyoto-u.ac.jp">www.kyoto-u.ac.jp</a>	9000	10000	12	39.5	30	18.6
<a href="http://www.stanford.edu">www.stanford.edu</a>	9500	100	15	201.1	14	164.6
<a href="http://www.stanford.edu">www.stanford.edu</a>	9500	30000	15	223.2	14	197.3
<a href="http://www.fudan.edu.cn">www.fudan.edu.cn</a>	8200	100	26	398.4	30	47.1
<a href="http://www.fudan.edu.cn">www.fudan.edu.cn</a>	8200	10000	26	417.6	28	51.3

## Traceroute:

```
* wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ traceroute fudan.edu.cn
traceroute to fudan.edu.cn (202.120.224.81), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (192.168.100.1)  6.174 ms  6.066 ms  6.029 ms
 2 * * *
 3 host-87-99-33-89.internetia.net.pl (87.99.33.89)  9.839 ms  9.806 ms  11.943 ms
 4 JANOH001RT91.inetia.pl (83.238.249.43)  13.516 ms  14.894 ms  14.862 ms
 5 212.133.80.97 (212.133.80.97)  20.334 ms  20.512 ms  21.393 ms
 6 * * *
 7 6453-3356-sof.sp.lumen.tech (4.68.111.138)  33.727 ms  34.658 ms  34.599 ms
 8 195.219.190.69 (195.219.190.69)  194.293 ms  192.720 ms  192.544 ms
 9 if-bundle-12-2.qcore1.pye-paris.as6453.net (80.231.245.12)  186.046 ms  187.020 ms  186.947 ms
10 * * if-bundle-22-2.qcore1.pye-paris.as6453.net (80.231.154.198)  192.773 ms
11 * if-bundle-2-2.qcore2.pye-paris.as6453.net (80.231.154.27)  192.180 ms  192.057 ms
12 * if-bundle-13-2.qcore1.ldn-london.as6453.net (80.231.196.37)  191.437 ms  191.966 ms
13 * 195.219.213.139 (195.219.213.139)  192.390 ms
14 * * *
15 * * *
16 * * *
17 if-ae-0-2.tcore1.svl-santaclara.as6453.net (63.243.251.1)  305.186 ms  305.123 ms  305.066 ms
18 if-ae-0-2.tcore1.svl-santaclara.as6453.net (63.243.251.1)  305.007 ms  304.950 ms  304.896 ms
19 * if-ae-33-2.tcore1.lvw-losangeles.as6453.net (207.45.219.5)  203.831 ms  203.609 ms  203.551 ms
20 if-ae-33-2.tcore1.lvw-losangeles.as6453.net (207.45.219.5)  203.655 ms  203.609 ms  203.551 ms
21 66.110.59.182 (66.110.59.182)  203.508 ms  101.4.117.213 (101.4.117.213)  409.682 ms  66.110.59.182 (66.110.59.182)  188.042 ms
22 101.4.117.213 (101.4.117.213)  409.523 ms  101.4.114.169 (101.4.114.169)  409.479 ms  409.432 ms
23 101.4.114.169 (101.4.114.169)  409.391 ms  347.151 ms  101.4.118.41 (101.4.118.41)  335.752 ms
24 101.4.118.41 (101.4.118.41)  335.998 ms  101.4.112.70 (101.4.112.70)  338.205 ms  338.063 ms
25 101.4.112.70 (101.4.112.70)  347.906 ms  409.492 ms  409.341 ms
26 101.4.117.29 (101.4.117.29)  409.294 ms  101.4.116.117 (101.4.116.117)  409.177 ms  101.4.117.29 (101.4.117.29)  409.139 ms
27 101.4.118.249 (101.4.118.249)  409.099 ms  390.682 ms  361.812 ms
28 * 101.4.118.249 (101.4.118.249)  360.799 ms *
29 202.112.27.18 (202.112.27.18)  408.980 ms  408.864 ms  101.4.116.62 (101.4.116.62)  408.816 ms
30 * 202.112.27.18 (202.112.27.18)  408.752 ms  408.711 ms
```

