

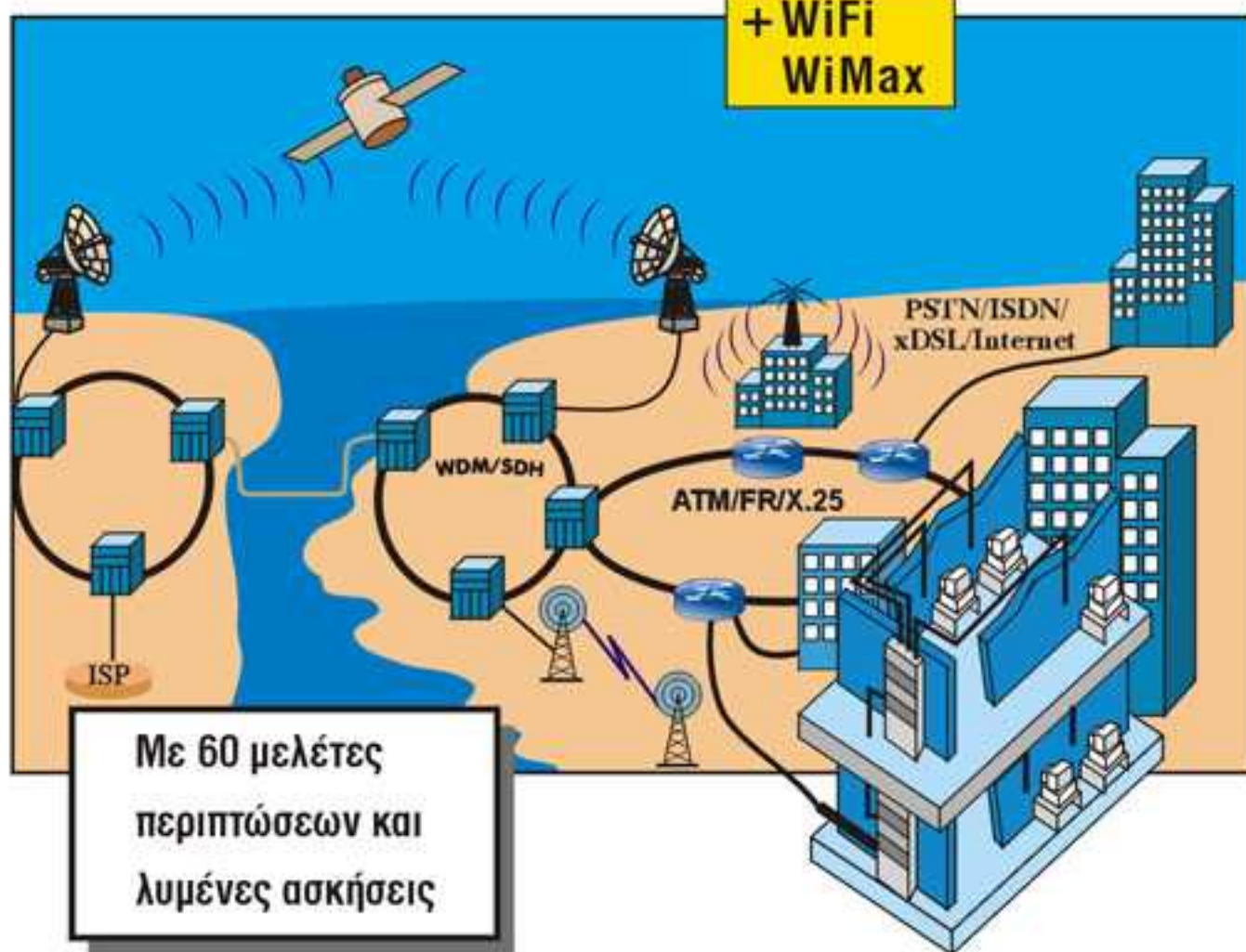
Σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύων

2η έκδοση

Από μικρά δίκτυα γραφείου μέχρι
μεγάλα δίκτυα επιχειρήσεων

Σπύρος Δ. Αρσένης

+ WiFi
WiMax



Περιεχόμενα

Εισαγωγή	15
Στόχος του βιβλίου	16
Η δεύτερη έκδοση του βιβλίου	17
Κεφάλαιο 1 Βασικές έννοιες δικτύων	19
1.1 Τι είναι τα δίκτυα;	19
1.2 Γιατί είναι απαραίτητα τα δίκτυα;	20
1.3 Κατάταξη δικτύων δεδομένων σύμφωνα με τη γεωγραφική κάλυψη	22
1.3.1 Τι είναι το τοπικό δίκτυο;	22
1.3.2 Τι είναι το μητροπολιτικό δίκτυο;	23
1.3.3 Τι είναι τα δίκτυα ευρείας ζώνης;	23
1.4 Αρχιτεκτονική δικτύων	24
1.4.1 Δίκτυο πρόσβασης στον τελικό χρήστη	25
1.4.2 Δίκτυο διανομής	26
1.4.3 Δίκτυα κορμού – Backbone Networks	27
1.5 Δημόσια και ιδιωτικά δίκτυα	27
1.6 Κατηγοριοποίηση δικτύου Internet	29
1.7 Κατάταξη τοπικών δικτύων ανάλογα με την οργάνωση των κοινών πόρων	31
1.7.1 Ομότιμα δίκτυα	31
1.7.2 Δίκτυα βασισμένα σε διακομιστές	31
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	33
ΛΥΣΕΙΣ	35
Κεφάλαιο 2 Τοπολογία δικτύων	39
2.1 Εισαγωγή	39
2.2 Τοπολογία τοπικού δικτύου	40
2.2.1 Τοπολογία αστέρα	40
2.2.2 Τοπολογία διαύλου	42
2.2.3 Τοπολογία δακτυλίου	44

