

Jak dzielić sieci na podsieci

Autor: Rot13.

Wersja z dnia 19 sierpnia 2007r.

Do użytku grupowego.

1. Przedmowa¹

Niestety, drogi Czytelniku, to, co w tej chwili czytasz jest do ... niczego. Miało być krótkie — wyszło straszliwie długie. Miało być jasne — jest zagmatwane i mętne. Po prostu klęska. A przecież oczekiwałeś krótkiego i prostego wytłumaczenia, jak się dzieli sieć na podsieci. Ale krótkiego i prostego wytłumaczenia nie będzie, będzie długie i zagmatwane, a co najgorsze — strasznie nudne. Cóż, jak się nie ma co się lubi to się lubi co się ma. Zapraszam więc do przeczytania.

2. Dla przypomnienia trochę teorii...

2.1. Adres IP

Adres IP składa się z 32 bitów. Dla wygody te 32 bity dzieli się na grupy po 8 bitów, a ponieważ 8 bitów to bajt, więc adres IP składa się z 4 bajtów. Można to zapisać tak:

bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb . Żeby było wygodniej, bity zamienia się na liczby dziesiętne i zapisuje oddzielając kropkami. Np. adres zapisany binarnie 11000000.10101000.00000000.00000001 zapisuje się dziesiętnie jako 192.168.0.1 .

2.2. Część sieciowa i hostowa

W adresie IP można wyróżnić część sieciową i część hostową. Część sieciowa jest w lewej części adresu, a hostowa w prawej:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP	bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbb	bbbb

Oczywiście liczba bitów części sieciowej plus liczba bitów części hostowej musi być równa 32.

2.3. Maski sieci

Z częścią sieciową i hostową związana jest maska sieci (netmask). Maska sieci to 32 bity, które w części sieciowej mają same jedyńki, a w części hostowej same zera:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP	bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbb	bbbb
Netmask	11111111.11111111.11111111.111	0000

Również tutaj dla wygody zamienia się liczby dwójkowe na dziesiętne, np. podaną maskę 11111111.11111111.11111111.11100000 można zapisać dziesiętnie jako 255.255.255.224. Istnieje też standard zapisu maski jako liczby bitów „jedynekowych”, w tym wypadku takich bitów jest 27, więc maskę 255.255.255.224 można zapisać jako /27. Czyli maska zapisana binarnie jako 11111111.11111111.11111111.11100000, lub dziesiętnie jako 255.255.255.224 lub skrótowo jako /27 to jedna i ta sama maska.

¹Przedmowę dodałem dla zwiększenia „naukowości” tego „dzieła naukowego”. Można by dodać jeszcze wstęp, spis treści, spis tabel, indeks, słowniczek ważniejszych terminów itp.; wszystko zgodnie z regułami tworzenia prac naukowych podanych przez pewnego niezapomnianego Profesora.

Trzeba tutaj dodać, że maska służy właśnie do oddzielania części sieciowej od hostowej. Gdyby jej nie było, to nie byłoby wiadomo, gdzie jest część sieciowa, a gdzie hostowa.

2.4. Adres podsieci

Adres podsieci to adres IP identyfikujący daną podsieć. W adresie podsieci w części hostowej są same zera:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP	bbbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbb	bbbbb
Netmask	11111111.11111111.11111111.111	00000
Adres podsieci	bbbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbb	00000

2.5. Broadcast

Zwany jest po polsku adresem rozgłoszeniowym. W broadcastcie w części hostowej są same jedynki:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP	bbbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbb	bbbbb
Netmask	11111111.11111111.11111111.111	00000
Adres podsieci	bbbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbb	00000
Broadcast	bbbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbb	11111

2.6. Gateway

Gateway, czyli brama, przez którą pakiety IP będą wychodziły w świat. Na zajęciach jako zasadę przyjęliśmy, że adres gatewaya jest o jeden mniejszy niż adres broadcastu. Np. gdy adres broadcastu jest 192.168.0.255, to adres gatewaya jest 192.168.0.254. Oczywiście to tylko zasada, bo adres gatewaya może być właściwie dowolny, pod warunkiem, że należy do danej podsieci.

2.7. Jak te parametry od siebie zależą

Adres IP hosta, netmaska, adres sieci, broadcast (i gateway) są ze sobą powiązane. Powiedzmy, że mamy adres IP hosta równy 10.65.189.75 i maskę sieciową /25. Na podstawie tych danych można wyliczyć wszystkie pozostałe parametry. No to liczymy. Na początku zamieniamy adres IP dziesiętny na binarny:

Adres IP hosta = 10.65.189.75 = 00001010.01000001.10111101.01001011

Skoro netmaska jest /25, to część sieciowa (zawierająca jedynki) ma 25 bitów, a część hostowa (zawierająca zera) ma $32-25=7$ bitów. Tak samo część sieciowa adresu hosta ma 25 bitów, a część hostowa ma 7 bitów. Czyli część sieciowa adresu hosta to 00001010.01000001.10111101.0, a część hostowa adresu hosta to 1001011.

Można też zapisać maskę dziesiętnie:

Netmaska /25 = 11111111.11111111.11111111.10000000 = 255.255.255.128.

Dla wygody zapisujemy te adresy pod sobą:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP hosta	00001010.01000001.10111101.0	1001011
Netmask	11111111.11111111.11111111.1	0000000

Teraz trzeba wyliczyć adres podsieci i broadcastu. Oczywiście w tych adresach części sieciowe i hostowe mają taką samą długość jak w adresie hosta:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP hosta	00001010.01000001.10111101.0	1001011
Netmask	11111111.11111111.11111111.1	0000000
Adres podsieci	bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.b	bbbbbbb
Broadcast	bbbbbbbb.bbbbbbbb.bbbbbbbb.b	bbbbbbb

Adres podsieci i broadcastu liczy się tak. Część sieciową adresu hosta przepisujemy bez zmian do części sieciowej adresu podsieci oraz do części sieciowej adresu broadcastu:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP hosta	00001010.01000001.10111101.0	1001011
Netmask	11111111.11111111.11111111.1	0000000
Adres podsieci	00001010.01000001.10111101.0	bbbbbbb
Broadcast	00001010.01000001.10111101.0	bbbbbbb