Najdłuższa trasa, jaką udało mi się znaleźć za pomocą programu traceroute, dociera do Chin, na serwer uniwersytetu w Fudan. W niektórych



punktach (np. 14, 15, 16) widzimy, że router nie odpowiedział na zapytanie, co może świadczyć o tym, że pakiet przeszedł przez sieci wirtualne (sieć VPN lub firewall, który nie odpowiada na ICMP).

```
wojteq18@Vostok:~/Uni/TS/Lab$ traceroute 156.17.18.11
traceroute to 156.17.18.11 (156.17.18.11), 30 hops max, 60 byte packets
 1  _gateway (192.168.100.1)  4.183 ms  5.293 ms  5.220 ms
 2  * * *
 3  host-87-99-33-89.internetia.net.pl (87.99.33.89)  9.034 ms  11.190 ms  11.170 ms
 4  83-238-249-150.static.inetia.pl (83.238.249.150)  11.193 ms  11.364 ms  11.343 ms
 5  wct-rtr-v980.wask.wroc.pl (156.17.251.1)  11.355 ms  11.337 ms  11.605 ms
 6  156.17.252.52 (156.17.252.52)  11.717 ms  6.581 ms  6.455 ms
 7  * * *
 8  156.17.147.253 (156.17.147.253)  96.087 ms  96.068 ms  96.001 ms
```

Zgodnie z intuicją i wcześniejszymi wynikami, droga na serwer Politechniki Wrocławskiej zbadanej przez program Traceroute jest znacznie krótsza, choć wciąż natrafia na routery, które nie odpowiadają na zapytania ICMP.

### Wireshark:

Program WireShark (w wersji terminalowej tshark) pozwala na przesłanie wiadomości do innego urządzenia działającego w tej samej sieci:

- na urządzeniu nadawcy:

```
> echo -n "hej :)" | nc -u 192.168.100.14 12345
```

- na urządzeniu odbiorcy:

```
> sudo tshark -i any -f "udp port 12345" -T fields -e data
```

Odbiorca otrzyma wiadomość w zapisie heksadecymalnym, co jest zgodne z protokołem UDP. W prosty sposób może ją jednak zdekodować do postaci tekstowej:

```
> echo -n "68656a203a29" | xxd -r -p
> hej :)
```

### Wnioski:

- **Ping** umożliwia szybką weryfikację osiągalności danego hosta, a także pomiar opóźnienia dwukierunkowego (RTT).
- **Wielkość pakietu** w istotny sposób przekłada się na opóźnienia. Zbyt duże pakiety wymagają fragmentacji, co może wydłużać RTT lub powodować brak odpowiedzi, zwłaszcza jeśli fragmentacja jest zabroniona (flaga DF).
- **Największy niepofragmentowany pakiet** z reguły odpowiada wartości MTU dla danej ścieżki. W powyższych testach wyniósł on typowe 1500 bajtów ( $1472 + 28$ ).
- **Traceroute** obrazuje poszczególne routery na trasie, co znacząco ułatwia diagnozowanie problemów związanych z routingiem lub identyfikowanie źródeł opóźnień.
- **Wireshark** pozwala na dogłębną obserwację przesyłanych pakietów (w tym procesu fragmentacji) i analizę szczegółów takich jak nagłówki czy flagi, co sprzyja precyzyjnemu diagnozowaniu usterek.
- Odległość geograficzna wpływa na zwiększenie liczby *skoków* i czas RTT. Dla serwerów położonych daleko wartość opóźnienia i liczba węzłów pośrednich rosły znacznie bardziej niż dla serwerów bliższych.
- **Asymetryczność tras** występuje często na skutek różnych polityk routingu stosowanych przez operatorów – obserwowano to w kilku spośród przeprowadzonych testów.

Reasumując, narzędzia **Ping**, **Traceroute** i **Wireshark** stanowią spójny zestaw do diagnostyki sieci:

- **ping** – zapewnia szybką weryfikację dostępności hosta i pomiar opóźnienia,
- **traceroute** – pozwala ustalić dokładną drogę pakietu i zidentyfikować ewentualne wąskie gardła,
- **Wireshark** – służy do szczegółowej analizy ruchu sieciowego, włączając w to fragmentację pakietów oraz informacje zawarte w nagłówkach.