

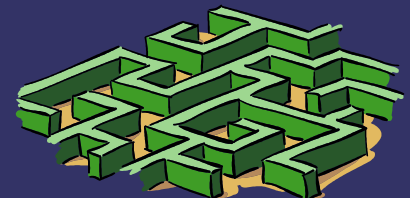
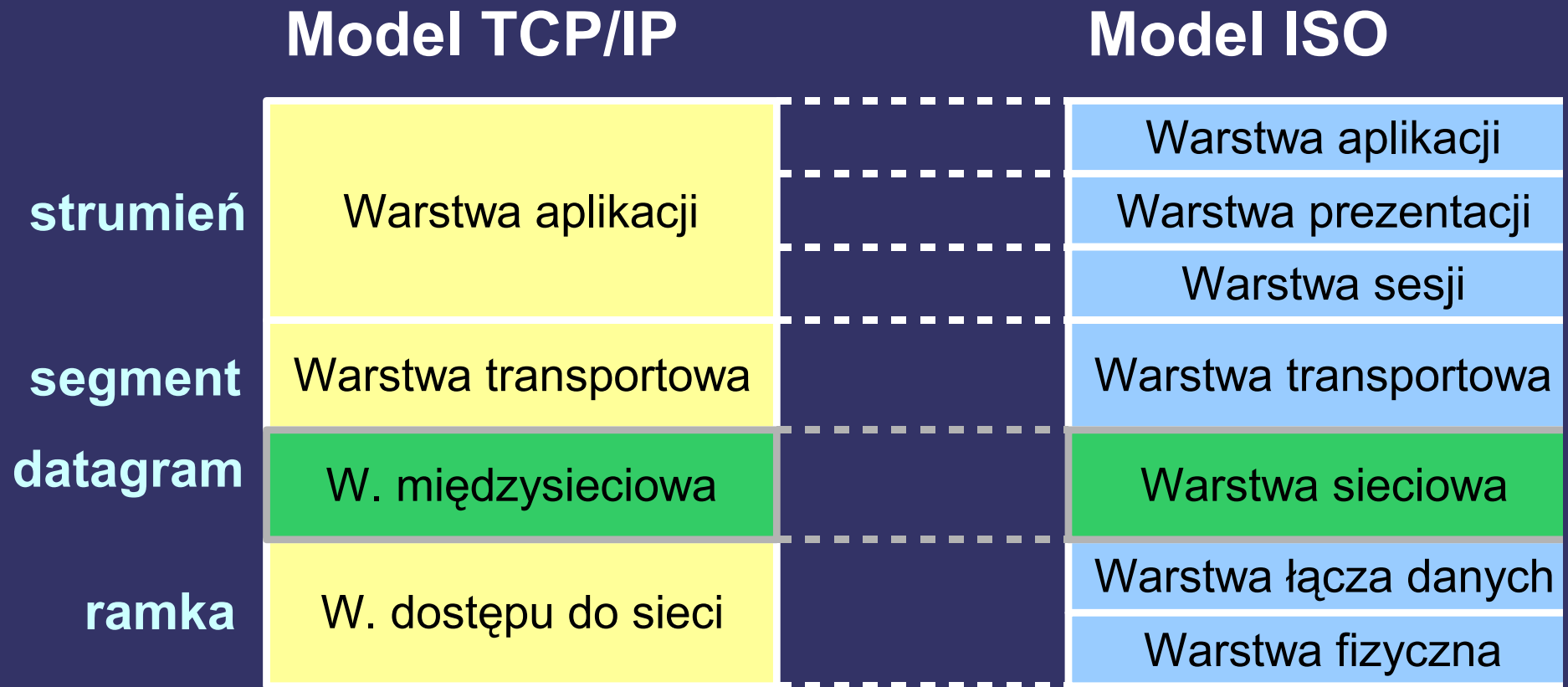
Sieci Telekomunikacyjne

Warstwa sieciowa na przykładzie protokołu IP

Karol Kozłowski

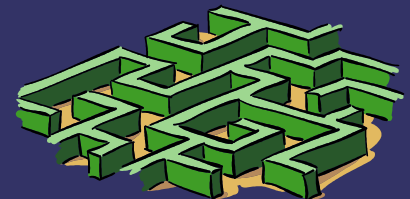


Czym jest warstwa sieciowa?



