

Spis treści

O autorach	17
O redaktorach technicznych	17
Dedykacje	18
Podziękowania	19
Symbole używane w książce	21
Składnia poleceń – stosowana konwencja	21
Wprowadzenie	23
Cele tej książki	23
Do kogo książka jest adresowana	24
Struktura książki	24
Zakres tematyczny	24
Przejrzystość materiału	25
Zajęcia praktyczne	25
Ćwiczenia	26
Słowo na temat programu Packet Tracer i zadań	26
Organizacja materiału	27
O płycie CD-ROM	29
Rozdział 1 Wprowadzenie do routingu i przesyłania pakietów	31
Cele	31
Ważne terminy	31
Router od środka	33
Routery są komputerami	33
Routery znajdują się w centrum sieci	34
Routery wyznaczają najlepszą trasę	35
Procesor i pamięć routera	37
Procesor	38
Pamięć RAM	38
Pamięć ROM	39
Pamięć flash	39
Pamięć NVRAM	39
System IOS (Internetwork Operating System)	40
Proces startu routera	41
Proces startowy	41
Interfejs wiersza poleceń	44
Sprawdzanie procesu uruchamiania routera	44
Wersja systemu IOS	45
Program rozruchowy w pamięci ROM	46
Położenie systemu IOS	46
Procesor i ilość pamięci RAM	46

Interfejsy	46
Ilość pamięci NVRAM	46
Ilość pamięci flash	47
Rejestr konfiguracji	47
Porty i interfejsy routera	47
Porty zarządzania	48
Interfejsy routera	48
Interfejsy należą do różnych sieci	50
Przykładowe interfejsy routera	50
Routery a warstwa sieci	51
Router przekazuje pakiety	51
Routery działają w warstwach 1, 2 i 3	52
Konfiguracja i adresowanie w wierszu poleceń	54
Implementowanie podstawowych schematów adresowania	54
Wypełnianie tablicy adresów	54
Podstawowa konfiguracja routera	55
Nazwa hosta i hasła	55
Konfiguracja banera	57
Konfiguracja interfejsu routera	57
Każdy interfejs należy do innej sieci	58
Sprawdzanie podstawowej konfiguracji routera	59
Tworzenie tablicy routingu	64
Podstawy tablicy routingu	64
Polecenie show ip route	65
Sieci połączone bezpośrednio	67
Routing statyczny	69
Kiedy używać tras statycznych	69
Routing dynamiczny	70
Automatyczne wykrywanie sieci	71
Utrzymanie tablic routingu	71
Protokoły routingu IP	71
Zasady tablicy routingu	72
Routing asymetryczny	73
Funkcje wyznaczania trasy i przełączania	74
Pola pakietu i pola ramki	74
Format pakietu IP (Internet Protocol)	74
Format ramki warstwy MAC	75
Najlepsza trasa i metryka	77
Najlepsza trasa	77
Porównanie liczby skoków z szerokością pasma	77
Rozkładanie obciążenia na trasy równorzędne	79
Trasy równorzędne a trasy nierównorzędne	79
Wyznaczanie trasy	80
Funkcja przełączania	81
Szczegóły funkcji wyznaczania trasy i przełączania	82
Funkcje wyznaczania trasy i przełączania – podsumowanie	87