W części hostowej adresu podsieci muszą być same zera, a w części hostowej adresu broadcastu muszą być same jedyńki:

	część sieciowa	część hostowa
Adres IP hosta	00001010.01000001.10111101.0	1001011
Netmask	11111111.11111111.11111111.1	0000000
Adres podsieci	00001010.01000001.10111101.0	0000000
Broadcast	00001010.01000001.10111101.0	1111111

Mamy już wszystkie adresy, są one w postaci binarnej, więc można je zapisać w postaci dziesiętnej:

Adres IP hosta = 00001010.01000001.10111101.01001011 = 10.65.189.75

Netmask = 11111111.11111111.11111111.10000000 = 255.255.255.128

Adres podsieci = 00001010.01000001.10111101.00000000 = 10.65.189.0

Broadcast = 00001010.01000001.10111101.01111111 = 10.65.189.127

Na koniec trzeba obliczyć adres gatewaya. Jest on o jeden mniejszy od adresu broadcastu, czyli wynosi 10.65.189.126.

3. Liczba hostów decyduje o masce i adresie sieci

Maski sieciowej i adresu sieci nie można przyjmować dowolnie, ich wartości zależą od liczby hostów w danej podsieci, a dokładniej od maksymalnej liczby adresów IP w tej podsieci.

(Dla jasności: piszę tutaj „maksymalna liczba adresów IP”, dalej „liczba możliwych adresów IP”, jeszcze dalej „liczba adresów IP”. Jest to jedno i to samo! Mam na myśli maksymalną liczbę adresów (nie hostów), jaka się może zmieścić w danej podsieci. Nie jest ważne, czy wykorzystamy wszystkie te adresy, czy może tylko cztery (jeden host, adres sieci, broadcast, gateway). Po prostu musimy zrobić podsieć, w której zmieści się ta „maksymalna liczba adresów IP”.)

3.1. Zależność między liczbą hostów a liczbą możliwych adresów IP

Liczbę możliwych adresów IP w danej podsieci oblicza się tak:

1. do podanej w zadaniu liczby hostów „H” dodaj liczbę 3 (ponieważ muszą być trzy dodatkowe adresy na adres podsieci, broadcastu i gatewaya); w wyniku otrzymałeś liczbę „A” potrzebnych adresów IP

2. jeśli liczba „A” jest potęgą dwójki (czyli wynosi 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, ...) to przejdź do następnego punktu; jeśli nie jest, to zamień liczbę „A” na najbliższą liczbę będącą potęgą dwójki (ale „w górę”), np. jeśli $A=13$, to zamieniamy ją na $A=16$
3. otrzymana liczba „A” jest liczbą możliwych adresów IP w danej podsieci, czyli mówi, ile w danej podsieci można używać adresów IP (maksymalna liczba hostów jest mniejsza o 3 od tej liczby).

Od otrzymanej liczby możliwych adresów IP zależy maska i adres sieci.

3.2. Zależność między liczbą adresów IP w podsieci a maską

Wartość maski, czyli liczba jedynek i zer w masce zależy od liczby adresów IP w danej podsieci. Liczbę zer w masce oblicza się tak:

1. z podanej w zadaniu liczby hostów „H” oblicz liczbę możliwych adresów IP „A” w sposób podany powyżej
2. znajdź taką liczbę „N”, że $2^N = A$. (Czyli odpowiedz na pytanie „do jakiej potęgi trzeba podnieść dwójkę, aby otrzymać liczbę A?”) Np. jeśli $A=16$, to $N=4$, bo $2^4 = 16$.
3. otrzymana liczba N to liczba zer (zer binarnych) w masce sieciowej.

Przykład. Jest podsieć w której musi być 12 hostów. Jaka będzie maska?

Rozwiązanie: Do 12 dodajemy 3 i otrzymujemy 15. Ponieważ 15 nie jest potęgą dwójki, więc zamieniamy ją na najbliższą potęgą dwójki (w górę), czyli 16. Do jakiej liczby należy podnieść dwójkę aby otrzymać 16? Do czwórki, bo $2^4 = 16$. Czyli w masce będą cztery zera i $32-4=28$ jedynek. Czyli maska będzie równa $11111111.11111111.11111111.11110000 = 255.255.255.240$

Przykład. Podsieć z 1000 hostów. Jaka będzie maska?

Rozwiązanie. $1000+3=1003$. Zwiększamy do najbliższej potęgi dwójki, czyli do 1024. Mamy $2^N = 1024$. Czyli $N=10$. W masce będzie 10 zer i $32-10=22$ jedynek. Czyli maska będzie równa $11111111.11111111.11111100.00000000 = 255.255.252.0$

Przykład. Podsieć z 61 hostami. Jaka będzie maska?

Rozwiązanie. $61+3=64$. 64 jest potęgą dwójki. Mamy $2^N = 64$. Czyli $N=6$. Czyli w masce będzie 6 zer i $32-6=26$ jedynek. Czyli maska będzie równa $11111111.11111111.11111111.11000000 = 255.255.255.192$

Zauważ, że to „zaokrąglanie” w górę powoduje, że podsieci mające różną liczbę hostów mogą mieć tą samą maksymalną liczbę adresów IP, a więc tą samą maskę. Przykładowo podsieci mające 510, 550, 600, 700, 800, 900, 1000, 1021 hostów mają tą samą liczbę maksymalnych adresów IP w podsieci: 1024 adresy, więc także mają tą samą maskę: $255.255.252.0$.

3.3. Zależność między liczbą adresów w podsieci a adresem sieci

(Ta część jest bardzo ważna, i chyba najtrudniejsza do zrozumienia. Ale trzeba ją dobrze zrozumieć, bo na podstawie adresu podsieci będziemy dalej wyliczali adres broadcastu i gatewaya. Jeśli nie będziesz umiał wyliczyć adresu podsieci, to nie rozwiążesz zadania.)