Podstawowe zadania warstwy

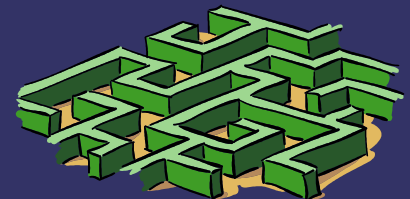
- ⇒ odnajdywanie adresów
- ⇒ Dostarczanie pakietu z komputera źródłowego do komputera docelowego – znajdowanie trasy (routing)
- ⇒ fragmentacja
- ⇒ QoS (Quality of Service)



Protokół ARP

(Address Resolution Protocol)

- ⇒ “pomost” pomiędzy warstwą sieciową a warstwą łącza danych (MAC <-> IP)
- ⇒ Schemat działania:
 - odpytanie
who has 192.168.0.1 tell 192.168.0.5
 - odpowiedź
192.168.0.1 is at 00:11:aa:bb:cc:dd



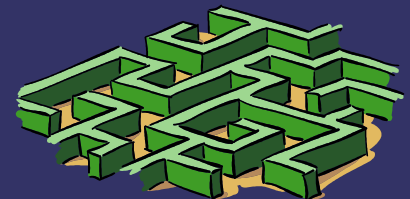




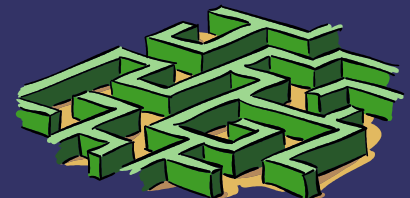
Protokół IP

(Internet Protocol)

- ⇒ Zadania protokołu:
- enkapsuluje datagramy IP w ramki, które transmitowane są poprzez sieć
 - udostępnia podstawowe usługi dostarczania datagramów, na których opiera się działanie TCP/IP
 - zapewnia fragmentację i składanie datagramów
 - jest protokołem bezpołączeniowym



Budowa nagłówka datagramu IPv4



(Untitled) - Ethereal

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help

Filter: + Expression... Wyczyść Zastosuj

No. .	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	172.16.0.2	194.187.144.5	DNS	Standard query A www.wp.p
2	0.002982	194.187.144.5	172.16.0.2	DNS	Standard query response A
3	0.003211	172.16.0.2	212.77.100.101	TCP	54348 > http [SYN] Seq=0
4	0.172018	212.77.100.101	172.16.0.2	TCP	http > 54348 [SYN, ACK] S
5	0.172077	172.16.0.2	212.77.100.101	TCP	54348 > http [ACK] Seq=1
6	0.172135	172.16.0.2	212.77.100.101	HTTP	GET / HTTP/1.1
7	0.350835	212.77.100.101	172.16.0.2	TCP	http > 54348 [ACK] Seq=1
8	0.398379	212.77.100.101	172.16.0.2	TCP	[TCP segment of a reassem

Frame 4 (74 bytes on wire, 74 bytes captured)

Ethernet II, Src: EpsgEthe_11:0d:c6 (00:11:1e:11:0d:c6), Dst: waski (00:11:2f:02:ba:1c)

Internet Protocol, Src: 212.77.100.101 (212.77.100.101), Dst: 172.16.0.2 (172.16.0.2)

Version: 4
Header length: 20 bytes

Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
Total Length: 60
Identification: 0x0000 (0)
Flags: 0x04 (Don't Fragment)
Fragment offset: 0
Time to live: 53
Protocol: TCP (0x06)
Header checksum: 0x60f7 [correct]
Source: 212.77.100.101 (212.77.100.101)
Destination: 172.16.0.2 (172.16.0.2)