Podsumowanie	88
Ćwiczenia.....	89
Pytania kontrolne	90
Zadania praktyczne	92
Więcej informacji	93
Bibliografia	94
Rozdział 2. Routing statyczny	95
Cele	95
Ważne terminy	95
Routery a sieć.....	96
Rola routera.....	96
Wprowadzenie do topologii	97
Badanie połączeń routera	98
Połączenia routera	98
Złącza szeregowo.....	98
Złącza ethernetowe	100
Przegląd konfiguracji routera.....	101
Badanie interfejsów routera	102
Interfejsy i ich stany	102
Dodatkowe polecenia do badania stanu interfejsu	104
Konfiguracja interfejsu ethernetowego	106
Konfiguracja interfejsu ethernetowego	106
Niepożądane komunikaty systemu IOS.....	107
Czytanie tablicy routingu	108
Routery z reguły przechowują adresy sieciowe	109
Sprawdzanie adresów ethernetowych	110
Polecenia do sprawdzania konfiguracji interfejsu	110
Interfejsy ethernetowe uczestniczą w procesie ARP.....	111
Konfiguracja interfejsu szeregowego.....	112
Badanie interfejsów szeregowych.....	114
Fizyczne podłączanie interfejsu WAN.....	114
Konfiguracja łączy szeregowych w pracowni komputerowej.....	114
Sprawdzanie konfiguracji interfejsu szeregowego	116
Badanie sieci połączonych bezpośrednio	118
Sprawdzanie zmian w tablicy routingu	118
Koncepcja tablicy routingu	118
Obserwowanie tras w miarę ich dodawania do tablicy routingu.....	120
Zmiana adresu IP.....	121
Urządzenia w sieciach połączonych bezpośrednio	124
Dostęp do urządzeń w sieciach połączonych bezpośrednio	124
Polecenia ping z routera R2 do 172.16.3.1	127
Polecenia ping z routera R2 do 192.168.1.1.....	128
Protokół CDP (Cisco Discovery Protocol)	130
Wykrywanie sieci za pomocą protokołu CDP.....	130
Sąsiedzi w warstwie 3	131

Sąsiedzi w warstwie 2	131
Działanie protokołu CDP	132
Używanie protokołu CDP do wykrywania sieci	134
Polecenia show cdp	134
Wyłączanie protokołu CDP	135
Trasy statyczne z adresami następnego skoku	135
Przeznaczenie i składnia polecenia ip route	135
Polecenie ip route	136
Konfiguracja tras statycznych	137
Weryfikacja trasy statycznej	138
Konfigurowanie tras do dwóch kolejnych sieci zdalnych	139
Zasady tablicy routingu a trasy statyczne	141
Zasady w praktyce	142
Ustalanie interfejsu wyjściowego za pomocą rekurencyjnego wyszukiwania trasy	144
Interfejs wyjściowy jest wyłączony	145
Trasy statyczne z interfejsami wyjściowymi	146
Konfiguracja trasy statycznej z interfejsem wyjściowym	146
Trasa statyczna i interfejs wyjściowy	146
Trasy statyczne a sieci punkt-punkt	148
Modyfikowanie tras statycznych	148
Sprawdzanie konfiguracji trasy statycznej	149
Sprawdzanie zmiany trasy statycznej	149
Trasy statyczne z interfejsami ethernetowymi	152
Interfejsy ethernetowe a proces ARP	152
Wysyłanie żądania ARP	153
Trasy statyczne a ethernetowe interfejsy wyjściowe	153
Korzyści z używania interfejsu wyjściowego z trasami statycznymi	154
Sumaryczne i domyślne trasy statyczne	154
Sumaryczne trasy statyczne	155
Podsumowanie tras w celu zmniejszenia rozmiaru tablicy routingu	155
Podsumowanie tras	155
Obliczanie trasy sumarycznej	156
Konfiguracja trasy sumarycznej	157
Domyślna trasa statyczna	158
Najbliższe dopasowanie	159
Konfiguracja domyślnej trasy statycznej	159
Weryfikacja domyślnej trasy statycznej	160
Zarządzanie trasami statycznymi i rozwiązywanie problemów	162
Trasy statyczne a przesyłanie pakietów	162
Trasy statyczne a przekazywanie pakietów	162
Wykrywanie brakującej trasy	163
Wykrywanie brakującej trasy	164
Rozwiązywanie problemu brakującej trasy	164
Podsumowanie	166

