

Obsah

TCP/IP v kostce	3
Rita Pužmanová	3
České Budějovice, 2004	3
nakladatelství	3
Úvod	21
Proč vlastně sítě	21
Druhé, revidované a rozšířené vydání	22
Struktura knihy v kostce	22
Poděkování	23
Kapitola 1	25
Historie Internetu	25
1.1 Historie TCP/IP	26
1.1.1 Milníky vývoje Internetu a TCP/IP	27
1.1.2 Velká jména Internetu	30
1.1.3 Internet 2	30
1.2 Dokumenty k Internetu a TCP/IP	31
1.3 Poznámka na okraj: testování	34
1.4 Velikost Internetu?	35
1.5 Internet a budoucnost	36
1.5.1 Širší kontext	38
Kapitola 2	39
Principy síťových architektur	39
2.1 Analogie	39
2.2 Síťová architektura	41
2.3 Referenční model OSI	42
2.3.1 Vrstvový referenční model	43
2.3.2 Komunikace	45
2.3.3 Entity	45
2.3.4 Funkce	46
2.3.5 Služby	46
2.3.6 Protokoly	47
2.3.6.1 Protokolové datové jednotky	47
2.4 Popis vrstev referenčního modelu OSI	49
2.4.1 Aplikační vrstva (vrstva 7)	51
2.4.2 Prezentační vrstva (vrstva 6)	52
2.4.3 Relační vrstva (vrstva 5)	52
2.4.4 Transportní vrstva (vrstva 4)	53
2.4.5 Síťová vrstva (vrstva 3)	55
2.4.6 Spojová vrstva (vrstva 2)	56
2.4.7 Fyzická vrstva (vrstva 1)	57
2.4.8 NIC a vrstvy	58

2.5	Funkce společné více vrstvá	58
2.5.1	Fragmentace a segmentace	59
2.5.2	Komunikace se spojením a bez spojení	60
2.5.3	Adresace	61
2.5.3.1	Adresy logické	62
2.5.3.2	Adresy fyzické	62
2.5.3.3	Mapování adres	62
2.5.3.4	„Adresa“ protokolů	63
2.5.4	Řízení toku	63
2.6	Typy systémů v rámci síťové architektury	64
2.7	Základy datové komunikace	66
2.7.1	Kódování a vyjádření dat	66
2.7.2	Synchronní a asynchronní přenos dat	66
2.7.3	Rychlost	66
2.7.4	Zpoždění a šířka pásma	67
2.7.5	Techniky mnohonásobného přístupu	69
2.8	Přenosové prostředky	70
2.8.1	Okruhy	70
2.8.2	Multiplexory a koncentrátory	71
2.8.3	Měniče signálů	72
2.8.4	Přepojování okruhů a paketů	73
2.8.5	Síťová terminologie	73
2.9	Přenosové cesty	74
2.9.1	Symetrický kabel	74
2.9.2	Koaxiální kabel	75
2.9.3	Optické kabely	76
2.9.4	Strukturovaná kabeláž	78
2.10	Návrh sítě a architektura	78
2.10.1	Firemní síťová architektura a její rozvoj	79
2.10.2	Návrh a budování podnikové lokální sítě	79
2.10.3	Znalost podnikové sítě	80
2.10.4	Modernizace sítě	80
2.10.5	Charakteristiky sítí	81

Kapitola 3

Architektura TCP/IP

83

3.1	Vrstvový model TCP/IP	84
3.1.1	Komunikace přímá a přes komplexní síť	85
3.1.2	Rozhraní	88
3.1.3	Softwarový pohled	89
3.1.4	Vrstva síťového rozhraní	90
3.1.5	Vrstva internetu	90
3.1.6	Transportní vrstva	91
3.1.7	Aplikační vrstva	91
3.1.8	Příklad zapouzdření	92
3.2	TCP/IP jako pevný základ Internetu	93