Jeżeli liczbę hostów przerobimy tak jak poprzednio, to dostaniemy liczbę „A” adresów IP w danej sieci. Ta liczba adresów jest zawsze potęgą dwójki. Teraz bardzo ważna sprawa: adres podsieci jest wielokrotnością liczby „A” adresów IP w danej podsieci. Czyli jeśli tych adresów jest A , to adres sieci może być równy $0 \cdot A$, $1 \cdot A$, $2 \cdot A$, $3 \cdot A$, $4 \cdot A$ itd. Co to oznacza wytłumaczę

na przykładach:

Przykład. Pula adresowa 192.168.0.0 - 192.168.0.223. Mamy zrobić sieć (podsieć) zawierającą 32 adresy IP ($A=32$). Jakie mogą być adresy tej podsieci?

Rozwiązanie. Ponieważ liczba adresów $A=32$, więc adresy podsieci muszą być wielokrotnością 32. Wielokrotności 32 to 0, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224, 256, 288, 320, ... Czyli adresy podsieci mogą być takie:

192.168.0.0,
192.168.0.32,
192.168.0.64,
192.168.0.96,
192.168.0.128,
192.168.0.160,
192.168.0.192.

A czy może być kolejny adres, czyli 192.168.0.224? Nie, nie może, bo jest on już poza pulą adresową. Podobnie wszystkie kolejne wyższe adresy też będą już poza pulą adresową. (Zauważ, że trzy pierwsze „grupy adresowe” (192.168.0) przepisujemy bez zmian z puli adresowej)

Przykład. Pula adresowa 160.140.130.120 - 160.140.130.205. Mamy zrobić podsieć zawierającą 64 adresy IP. Jakie mogą być adresy tej podsieci?

Rozwiązanie. Ponieważ liczba adresów jest równa 64, więc adresy podsieci muszą być wielokrotnością 64. Wielokrotności 64 to 0, 64, 128, 192, 256, 320, ... Teraz sprawdzamy po kolei adresy podsieci będące wielokrotnością 64:

160.140.130.0 — jest poza pulą adresową, więc go odrzucamy.
160.140.130.64. — jest poza pulą adresową, więc go odrzucamy.
160.140.130.128 — mieści się w puli, więc jest dobry.
160.140.130.192 — mieści się w puli, więc też jest dobry.
160.140.130.256 — jest poza pulą adresową, i wszystkie kolejne adresy też będą poza pulą.
Ostatecznie tylko dwa adresy podsieci będą dobre: 160.140.130.128 oraz 160.140.130.192.

Przykład. Pula adresowa 64.12.18.80 - 64.12.18.100. Znaleźć adresy podsieci zawierających 128 adresów IP.

Rozwiązanie. Adresy podsieci będą wielokrotnościami 128. Takie wielokrotności to 0, 128, 256, 384, ... Sprawdzamy adresy podsieci:

64.12.18.0 — jest „przed” pulą adresową, odrzucamy go.

64.12.18.128 — jest „za” pulą adresową, odrzucamy go.

Wszystkie kolejne adresy też będą poza pulą. Czyli w tej puli adresowej nie da się wyznaczyć adresu podsieci zawierającej 128 adresów IP.

Widać, że w tych przykładach wielokrotności liczby adresów IP wpisywaliśmy zawsze w ostatniej „grupie adresowej” ($x.x.x.wielokrotność$), zaś trzy pierwsze grupy ($x.x.x.$) przepisywaliśmy z puli adresowej. Tak jest dla liczby adresów IP nie większej od 256. Ale co będzie, gdy mamy utworzyć podsieć o liczbie adresów IP równej 256, 512, 1024 lub np. 16384? Wtedy przed dalszymi obliczeniami należy podzielić tę liczbę adresów IP przez 256. Otrzymany wynik traktujemy jako „nową” liczbę adresów, ale w adresie podsieci wielokrotność tej liczby nie będzie w ostatniej „grupie adresowej”, tylko w przedostatniej, a w ostatniej będzie zero; czyli adres będzie miał postać $x.x.wielokrotność.0$. Dwie pierwsze „grupy adresowe” przepisujemy z puli. Dosyć to zagmatwane, więc wytłumaczę na przykładach:

Przykład. Pula adresowa 192.168.0.0 - 192.168.23.255. Mamy zrobić podsieć zawiera-

jąca 1024 adresy IP. Znaleźć możliwe adresy takiej podsieci.

Rozwiązanie. Liczba adresów IP wynosi 1024, jest to więcej niż 256, dlatego też tę liczbę należy podzielić przez 256^2 . Dzielimy: $1024/256 = 4$. Otrzymaliśmy liczbę 4, której wielokrotności są takie: 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, ... Te wielokrotności będą możliwymi adresami podsieci, ale w przedostatniej (drugiej od prawej) „grupie adresowej”. Adres podsieci będzie miał więc postać $x.x.wielokrotność.0$. Czyli adresy podsieci mogą być takie:

192.168.0.0,
192.168.4.0,
192.168.8.0,
192.168.12.0,
192.168.16.0,
192.168.20.0,
192.168.24.0,
192.168.28.0,
192.168.32.0 itd.

Teraz trzeba sprawdzić, które z nich należą do puli adresowej. Do puli należą:

192.168.0.0,
192.168.4.0,
192.168.8.0,
192.168.12.0,
192.168.16.0,
192.168.20.0

i są to wszystkie możliwe adresy podsieci zawierającej 1024 adresy IP w podanej puli adresowej. (Następny możliwy adres: 192.168.24.0 jest już poza pulą.)

Przykład. Pula adresowa 10.20.30.0 - 10.20.36.255. Mamy zrobić sieć zawierającą 256 adresów IP. Jakie są możliwe adresy takiej podsieci?

Rozwiązanie. Liczba adresów IP wynosi 256, jest to „większe lub równe” od 256, więc należy ją podzielić przez 256. Dzielimy: $256/256 = 1$. Otrzymaliśmy jedynekę. Wielokrotności jedynki są takie: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ... Adres podsieci będzie miał postać: $x.x.wielokrotność.0$. Gdy się zastanowić, to pierwszym możliwym adresem podsieci jest 10.20.30.0, następnym: 10.20.31.0, potem 10.20.32.0, 10.20.33.0, 10.20.34.0, 10.20.35.0, zaś ostatnim możliwym jest 10.20.36.0. Ale czy na pewno adres 10.20.36.0 jest dobry, przecież pula adresowa kończy się na 10.20.36.255? Tak, jest dobry, bo 36.0 jest przed 36.255, podobnie jak na liczniku samochodowym stan „kilometrów 36 metrów 0” jest przed stanem „kilometrów 36 metrów 255” :-)

Przykład. A gdyby w poprzednim przykładzie pula adresowa była taka: 10.20.30.40 - 10.20.36.0, to jaki byłby pierwszy możliwy adres podsieci zawierającej 256 adresów IP?