Ćwiczenia.....	167
Pytania kontrolne	168
Zadania praktyczne	173
Więcej informacji	176
Pływające trasy statyczne.....	176
Odrzucanie pakietów.....	176
Dodatkowe materiały na temat routingu statycznego	177
Bibliografia	177
Rozdział 3. Wprowadzenie do protokołów routingu dynamicznego	179
Cele	179
Ważne terminy	179
Wprowadzenie do protokołów routingu dynamicznego	180
Przeszłość i znaczenie	181
Ewolucja protokołów routingu dynamicznego.....	181
Rola protokołów routingu dynamicznego	182
Wykrywanie sieci i utrzymanie tablicy routingu	183
Miejsce przeznaczenia protokołów routingu dynamicznego	183
Działanie protokołu routingu dynamicznego	184
Zalety protokołu routingu dynamicznego	184
Zastosowania, zalety i wady routingu statycznego	185
Zalety i wady routingu dynamicznego	186
Podział protokołów routingu dynamicznego	186
IGP i EGP.....	187
Protokoły routingu wektora odległości i łącze-stan	188
Działanie protokołów routingu wektora odległości	189
Działanie protokołów routingu łącze-stan.....	189
Klasowe i bezklasowe protokoły routingu.....	190
Klasowe protokoły routingu.....	190
Bezklasowe protokoły routingu.....	191
Protokoły routingu dynamicznego i zbieżność	192
Metryki.....	192
Rola metryki.....	192
Metryki a protokoły routingu	193
Parametry metryki	194
Pole metryki w tablicy routingu	195
Rozkładanie obciążenia.....	196
Odległość administracyjna.....	197
Rola odległości administracyjnej.....	197
Wiele źródeł routingu.....	198
Przeznaczenie odległości administracyjnej.....	198
Protokoły routingu dynamicznego a odległość administracyjna	201
Trasy statyczne a odległość administracyjna	203
Sieci połączone bezpośrednio a odległość administracyjna.....	204
Podsumowanie	206

Ćwiczenia.....	207
Pytania kontrolne	207
Zadania praktyczne	210
Więcej informacji	211
Rozdział 4. Protokoły routingu wektora odległości.....	213
Cele	213
Ważne terminy	213
Wprowadzenie do protokołów routingu wektora odległości	214
Technologia wektora odległości	216
Znaczenie wektora odległości	216
Działanie protokołów routingu wektora odległości	217
Algorytmy protokołów routingu	218
Cechy protokołów routingu.....	220
Porównanie cech protokołów routingu.....	220
Wykrywanie sieci	222
Start sprzętowy	222
Początkowa wymiana informacji o trasach	223
Wymiana informacji o trasach	224
Zbieżność	226
Utrzymanie tablicy routingu	227
Aktualizacje okresowe	228
Utrzymanie tablicy routingu.....	228
Liczniki RIP	228
Aktualizacje ograniczone	230
Aktualizacje wyzwalane.....	231
Losowe fluktuacje	232
Pętle routingu	232
Definicja pętli routingu	232
Konsekwencje pętli routingu.....	233
Odliczanie do nieskończoności	234
Zapobieganie pętlom routingu za pomocą maksymalnej wartości metryki.....	235
Zapobieganie pętlom routingu za pomocą liczników wstrzymywania.....	235
Zapobieganie pętlom routingu za pomocą podzielonego horyzontu	238
Zatrucie trasy	240
Podzielony horyzont z zatruciem wstecz	241
Zapobieganie pętlom routingu za pomocą IP i TTL	242
Protokoły routingu wektora odległości dzisiaj	243
RIP i EIGRP	243
RIP.....	243
EIGRP	244
Podsumowanie	245
Ćwiczenia.....	246
Pytania kontrolne	247
Zadania praktyczne	250
Więcej informacji	250