8.6.3.1 MTA	414
8.6.3.2 MDA	415
8.6.3.3 MUA	415
8.6.3.4 MRA	415
8.6.3.5 Kopírování zpráv a diskusní skupiny	415
8.6 Přístup k poštovní schránce	416
8.6 Rozšíření SMTP	417
8.6 Bezpečnost elektronické pošty	418
8.6.1 PEM	418
8.6.2 PGP	419
8.6.3 S/MIME	419
8.7 Mapování jmen a adres: systém DNS	420
8.7.1 Hierarchie domén	420
8.7.1.1 Přidělování domén	422
8.7.2 Mapování doménových jmen na IP adresy	422
8.7.2.1 Kořenové servery	423
8.7.3 Zprávy a operace v DNS	425
8.7.4 Bezpečnost DNS	425
8.7.5 DNS a P2P	426
8.8 Start systému: protokol BOOTP	427
8.9 Počáteční konfigurace: protokol DHCP	427
8.9.1 Přidělování adres	428
8.9.2 Komunikace DHCP	428
8.9.3 Implementace DHCP	429
8.10 WWW a HTTP	429
8.10.1 Prvky WWW	430
8.10.1.1 Cookies	431
8.10.1.2 Správa webových dokumentů	431
8.10.2 Komunikace po HTTP	432
8.10.3 Identifikace umístění	433
8.10.4 Bezpečnost HTTP	434
8.10.5 HTML a další programovací jazyky pro WWW	434
8.10.6 P2P versus webové služby	435
8.11 Gopher	436
8.12 Finger	437
8.13 Whois	437
8.14 Čas na síti: protokol NTP	437
8.15 Tisk na síti: protokol IPP	438
8.16 Přenos zpráv: protokol NNTP	438
8.17 Interaktivní komunikace: IRC a ICQ	439
8.18 Multimédia a přenosy v reálném čase	440
8.18.1 Normy pro multimédia	441
8.18.1.1 JPEG	441
8.18.1.2 MPEG	442
8.18.1.3 H.26x	443
8.18.1.4 T.120	443
8.18.2 Principy multimediálních přenosů	443

8.18.3 Podpora multimédií a přenosů v reálném čase na Internetu	444
8.18.4 Streaming media	445
8.18.4.1 Formáty médií	446
8.18.4.2 Architektura streaming media	447
8.18.4.3 Protokol RTSP	447
8.18.4.4 Kvalita služeb pro streaming media	448
8.18.4.5 Formáty streaming media	449
8.19 Navazování relací: protokol SIP	450
8.19.1 Klienti a servery SIP	450
8.19.2 Adresace	451
8.19.3 Kvalita služby a bezpečnost	451
8.19.4 Využití SIP	452
8.19.4.1 SIP pro mobilní a bezdrátové aplikace	452
8.19.4.2 Služba instant messaging a ověřování přítomnosti	454
8.19.4.3 Protokol SIMPLE	455
8.19.4.4 Protokol XMPP	456
8.19.4.5 Spolupráce mezi SIP a telefonní sítí	456
8.20 Hlas po IP: VoIP	457
8.20.1 Zařízení pro VoIP	458
8.20.2 Kvalita služby a VoIP	458
8.20.3 Transportní protokoly	460
8.20.3.1 Hlasové kodeky	461
8.20.3.2 Formát hlasových paketů	461
8.20.4 Signalizace a řízení	461
8.20.5 H.323	463
8.20.5.1 Kódování	464
8.20.5.2 Prvky H.323	464

Kapitola 9

Management IP sítí

469

9.1 Organizace a architektura managementu	471
9.2 Struktura informací pro management a jejich databáze	472
9.2.1 Identifikátor objektu a MIB II	474
9.2.2 Definice řízených objektů	474
9.2.2.1 Typy řízených objektů a hodnoty	474
9.2.2.2 Přístup k objektům a status objektů	475
9.3 Protokol managementu SNMP	476
9.3.1 Protokol managementu SNMP verze 1	477
9.3.2 Operace protokolu SNMP	478
9.3.3 Transportní služba pro SNMP	479
9.3.3.1 SNMP a TCP	480
9.3.4 Výhody SNMP	480
9.3.5 Správní model a bezpečnost managementu	480
9.3.5.1 SNMP verze 1	481
9.3.5.2 SNMP verze 2	481
9.3.5.3 SNMP verze 3	481