Rozwiązanie. Czy pierwszy możliwy adres z poprzedniego rozwiązania: 10.20.30.0 jest w puli? Nie, bo pula zaczyna się od 10.20.30.40 (czyli dozwolony odcinek zaczyna się od „kilometrów 30 metrów 40”, a my jesteśmy dopiero na „kilometrze 30 metrów 0”). Czyli pierwszym możliwym adresem podsieci jest 10.20.31.0. A czy ostatni adres podsieci: 10.20.36.0 jest dobry? Tak, jest dobry, ponieważ jest w puli adresowej³.

Kolejne zagadnienie. Jeżeli w wyniku dzielenia przez 256 otrzymamy liczbę większą-równą od

²Gdyby była równa 256, to też należałoby ją podzielić przez 256 — patrz następne zadanie

³To, że za tym adresem nie ma już miejsca na adresy hostów, nie ma na razie znaczenia — szukamy tylko adresów podsieci należących do puli, bez względu na to, czy ta sieć zmieści się w puli. Tym się zajmniemy później.

256 to należy ją jeszcze raz podzielić przez 256. W wyniku otrzyma się jakąś liczbę. Należy obliczyć wielokrotności tej liczby, te wielokrotności będą możliwymi adresami sieci w drugiej „grupie adresowej” (drugiej od lewej). W takim wypadku adres podsieci będzie miał postać $x.wielokrotność.0.0$.

Przykład. Pula adresowa 10.20.30.40 - 10.25.255.255. Podać pierwszy możliwy adres podsieci zawierającej 131072 adresy IP (Dla ułatwienia: $131072 = 2^{17}$).

Rozwiązanie. $131072/256 = 512$, $512/256 = 2$. Czyli adres podsieci będzie wielokrotnością dwójki w drugiej od lewej „grupie adresowej” (będzie miał postać $x.wielokrotność.0.0$). Wielokrotności dwójki to 0, 2, 4, 6, 8, ... Widać, że pierwszym możliwym adresem powyżej 10.20.30.40 będzie 10.22.0.0 (adres 10.20.0.0 jest błędny, gdyż jest przed pulą adresową).

Przykład. Pula adresowa 192.168.0.32 - 192.170.255.255. Podać dwa pierwsze możliwe adresy podsieci zawierającej 65536 adresów IP.

Rozwiązanie. $65536/256 = 256$, $256/256 = 1$. Czyli adres podsieci będzie miał postać $x.wielokrotność.0.0$ i będzie wielokrotnością jedyńki w drugiej od lewej „grupie adresowej”. Pierwszym możliwym adresem w puli jest 192.168.1.0, drugim: 192.168.2.0.

Gdyby się tak zdarzyło, że w wyniku dwukrotnego podziału przez 256 otrzymamy liczbę większą lub równą od 256, to należy dokonać kolejnego podziału przez 256. Otrzymamy jakąś liczbę, i wielokrotności tej liczby będą możliwymi adresami podsieci w pierwszej (od lewej) „grupie adresowej”, czyli adres podsieci będzie miał postać $wielokrotność.0.0.0$.

Przykład. Pula adresowa 12.30.50.70 - 24.255.255.255. Podać dwa pierwsze możliwe adresy podsieci zawierającej 134.217.728 adresów IP ($134217728 = 2^{27}$).

Rozwiązanie. $134217728/256 = 524728$, $524728/256 = 2048$, $2048/256 = 8$. Czyli adres podsieci będzie miał postać $wielokrotność.0.0.0$ i będzie wielokrotnością ósemki w pierwszej „grupie adresowej”. Wielokrotności ósemki to: 0, 8, 16, 24, 32, ... Widać, że możliwe adresy podsieci to 16.0.0.0 i 24.0.0.0.

Podsumowanie. Jeżeli mamy obliczoną liczbę adresów IP w podsieci („A”), to sprawdzamy:

- Jeżeli $A < 256$, to adres podsieci ma postać $x.x.x.w$, gdzie w — wielokrotność liczby A.
- Jeżeli $A \geq 256$ i $A < 256 * 256 = 65536$, to podziel A przez 256, otrzymana liczba będzie nową liczbą A, adres podsieci ma postać $x.x.w.0$, gdzie w — wielokrotność liczby A.
- Jeżeli $A \geq 256 * 256 = 65536$ i $A < 256 * 256 * 256 = 16777216$, to podziel A przez $256*256=65536$, otrzymana liczba będzie nową liczbą A, adres podsieci ma postać $x.w.0.0$, gdzie w — wielokrotność liczby A.
- Jeżeli $A \geq 256*256*256 = 16777216$, to podziel A przez $256*256*256=16777216$, otrzymana liczba będzie nową liczbą A, adres podsieci ma postać $w.0.0.0$, gdzie w — wielokrotność liczby A.

Jak widać, sposób obliczania adresu podsieci w zależności od liczby możliwych adresów IP jest skomplikowany, ale chyba da się go zrozumieć :-). A nawet trzeba zrozumieć, bo bez tego nie zrobi się zadania. Zachęcam do zapoznania się z umieszczoną na końcu tabelką masek sieciowych. Widać, że maski sieciowe i adresy podsieci zależą od liczby hostów, jakie są w danej podsieci. Podano też schematy adresów sieci (kolumna 6.); liczby, których wielokrotności są adresami sieci (kol. 7.) oraz podano przykłady adresów sieci (kol. 8.).

Przykład. Mamy pulę adresową 192.168.3.0 - 192.168.11.255, w której musimy zrobić podsieć zawierającą 1000 hostów. Podać maskę podsieci. Podać dwa kolejne najniższe adresy podsieci (tzn. adres najniższy i kolejny możliwy).