Rozdział 5. Protokół RIPv1	251
Cele	251
Ważne terminy	251
RIPv1 – klasowy protokół routingu wektora odległości	252
Przeszłość i znaczenie	253
Cechy protokołu i format komunikatów RIPv1	254
Cechy protokołu RIP	254
Format komunikatu RIP – nagłówek RIP	254
Format komunikatu RIP – wpis trasy	256
Dlaczego tak wiele pól jest ustawionych na zero?	256
Działanie protokołu RIP	256
Proces żądania i odpowiedzi RIP	257
Klasy adresów IP i routing klasowy	257
Odległość administracyjna	258
Podstawowa konfiguracja protokołu RIPv1	259
Protokół RIPv1 – scenariusz A	260
Włączanie protokołu RIP – polecenie router rip	261
Określanie sieci	262
Weryfikacja i rozwiązywanie problemów	263
Weryfikacja protokołu RIP – polecenie show ip route	264
Sprawdzanie protokołu RIP – polecenie show ip protocols	266
Sprawdzanie protokołu RIP – polecenie debug ip rip	267
Interfejsy pasywne	269
Zbędne aktualizacje RIP przeciążają sieć	269
Zatrzymywanie zbędnych aktualizacji RIP	270
Automatyczne podsumowanie	271
Zmodyfikowana topologia – scenariusz B	272
Routery brzegowe i automatyczne podsumowanie	275
Przetwarzanie aktualizacji RIP	276
Reguły przetwarzania aktualizacji RIPv1	276
Przykład przetwarzania aktualizacji RIPv1	276
Wysyłanie aktualizacji RIP – obserwacja automatycznego podsumowania za pomocą polecenia debug	277
Zalety i wady automatycznego podsumowania	279
Zalety automatycznego podsumowania	279
Wady automatycznego podsumowania	280
W topologiach nieciągłych z protokołem RIPv1 nie ma zbieżności	281
Trasa domyślna a protokół RIPv1	284
Zmodyfikowana topologia – scenariusz C	284
Propagowanie trasy domyślnej w protokole RIPv1	286
Podsumowanie	288
Ćwiczenia	289
Pytania kontrolne	290
Zadania praktyczne	293
Więcej informacji	295

Rozdział 6. VLSM i CIDR	297
Cele	297
Ważne terminy	297
Adresowanie klasowe i bezklasowe	298
Klasowe adresowanie IP	299
Bity wyższego rzędu	300
Struktura klasowego adresowania IPv4	301
Klasowy protokół routingu	302
Bezklasowe adresowanie IP	303
Przechodzenie na adresowanie bezklasowe	303
CIDR i podsumowanie tras	304
Bezklasowy protokół routingu	305
VLSM	306
VLSM w działaniu	306
VLSM a adresy IP	309
CIDR	311
Podsumowanie tras	312
Obliczanie podsumowania tras	313
Podsumowanie	314
Ćwiczenia	315
Pytania kontrolne	316
Zadania praktyczne	320
Więcej informacji	321
Rozdział 7. Protokół RIPv2	323
Cele	323
Ważne terminy	323
Ograniczenia protokołu RIPv1	325
Trasa sumaryczna	328
VLSM	329
Adresy prywatne RFC 1918	329
Przykładowe adresy IP Cisco	330
Interfejsy pętli zwrotnej	330
Ograniczenia topologii RIPv1	330
Trasy statyczne i interfejsy zerowe	331
Redystrybucja tras	331
Sprawdzanie i testowanie łączności	332
Protokół RIPv1 – sieci nieciągłe	334
Badanie tablic routingu	335
W jaki sposób klasowe protokoły routingu określają maski podsieci	337
Protokół RIPv1 – brak obsługi VLSM	338
Protokół RIPv1 – brak obsługi CIDR	340
Trasa statyczna 192.168.0.0/16	340
Konfiguracja protokołu RIPv2	342
Włączanie i sprawdzanie protokołu RIPv2	343
Protokół RIPv2 a automatyczne podsumowanie	346

Wyłączanie automatycznego podsumowania w protokole RIPv2	349
Sprawdzanie aktualizacji RIPv2	350
VLSM i CIDR	353
Protokół RIPv2 a VLSM	353
Protokół RIPv2 a CIDR	354
Sprawdzanie działania i rozwiązywanie problemów z protokołem RIPv2	356
Polecenia do sprawdzania i rozwiązywania problemów	356
Polecenie show ip route	357
Polecenie show ip interface brief	357
Polecenie show ip protocols	358
Polecenie debug ip rip	359
Polecenie ping	360
Polecenie show running-config	361
Najczęściej spotykane problemy z protokołem RIPv2	362
Uwierzytelnianie	362
Podsumowanie	364
Ćwiczenia	364
Pytania kontrolne	365
Zadania praktyczne	366
Więcej informacji	369
Rozdział 8. Tablica routingu pod lupą	371
Cele	371
Ważne terminy	371
Struktura tablicy routingu	372
Topologia	372
Wpisy w tablicy routingu	374
Trasy 1. poziomu	375
Trasy nadrzędne i podrzędne – sieci klasowe	378
Trasa nadrzędna 1. poziomu	379
Trasa podrzędna 2. poziomu	380
Trasy nadrzędne i podrzędne – sieci bezklasowe	382
Proces przeszukiwania tablicy routingu	384
Etapy procesu przeszukiwania tablicy routingu	384
Proces wyszukiwania trasy	386
Najdłuższe dopasowanie – trasy sieciowe 1. poziomu	392
Najdłuższe dopasowanie	392
Przykład: trasa ostateczna 1. poziomu	393
Najdłuższe dopasowanie – trasy nadrzędne 1. poziomu i podrzędne 2. poziomu	397
Przykład: trasa nadrzędna 1. poziomu i trasy podrzędne 2. poziomu	398
Przykład: proces wyszukiwania trasy z VLSM	401
Warianty routingu	402
Wariant klasowy i bezklasowy	402
Zmiany w topologii	403
Wariant routingu klasowego – no ip classless	405
Wariant routingu klasowego – proces wyszukiwania	407