9.4	Současná norma managementu IP sítě	482
9.4.1	Rozšiřitelnost agentů	483
9.5	Vzdálené monitorování: RMON	484
9.5.1	Funkční skupiny RMON MIB	484
9.5.2	RMON 2	485
9.5.3	Monitorování přepínačů: SMON	485

Kapitola 10

Bezpečnost sítí s IP 487

10.1	Bezpečnost sítě	487
10.1.1	Zranitelná místa sítě	488
10.1.2	Systémy na detekci útoků	489
10.1.3	Bezpečnostní politika	490
10.2	Útoky na bezpečnost sítě	491
10.2.1	Útoky falešnou identitou zdroje	491
10.2.2	Útoky na přístupová hesla	492
10.2.3	Útoky prostřednictvím odposlechu	492
10.2.4	Neautorizovaná distribuce citlivých informací	492
10.2.5	Útoky vedoucí k odmítnutí služby	493
10.2.5.1	Techniky DDoS	493
10.2.5.2	Zneužití reflektorů	495
10.2.5.3	Obrana proti DDoS	496
10.2.6	Útoky na úrovni aplikací	497
10.2.6.1	Útoky na servery DNS a směrovače	497
10.2.7	Obrana proti útokům	498
10.3	Bezpečnost podnikové sítě	499
10.3.1	Firewall	499
10.3.1.1	Funkce firewall	502
10.3.1.2	Filtrace paketů - bezstavová	502
10.3.1.3	Proxy	504
10.3.1.4	Stavová inspekce	505
10.3.2	Konfigurace sítě a bezpečnost	506
10.4	Šifrování	507
10.4.1	Šifrování soukromým klíčem (symetrické)	508
10.4.1.1	DES	508
10.4.1.2	AES	508
10.4.1.3	Kerberos	509
10.4.2	Šifrování veřejným klíčem (asymetrické)	510
10.4.2.1	Diffie-Hellman	511
10.4.2.2	RSA	511
10.4.2.3	Digitální podpisy a certifikáty	512
10.4.2.4	Otisky zpráv	512
10.4.2.5	Infrastruktura veřejného klíče	514
10.4.2.6	Pretty Good Privacy	516
10.5	Řízení přístupu	517
10.5.1	Autentizace	517
10.5.1.1	Kategorie autentizačních metod	518
10.5.2	Autorizace a účtování	519

10.5.2.1 TACACS	519
10.5.2.2 RADIUS	519
10.5.2.3 Diameter	521
10.5.3 Secure Shell (SSH)	521
10.5.4 S/KEY a OTP	521
10.6 Bezpečnostní architektura IP: IPSec	522
10.6.1 Bezpečnostní asociace	522
10.6.2 Protokol AH	523
10.6.3 Protokol ESP	524
10.6.4 Režim tunelu a transportu	525
10.6.5 Správa asociací a klíčů	528
10.6.5.1 IKE	528
10.6.6 IPsec a NAT	530
10.7 Bezpečnost na vyšších vrstvách: TLS a SSL	530
10.7.1 SSL	531
10.7.1.1 SSL versus IPSec	533
10.7.2 TLS	534
10.8 Virtuální privátní sítě	534
10.8.1 Typy VPN	535
10.8.2 Základní prvky IP VPN	536
10.8.2.1 Adresace ve VPN	537
10.8.2.2 IP VPN a MTU	538
10.8.3 Modely VPN	538
10.8.4 Tunely	539
10.8.4.1 Rozdělené tunelování	540
10.8.4.2 Tunelování na různých vrstvách	540
10.8.4.3 Tunelování na druhé vrstvě	541
10.8.4.4 GRE	541
10.8.4.5 Layer 2 Tunneling Protocol	542
10.8.5 VPN na bázi MPLS	543
10.8.5.1 L3VPN na bázi MPLS	544
10.8.5.2 L2VPN na bázi MPLS	546
10.8.6 VPN na bázi SSL	547
10.8.6.1 Bezpečnost IP VPN – IPSec versus SSL	547
10.8.7 SSH	550
10.8.8 QoS a bezpečnost VPN	551