Rozwiązanie. Bierzemy tabelkę i widzimy, że dla 1000 hostów parametry podsieci będą takie same, jak dla sieci zawierającej 1021 hostów, czyli 1024 adresów IP. Czyli maska w zapisie skróconym będzie „/22”, czyli binarnie 11111111.11111111.11111100.00000000, czyli dziesiętnie 255.255.252.0. Adres podsieci będzie miał postać x.x.wiel.0 i będzie wielokrotnością 4, czyli wiel=0,4,8,12 itp. Najniższym możliwym adresem podsieci będzie więc 192.168.4.0, a następnym: 192.168.8.0.

Przykład. Zrobić to samo zadanie bez patrzenia do tabelki :-)

Rozwiązanie. Myślimy tak: mamy 1000 hostów, do tego dojdą trzy adresy (adres sieci, broadcastu i gatewaya), czyli mamy razem 1003 hosty. Znajdujemy najbliższą potęgę dwójki (idąc w górę) — jest to 1024. Do jakiej potęgi podnieść dwójkę, aby otrzymać 1024? Do dziesiątej, bo $2^{10} = 1024$. Skoro do dziesiątej, to w masce będzie 10 zer (po prawej stronie) i $32 - 10 = 22$ jedynek (po lewej stronie). Czyli maska będzie miała postać binarną 11111111.11111111.11111100.00000000. Po zamianie na postać dziesiętną dostaje się 255.255.252.0. Maskę mamy obliczoną, teraz liczymy adres podsieci. Ponieważ 1024 jest większe niż 256, dzielimy: $1024/256 = 4$. Czyli adres sieci będzie miał postać x.x.wiel.0, i będzie wielokrotnością czwórki. Wielokrotności czwórki to 0,4,8,12,16,20... Czyli pierwszym możliwym adresem będzie 192.168.4.0, a następnym — 192.168.8.0.

4. Jak szybko liczyć adres sieci, broadcastu, gatewaya i maskę

Skoro dotarłeś do tego miejsca, to znaczy, że liczenie adresu podsieci masz już opanowane :-). I bardzo dobrze, bo z niego bardzo łatwo policzyć adres broadcastu i gatewaya. Robi się to tak. Jeśli znasz już liczbę adresów IP, to wiesz jaką postać ma adres podsieci. Dla podanej puli adresowej znajdź pierwszy wolny (poprawny, należący do puli) adres podsieci (nazwijmy go Adr1). Potem znajdź kolejny adres podsieci (drugi w kolejności), ten adres może być już poza pulą (nazwijmy go Adr2). Teraz odejmij od Adr2 jedynekę, uzyskany adres jest adresem broadcastu podsieci Adr1. Od tego adresu broadcastu znowu odejmij jedynekę, uzyskany adres jest adresem gatewaya podsieci Adr1. Ale uwaga - to odejmowanie jedynki oznacza tak naprawdę zmniejszanie o jeden metodą licznika samochodowego, tzn. jeśli np. $\text{Adr2} = 192.168.4.0$, to zmniejszając ten adres o jeden otrzyma się 192.168.3.255 („licznik się przekręca do tyłu”), a zmniejszając o jeszcze jeden otrzyma się 192.168.3.254 (tu już nie ma kłopotu). Jak oblicza się maskę już pisałem.

Dla zebrania wiadomości do kupy napiszę jeszcze raz, jak to wszystko się liczy:

Masz podaną pulę adresową i liczbę hostów. Trzeba utworzyć podsieć w której te hosty się zmieszczą, tzn. podać adres tej podsieci, adres broadcastu, adres gatewaya i maskę.

1. Do podanej w zadaniu liczby hostów dodaj 3.
2. Jeśli otrzymałeś liczbę będącą potęgą dwójki, to przejdź do następnego punktu, jeśli nie, to otrzymaną liczbę zwiększ w górę do najbliższej potęgi dwójki.
3. Otrzymałeś liczbę będącą liczbą adresów IP w podsieci (oznaczymy ją A).
4. Zastanów się, jaką postać będzie miał adres podsieci⁴:
Jeśli $A < 256$, to adres podsieci będzie typu $x.x.x.wiel$.
Jeśli $A \geq 256$ to adres podsieci będzie typu $x.x.wiel.0$.
5. Jeżeli $A \geq 256$, to podziel A przez 256 i otrzymaną liczbę traktuj jak nową wartość A .
6. Zastanów się, jakie będą wielokrotności liczby A (nie zapominaj, że zero też będzie wielokrotnością tej liczby), te wielokrotności będą wchodziły do adresu podsieci.
7. Znajdź pierwszy wolny adres podsieci w danej puli adresowej — jest to szukany **adres podsieci** — jeśli nie możesz znaleźć, to znaczy że w tej puli adresowej nie można utworzyć szukanej podsieci.
8. Znajdź kolejny (w górę) adres podsieci (nie musi być w puli). (Kolejny w sensie kolejności wielokrotności).
9. Zmniejsz ten adres o jeden (pamiętaj o „przekręcaniu się licznika”) — otrzymany adres jest szukany **adresem broadcastu**.
10. Zmniejsz adres broadcastu o jeden — otrzymany adres jest szukany **adresem gatewaya**.
11. Sprawdź, czy otrzymany adres broadcastu należy do puli adresowej — jeśli nie, to znaczy, że w tej puli adresowej nie można utworzyć podsieci.
12. Sprawdź jeszcze raz, czy adresy podsieci, broadcastu i gatewaya należą do puli adresowej.
13. Odpowiedz na pytanie: do jakiej potęgi należy podnieść dwójkę aby otrzymać liczbę A — w wyniku otrzymasz liczbę N .
14. Napisz N zer binarnych, a na lewo od nich $32-N$ jedynek binarnych (razem 32 cyfry binarne). — otrzymałeś szukaną maskę sieciową zapisaną w postaci binarnej.
15. Maskę sieciową (binarną) podziel na grupy po 8 cyfr i zamień na postać dziesiętną — otrzymasz szukaną **maskę sieciową** podsieci w postaci dziesiętnej.
16. Koniec obliczania parametrów podsieci.