Przykład: router R2 działa w wariancie routingu klasowego	407
Wariant routingu bezklasowego – ip classless	410
Proces wyszukiwania trasy	410
Wariant routingu bezklasowego – proces wyszukiwania	413
Przykład: router R2 działa w wariancie routingu bezklasowego	413
Trasa klasowa na routerze R3	414
Warianty routingu klasowego i bezklasowego w rzeczywistości	415
Podsumowanie	416
Ćwiczenia	417
Pytania kontrolne	418
Zadania praktyczne	421
Więcej informacji	422
Bibliografia	423
Rozdział 9. Protokół EIGRP	425
Cele	425
Ważne terminy	425
Wprowadzenie do protokołu EIGRP	427
EIGRP – ulepszony protokół routingu wektora odległości	427
Korzenie EIGRP – IGRP	428
Algorytm	429
Ustalanie trasy	429
Zbieżność	429
Format komunikatu EIGRP	430
Moduły PDM	434
Typy pakietów RTP i EIGRP	435
Typy pakietów EIGRP	436
Protokół hello	438
Ograniczone aktualizacje EIGRP	439
Algorytm DUAL – wprowadzenie	439
Odległość administracyjna	442
Uwierzytelnianie	443
Podstawowa konfiguracja protokołu EIGRP	443
Topologia sieci EIGRP	443
Systemy autonomiczne i identyfikatory procesów	446
System autonomiczny	446
Identyfikator procesu	448
Polecenie router eigrp	449
Polecenie network	449
Polecenie network z maską domyslną	450
Sprawdzanie działania protokołu EIGRP	451
Badanie tablicy routingu	454
Wprowadzenie trasy sumarycznej Null0	456
Tablica routingu routera R3	457
Obliczanie metryki EIGRP	457
Złożona metryka EIGRP i wartości K	458

Złożona metryka	458
Sprawdzanie wartości K	459
Metryki EIGRP	460
Badanie wartości metryki	460
Szerokość pasma	461
Opóźnienie	461
Niezawodność	462
Obciążenie	462
Polecenie bandwidth	463
Obliczanie metryki EIGRP	464
Szerokość pasma	465
Opóźnienie	466
Sumowanie szerokości pasma i opóźnienia	466
Algorytm DUAL	467
Koncepcje DUAL	467
Sukcesor i dopuszczalna odległość	468
Sukcesory dopuszczalne, warunek dopuszczalności i odległość ogłaszana	469
Tablica topologii – sukcesor i dopuszczalny sukcesor	471
Tablica topologii – brak sukcesora dopuszczalnego	473
Maszyna FSM	476
DUAL FSM	476
Brak dopuszczalnego sukcesora	479
Zaawansowana konfiguracja protokołu EIGRP	482
Trasa sumaryczna Null0	482
Wyłączanie automatycznego podsumowania	484
Ręczne podsumowanie	489
Ustalanie sumarycznej trasy EIGRP	490
Konfiguracja ręcznego podsumowania EIGRP	491
Trasa domyślna EIGRP	492
Dostrajanie protokołu EIGRP	495
Wykorzystanie szerokości pasma EIGRP	496
Konfiguracja interwałów hello i czasów wstrzymania	496
Podsumowanie	497
Ćwiczenia	498
Pytania kontrolne	499
Zadania praktyczne	503
Więcej informacji	504
Rozdział 10. Protokoły routingu łącze-stan	505
Cele	505
Ważne terminy	505
Routing łącze-stan	506
Protokoły routingu łącze-stan	506
Wprowadzenie do algorytmu SPF	507
Proces routingu łącze-stan	509
Krok 1. Dowiadywanie się o sieciach połączonych bezpośrednio	510