Příloha A

Organizace Internetu

	555
A.1 ISOC	555
A.2 IAB	556
A.3 IETF	556
A.3.1 Tvorba specifikací: RFC	558
A.4 IESG	559
A.5 IRTF	560
A.6 IANA	560
A.6 ICANN	561

Příloha B

Přehled nejdůležitějších RFC	563
B.1 Normalizované protokoly	564
Přehled Informačních RFC typu FYI	566
Přehled RFC prohlášených za Best Current Practice (BCP)	568

Příloha C

Doporučené zdroje	571
C.1 Normalizační organizace	571
C.2 Zájmové skupiny	571
C.3 Projekty Internetu	572
C.4 Organizace kolem Internetu	572
C.5 Knihy	573

Příloha D

Přehled zkratk	575
-----------------------	------------

Příloha E

Užitečná čísla	587
E.1 Přehled rychlostí	587
E.2 Přehled předpon	589
E.3 Logické operace	590
E.4 Označení seskupení bitů	591
E.5 Převodní tabulka	591
E.6 Znamá čísla u IP	593
E.6.1 Skupinové adresy IPv4	593
E.6.2 Znamá čísla protokolů a portů	593
E.6.2.1 Čísla protokolů	593
E.6.2.1 Čísla portů	595

Rejstřík**599**

3.3 Centralizovaný versus decentralizovaný model sítě	94
3.3.1 Aplikace P2P	96
3.3.2 Přechod k decentralizaci	96

Kapitola 4

Vrstva síťového rozhraní

99

4.1 Lokální sítě	100
4.1.1 Charakteristiky lokálních sítí	100
4.1.2 Topologie lokálních sítí	102
4.1.2.1 Hvězda	102
4.1.2.2 Strom	103
4.1.2.3 Sběrnice	103
4.1.2.4 Kruh	103
4.1.2.5 Síť s smyčkami	104
4.1.3 Vrstvová architektura lokálních sítí	104
4.1.4 Adresa MAC	105
4.1.4.1 Kanonický tvar adres	106
4.1.4.2 Funkční adresy	107
4.1.5 Řízení logického spoje (LLC)	107
4.1.5.1 Protokol SNAP	109
4.1.6 Typy lokálních sítí	109
4.1.7 Ethernet	111
4.1.7.1 Metoda komunikace v Ethernetu: CSMA/CD	112
4.1.7.2 Fyzické řešení Ethernetu	114
4.1.7.3 Topologická omezení Ethernetu	116
4.1.7.4 10 Gigabitový Ethernet	117
4.1.7.5 Přehled specifikací 802.3	118
4.1.7.6 Výběr režimů práce Ethernetu	119
4.1.7.7 Výkonnost Ethernetu	120
4.1.7.8 Agregace spojů pro zvýšení šířky pásma	120
4.1.7.9 Formáty rámce Ethernet a IEEE 802.3	121
4.1.7.10 Zapouzdření LLC/SNAP	122
4.1.7.11 MTU a fragmentace	122
4.1.7.12 Napájení po Ethernetu	123
4.1.8 Token Ring	124
4.1.8.1 Fyzická vrstva Token Ring	125
4.1.8.2 Vysokorychlostní Token Ring	126
4.1.8.3 Výkonnost sítě Token Ring	126
4.1.8.4 Formát rámce Token Ring	127
4.1.9 FDDI	128
4.1.9.1 Fyzické charakteristiky FDDI	129
4.1.9.2 Topologie sítě FDDI	129
4.1.9.3 Formát rámce FDDI	130
4.1.10 Bezdrátové lokální sítě: WLAN	132
4.1.10.1 Klasifikace bezdrátových sítí	132
4.1.10.2 Konfigurace WLAN	134
4.1.10.3 Přístup k přenosovému prostředí: CSMA/CA	134
4.1.10.4 Fyzická vrstva WLAN	136