2.2.4	Τοπολογία πλέγματος	46
2.2.5	Τοπολογία δίαυλου/αστέρα.....	47
2.2.6	Τοπολογία ιεραρχικού αστέρα.....	47
2.2.7	Τοπολογίες ασύρματων τοπικών δικτύων	48
2.3	Τοπολογίες MAN και WAN	50
2.3.1	Τοπολογία γιρλάντας (Διαύλου) για MAN/WAN.....	51
2.3.2	Τοπολογία αστέρα για MAN/WAN.....	52
2.3.3	Τοπολογία δακτυλίου για MAN/WAN.....	53
2.3.4	Τοπολογία πλέγματος	54
2.3.5	Υβριδικές τοπολογίες για MAN και WAN.....	55
2.3.6	Τοπολογία διαύλου – ιεραρχικού αστέρα για MAN/WAN	55
2.4	Τοπολογίες ασύρματων δικτύων MAN/WAN.....	59
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	66
	ΛΥΣΕΙΣ	68
Κεφάλαιο 3 Φυσική διασύνδεση δικτύων		75
3.1	Εισαγωγή.....	75
3.2	Καλωδίωση	77
3.2.1	Συνεστραμμένο ζεύγος	77
3.2.2	Ομοαξονικό καλώδιο	82
3.2.3	Οπτική ίνα.....	87
3.3	Μετάδοση μέσω του δικτύου ηλεκτρισμού	89
3.4.	Ασύρματες ζεύξεις και ασύρματα δίκτυα	90
3.4.1	Είδη ασύρματων ζεύξεων	91
3.5	Κάρτα διασύνδεσης δικτύου	96
	ΠΡΩΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	97
	ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	98
	ΤΡΙΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	99
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	100
	ΛΥΣΕΙΣ	101
Κεφάλαιο 4 Δομημένη καλωδίωση		103
4.1	Εισαγωγή.....	103
4.2	Πρότυπα δομημένης καλωδίωσης.....	104
4.3	Αρχιτεκτονική δομημένης καλωδίωσης.....	105
4.3.1	Διέλευση καλωδίων	107
4.3.2	Γείωση, τερματισμός και σήμανση.....	108
4.3.3	Περιοχή εργασίας.....	110

4.3.4	Οριζόντια καλωδίωση	111
4.3.5	Κατανεμητής ορόφου.....	113
4.3.6	Κατακόρυφη καλωδίωση	115
4.3.7	Αίθουσα εξοπλισμού και κεντρικός κατανεμητής κτηρίου.....	116
4.4	Βήματα σχεδιασμού δομημένης καλωδίωσης.....	119
4.5	Πιστοποίηση λειτουργικότητας και έλεγχος αποδοχής της εγκατάστασης	120
4.6	Η σημασία της αξιόπιστης καλωδίωσης στη σύγχρονη επιχείρηση	121
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	123
	ΛΥΣΕΙΣ	127
Κεφάλαιο 5	Μέθοδοι πρόσβασης τοπικών δικτύων	129
5.1	Εισαγωγή.....	129
5.2	Ethernet	130
5.3	Μέθοδοι πρόσβασης με σκυτάλη	132
5.4	AppleTalk της Apple.....	132
5.5	Τα πρότυπα IEEE για το Ethernet.....	133
5.5.1	Κατηγορία Ethernet 10Mbps	133
5.5.2	Κατηγορία Ethernet 100Mbps – Fast Ethernet	136
5.5.3	Κατηγορία Gigabit Ethernet	137
5.6	Πρωτόκολλα ασύρματων δικτύων	138
5.6.1	Bluetooth.....	138
5.6.2	Ασύρματα τοπικά δίκτυα 802.11	139
5.6.3	LMDS – Local Multipoint Distribution Service.....	142
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	144
	ΛΥΣΕΙΣ	146
Κεφάλαιο 6	Μηχανήματα διασύνδεσης	149
6.1	Εισαγωγή.....	149
6.2	Συζευκτήρες – πρίζες	150
6.3	Οριολωρίδες και πλαίσια μικτονόμησης – Patch Panels	151
6.4	Επαναλήπτης – Repeater	153
6.5	Ομφαλός – Hub	154
6.6	Γέφυρες – Bridges	156
6.7	Μεταγωγείς – Switches	160
6.8	Δρομολογητές – Routers	161
6.9	Γέφυρες-Δρομολογητές – Brouters	164
6.10	Πύλες – Gateways	165

6.11	Υβριδικά μηχανήματα πολύπλεξης.....	166
6.12	Modem και συσκευές διασύνδεσης.....	166
6.12.1	Μόντεμ τηλεφωνικής γραμμής	167
6.12.2	Καλωδιακά μόντεμ.....	170
6.12.3	Συσκευή διασύνδεσης ISDN.....	170
6.12.4	Μόντεμ DSL	171
6.12.5	Συσκευή DSU/CSU.....	173
6.13	Η λειτουργία των leds στις θύρες των μηχανημάτων διασύνδεσης.....	173
6.14	Διευθύνσεις MAC και IP.....	175
6.15	Δρομολόγηση πακέτων στα τοπικά δίκτυα και στο διαδίκτυο	178
	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	180
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	184
	ΛΥΣΕΙΣ	187

