

Spis treści

O autorze.....	13
O redaktorach technicznych.....	13
Dedykacje	15
Podziękowania	16
Wprowadzenie.....	17
Cele książki	18
Kto powinien przeczytać tę książkę.....	18
Jak zorganizowana jest ta książka.....	18
Ikony użyte w książce	21
Konwencja składni poleceń.....	22
Część I. Cechy IPv6 i jego omówienie.....	23
Rozdział 1. Wprowadzenie do IPv6.....	25
Powody opracowania IPv6.....	25
Przestrzeń adresowa IPv4	26
Obecny przydział przestrzeni adresowej IP wg IANA.....	29
Przyszły rozwój Internetu	29
Wyczerpywanie się przestrzeni adresowej IPv4.....	30
Historia IPv6	32
IPv5	33
Translacja adresów sieciowych.....	34
Właściwości IPv6.....	37
Większa przestrzeń adresowa	38
Globalna osiągalność	39
Poziomy hierarchii adresowania.....	40
Agregacja.....	41
Posiadanie wielu adresów	42
Autokonfiguracja	43
Przenumerowanie	44
Zastosowania grupowe	46
Efektywny nagłówek	47
Etykieta przepływu	49
Nagłówek rozszerzenia.....	49
Mobilność	51

Bezpieczeństwo	52
Przejście	53
Podsumowanie	55
Pytania powtórzeniowe	56
Źródła	57
Część II. Projekt IPv6.....	59
Rozdział 2. Adresowanie IPv6	61
Nagłówki IP	62
Format nagłówka IPv4.....	62
Podstawowy format nagłówka IPv6	65
Nagłówki rozszerzeń IPv6.....	68
Szczegółowa budowa nagłówka routingu.....	70
Wielokrotne nagłówki rozszerzeń.....	72
Protokół UDP (User Datagram Protocol) i IPv6	73
Protokół TCP (Transport Control Protocol) i IPv6	73
Maksymalna jednostka transmisji (MTU) dla IPv6	73
Protokół PMTUD dla IPv6	74
Bardzo duża MTU.....	74
Adresowanie.....	74
Reprezentacja adresu IPv6.....	74
Reprezentacja formatu preferowanego adresu IPv6	75
Reprezentacja skompresowana	76
Kolejne 16-bitowe pola składające się z zer	76
Początkowe zera w 16-bitowym adresie IPv6	77
Adres IPv6 z osadzonym adresem IPv4.....	78
Reprezentacja adresu IPv6 w formacie URL.....	80
IPv6 i podział na podsieci	81
Rodzaje adresów IPv6	82
Adresy lokalne łącza	83
Adresy lokalne węzła.....	84
Zagregowany, globalny adres jednostkowy.....	86
Przypisywanie przez IANA zagregowanych, globalnych prefiksów jednostkowych	87
Adresy grupowe	88
Przypisane adresy grupowe.....	91
Adres grupowy żądania węzła	92
Adresy rozgłoszeniowe	94
Zarezerwowany adres rozgłoszeniowy	94
Adresy pętli zwrotnej.....	95
Adres nieokreślony	96
Adres IPv6 kompatybilny z IPv4.....	96
Wymagane adresy IPv6	97
Wymagane dla węzłów adresy IPv6	97
Wymagane dla routerów adresy IPv6	98
Architektura adresowania IPv6	98
Konfiguracja protokołu IPv6 na routerach z oprogramowaniem Cisco IOS	101