Transmission Control Protocol, Src Port: http (80), Dst Port: 54348 (54348), Seq: 0, Ack: 1, Len: 0

```

0000  00 11 2f 02 ba 1c 00 11 1e 11 0d c6 08 00 45 00  ..//....E.
0010  00 3c 00 00 40 00 35 06 60 f7 d4 4d 64 65 ac 10  <...@.5. `..Mde..
0020  00 02 00 50 d4 4c 00 c1 30 ab 53 0c 17 d4 a0 12  ...P.L..0.S..M..
0030  16 a0 12 81 00 00 02 04 05 b4 04 02 08 0a 4f 84  .....0.
0040  1b 46 00 aa 5e 3a 01 03 03 00  .F..^:..

```

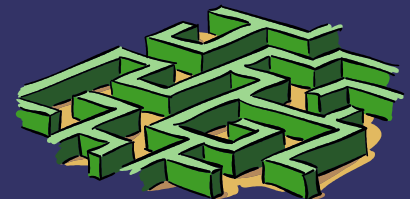
Internet Protocol (ip), 20 bytes

P: 398 D: 398 M: 0 Drops: 0



Adresowanie w protokole IP

- ⇒ IPv4 – adresowanie 32 bitowe
 - $256 \times 256 \times 256 \times 256 = 4\,294\,967\,296$ adresów
- ⇒ jedno urządzenie \neq jeden adres
- ⇒ klasy adresów



Adresowanie w protokole IP c.d.

klasy adresów

Klasa	Pierwszy bajt (dec)	Pierwszy bajt (bin)	Pojemność
A	1 do 126	00000001 do 01111110	2^{24}
B	128 do 191	10000000 do 10111111	2^{16}
C	192 do 223	11000000 do 11011111	2^8
D (multicast)	224 do 239	11100000 do 11101111	
E (zarezerwowane)	240 do 255	11110000 do 11111111	



Adresowanie w protokole IP c.d.

adresy prywatne

⇒ Adresy nieroutowalne (prywatne)

- klasy A

10.0.0.0

- klasy B

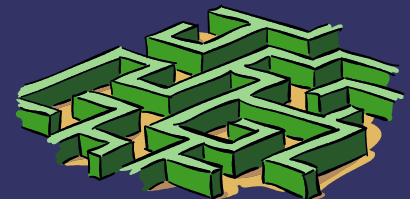
172.16.0.0 do 172.31.0.0

- klasy C

192.168.0.0 do 192.168.255.0

- Microsoft

169.254.0.0



Adresowanie w protokole IP c.d.

adrsy specjalne

- ⇒ Adres sieci
 - np 1.0.0.0 (najniższy z puli)
- ⇒ Adres rozgłoszeniowy (broadcast)
 - np 1.255.255.255 (najwyższy z puli)
- ⇒ Adres zwrotny (w. łącza danych)
 - 127.0.0.1
- ⇒ Inne
 - 224.0.0.1 – wszystkie systemy
 - 224.0.0.2 – wszystkie routery



Adresowanie w protokole IP c.d.

podział sieci

⇒ Podsieć klasy C – 254 hosty

(A – 16 777 216 hostów)

⇒ 192.168.0.0 – 192.168.0.255

⇒ Podział sieci

- maska - pojemność (pod)sieci

- 192.168.0.0/255.255.255.0

- 192.168.0.0/24

- 192.168.0.0 / 26

- 192.168.0.62 / 26

255.255.255.192

- 192.168.0.63 / 26

- 192.168.0.127 / 26

- 192.168.0.128 / 26

- 192.168.0.191 / 26

- 192.168.0.192 / 26

- 192.168.0.255 / 26



Adresowanie w protokole IP c.d.

podział sieci

⇒ Adres IP (192.168.134.228)