Κεφάλαιο 7 Υπηρεσίες διασύνδεσης MAN και WAN 191

7.1	Εισαγωγή.....	191
7.2	Τεχνολογίες διασύνδεσης.....	193
7.3	Μεταγωγή κυκλωμάτων	194
7.4	Μεταγωγή πακέτων	195
7.5	Υπηρεσίες διασύνδεσης μέσω τηλεφωνικών γραμμών.....	196
7.5.1	Υπηρεσία dial-up – διασύνδεσης μέσω κλασικών τηλεφωνικών γραμμών	196
7.5.2	Μισθωμένες γραμμές.....	197
7.5.3	ISDN-Integrated Services Digital Network	200
7.5.4	xDSL-Digital Subscriber Line	201
7.6	Ασύρματες υπηρεσίες μετάδοσης MAN και WAN	205
7.6.1	Ασύρματα δίκτυα ευρείας ζώνης- IEEE 802.16. (WiMax) ...	205
7.6.2	Δορυφορικά συστήματα.....	206

Κεφάλαιο 8 Υπηρεσίες διασύνδεσης MAN και WAN για εταιρικά δίκτυα 209

8.1	Εισαγωγή.....	209
8.2	Υπηρεσία μεταγωγής πακέτων X.25.....	209
8.3	Δίκτυο Hellaspac OTE	211
8.4	Δίκτυο Hellascom OTE.....	213
8.5	Τεχνολογία Frame Relay.....	215
8.6	Τεχνολογία ATM-Asynchronous Transfer Mode	218
8.7	MPLS-MultiProtocol Label Switching	220
8.8	Κόστος υπηρεσιών μετάδοσης	222

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	223
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	225
ΛΥΣΕΙΣ	226
Κεφάλαιο 9 Διασύνδεση δικτύων κορμού τηλεπικοινωνιακών εταιριών και μεγάλων εταιρικών δικτύων	229
9.1 Εισαγωγή	229
9.2 SDH (Synchronous Digital Hierarchy) / SONET (Synchronous Optical Network).....	230
9.2.1 Μηχανισμοί προστασίας	234
9.2.2 Μηχανισμός προστασίας SNCP-Subnetwork Connection Protection.....	235
9.2.3 Μηχανισμός προστασίας NPE-4 fiber Multiplex Section Shared Protection Ring (4f MS-SPRing).....	235
9.2.4 Προστασία μηχανημάτων	237
9.3 Τεχνολογία WDM (Wavelength Division Multiplexing).	239
9.4 Υπηρεσία λάμδα.....	241
9.5 Εκμίσθωση Dark fiber.....	241
9.6 Προστασία εγκαταστάσεων. DRC-Disaster Recovery Center.....	242
ΠΡΩΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	245
ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	247
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	248
ΛΥΣΕΙΣ	250
Κεφάλαιο 10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπηρεσιών	253
10.1 Εισαγωγή	253
10.2 Καθυστέρηση μετάδοσης	254
10.3 Διαθεσιμότητα.....	258
10.4 Αξιοπιστία	264
10.5 Ταχύτητα μετάδοσης.....	267
10.6 Χωρητικότητα	269
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	271
ΛΥΣΕΙΣ	272
Κεφάλαιο 11 Σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύου δεδομένων επιχείρησης. Εργαλεία και βήματα σχεδιασμού	277
11.1 Εισαγωγή.....	277
11.2 Τι σχεδιάζουμε και τι υλοποιούμε;	278

11.3 Αξιολόγηση δικτύων	280
11.4 Η διαδικασία σχεδιασμού.....	280

Κεφάλαιο 12 Ανάλυση αναγκών 283

12.1 Εισαγωγή.....	283
12.2 Ανάλυση επιχειρησιακών αναγκών — Ποιες οι κρίσιμες εφαρμογές και ποια τα κρίσιμα δεδομένα;.....	284
12.2.1 Καταγραφή επιχειρηματικών στόχων	285
12.2.2 Μελέτη περίπτωσης. Τι είναι πιο σημαντικό το κόστος ή η απόδοση;	287
12.2.3 Κατηγορίες πελατών	288
12.2.4 Συσχετισμός επιχειρηματικών στόχων και τεχνικών προδιαγραφών του συστήματος	289
12.2.5 Μελέτη Περίπτωσης	291
12.3 Ανάλυση υπάρχουσας υποδομής. Καταγραφή τοπολογίας εγκαταστάσεων και υπάρχοντος εξοπλισμού.....	295
12.3.1 Πώς το υπάρχον δίκτυο οριοθετεί και περιορίζει το σχεδιασμό;.....	295
12.3.2 Καταγραφή φυσικής τοπολογίας	296
12.3.3 Καταγραφή υλικής υποδομής	298
12.3.4 Καταγραφή μισθωμένων ζευξέων.....	300
12.3.5 Καταγραφή εφαρμογών	300
12.3.6 Καταγραφή πρωτοκόλλων	302
12.3.7 Καταγραφή στατιστικών στοιχείων χρήσης	302
12.3.8 Διαγράμματα δικτύου	302
12.4 Καταγραφή της οργανωτικής δομής της επιχείρησης. Ποιος κάνει τι μέσα στην επιχείρηση;	303
12.4.1 Η κατανόηση της οργανωτικής δομής της επιχείρησης ως παράγοντας επιτυχίας ενός έργου.....	305
12.5 Πάγιες λειτουργικές ανάγκες δικτύου. Πώς θα ελέγξουμε τη λειτουργία του δικτύου μετά την κατασκευή του;	306
12.5.1 Ανάγκες εξέλιξης ή επεκτασιμότητας.....	307
12.5.2 Ανάγκες διαχείρισης	308
12.5.3 Ανάγκες συντήρησης	308
12.5.4 Ανάγκες λειτουργικού κόστους	309
12.6 Περιορισμοί υλοποίησης.....	311
12.7 Αποτέλεσμα ανάλυσης	313
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	314
ΛΥΣΕΙΣ	314

