

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>21</b>
Proč vlastně sítě .....	21
První vydání .....	22
Struktura knihy v kostce .....	22
Poděkování .....	23
Druhé vydání .....	23

## Kapitola 1

<b>Historie Internetu</b>	<b>25</b>
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

<b>Principy síťových architektur</b>	<b>39</b>
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	Měníče 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

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 existujících 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 Doplnky 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 WiMAX .....	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 .....	155
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 podsíťování .....	212
5.2.3.4 Výhody podsíťování .....	214
5.2.4 VLSM .....	214
5.2.5 CIDR .....	215
5.2.6 Směrovače a IP adresy .....	217
5.2.6.1 Přechíslování .....	218
5.2.6.2 Speciální prefixy pro dvoubodové spoje .....	218
5.2.7 Překlad adres: NAT .....	219
5.2.7.1 Nepřijemnosti 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 Komprese dat v IP datagramech .....	260
5.9 IP podporující mobilní uživatele: Mobilní IP .....	261
5.9.1 Mechanizmy 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 Autonorní 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
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

<b>Transportní vrstva</b>	<b>377</b>
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	Číslo 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

<b>Aplikační vrstva</b>	<b>403</b>
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
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
8.6.4 Přístup k poštovní schránce .....	416
8.6.5 Rozšíření SMTP .....	417
8.6.6 Bezpečnost elektronické pošty .....	418
8.6.6.1 PEM .....	418
8.6.6.2 PGP .....	419
8.6.6.3 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 sítí .....	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 postřednictvím 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 zprávy .....	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 .....	551
10.8.8 QoS a bezpečnost VPN .....	553

## Příloha A

<b>Organizace Internetu</b> .....	<b>555</b>
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.7 ICANN .....	561

**Příloha B****Přehled nejdůležitějších RFC 563**

B.1 Normalizované protokoly .....	564
B.2 Přehled Informačních RFC typu FYI .....	567
B.3 Přehled RFC prohlášených za Best Current Practice (BCP) .....	568

**Příloha C****Doporučené zdroje 573**

C.1 Normalizační organizace .....	573
C.2 Zájmové skupiny .....	573
C.3 Projekty Internetu .....	574
C.4 Organizace kolem Internetu .....	574
C.5 Knihy .....	575

**Příloha D****Přehled zkratk 577****Příloha E****Užitečná čísla 589**

E.1 Přehled rychlostí .....	589
E.2 Přehled předpon .....	591
E.3 Logické operace .....	592
E.4 Označení seskupení bitů .....	593
E.5 Převodní tabulka .....	593
E.6 Známá čísla u IP .....	595
E.6.1 Skupinové adresy IPv4 .....	595
E.6.2 Známá čísla protokolů a portů .....	595
E.6.2.1 Čísla protokolů .....	595
E.6.2.2 Čísla portů .....	597

**Příloha F****Multigigabitová optická síť CESNET2 601**

F1 Optická infrastruktura CESNET2 .....	602
F1.1 DWDM a vícecestné ROADM .....	602
F1.2 Optická vlákna a dostupnost sítě .....	604
F1.3 Moderní optické prvky .....	604
F1.4 Terabitový směrovač v CESNET2 .....	605
F1.5 Přeřazování na vyšší rychlost .....	606
F2 Ethernetové koncové služby .....	606
F2.1 PBB-TE, MAC-in-MAC versus Q-in-Q .....	608
F2.2 Ethernetové koncové služby v CESNET2 .....	608
F3 Virtuální síťové laboratoře .....	609

**Odkazy 610****Rejstřík 611**