Teraz kilka przykładów.

Przykład. Pula adresowa 223.168.15.224-223.168.31.255. Zbudować podsieć zawierającą 1400 hostów.

Rozwiązanie. Do liczby hostów dodajemy 3 - otrzymujemy 1403. Znajdujemy najbliższą potęgę dwójki - jest to 2048. Liczba 2048 jest większa od 256, więc adres sieci będzie miał postać $x.x.wiel.0$. Dzielimy 2048 przez 256 otrzymując 8. Wielokrotności ósemki to 0, 8, 16, 24, 32... Znajdujemy pierwszy wolny adres podsieci — jest to 223.168.16.0. Jest to szukany adres podsieci. Znajdujemy kolejny adres podsieci, będzie to 223.168.24.0. Zmniejszamy go o jeden otrzymując 223.168.23.255 — jest to szukany adres broadcastu. Adres broadcastu zmniejszamy o jeden otrzymując 223.168.23.254 — jest to szukany adres gatewaya. Sprawdzamy, czy

⁴Dokładnie jest tak:

Jeśli $A < 256$, to adres podsieci będzie typu $x.x.x.wiel$.

Jeśli $A \geq 256$ i $A < 65536$, to adres podsieci będzie typu $x.x.wiel.0$

Jeśli $A \geq 65536$ i $A < 2^{24}$, to adres podsieci będzie typu $x.wiel.0.0$

Jeśli $A \geq 2^{24}$, to adres podsieci będzie typu $wiel.0.0.0$

Jednak nie trzeba tego zapamiętywać, bo w zadaniach nigdy nie pojawiły się podsieci większe niż 65000 hostów.

adres sieci 223.168.16.0, adres broadcastu 223.168.23.255 i adres gatewaya 223.168.23.254 należą do puli adresowej — należą, jest OK. Myślimy: do jakiej potęgi trzeba podnieść dwójkę, aby otrzymać 2048? Do jedenastej, bo $2^{11} = 2048$. Piszemy 11 zer binarnych, a na lewo od nich $32-11=21$ jedynek binarnych: 11111111111111111111110000000000.

Dzielimy to na grupy po 8 bitów: 11111111.11111111.11111000.00000000 i zamieniamy na postać dziesiętną otrzymując 255.255.248.0. Jest to szukana maska sieciowa.

Odpowiedź. Adres sieci = 223.168.16.0

Adres broadcastu = 223.168.23.255

Adres gatewaya = 223.168.23.254

Maska sieciowa = 255.255.248.0.

Przykład. Pula adresowa 195.160.32.0–195.160.56.143. Zbudować podsieć zawierającą 4000 hostów.

Rozwiązanie. Do liczby hostów dodajemy 3 - otrzymujemy 4003. Znajdujemy najbliższą potęgę dwójki - jest to 4096. Liczba 4096 jest większa od 256, więc adres sieci będzie miał postać $x.x.wiel.0$. Dzielimy 4096 przez 256 otrzymując 16. Wielokrotności 16 to 0, 16, 32, 48, 64, ... Znajdujemy pierwszy wolny adres podsieci — jest to 195.160.32.0. Jest to szukany adres podsieci. Znajdujemy kolejny adres podsieci, będzie to 195.160.48.0. Zmniejszamy go o jeden otrzymując 195.160.47.255 — jest to szukany adres broadcastu. Adres broadcastu zmniejszamy o jeden otrzymując 195.160.47.254 — jest to szukany adres gatewaya. Sprawdzamy, czy adres sieci 195.160.32.0, adres broadcastu 195.160.47.255 i adres gatewaya 195.160.47.254 należą do puli adresowej — należą, jest OK. Myślimy: do jakiej potęgi trzeba podnieść dwójkę, aby otrzymać 4096? Do dwunastej, bo $2^{12} = 4096$. Piszemy 12 zer binarnych, a na lewo od nich $32-12=20$ jedynek binarnych: 11111111111111111111110000000000.

Dzielimy to na grupy po 8 bitów: 11111111.11111111.11110000.00000000 i zamieniamy na postać dziesiętną otrzymując 255.255.240.0. Jest to szukana maska sieciowa.

Odpowiedź. Adres sieci = 195.160.32.0

Adres broadcastu = 195.160.47.255

Adres gatewaya = 195.160.47.254

Maska sieciowa = 255.255.240.0.

Przykład. Pula adresowa 195.10.1.30–195.10.1.255. Zbudować podsieć zawierającą 20 hostów.

Rozwiązanie. Do liczby hostów dodajemy 3 - otrzymujemy 23. Znajdujemy najbliższą potęgę dwójki - jest to 32. Liczba 32 jest mniejsza od 256, więc adres sieci będzie miał postać $x.x.x.wiel$. Wielokrotności 32 to 0, 32, 64, 96, 128, ... Znajdujemy pierwszy wolny adres podsieci — jest to 195.10.1.32. Jest to szukany adres podsieci. Znajdujemy kolejny adres podsieci, będzie to 195.10.1.64. Zmniejszamy go o jeden otrzymując 195.10.1.63 — jest to szukany adres broadcastu. Adres broadcastu zmniejszamy o jeden otrzymując 195.10.1.62 — jest to szukany adres gatewaya. Sprawdzamy, czy adres sieci 195.10.1.32, adres broadcastu 195.10.1.63 i adres gatewaya 195.10.1.62 należą do puli adresowej — należą, jest OK. Myślimy: do jakiej potęgi trzeba podnieść dwójkę, aby otrzymać 32? Do piątej, bo $2^5 = 32$. Piszemy 5 zer binarnych, a na lewo od nich $32-5=27$ jedynek binarnych: 11111111111111111111111111110000.

Dzielimy to na grupy po 8 bitów: 11111111.11111111.11111111.11100000 i zamieniamy na postać dziesiętną otrzymując 255.255.255.224. Jest to szukana maska sieciowa.

Odpowiedź. Adres sieci = 195.10.1.32

Adres broadcastu = 195.10.1.63

Adres gatewaya = 195.10.1.62

Maska sieciowa = 255.255.255.224.