Włączanie protokołu IPv6 w oprogramowaniu Cisco IOS	101
Włączanie CEFv6 na routerach Cisco	101
IPv6 w warstwie łącza danych.....	102
IPv6 w sieciach Ethernet.....	103
Funkcjonowanie IPv6 w warstwie łącza danych na routerach Cisco	103
Mapowanie adresów grupowych w sieci Ethernet.....	103
Format EUI-64 adresu IPv6	104
Włączanie IPv6 na interfejsach sieciowych	105
Konfiguracja adresów statycznych	106
Konfiguracja interfejsu pętli zwrotnej	107
Konfiguracja adresu statycznego z użyciem formatu EUI-64	107
Włączanie tylko protokołu IPv6 na interfejsie sieciowym	108
Konfiguracja interfejsu nienumerowanego	108
Konfiguracja MTU na interfejsie	108
Weryfikacja konfiguracji IPv6 na interfejsie	109
Podsumowanie	111
Ćwiczenie konfiguracyjne: Konfiguracja sieci IPv6 z wykorzystaniem routera Cisco	112
Cele ćwiczenia	112
Architektura sieci do zadań 1 i 2	112
Lista poleceń.....	113
Zadanie 1: Podstawowa konfiguracja routera i instalacja nowego oprogramowania	
Cisco IOS zawierającego obsługę IPv6.....	113
Zadanie 2: Włączenie obsługi IPv6 na routerze i konfiguracja adresów statycznych.....	116
Pytania powtórzeniowe	118
Źródła	121
Rozdział 3. Dokładne omówienie protokołu IPv6.....	125
Protokół ICMPv6	126
Mechanizm PMTUD dla IPv6	129
Protokół wykrywania sąsiadów (NDP).....	130
Zastąpienie ARP przez komunikaty powiadomienia sąsiada oraz ogłoszeń sąsiada	132
W jaki sposób działają żądania sąsiada oraz ogłoszenia sąsiada	132
Wyświetlenie wpisów o sąsiadach w tabeli poznanych sąsiadów	134
Dodawanie statycznego wpisu sąsiada do tabeli poznanych sąsiadów.....	135
Usuwanie wpisów o sąsiadach z tabeli poznanych sąsiadów	135
Strojenie parametrów komunikatów poznawania sąsiadów	136
Autokonfiguracja bezstanowa	136
Ogłaszanie prefiksów.....	137
Ogłaszanie prefiksów IPv6 przez routery Cisco	137
Jak działa ogłaszanie prefiksów	138
Wyświetlanie parametrów ogłoszeń prefiksów	139
Zmiana domyślnych parametrów ogłoszeń prefiksów.....	139
Wyłączanie ogłoszeń routera na interfejsie	143
Strojenie parametrów ogłoszeń prefiksów	144
Żądanie ogłoszeń routera z wykorzystaniem żądania routera	146
Zasada działania mechanizmu wykrywania zdublowanych adresów.....	147
Strojenie mechanizmu DAD	148

Jak działa przenieumerowanie prefiksu.....	149
Konfiguracja przenieumerowywania prefiksu	150
Debugowanie komunikatów ogłoszeń routera i przenieumerowania prefiksu	151
Przekierowanie routera	151
Podsumowanie wiadomości o NDP	153
System nazw domen (DNS)	154
Rekordy AAAA	154
Rekord zasobów PTR w IPv6.....	156
Inne rekordy zasobów zdefiniowane dla IPv6.....	156
Zabezpieczanie sieci za pomocą list kontroli dostępu IPv6 (ACL)	157
Tworzenie list ACL IPv6.....	157
Przypisywanie list ACL IPv6 do interfejsu	158
Definiowanie standardowej listy dostępu IPv6	158
Definiowanie rozszerzonych list dostępu ACL IPv6	161
Zwrotne oraz czasowe listy ACL IPv6	166
Zarządzanie listami ACL IPv6	169
Wyświetlanie list ACL IPv6	169
Debugowanie IPv6 za pomocą list ACL.....	170
Narzędzia IPv6 oprogramowania Cisco IOS	170
Zastosowanie polecenia ping w oprogramowaniu Cisco IOS dla IPv6.....	170
Zastosowanie polecenia traceroute w oprogramowaniu Cisco IOS dla IPv6.....	171
Zastosowanie polecenia Telnet w oprogramowaniu Cisco IOS dla IPv6	171
Zastosowanie SSH w oprogramowaniu Cisco IOS dla IPv6.....	172
Klient SSH z obsługą IPv6.....	172
Serwer SSH z obsługą IPv6	172
Zastosowanie TFTP w oprogramowaniu Cisco IOS dla IPv6.....	173
Uruchamianie serwera HTTP z obsługą IPv6 w oprogramowaniu Cisco IOS.....	173
Protokół dynamicznej konfiguracji hosta IPv6 (DHCPv6).....	173
Bezpieczeństwo IPv6	174
Nagłówek uwierzytelniania AH IPsec	175
Nagłówek ESP IPsec.....	175
Mobilny IP	175
Mobilny IPv6.....	176
Podsumowanie	176
Ćwiczenie konfiguracyjne: Zarządzanie prefiksami w sieci IPv6 z wykorzystaniem routerów Cisco	177
Cele ćwiczenia.....	177
Architektura sieci dla zadania 1.....	177
Lista poleceń.....	178
Zadanie 1: Włączenie ogłoszeń routera zawierających prefiksy lokalne węzła.....	178
Architektura sieci do zadania 2	181
Zadanie 2: Przenieumerowanie prefiksów lokacji zagregowanym, globalnym prefiksem jednostkowym.....	181
Pytania powtórzeniowe	183
Źródła	185