- 11000000.10101000.10000110.11100100

⇒ Maska (255.255.252.0)

- 11111111.11111111.11111100.00000000

- 192.168.134.229 i 192.168.135.15 należą do tej samej podsieci

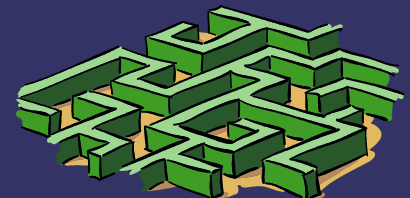


Protokół IPv6

- ⇒ dodano zmiany f formacie nagłówka
- ⇒ przestrzeń adresowa 32 -> 128 bit
- ⇒ wydajny i hierarchiczny sposób routingu
- ⇒ automatyczne adresowanie węzłów
- ⇒ umożliwiono wprowadzanie późniejszych modyfikacji
- ⇒ wprowadzono priorytety i implementację QoS
- ⇒ możliwość wprowadzenia mechanizmów uwierzytleniania i autoryzacji



Budowa nagłówka datagramu IPv6



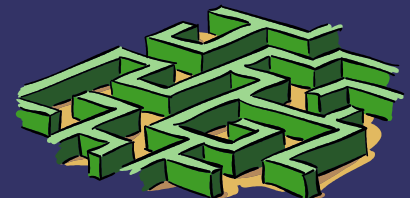
Porównanie IPv4 i IPv6

- ➔ Adresy źródłowy i docelowy opisane na 32 bitach
- ➔ IP Security – opcjonalne
- ➔ Routery nie identyfikują usług przekazywanych w nagłówku IPv4
- ➔ Adresy źródłowy i docelowy opisane na 32 bitach
- ➔ IP Security – wymagane
- ➔ Identyfikacja usług QoS zdefiniowana w nagłówku IPv6 i jest wykorzystywana przez routery



Porównanie IPv4 i IPv6

- ➔ Fragmentacja dozwolona przez hosty wysyłające jak i routery
 - ➔ nagłówek zawiera sumę kontrolną i pola rozszerzeń
 - ➔
- ➔ Fragmentacja tylko w hostach wysyłających
 - ➔ nagłówek nie zawiera sumy kontrolnej a pola rozszerzeń są przeniesione do nagłówków dodatkowych

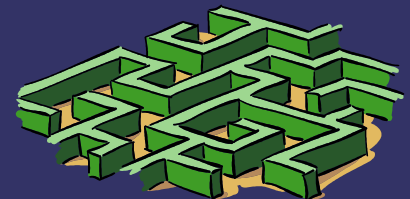


Protokół ICMP

(Internet Control Management Protocol)

➔ Zadania:

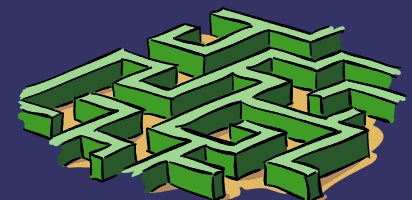
- wymiana informacji o stanie sieci
- realizuje sterowanie przepływem
- wykrywanie nieosiągalnych miejsc przeznaczenia
- informacje o lepszych trasach
- sprawdza sprawność oddalonego systemu



```
[14:24:10] waski ~ # ping 172.16.0.1 -c 9
PING 172.16.0.1 (172.16.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.264 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.225 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.248 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.238 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.248 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.219 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.258 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.219 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.260 ms

--- 172.16.0.1 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.219/0.242/0.264/0.018 ms
[14:24:20] waski ~ # ping 172.16.0.1 -s 4096 -c 9
PING 172.16.0.1 (172.16.0.1) 4096(4124) bytes of data.
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.35 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.31 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.28 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.31 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.27 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.32 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.29 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.31 ms
4104 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=9 ttl=64 time=1.28 ms

--- 172.16.0.1 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8033ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.275/1.305/1.353/0.033 ms
[14:24:44] waski ~ #
```



KONIEC