Κεφάλαιο 13 Σχεδιασμός δικτύου δεδομένων επιχείρησης.....	315
13.1 Εισαγωγή.....	315
13.2 Λεπτομερής σχεδιασμός νέων υπηρεσιών	316
13.2.1 Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών	316
13.2.2 Κρίσιμες επιλογές για τις υπηρεσίες του δικτύου.....	318
13.2.3 Καθορισμός σεναρίου χρήσης και συμπεριφοράς της νέας υπηρεσίας.....	319
13.2.4 Καθορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών νέων υπηρεσιών	320
13.3 Συσχέτιση χρηστών και νέων υπηρεσιών: υπολογισμός του πίνακα κίνησης.....	321
13.4 Υπολογισμός κίνησης για μικρά δίκτυα.....	324
13.4.1 Υπολογισμός κίνησης για μεγάλα δίκτυα	325
13.5 Σχεδιασμός τοπολογίας δικτύων	326
13.5.1 Πόσα επίπεδα για το δίκτυο;.....	329
13.5.2 Βασικά χαρακτηριστικά ενός κόμβου.....	332
13.5.3 Τοπολογία δένδρου μικρότερης διαδρομής (Αλγόριθμος Dijkstra).....	333
13.5.4 Τοπολογία δένδρου μικρότερου κόστους (Αλγόριθμος Kruskal)	335
13.5.5 Τοπολογία δένδρου μικρότερου κόστους (Αλγόριθμος Prim).....	338
13.5.6 Σύγκριση αλγορίθμων MSP και STP.....	339
13.5.7 Αλγόριθμος CMST – Capacitated Minimum Spanning Tree	342
13.5.8 Αλγόριθμος Esau – Williams.....	344
13.5.9 Αλγόριθμος Cahn MSLA: για κόμβους με διαφορετικές ταχύτητες.....	346
13.5.10 Πρακτικοί κανόνες σχεδιασμού	348
13.5.11 Αλγόριθμοι για μεγάλα δίκτυα κορμού	349
13.6 Βελτιστοποιήσεις δικτύου	350
13.6.1 Υπολογισμός χωρητικότητας και καθυστέρησης	351
13.6.2 Υπολογισμός χωρητικότητας, καθυστέρησης και κόστους ...	355
13.6.3 Βελτιστοποίηση κίνησης μέσω της σωστής τοποθέτησης διακομιστών	358
13.6.4 Διαχείριση μηνυμάτων Broadcast και Multicast.....	359
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	360
ΛΥΣΕΙΣ	367

Κεφάλαιο 14 Στοιχεία υλοποίησης δικτύου 393

14.1	Εισαγωγή.....	393
14.2	Επιλογή πρωτοκόλλου	395
14.2.1	Πρωτόκολλα τοπικού δικτύου	395
14.2.2	Πρωτόκολλα για δίκτυα ευρείας ζώνης και μητροπολιτικά δίκτυα	398
14.2.3	Πρωτόκολλα δικτύου ευρείας ζώνης μεγάλης χωρητικότητας	402
14.3	Χρήση μηχανημάτων διασύνδεσης.....	403
14.3.1	Επιλογή δρομολογητών βάσει του πρωτοκόλλου δρομολόγησης που υποστηρίζεται	407
14.4	Πρωτόκολλο επιπέδου μετάδοσης	407
14.5	Επιλογή λειτουργικού συστήματος NOS-Network operating System..	408
14.6	Τεκμηρίωση και καταγραφή στοιχείων δικτύου	410
14.7	Εγκατάσταση συστήματος	411
14.8	Κόστος υλοποίησης δικτύου	412
14.9	Κόστος μηχανημάτων	414
14.9.1	Κόστος μηχανημάτων	415
14.9.2	Κόστος ανταλλακτικών.....	415
14.9.3	Κόστος προγράμματος διαχείρισης.....	416
14.9.4	Κόστος εγκατάστασης.....	417
14.9.5	Κόστος Διαχείρισης έργου.....	418
14.9.6	Κόστος εγγύησης – Συμβόλαιο συντήρησης	418
14.9.7	Κόστος επιμόρφωσης.....	420
14.9.8	Κόστος τεκμηρίωσης	420
14.10	Υπηρεσίες ανάθεσης σε τρίτους προμήθειας εξοπλισμού και παροχής υπηρεσιών.....	420
14.10.1	Ενοικίαση εξοπλισμού – Leasing.....	420
14.10.2	Ανάθεση υπηρεσιών σε τρίτους – Outsourcing	421
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	422
	ΛΥΣΕΙΣ	423

Κεφάλαιο 15 Σχεδιασμός τηλεφωνικού δικτύου επιχείρησης 427

15.1	Εισαγωγή.....	427
15.2	Αρχιτεκτονική δικτύου φωνής	428
15.2.1	Κατάταξη τηλεφωνικών δικτύων ως προς την τοπολογία ..	430
15.2.2	Κατάταξη τηλεφωνικών δικτύων ως προς την οργάνωση της επιχείρησης	431
15.3	Κίνηση τηλεφωνικού δικτύου	432