Rozdział 4. Routing w sieciach IPv6	187
Wprowadzenie do routingu IPv6	187
Wyświetlanie tablicy routingu IPv6	188
Dystansy administracyjne	189
Statyczne trasy IPv6	190
Konfiguracja statycznych tras IPv6	190
Wyświetlanie tras IPv6	191
Protokoły EGP IPv6	192
Wprowadzenie do BGP-4	192
BGP4+ w sieciach IPv6	193
Uruchamianie BGP4+ dla IPv6 na routerze Cisco	194
Konfiguracja BGP4+ dla IPv6	194
Konfiguracja BGP4+ dla IPv6 z filtrowaniem prefiksów	199
Definiowanie listy prefiksów dla IPv6	199
Przypisywanie list prefiksów w BGP4+	200
Konfiguracja BGP4+ dla IPv6 z mapą tras	202
Definiowanie mapy tras dla IPv6	202
Przypisywanie mapy tras w BGP4+	203
Konfiguracja BGP4+ dla IPv6 z wykorzystaniem adresów lokalnych łącza	205
Identyfikacja interfejsu fizycznego routera	206
Definiowanie mapy tras do ogłaszania sąsiadowi zagregowanego, globalnego adresu jednostkowego	206
Wymiana tras IPv4 pomiędzy routerami równorzędnymi BGP IPv6	209
Uwierzelnianie MD5 w BGP4+	212
Redystrybucja tras IPv6 do BGP4+	213
Redystrybucja statycznych tras IPv6 do BGP4+	213
Redystrybucja IGP do BGP4+	214
Redystrybucja RIPng do BGP4+	215
Redystrybucja IS-IS dla IPv6 w BGP4+	215
Weryfikacja i zarządzanie BGP4+ dla IPv6	215
Weryfikacja listy prefiksów w IPv6	217
Protokoły IGP dla IPv6	218
RIPng dla IPv6	219
Włączanie RIPng na routerach Cisco	220
Konfiguracja RIPng	221
Dostrajanie procesu RIPng	222
Redystrybucja tras IPv6 do RIPng	224
Redystrybucja tras statycznych IPv6 do RIPng	224
Redystrybucja BGP4+ do RIPng	225
Redystrybucja IS-IS dla IPv6 do RIPng	225
Zarządzanie RIPng	226
IS-IS dla IPv6	226
Projekt sieci IS-IS dla IPv6	228
Ograniczenia pojedynczego SPF	228
Uwagi o sąsiedztwie routerów IS-IS	229
Uwagi o routerach poziomu 2	230
Wiele topologii IS-IS dla IPv6	231