4.1.10.5	802.11b	136
4.1.10.6	802.11a	136
4.1.10.7	802.11g	137
4.1.10.8	Doplňky WLAN	137
4.1.11	Bezdrátové sítě s malým dosahem: WPAN	138
4.1.12	Úložné sítě: SAN	140
4.1.12.1	Fibre Channel	141
4.1.12.2	SAN založené na IP: iSCSI, FCIP, iFCP	141
4.1.13	Nestandardní lokální přenosová prostředí	143
4.2	Metropolitní sítě	143
4.2.1	Bezdrátové metropolitní sítě	144
4.2.1.1	802.16 MAC	144
4.2.1.2	Fyzická vrstva 802.16	145
4.3	Rozlehlé sítě	145
4.3.1	DTE-DCE	146
4.3.2	Spojové protokoly	148
4.3.3	SLIP: Serial Line Internet Protocol	148
4.3.4	HDLC: High Data Link Control	149
4.3.4.1	Formát rámce HDLC	149
4.3.5	PPP: Point to Point Protocol	150
4.3.5.1	Autentizace PPP	153
4.3.5.2	Formát rámce PPP	154
4.3.5.3	Rozšíření protokolu PPP	155
4.3.5.4	PPP přes různé typy sítí	157
4.3.5.5	Komprese PPP	157
4.3.6	Přepojování okruhů vs přepojování paketů	158
4.3.7	Sítě s přepojováním okruhů	159
4.3.7.1	ISDN	159
4.3.8	Paketové sítě a virtuální okruhy	161
4.3.8.1	WAN versus LAN	162
4.3.8.2	Služba se spojením	163
4.3.9	Paketová síť X.25	163
4.3.9.1	Chybové řízení X.25	164
4.3.10	Frame Relay	165
4.3.10.1	Protokol LAPF	166
4.3.10.2	Signalizace ve Frame Relay: LMI	168
4.3.10.3	Zapouzdření datagramů pro Frame Relay	169
4.3.10.4	Pevné a přepínané okruhy pro Frame Relay	169
4.3.10.5	Mapování adres	170
4.3.10.6	Parametry Frame Relay	170
4.3.11	Síť ATM	172
4.3.11.1	Architektura ATM	173
4.3.11.2	Signalizace v ATM	176
4.3.11.3	Směrování v ATM	176
4.3.11.4	Formát buňky ATM	177
4.3.11.5	Kvalita služeb	179
4.3.11.6	IP přes ATM	180
4.3.11.7	Emulace lokálních sítí	181

4.3.11.8 MPOA	182
4.3.11.9 Klasický protokol IP po ATM	183
4.3.11.10 MARS	184
4.3.12 Zefektivnění provozu ve WAN	186
4.3.13 Optické sítě	187
4.3.13.1 SONET/SDH	188
4.3.13.2 WDM v optických sítích	188
4.3.13.3 IP přes optickou síť	190
4.3.14 Datová komprese	190
4.3.14.1 Algoritmy datové komprese	191

Kapitola 5

Vrstva síťová

193

5.1 Protokol IP verze 4	194
5.1.1 Verze IP	195
5.1.2 Formát datagramu IP verze 4	195
5.1.3 Fragmentace a MTU	199
5.1.3.1 Pořadí vysílání oktetů	202
5.1.4 Zpracování přijatých datagramů	203
5.2 Adresace IP	204
5.2.1 Typy adres	205
5.2.2 Třídy (formáty) adres	206
5.2.2.1 Rezervované adresy	208
5.2.2.2 Soukromé sítě	209
5.2.3 Podsíťové adresy	209
5.2.3.1 Masky podsítě	210
5.2.3.2 Počet podsítí a stanic v nich	211
5.2.3.3 Příklady podsítování	212
5.2.3.4 Výhody podsítování	214
5.2.4 VLISM	214
5.2.5 CIDR	215
5.2.6 Směrovače a IP adresy	217
5.2.6.1 Přečíslování	218
5.2.6.2 Speciální prefixy pro dvoubodové spoje	218
5.2.7 Překlad adres: NAT	219
5.2.7.1 Nepříjemnosti s NAT	220
5.2.7.2 Realm-specific IP: RSIP	221
5.3 Všeobecné a skupinové vysílání v IP sítích	221
5.3.1 Komunikace ve skupině	222
5.3.2 Protokol správy skupin: IGMP	223
5.3.2.1 Zprávy IGMP	224
5.4 Protokoly mapování adres	225
5.4.1 Protokol ARP	226
5.4.1.1 Rámce ARP	227
5.4.2 Protokol RARP	228
5.5 Protokol řídicích hlášení ICMP	229
5.5.1 Formát datagramu a typy zpráv ICMP	230
5.5.2 Ping	233