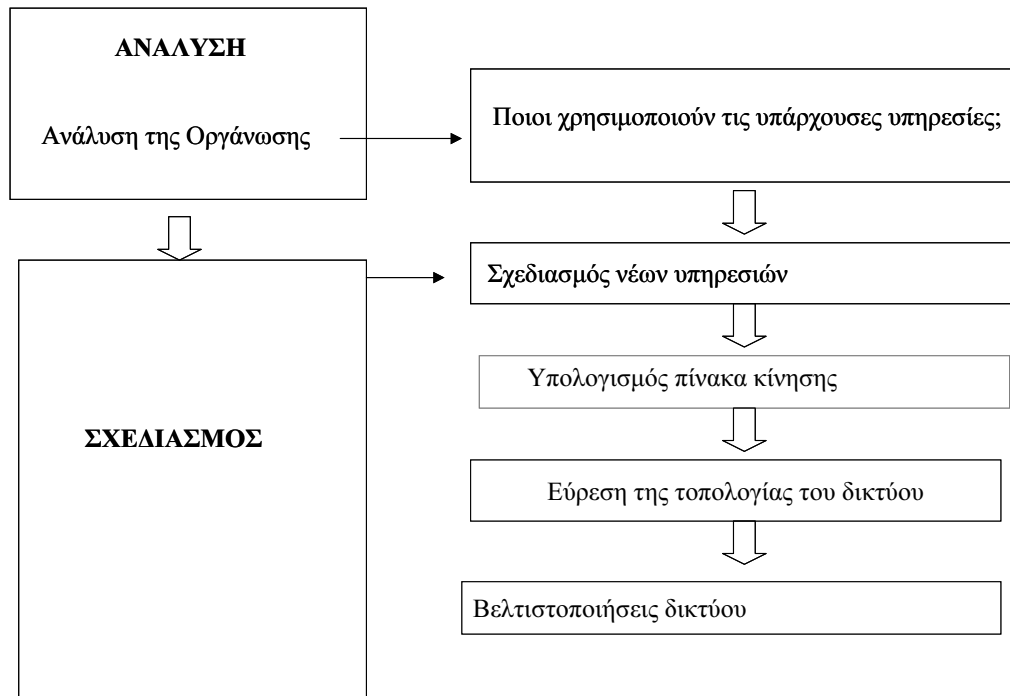
15.4	Διαστασιοποίηση συστήματος	433
15.5	Υπολογισμός πυκνότητας κίνησης σε μία ζεύξη	435
15.6	Κατανομή πυκνότητας κίνησης.....	436
15.7	Ποσοστό χαμένων κλήσεων	437
15.8	Τεχνολογία υλοποίησης	440
15.8.1	Η τεχνολογία VoIP (Voice over IP).....	442
15.8.2	Υπολογισμός ωφέλιμου φορτίου για το πρωτόκολλο VoIP...445	
15.8.3	Συμπίεση επικεφαλίδας και ανίχνευση σιωπών	447
15.8.4	Οι ανάγκες της σηματοδότησης	448
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	449
	ΛΥΣΕΙΣ	453
Κεφάλαιο 16 Διαχείριση πληροφοριακών συστημάτων.....		465
16.1	Εισαγωγή.....	465
16.2	Λειτουργίες της διαχείρισης των ΠΤΣ	467
16.3	Δυο καθολικά αποδεκτές λειτουργίες της διαχείρισης:	
	Ασφάλεια και Βλάβες	468
16.3.1	Ασφάλεια ΠΤΣ – Εργονομική και ασφαλής χρήση του συστήματος.....	468
16.3.2	Επίβλεψη ΠΤΣ και επέμβαση σε πραγματικό χρόνο – Διασφάλιση της τρέχουσας λειτουργίας του συστήματος ..	470
16.4	Οι υπόλοιπες λειτουργίες διαχείρισης.....	473
16.4.1	Καταγραφή ΠΤΣ – Συγκέντρωση και ενοποίηση της ζωτικής πληροφορίας.....	473
16.4.2	Μέτρηση αποδόσεων ΠΤΣ – Δημιουργία του ισολογισμού των ΠΤΣ	474
16.4.3	Προγραμματισμός και εξέλιξη ΠΤΣ – Ορθολογιστική και κοστοστρεφής ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων	475
16.4.4	Διαχείριση του κόστους χρήσης του συστήματος	477
16.5	Διαχείριση των ΠΤΣ και κόστος επένδυσης. Προς μία μέση λύση ..	479
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	481
	ΛΥΣΕΙΣ	482
Κεφάλαιο 17 Τηλεπικοινωνιακά συστήματα στη σύγχρονη επιχείρηση..		485
17.1	Εισαγωγή.....	485
17.2	Από μόνες τους οι επενδύσεις σε Πληροφοριακά και Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα δεν αποτελούν πανάκεια.....	486
Βιβλιογραφία		493

Παράρτημα Α	Πρότυπα διεθνών οργανισμών.....	497
Π.1	Εισαγωγή.....	497
Π.1.1	Τι είναι τα πρότυπα;.....	497
Π.2	Οργανισμοί προτύπων.....	498
Π.3	ITU.....	500
Ευρετήριο		503

Σχεδιασμός δικτύου δεδομένων επιχείρησης

13.1 Εισαγωγή

Η φάση του σχεδιασμού, με αφετηρία τα αποτελέσματα της ανάλυσης, ασχολείται εκ νέου με τις υπηρεσίες. Στόχος της φάσης αυτής είναι να περιγράψει με ακρίβεια τις υπηρεσίες και να καθορίσει την υποδομή που θα τις υποστηρίξει. Το παρακάτω σχήμα ανακεφαλαιώνει τα βήματα που θα ακολουθηθούν για το λεπτομερή σχεδιασμό του δικτύου.



Σχήμα 13.1 Τα βήματα του σχεδιασμού.

Στις παραγράφους που ακολουθούν θα παρουσιαστεί το καθένα από τα βήματα σχεδιασμού.