Niekiedy w zadaniach jest wymagane podanie zakresu adresów hostów, czyli swego rodzaju puli adresów IP, które mogą mieć hosty w danej podsieci. Zakres ten oblicza się prościutko — jest to zakres od „adres sieci plus jeden” do „adres gatewaya minus jeden”. Przykładowo, w ostatnim zadaniu zakres adresów hostów to 195.10.1.33–195.10.1.61. Host w tej podsieci może mieć dowolny IP z tego zakresu.

5. Trzeba zbudować kilka podsieci...

Zadania każą nam zbudować kilka podsieci, zwykle mających różną liczbę hostów. Robi to się tak samo jak dla pojedynczej podsieci. Po obliczeniu parametrów pierwszej podsieci oblicza się parametry kolejnej, ale pamiętając, że część puli adresowej została już wykorzystana. Pierwszym wolnym adresem nowej puli jest adres obliczany jako „adres broadcastu poprzedniej sieci plus jeden”.

Przykład. Pula adresowa 195.10.1.30–195.10.1.255. Podać parametry sieci zawierających 20, 50 i 100 hostów.

Rozwiązanie. 20 hostów to 32 adresy, 50 hostów to 64 adresy, 100 hostów to 128 adresów IP. Piszemy tabelkę z parametrami sieci: (LH — liczba hostów)

LH	Adres sieci	Broadcast	Gateway	Adresy hostów	Maska
20 (32)					
50 (64)					
100 (128)					

Obliczamy parametry pierwszej podsieci:

LH	Adres sieci	Broadcast	Gateway	Adresy hostów	Maska
20 (32)	195.10.1.32	195.10.1.63	195.10.1.62	195.10.1.33 - 61	255.255.255.224
50 (64)					
100 (128)					

Ostatnim wykorzystanym adresem IP z tej podsieci jest adres broadcastu 195.10.1.63. Wolna pula adresowa zaczyna się więc od kolejnego adresu: 195.10.1.64. Czyli teraz problem brzmi tak: „Jest dana pula adresowa 195.10.1.64–195.10.1.255. Podać parametry sieci zawierających 50 i 100 hostów”. Obliczamy parametry drugiej podsieci (tzn. zawierającej 50 hostów):

LH	Adres sieci	Broadcast	Gateway	Adresy hostów	Maska
20 (32)	195.10.1.32	195.10.1.63	195.10.1.62	195.10.1.33 - 61	255.255.255.224
50 (64)	195.10.1.64	195.10.1.127	195.10.1.126	195.10.1.65 - 125	255.255.255.192
100 (128)					

Jako pula adresów IP została tylko 195.10.1.128–195.10.1.255. W tej puli znajdujemy podsieć zawierającą 100 hostów:

LH	Adres sieci	Broadcast	Gateway	Adresy hostów	Maska
20 (32)	195.10.1.32	195.10.1.63	195.10.1.62	195.10.1.33 - 61	255.255.255.224
50 (64)	195.10.1.64	195.10.1.127	195.10.1.126	195.10.1.65 - 125	255.255.255.192
100 (128)	195.10.1.128	195.10.1.255	195.10.1.254	195.10.1.129 - 253	255.255.255.128

Koniec zadania.

Przykład. Pula adresowa 195.160.32.0–195.160.56.143.

Utworzyć podsieci zawierające 4000, 2000, 100, 10 hostów.

Rozwiązanie.

LH	Adres sieci	Broadcast	Gateway	Adresy hostów	Maska
4000 (4096)	195.160.32.0	195.160.47.255	195.160.47.254	195.10.32.1– –195.10.47.253	255.255.240.0
2000 (2048)	195.160.48.0	195.160.55.255	195.160.55.254	195.160.48.1– –195.160.55.253	255.255.248.0
100 (128)	195.160.56.0	195.160.56.127	195.160.56.126	195.160.56.1– –195.160.56.125	255.255.255.128
10 (16)	195.160.56.128	195.160.56.143	195.160.56.142	195.160.56.129– –195.160.56.141	255.255.255.240

6. Podsieć się nie mieści!

Niekiedy zdarza się, że nie można w danej puli adresowej utworzyć podsieci. Objawami tego może być niemożność utworzenia adresu podsieci dla danej liczby hostów i danej puli adresowej. Może się też zdarzyć, że adres podsieci można podać, ale obliczony adres broadcastu wychodzi poza pulę. Oba te przypadki oznaczają, że podsieć „nie mieści się” w puli adresowej, czyli tej podsieci nie można utworzyć.

Przykład. Rozwiązujemy poprzednie zadanie (pula 195.160.32.0–195.160.56.143), ale w odwrotnej kolejności, tzn. najpierw liczymy podsieć z 10 hostami, potem 100, 2000, 4000:

LH	Adres sieci	Broadcast	Gateway	Adresy hostów	Maska
10 (16)					
100 (128)					
2000 (2048)					
4000 (4096)					

Rozwiązanie. Liczymy sieć z 10 hostami, potem ze 100 hostami, potem z 2000 hostów, potem z 4000 hostów:

LH	Adres sieci	Broadcast	Gateway	Adresy hostów	Maska
10 (16)	195.160.32.0	195.160.32.15	195.160.32.14	195.160.32.1– –195.160.32.13	255.255.255.240
100 (128)	195.160.32.128	195.160.32.255	195.160.32.254	195.160.32.129– –195.160.32.253	255.255.255.128
2000 (2048)	195.160.40.0	195.160.47.255	195.160.47.254	195.160.40.1– –195.160.47.253	255.255.248.0
4000 (4096)	195.160.48.0	195.160.63.255			255.255.240.0

Widać, że adres broadcastu dla podsieci z 4000 hostów (195.160.63.255) wyszedł poza pulę adresową. Oznacza to, że sieci z 4000 hostów utworzyć nie można.

Z tych dwóch przykładów widać, że możliwość utworzenia wszystkich zadanych podsieci w puli adresowej może zależeć od metody rozwiązywania zadania — w tym przypadku od kolejności rozwiązywania. Jaka więc powinna być kolejność? Niestety, tu nie ma żadnej reguły. Ogólnie należy unikać tworzenia „dziur adresowych” — w pierwszym przykładzie takich dziur nie ma, wszystkie podsieci przylegają do siebie; w drugim dziury są pomiędzy każdymi podsieciami. Przez te dziury tracimy numery IP i w końcu podsieci się nie mieszczą.