5.5.2.1	Dostupnost v různém podání	234
5.5.2.2	Porozumění významu ping	235
5.5.2.3	Příkaz ping	235
5.5.3	Traceroute	235
5.5.3.1	Příkaz traceroute	236
5.5.3.2	Základní diagnostika v IP sítích	236
5.6	Směrování IP: ICMP router discovery a redirect	237
5.6.1	ICMP Router Discovery Protocol: IRDP	237
5.6.2	ICMP redirect a směrovače	238
5.6.3	Protokol VRRP	238
5.7	Protokol nové generace IP verze 6	239
5.7.1	Proč stále můžeme používat IPv4	240
5.7.2	Adresace v protokolu IP verze 6	241
5.7.2.1	Funkce adresy	241
5.7.3	Typy adres IPv6	242
5.7.3.1	Adresa individuální	242
5.7.3.2	Skupinová adresa	244
5.7.3.3	Adresa rozhraní ve skupině	245
5.7.3.4	Krácení adres IPv6	246
5.7.3.5	Podpora adres	246
5.7.3.6	Implicitní výběr adres pro IPv6	246
5.7.4	Automatická konfigurace	247
5.7.5	Datagram IP verze 6	248
5.7.5.1	Povinné záhlaví	248
5.7.5.2	Volitelná záhlaví	249
5.7.6	Bezpečnost v IPv6	250
5.7.6.1	Překlad adres: NAT	252
5.7.7	Rozdíly mezi verzí 4 a 6 protokolu IP	252
5.7.8	ICMP verze 6	254
5.7.8.1	Obdoba IGMP u IPv6	256
5.7.8.2	Obdoba ARP v IPv6	256
5.7.9	Výhody IPv6	257
5.7.10	Nasazování IPv6	257
5.7.11	Propojení sítí IPv4 a IPv6	258
5.8	Kompresce dat v IP datagramech	260
5.9	IP podporující mobilní uživatele: Mobilní IP	261
5.9.1	Mechanismy práce mobilního IP	262
5.9.1.1	Registrace u agentů	263
5.9.1.2	Autentizace mobilního uzlu	264
5.9.2	Směrování v mobilním IP	264
5.9.3	Tunelování v mobilním IP	266
5.9.3.1	Zapouzdření IP v IP	267
5.9.3.2	Minimální zapouzdření	267
5.9.4	Mobilní IPv6	268
5.9.4.1	Předávání mobilních uzlů	269
5.9.5	Optimalizace směrování pro mobilní IP	270
5.9.5.1	Rozdíly mezi řešením mobility u IPv4 a IPv6	272

5.9.5.2 Budoucnost mobilního IP	272
5.9.6 Mobilita sítí	272
5.9.7 Mikromobilita	274
5.9.8 MANET	275
5.9.8.1 Směrování v MANET	276
5.10 Kvalita služby: QoS	277
5.10.1 QoS v různých síťových technologiích	278
5.10.2 Parametry QoS	279
5.10.2.1 Ztráta paketů	279
5.10.2.2 Zpoždění	280
5.10.2.3 Kolísání zpoždění	281
5.10.3 Rezervace prostředků versus upřednostňování v IP sítích	281
5.10.4 Protokol rezervace prostředků: RSVP	283
5.10.5 Diff-Serv	284
5.10.5.1 Rozdíly mezi IntServ a DiffServ	287
5.10.5.2 Otevřené otázky	287
5.10.6 Přepínání značek: MPLS	287
5.10.6.1 Formát značky	288
5.10.6.2 Cesty MPLS sítí	289
5.10.6.3 Signalizace v MPLS	290
5.10.6.4 MPLS na vrstvě 2	290