13.2 Λεπτομερής σχεδιασμός νέων υπηρεσιών

Για τον ακριβή σχεδιασμό των νέων υπηρεσιών ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- Κατηγοριοποίηση παλιών και νέων υπηρεσιών.
- Επιλογή μεταξύ ομότιμου δικτύου και δικτύων με διακομιστές.
- Καθορισμός σεναρίων χρήσης των νέων υπηρεσιών.
- Καθορισμός συμπεριφοράς των νέων υπηρεσιών.
- Καθορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών κάθε νέας υπηρεσίας.

13.2.1 Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών

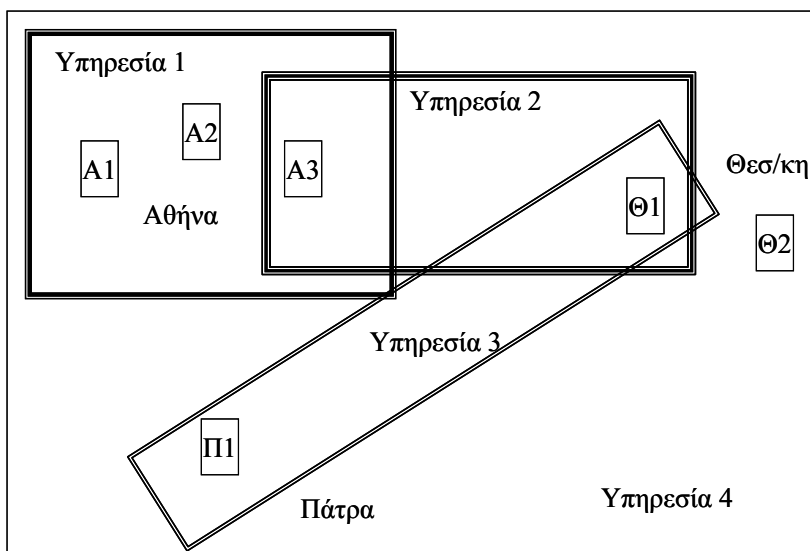
Όπως διαπιστώθηκε στα παραδείγματα της ανάλυσης, κάθε δίκτυο απλό ή πολύπλοκο υποστηρίζει μια σειρά από υπηρεσίες. Αυτές οι υπηρεσίες ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Διαλογικές υπηρεσίες (τύπου client/server και host/terminal) που περιγράφονται από την ακολουθία <ερώτηση, επεξεργασία, απάντηση>. Πρόκειται για εφαρμογές βάσεων δεδομένων, κτλ.
- Υπηρεσίες μεταφοράς αρχείων (π.χ. για εκτύπωση ή για Back-up).
- Υπηρεσίες IP (internet, e-mail, VoIP).
- Υπηρεσίες φωνής.
- Υπηρεσίες εικόνας (video, video on demand, videoconference, ...).
- Υπηρεσίες διαχείρισης δικτύου. Πρέπει να ληφθούν υπόψη γιατί μπορεί να προκαλέσουν μεγάλη κίνηση στο δίκτυο (πάνω από 10% της συνολικής).

Επίσης δεν πρέπει να ξεχνάμε τις υπηρεσίες πρωτοκόλλων που αφορούν την κίνηση πρωτοκόλλων, το λεγόμενο overhead.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, τα πρωτόκολλα προσθέτουν στα δεδομένα κεφαλίδες (που περιέχουν διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη, δεδομένα για την διόρθωση λαθών, κτλ). Επιπλέον, πολλά πρωτόκολλα στέλνουν πακέτα για τη δημιουργία συνδέσεων πριν την έναρξη της αποστολής των δεδομένων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η κίνηση που παρατηρείται στο δίκτυο να μην είναι μόνο κίνηση δεδομένων. Αυτό που ενδιαφέρει είναι το ποσοστό της καθαρής κίνησης δεδομένων σε ένα δίκτυο: δηλαδή η αποδοτικότητα του πρωτοκόλλου. Αυτό το ποσοστό είναι γνωστό για κάθε πρωτόκολλο.

Το επόμενο σχήμα δίνει ένα παράδειγμα δικτύου με γραφεία σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Πάτρα. Το δίκτυο υποστηρίζει τέσσερις υπηρεσίες. Η πρώτη αφορά μόνο τα γραφεία της Αθήνας (π.χ. κεντρικός διακομιστής αρχείων), η δεύτερη αφορά ένα γραφείο της Αθήνας και ένα της Θεσσαλονίκης (π.χ. διαλογική υπηρεσία διαχείρισης αποθεματικών), η τρίτη ένα γραφείο της Θεσσαλονίκης και το γραφείο της Πάτρας (υπηρεσία μεταφοράς αρχείων) και η τέταρτη όλα τα γραφεία (π.χ. ηλεκτρονικό ταχυδρομείο).



Σχήμα 13.2 Παράδειγμα χάρτη των νέων και παλιών υπηρεσιών.

13.2.2 Κρίσιμες επιλογές για τις υπηρεσίες του δικτύου

Μια βασική επιλογή αφορά τη χρήση ή όχι διακομιστών στο δίκτυο μας.

Αν το δίκτυο είναι ένα μικρό τοπικό δίκτυο, με μονοψήφιο αριθμό χρηστών, χωρίς κρίσιμα δεδομένα και κρίσιμες εφαρμογές, στο οποίο δεν αναμένεται διπλασιασμός των χρηστών στο εγγύς μέλλον, επιλέγεται η λύση ενός οικονομικού ομότιμου δικτύου. Σε κάθε άλλη περίπτωση, επιλέγεται ένα δίκτυο με διακομιστές. Αν δηλαδή απαιτείται απλή πρόσβαση σε αρχεία (π.χ. επεξεργασίας κειμένου) χρησιμοποιείται ομότιμο δίκτυο. Αν υπάρχουν προβλήματα διαχείρισης (π.χ. εύρεσης) αρχείων τότε χρησιμοποιείται πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων και άρα διακομιστές αρχείων.