Łączya	510
Stany łącza.....	511
Krok 2. Wysyłanie pakietów hello do sąsiadów	512
Krok 3. Budowanie pakietu łącze-stan.....	514
Krok 4. Zalewowe rozsyłanie pakietów LSP do sąsiadów	515
Krok 5. Budowanie bazy danych łącze-stan	516
Drzewo SPF (shortest path first)	518
Budowanie drzewa SPF.....	518
Ustalanie najkrótszej drogi	522
Generowanie tablicy routingu z drzewa SPF	523
Implementowanie protokołów routingu łącze-stan.....	524
Zalety protokołów routingu łącze-stan.....	524
Budowanie mapy topologicznej	524
Szybka zbieżność	524
Aktualizacje wyzwalane zdarzeniami	525
Projekt hierarchiczny	525
Wymagania protokołów routingu łącze-stan	525
Wymagania pamięciowe	527
Wymagany czas procesora	527
Wymagana szerokość pasma	527
Porównanie protokołów routingu łącze-stan.....	527
Podsumowanie	528
Ćwiczenia.....	529
Pytania kontrolne	530
Zadania praktyczne	533
Więcej informacji	533
Rozdział 11. Protokół OSPF	535
Cele	535
Ważne terminy	535
Wprowadzenie do protokołu OSPF	536
Historia protokołu OSPF.....	536
Enkapsulacja komunikatów OSPF.....	537
Typy pakietów OSPF	537
Protokół hello	538
Tworzenie relacji sąsiedzkich.....	540
Interwały hello i czasy uznania za nieczynny OSPF.....	541
Wybieranie routerów DR i BDR	541
Pakiety LSU	542
Algorytm OSPF.....	543
Odległość administracyjna	544
Uwierzytelnianie	544
Podstawowa konfiguracja protokołu OSPF.....	545
Topologia	545
Polecenie router ospf.....	548
Polecenie network	548

Identyfikator routera OSPF	550
Ustalanie identyfikatora routera	550
Najwyższy aktywny adres IP	550
Sprawdzanie identyfikatora routera	551
Adres pętli zwrotnej	552
Polecenie router-id	553
Zmiana identyfikatora routera	553
Zduplikowane identyfikatory routerów	553
Sprawdzanie działania protokołu OSPF	554
Badanie tablicy routingu	559
Metryka OSPF	561
Metryka OSPF	561
Referencyjna szerokość pasma	561
OSPF akumuluje koszt	562
Domyślna szerokość pasma na interfejsach szeregowych	562
Modyfikowanie kosztu łącza	564
Polecenie bandwidth	564
Polecenie ip ospf cost	565
Polecenie bandwidth a polecenie ip ospf cost	566
OSPF a sieci wielodostępowe	567
Wyzwania w sieciach wielodostępowych	567
Wiele przyległości	569
Zalewowe rozsyłanie pakietów LSA	570
Rozwiązanie – router desygnowany	571
Proces wybierania routerów DR i BDR	573
Zmiana topologii	573
Wybory routerów DR i BDR	574
Czas wybierania routerów DR i BDR	576
Priorytet interfejsu OSPF	579
Zaawansowana konfiguracja protokołu OSPF	582
Redystrybucja domyślnej trasy OSPF	582
Topologia	582
Dostrajanie protokołu OSPF	586
Referencyjna szerokość pasma	586
Modyfikacja interwałów OSPF	588
Podsumowanie	591
Ćwiczenia	593
Pytania kontrolne	594
Zadania praktyczne	597
Więcej informacji	597
Dodatek. Odpowiedzi na pytania kontrolne i rozwiązania zadań praktycznych	599
Słowniczek	625
Skorowidz	641