Włączanie IS-IS na routerach Cisco	231
Konfiguracja IS-IS dla IPv6.....	232
Konfiguracja adresu NET IS-IS.....	233
Włączanie IS-IS na interfejsach.....	233
Konfiguracja IS-IS dla IPv6 przez tunel GRE.....	235
Redystrybucja tras IPv6 do IS-IS.....	236
Redystrybucja tras statycznych IPv6 do IS-IS dla IPv6	236
Redystrybucja BGP4+ do IS-IS dla IPv6.....	237
Redystrybucja RIPng do IS-IS dla IPv6	238
Redystrybucja IS-IS do IS-IS.....	239
Weryfikacja i zarządzanie IS-IS dla IPv6.....	239
OSPFv3 dla IPv6	241
Konfiguracja OSPFv3 na routerach Cisco.....	242
Redystrybucja tras IPv6 do OSPFv3.....	246
Weryfikacja i zarządzanie OSPFv3	246
EIGRP dla IPv6	247
Ekspresowe przekazywanie Cisco (CEF) dla IPv6.....	247
Uruchamianie CEF na routerach Cisco	247
Polecenia <i>show</i> dla CEFv6	248
Polecenia <i>debug</i> dla CEFv6.....	248
Podsumowanie	249
Przykład praktyczny: Konfiguracja tras statycznych oraz protokołów routingu na routerach Cisco.....	250
Cele ćwiczenia.....	250
Lista poleceń.....	250
Zadanie 1: Konfiguracja statycznej i domyślnej trasy na routerze.....	252
Zadanie 2: Konfiguracja równorzędności eBGP i iBGP na routerze R2	254
Pytania powtórzeniowe	257
Źródła	258
Część III. IPv4 i IPv6: koegzystencja i integracja	261
Rozdział 5. Strategie integracji i koegzystencji IPv6.....	263
Podwójny stos	264
Aplikacje obsługujące IPv4 i IPv6	264
Wybór stosu.....	266
Zapytanie usługi nazwniczej o adres IPv4	267
Zapytanie usługi nazwniczej o adres IPv6	267
Zapytanie usługi nazwniczej o dowolny typ adresu.....	268
Włączanie obsługi podwójnego stosu na routerach Cisco.....	269
Tunelowanie pakietów IPv6 w istniejących sieciach IPv4	270
Dlaczego tunelować?	270
Jak działa tunelowanie pakietów IPv6 w IPv4?	271
Wdrażanie tuneli.....	274
Wdrażanie skonfigurowanego tunelu	275
Włączanie skonfigurowanego tunelu na routerze Cisco.....	277
Wyświetlanie informacji o interfejsie tunelu	278

Pośrednik tunelu.....	279
Serwery tunelu	280
Wdrażanie 6to4	281
Włączanie konfiguracji routera 6to4 na routerze Cisco.....	285
Stosowanie przekazywania 6to4 (6to4 Relay)	287
Używanie przekazywania 6to4 w konfiguracji routera Cisco	288
Odnalezienie przekaźnika 6to4 w sieci Internet	289
Konfiguracja routera Cisco do działania jako przekaźnik 6to4 z prefiksem anycast IPv4	290
Wdrażanie IPv6 przez tunel GRE	291
Włączanie tunelu GRE dla IPv6 na routerze Cisco	292
Wdrażanie tuneli ISATAP	293
Włączanie tunelu ISATAP na routerze Cisco.....	295
Wdrażanie automatycznego tunelu zgodnego z IPv4	296
Mechanizm tunelowania Teredo.....	298
Wybór właściwego mechanizmu tunelowania.....	299
Mechanizmy przejściowe tylko-IPv6-tylko-IPv4	299
Używanie bram poziomu aplikacji ALG.....	300
Stosowanie NAT-PT.....	301
Działanie NAT-PT	303
Ograniczenia NAT-PT	304
Włączanie NAT-PT na routerach Cisco.....	305
Przypisywanie statycznej konfiguracji NAT-PT	306
Zarządzanie tabelą translacji NAT-PT.....	307
Zastosowanie dynamicznej konfiguracji NAT-PT	308
Dostrajanie NAT-PT.....	310
Pozostałe mechanizmy translacji.....	311
Podsumowanie	312
Przykład praktyczny: Zastosowanie strategii integracji i koegzystencji IPv6 na routerach Cisco.....	313
Cele.....	314
Lista poleceń.....	314
Architektura sieciowa do zadania 1.....	315
Zadanie 1: Włączanie skonfigurowanego tunelu i domyślnej trasy IPv6	315
Architektura sieciowa do zadania 2.....	317
Zadanie 2: Konfigurowanie routera 6to4.....	317
Architektura sieci do zadania 3	318
Zadanie 3: Uruchomienie mechanizmu NAT-PT z mapowaniem statycznym	319
Pytania powtórzeniowe	321
Źródła	322
Rozdział 6. Łączenie hostów IPv6 za pomocą routerów Cisco	325
IPv6 w systemach Microsoft Windows.....	326
Łączenie systemów Microsoft Windows w sieci przez IPv6	327
Włączanie obsługi IPv6 w środowisku Microsoft Windows.....	327
Włączanie obsługi IPv6 w Microsoft Windows XP	327
Włączanie obsługi IPv6 w systemie Microsoft Windows 2000	329