Kapitola 6

Propojování sítí s protokolem IP

293

6.1 Směrování v sítích	294
6.1.1 Přímé a nepřímé směrování	294
6.1.2 Směrovací tabulky	295
6.1.3 Procesy na směrovači	296
6.1.4 Spolupráce směrovačů a konvergence sítě	297
6.2 Další prostředky propojování sítí	298
6.2.1 Opakovače	299
6.2.1.1 Topologie sítě	299
6.2.2 Mosty	300
6.2.2.1 Typy mostů	301
6.2.2.2 Transparentní mosty	301
6.2.2.3 Source route bridging (SRB)	302
6.2.2.4 Uplatnění mostů	304
6.2.3 Přepínače	304
6.2.3.1 Režimy přepínání	306
6.2.3.2 Přepínané lokální sítě	308
6.2.4 Spanning Tree Protocol (STP)	308
6.2.5 Virtuální lokální síť	311
6.2.5.1 Typy VLAN	311
6.2.5.2 Informace o členství v síti	313

6.2.5.3	Výhody virtuálních lokálních sítí	314
6.2.5.4	Spolupráce DHCP s VLAN	314
6.2.5.5	Podpora skupinových adres v přepínačích	315
6.2.6	Brány	315
6.3	Směrování v sítích s IPv4	316
6.3.1	Směrovatelné a směrovací protokoly	317
6.3.2	Práce směrovače	318
6.3.2.1	Všeobecné a skupinové vysílání	318
6.3.2.2	Implicitní síť	319
6.3.2.3	Zpracování datagramů	319
6.3.2.4	Spojová vrstva směrovače	319
6.3.2.5	Porovnání směrovačů a přepínačů/mostů	319
6.3.3	Statické směrování	321
6.3.4	Dynamické směrování	324
6.3.4.1	Metrika	324
6.3.5	Autonomní systémy	325
6.3.6	Vnitřní a vnější směrovací protokoly	326
6.3.7	Směrovací algoritmy	327
6.3.7.1	Algoritmus vektorů vzdáleností	327
6.3.7.2	Směrovací smyčky	330
6.3.7.3	Algoritmus stavu spojů	332
6.3.8	IP směrovací protokoly	334
6.3.9	Routing Information Protocol	336
6.3.9.1	Směrovací tabulka	336
6.3.9.2	Výměna směrovacích informací	336
6.3.9.3	Obrana proti smyčkám	337
6.3.9.4	Nevýhody RIP	338
6.3.9.5	RIP verze 2	338
6.3.9.6	Uplatnění RIP	339
6.3.10	Interior Gateway Routing Protocol	340
6.3.11	Enhanced Interior Gateway Routing Protocol	341
6.3.12	Open Shortest Path First	342
6.3.12.1	Metrika OSPF	343
6.3.12.2	Oblasti OSPF	343
6.3.12.3	Topologická databáze	345
6.3.12.4	Pověřený směrovač	345
6.3.12.5	Hello protokol	346
6.3.12.6	Zprávy OSPF	347
6.3.12.7	Typy LSA	348
6.3.12.8	Formát LSA	349
6.3.12.9	OSPF versus RIP	349
6.3.13	Protokol IS-IS	350
6.3.13.1	Adresy	350
6.3.13.2	Terminologie OSI	351
6.3.13.3	Směrovací protokol	352
6.3.13.4	IS-IS versus OSPF	353
6.4	Vnější směrovací protokoly	354
6.4.1	Exterior Gateway Protocol	354