Στην περίπτωση ομότιμου δικτύου προσοχή πρέπει να δοθεί στην τοποθέτηση των εφαρμογών για κοινή πρόσβαση στους υπολογιστές του δικτύου. Π.χ. η τοποθέτηση του εκτυπωτή και της διασύνδεσης στο διαδίκτυο στον ίδιο υπολογιστή, μπορεί να προκαλέσει σημαντικές καθυστερήσεις και στις δύο εφαρμογές σε περίπτωση ταυτόχρονης χρήσης τους.

Όταν το δίκτυο στηρίζει άμεσα τη δημιουργία εσόδων της επιχείρησης τότε πρέπει να επιλεγεί δίκτυο βασισμένο σε διακομιστές (που προσφέρουν καλύτερες αποδόσεις, ασφάλεια, δυνατότητες παραγωγής αντιγράφων ασφαλείας, ...) ακόμη και στην περίπτωση που το δίκτυο αποτελείται από δυο μόνο υπολογιστές.

Για την εγκατάσταση νέων υπηρεσιών δύο στοιχεία είναι πολύ σημαντικά: η ομογένεια και η ασφάλεια.

Όταν γίνεται λόγος για δίκτυο με διακομιστές, αναφερόμαστε κυρίως στους διακομιστές αρχείων και εφαρμογών. Δεν πρέπει να προκαλείται σύγχυση από τη χρήση διακομιστών για εκτύπωση και πρόσβαση στο διαδίκτυο, καθώς αυτοί μπορεί να υπάρχουν και σε ένα ομότιμο δίκτυο.

Η συνύπαρξη δύο εφαρμογών που κάνουν το ίδιο πράγμα (από επεξεργαστή κειμένου μέχρι δύο διαφορετικές βάσεις δεδομένων) είναι πολύπλοκη τόσο από άποψη διαχείρισης (αλλαγή εκδόσεων για δύο εφαρμογές κτλ) όσο και από άποψη κόστους. Η επιλογή και εισαγωγή στο δίκτυο νέων υπηρεσιών πρέπει να είναι πλήρως τεκμηριωμένη. Αν υπάρχουν υπηρεσίες επιτελούν ήδη τις λειτουργίες πρέπει να εξεταστούν σοβαρά τα πλεονεκτήματα της αντικατάστασής τους. Στο κόστος της νέας υπηρεσίας πρέπει να υπολογιστεί και η περίοδος δοκιμής της.

Όλες οι υπηρεσίες πριν την οριστική εγκατάστασή τους δοκιμάζονται σε περιορισμένη κλίμακα. Κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής περιόδου διαπιστώνεται αν πράγματι η υπηρεσία αποδίδει ικανοποιητικά και δεν δημιουργούνται προβλήματα αστάθειας στο δίκτυο (προβλήματα λειτουργίας με τις υπάρχουσες εφαρμογές, αύξηση της κίνησης στο δίκτυο κτλ.).

Επίσης σημαντική είναι η ασφάλεια των νέων υπηρεσιών. Για κάθε νέα υπηρεσία πρέπει να γίνεται μελέτη της επίδρασής της στην ασφάλεια του συστήματος. Αν, για παράδειγμα, υπάρχει απαγόρευση μεταφοράς αρχείων εμποδίζοντας μέσω firewall την πρόσβαση FTP, οφείλουμε να σκεφτούμε σοβαρά την ασφάλεια του συστήματος πριν επιτραπεί η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και επομένως η αποστολή αρχείων ως συνημμένα.

Ο παρακάτω πίνακας ανακεφαλαιώνει τις επιλογές σχεδιασμού υπηρεσιών.

Πίνακας 13.1 Κρίσιμες επιλογές σχεδιασμού υπηρεσιών.

Κρίσιμες επιλογές για το σχεδιασμό των υπηρεσιών
Ομότιμο τοπικό δίκτυο ή τοπικό δίκτυο με διακομιστές
Συνύπαρξη παρόμοιων υπηρεσιών
Επιπτώσεις στην ασφάλεια του δικτύου από την εισαγωγή νέων υπηρεσιών

13.2.3 Καθορισμός σεναρίου χρήσης και συμπεριφοράς της νέας υπηρεσίας

Για κάθε νέα υπηρεσία καθορίζεται το σενάριο χρήσης και συμπεριφοράς της υπηρεσίας.

Σενάριο χρήσης:

- Αριθμός χρηστών. Το διαδίκτυο, για παράδειγμα, χρησιμοποιείται από το σύνολο των εργαζομένων. Εξειδικευμένες υπηρεσίες (π.χ. λογιστήριο) χρησιμοποιούνται από συγκεκριμένη ομάδα εργαζομένων.
- Αριθμός συνόδων (sessions) ανά χρήστη ανά μέρα. Π.χ. ένας χρήστης δικτύου μπορεί να έχει περισσότερα από ένα ανοιχτά παράθυρα ταυτόχρονα.
- Μέση διάρκεια συνόδου.

- Προβλεπόμενος αριθμός ταυτόχρονων συνόδων στο επίπεδο του διακομιστή.