Włączanie obsługi w systemie Microsoft Windows NT.....	329
Weryfikacja IPv6 w systemie Microsoft Windows	330
Autokonfiguracja bezstanowa w systemie Microsoft Windows	332
Przypisywanie statycznych adresów IPv6 i tras domyślnych w systemach Microsoft Windows	334
Zarządzanie IPv6 w systemach Microsoft Windows	335
ping6 w systemie Microsoft Windows.....	336
Definiowanie konfigurowanych tuneli w systemach Microsoft Windows	337
Definiowanie konfigurowanego tunelu w systemach Microsoft Windows 2000/NT ...	338
Definiowanie konfigurowanego tunelu w systemie Microsoft Windows XP.....	339
Stosowanie tunelu 6to4 w systemach Microsoft Windows	340
Włączanie mechanizmu 6to4 w systemach Microsoft Windows 2000/NT	342
Włączanie mechanizmu 6to4 w systemie Microsoft Windows XP	343
Używanie przekaźnika 6to4 w systemach Microsoft Windows	343
IPv6 w systemie Solaris	344
Łączenie systemów Solaris w sieci przez IPv6	344
Uruchamianie IPv6 w systemie Solaris	345
Autokonfiguracja bezstanowa w systemie Solaris 8	345
Przypisywanie statycznego adresu IPv6 i domyślnej trasy w systemie Solaris	347
Zarządzanie IPv6 w systemie Solaris	348
Definiowanie konfigurowanego tunelu w systemie Solaris	349
IPv6 w systemie FreeBSD	351
Łączenie systemów FreeBSD w sieci poprzez IPv6	352
Weryfikacja obsługi IPv6 w systemie FreeBSD	353
Autokonfiguracja bezstanowa w systemie FreeBSD.....	353
Przypisywanie statycznego adresu IPv6 oraz domyślnej trasy w systemie FreeBSD.....	355
Zarządzanie IPv6 w systemie FreeBSD	356
Definiowanie konfigurowanego tunelu w systemie FreeBSD	357
Stosowanie mechanizmu 6to4 w systemie FreeBSD	359
Używanie przekaźnika 6to4 w systemie FreeBSD	361
OpenBSD i NetBSD	362
IPv6 w systemach Linux	362
Łączenie systemów Linux w sieci przez IPv6.....	363
Weryfikacja obsługi IPv6 w systemie Linux.....	363
Autokonfiguracja bezstanowa w systemie Linux	365
Przypisywanie statycznego adresu IPv6 oraz domyślnej trasy w systemie Linux	367
Zarządzanie IPv6 w systemie Linux.....	368
Definiowanie konfigurowanego tunelu w systemie Linux	370
Stosowanie mechanizmu 6to4 w systemie Linux	373
Używanie przekaźnika 6to4 w systemie FreeBSD	375
IPv6 w systemie Tru64 UNIX.....	376
Bezstanowa autokonfiguracja w systemie Tru64	376
Przypisywanie statycznego adresu IPv6 oraz domyślnej trasy w systemie Tru64.....	378
Zarządzanie IPv6 w systemie Tru64	378
Definiowanie konfigurowanego tunelu w systemie Tru64.....	380
Definiowanie konfigurowanego tunelu za pomocą skryptu	381
Ręczne definiowanie konfigurowanego tunelu	381