6.4.2	Border Gateway Protocol	354
6.4.2.1	Komunikace v rámci BGP	355
6.4.2.2	Typy zpráv BGP	356
6.4.2.3	iBGP a eBGP	356
6.4.2.4	Metrika	357
6.5	Směrovací protokoly podporující skupinové vysílání	360
6.5.1	Složky skupinového vysílání	360
6.5.1.1	Adresace skupin	361
6.5.1.2	Registrace do skupin	362
6.5.2	Úkoly směrovače	362
	těhlo pět bitů se při mapování ignoruje	362
6.5.2.1	Požadavky na efektivní skupinové vysílání	363
6.5.2.2	Mechanismy RPF a RPM	363
6.5.3	Skupinové směrovací protokoly	364
6.5.4	DVMRP	365
6.5.5	MOSPF	366
6.5.6	PIM	366
6.5.7	CBT	369
6.5.8	MBONE	370
6.5.9	ASM versus SSM	370
6.5.10	Spolehlivé skupinové vysílání	371
6.6	Hierarchie směrovacích protokolů pro IP	372
6.7	Směrování podporující IPv6	372
6.7.1	Multihoming	373
6.8	Výkonnost a další otázky směrování v IP sítích	374
6.8.1	Redistribuce směrovacích informací	374
6.8.2	Zálohování směrovače	375
6.8.3	Zátěž směrovače a zátěž sítě	375

Kapitola 7

Transportní vrstva

377

7.1	Porty	378
7.1.1	Kategorie portů podle čísel	378
7.1.2	Porty a operační systém	379
7.1.3	Socket	379
7.2	Transmission Control Protocol	379
7.2.1	Funkce TCP	381
7.2.1.1	Spojení TCP	381
7.2.2	Segment TCP	382
7.2.2.1	Pseudozáhlaví	383
7.2.2.2	MSS	383
7.2.3	Fáze spojení TCP	384
7.2.3.1	Navázání spojení	384
7.2.3.2	Přenos dat	385
7.2.3.3	Ukončení spojení	386
7.2.4	Řízení toku TCP	386
7.2.4.1	Velikost okna	387
7.2.4.2	Klouzající okno	387

7.2.4.3	Syndrom hloupého okna	388
7.2.4.4	Potvrzování a opětovné vysílání	389
7.2.4.5	Adaptivní algoritmus opětovného vysílání	390
7.2.5	Řízení zátěže sítě	390
7.2.5.1	Snížení velikosti okna	391
7.2.5.2	Pomalý start	391
7.2.5.3	Rychlé opětovné vysílání a rychlé zotavení	392
7.2.5.4	Aktivní řízení front	392
7.2.6	Implementace TCP	393
7.2.7	Výkonnost TCP	394
7.2.7.1	TCP v bezdrátových sítích	394
7.2.7.2	TCP přes satelit	394
7.3	User Datagram Protocol	396
7.3.1	Formát datagramu UDP	397
7.3.1.1	Kontrolní součet a fragmentace	397
7.3.1.2	Čísla portů	397
7.4	Transport pro streaming media: RTP, RTCP a SCTP	398
7.4.1	Transportní protokoly pro přenosy v reálném čase	398
7.4.2	Real-time Transport Protocol: RTP	399
7.4.2.1	Komprese RTP	400
7.4.3	Real-time Transport Control Protocol: RTCP	400
7.4.4	Stream Control Transmission Protocol: SCTP	401

Kapitola 8

Aplikační vrstva

		403
8.1	Kategorie aplikačních protokolů	403
8.1.1	Uživatelské aplikace	404
8.1.2	Administrativní aplikace	404
8.1.3	Postavení směrovacích protokolů	404
8.2	Vzdálený terminál: TELNET	405
8.2.1	Klient a server TELNET	405
8.2.2	Vlastnosti TELNET	406
8.3	Spolehlivý přenos souborů: protokol FTP	407
8.3.1	Základní vlastnosti FTP	407
8.3.2	Komunikace klient-server	407
8.3.3	Spojení FTP	408
8.3.4	Komunikace pomocí FTP	409
8.3.5	Autentizace pro FTP	409
8.4	Jednoduchý přenos souborů: protokol TFTP	410
8.5	Sdílení souborů: systém NFS	410
8.5.1	Subsystémy RPC a XDR	411
8.5.1.1	Remote Procedure Call: RPC	411
8.5.1.2	External Data Representation: XDR	411
8.6	Elektronická pošta: protokoly SMTP, POP a IMAP	412
8.6.1	Formát zprávy elektronické pošty	412
8.6.2	Formát adresy elektronické pošty	413
8.6.3	Systém elektronické pošty	413