Kilka dobrych rad na problemy z dziurami:

Przed rozwiązywaniem zadania uporządkuj liczby hostów; np. jeśli w zadaniu byłoby „utwórz sieci zawierające 10, 1000, 50, 100 hostów”, to potraktuj to zadanie jak „utwórz sieci zawierające 10, 50, 100, 1000 hostów”. Nie ma znaczenia, czy te uporządkowane liczby hostów się zwiększają czy zmniejszają, ważne żeby były w kolejności.

Staraj się nie zostawiać „dziury adresowej” na samym początku puli adresowej. Jeśli tak się stanie odwróć kolejność rozwiązywania zadania. Jeśli to nie pomoże, to weź taką kolejność, w której ta dziura jest najmniejsza.

Problemy z niemieszczeniem się podsieci w puli adresowej są mocno denerwujące, a co gorsza — czasochłonne. Na szczęście w zadaniu egzaminacyjnym żadnych dziur nie było, rozwiązało się je elegancko. Gorzej było na kolokwium, gdzie w jednym zestawie z trzech podanych podsieci można było utworzyć tylko jedną — czyżby zadanie na spostrzegawczość?

7. Zakończenie

I to by było na tyle :-) Mam nadzieję, że ta „pomoc naukowa” będzie do czegoś przydatna. Życzę powodzenia na egzaminie :-)

KONIEC

Maksym. liczba:		Maska sieciowa			Adres sieci	(*)	(**)
hostów	adresów	skr.	binarna	dziesiętna			
1	4	/30	11111111.11111111.11111111.11111100	255.255.255.252	x.x.x.wiel	4	0,4,8,12,16,20...252
5	8	/29	11111111.11111111.11111111.11111000	255.255.255.248	x.x.x.wiel	8	0,8,16,24,32,40...248
13	16	/28	11111111.11111111.11111111.11110000	255.255.255.240	x.x.x.wiel	16	0,16,32,48,64,80...240
29	32	/27	11111111.11111111.11111111.11100000	255.255.255.224	x.x.x.wiel	32	0,32,64,96,128,160...224
61	64	/26	11111111.11111111.11111111.11000000	255.255.255.192	x.x.x.wiel	64	0,64,128,192
125	128	/25	11111111.11111111.11111111.10000000	255.255.255.128	x.x.x.wiel	128	0,128
253	256	/24	11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0	x.x.wiel.0	1	0,1,2,3,4,5...255
509	512	/23	11111111.11111111.11111110.00000000	255.255.254.0	x.x.wiel.0	2	0,2,4,6,8,10...254
1021	1024	/22	11111111.11111111.11111100.00000000	255.255.252.0	x.x.wiel.0	4	0,4,8,12,16,20...252
2045	2048	/21	11111111.11111111.11111000.00000000	255.255.248.0	x.x.wiel.0	8	0,8,16,24,32,40...248
4093	4096	/20	11111111.11111111.11110000.00000000	255.255.240.0	x.x.wiel.0	16	0,16,32,48,64,80...240
8189	8192	/19	11111111.11111111.11100000.00000000	255.255.224.0	x.x.wiel.0	32	0,32,64,96,128,160...224
16381	16384	/18	11111111.11111111.11000000.00000000	255.255.192.0	x.x.wiel.0	64	0,64,128,192
32765	32768	/17	11111111.11111111.10000000.00000000	255.255.128.0	x.x.wiel.0	128	0,128
65533	65536	/16	11111111.11111111.00000000.00000000	255.255.0.0	x.wiel.0.0	1	0,1,2,3,4,5...255
131069	131072	/15	11111111.11111110.00000000.00000000	255.254.0.0	x.wiel.0.0	2	0,2,4,6,8,10...254
	ok. 262k	/14	11111111.11111100.00000000.00000000	255.252.0.0	x.wiel.0.0	4	0,4,8,12,16,20...252
	ok. 524k	/13	11111111.11111000.00000000.00000000	255.248.0.0	x.wiel.0.0	8	0,8,16,24,32,40...248
	ok. 1M	/12	11111111.11110000.00000000.00000000	255.240.0.0	x.wiel.0.0	16	0,16,32,48,64,80...240
	ok. 2M	/11	11111111.11100000.00000000.00000000	255.224.0.0	x.wiel.0.0	32	0,32,64,96,128,160...224
	ok. 4M	/10	11111111.11000000.00000000.00000000	255.192.0.0	x.wiel.0.0	64	0,64,128,192
	ok. 8M	/9	11111111.10000000.00000000.00000000	255.128.0.0	x.wiel.0.0	128	0,128
	16772216	/8	11111111.00000000.00000000.00000000	255.0.0.0	wiel.0.0.0	1	0,1,2,3,4,5...255
	ok. 32M	/7	11111110.00000000.00000000.00000000	254.0.0.0	wiel.0.0.0	2	0,2,4,6,8,10...254
	ok. 64M	/6	11111100.00000000.00000000.00000000	252.0.0.0	wiel.0.0.0	4	0,4,8,12,16,20...252
	ok. 128M	/5	11111000.00000000.00000000.00000000	248.0.0.0	wiel.0.0.0	8	0,8,16,24,32,40...248
	ok. 256M	/4	11110000.00000000.00000000.00000000	240.0.0.0	wiel.0.0.0	16	0,16,32,48,64,80...240
	ok. 512M	/3	11100000.00000000.00000000.00000000	224.0.0.0	wiel.0.0.0	32	0,32,64,96,128,160...224
	ok. 1G	/2	11000000.00000000.00000000.00000000	192.0.0.0	wiel.0.0.0	64	0,64,128,192
	ok. 2G	/1	10000000.00000000.00000000.00000000	128.0.0.0	wiel.0.0.0	128	0,128

(*) — adres sieci jest wielokrotnością liczby ...

(**) — możliwe wielokrotności (czyli możliwe adresy sieci)