Inne wersje hostów obsługujących IPv6	382
Podsumowanie	382
Przykład praktyczny: Łączenie hostów IPv6 za pomocą routerów Cisco	383
Cele	383
Lista poleceń	383
Architektura sieciowa do ćwiczenia konfiguracyjnego	384
Zadanie 1: Konfiguracja interfejsów sieciowych na routerze R1	385
Zadanie 2: Włączenie bezstanowej autokonfiguracji oraz przypisanie statycznego adresu IPv6 na węźle Solaris	387
Zadanie 3: Konfiguracja interfejsów tuneli na routerze R1	388
Zadanie 4: Włączenie mechanizmu 6to4 w systemie Microsoft Windows XP	390
Zadanie 5: Definiowanie konfigurowanego tunelu w systemie FreeBSD	390
Pytania powtórzeniowe	391
Źródła	393
Część IV. Szkielet IPv6.....	395
Rozdział 7. Łączenie się z siecią Internet IPv6.....	397
6bone	398
Topologia 6bone	399
Architektura szkieletu 6bone	400
Adresowanie IPv6 w szkielecie 6bone	403
Jak zostać pTLA w szkielecie 6bone.....	405
Polityka routingu w szkielecie 6bone	406
Dozwolone ogłoszenia	406
Dozwolone długości prefiksów.....	407
Zabronione ogłoszenia	407
Rejestr tras szkieletu 6bone	408
Internet IPv6.....	409
Regionalne organizacje rejestrowe	409
Polityka alokacji adresów IPv6 przez organizacje rejestrowe.....	410
Wstępna polityka alokacji (1999 r.).....	410
Obecna polityka alokacji.....	410
Przypisanie przestrzeni adresowej klientom	411
Alokacja adresów	412
Łączenie się z produkcyjną siecią Internet IPv6	413
Jak zostać dostawcą IPv6	414
Wymiana ruchu w punktach NAP	414
Scenariusze ustanawiania równorzędności IPv6.....	415
Strategie koegzystencji i przejścia	416
Łączenie sieci klientów z dostawcami IPv6	416
Przydzielenie przestrzeni adresowej przez dostawców IPv6	416
Routing i agregacja tras przez dostawców IPv6.....	417
Podłączanie się jako host za pomocą mechanizmów przejściowych i koegzystencji	418
Wsparcie ze strony przemysłu i trendy rozwoju	418
Forum IPv6	419
6NET	419

Europejska Grupa Robocza IPv6.....	420
Japońska Rada Promocji IPv6	420
Północnoamerykańska Grupa Robocza IPv6	421
3G	422
Forum (MWIF).....	423
Rządy	423
Podsumowanie	424
Pytania powtórzeniowe	424
Źródła	426
Część V. Dodatki.....	427
Dodatek A. Polecenia IPv6 systemu Cisco IOS.....	429
Dodatek B. Odpowiedzi na pytania.....	453
Dodatek C. RFC związane z IPv6	479
Przesłanki dla IPv6.....	479
Specyfikacje protokołu.....	479
Adresowanie.....	479
Protokół NDP: ogłaszanie, bezstanowa konfiguracja i zastępowanie ARP.....	480
Technologie warstwy łącza	480
Protokoły routingu	481
DNS.....	482
6bone	482
IPv6 Internet w praktyce	482
Mechanizmy przejściowe i współistnienia.....	483
Adresy grupowe (multicast).....	483
API	484
Różne.....	484
MIB	485
Historia.....	485
Słownik	487
Skorowidz	493