Η συμπεριφορά της υπηρεσίας καθορίζεται από:

- Το μέγεθος των δεδομένων της. Τι μέγεθος έχουν, κατά μέσο όρο, τα δεδομένα που διακινεί η υπηρεσία;
- Την κατηγορία της, που αντιστοιχεί σε μια από τις κατηγορίες υπηρεσιών που είδαμε στην αρχή του κεφαλαίου.
- Τη συχνότητα και τη διάρκεια μεταφοράς δεδομένων. Με τι συχνότητα χρησιμοποιείται η υπηρεσία και ποια η μέση διάρκεια μεταφοράς των δεδομένων;

13.2.4 Καθορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών νέων υπηρεσιών

Κανόνας Σχεδιασμού 1:

Πρέπει να γίνει κατανοητό τι σημαίνει για τον πελάτη ποιότητα υπηρεσιών.

Για ένα δίκτυο, το επιθυμητό αποτέλεσμα λειτουργικότητας δεν εκφράζεται μόνο από την παροχή των υπηρεσιών αλλά και από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νέων και παλαιών υπηρεσιών. Τα ποιοτικά αυτά χαρακτηριστικά πρέπει να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των χρηστών του.

Ενοχλητική για όλους τους χρήστες είναι η συχνή διακοπή της λειτουργίας των υπηρεσιών (από τη διακοπή της εκτύπωσης μέχρι τη διακοπή πιο πολύπλοκων υπηρεσιών).

Οι χρήστες μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας μπορούν να ανεχθούν διακοπή της υπηρεσίας λόγω προβλημάτων δικτύου ή είναι απαραίτητο ένα δίκτυο υψηλής διαθεσιμότητας; Για μια διαλογική υπηρεσία, ποιος είναι ο αποδεκτός χρόνος απάντησης για τους χρήστες;

Ο παρακάτω πίνακας ανακεφαλαιώνει τα κριτήρια ποιότητας που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Πίνακας 13.2 Κριτήρια ποιότητας υπηρεσιών.

Κριτήριο Ποιότητας	Παράμετρος	
Καθυστέρηση	Από άκρη σε άκρη	
	Διαλογικής υπηρεσίας (με επιστροφή)	
	Μεταβολή καθυστέρησης	
Διαθεσιμότητα	MTBF	
	MTTR	
Αξιοπιστία	Bit Error Rate (BER)	
	Cell Loss Rate (CLR)	
	Packet Loss Rate	
Ταχύτητα	Ρυθμός δεδομένων	Αιχμή
		Διάρκεια αιχμής
		Συνεχής ρυθμός
		Ελάχιστος ρυθμός
	Μέγεθος δεδομένων	Μέγεθος ριπής και διάρκεια
Χωρητικότητα	Αριθμός χρηστών	
	Αριθμός ταυτόχρονων προσβάσεων	

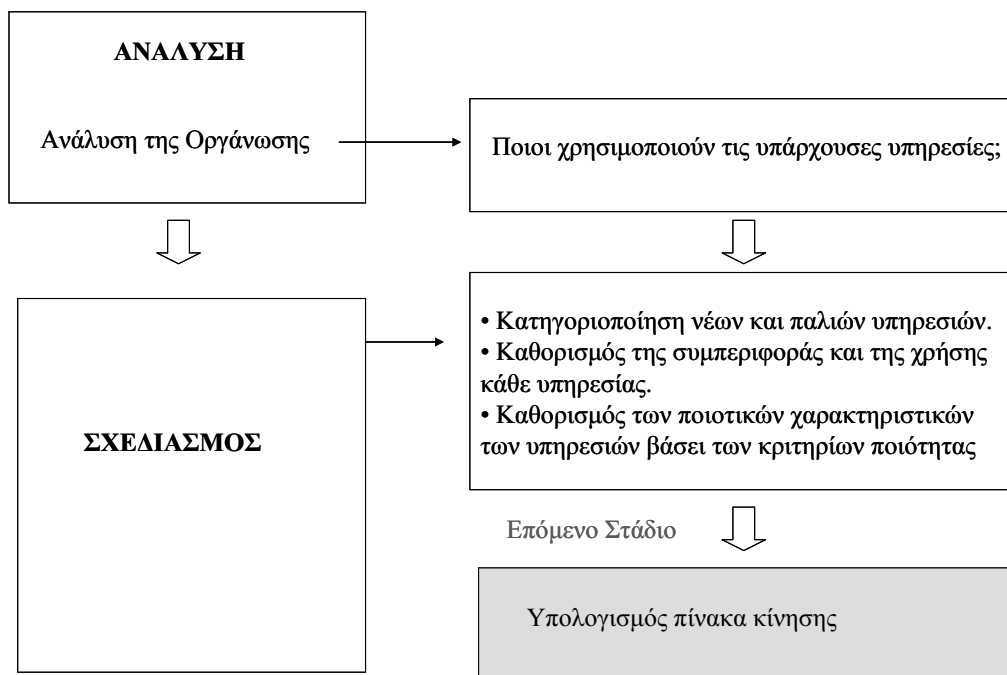
13.3 Συσχέτιση χρηστών και νέων υπηρεσιών: υπολογισμός του πίνακα κίνησης

Στο κεφάλαιο που αφορά την ανάλυση του δικτύου, ορίστηκε ο πίνακας κίνησης για τις υπάρχουσες υπηρεσίες. Πλέον, μένει να γίνει το ίδιο για τις νέες υπηρεσίες. Ήδη, βάσει της ανάλυσης των προηγούμενων παραγράφων, τα χαρακτηριστικά των νέων υπηρεσιών είναι γνωστά. Βάσει αυτών των χαρακτηριστικών θα καθοριστεί ο πίνακας κίνησης.

Ο πίνακας κίνησης ορίζει την κίνηση μεταξύ όλων των αποστολέων και όλων των παραληπτών ενός δικτύου. Καθορίζει τις ανάγκες του δικτύου σε χωρητικότητα και είναι ανεξάρτητος από οποιαδήποτε επιλογή σχεδιασμού.

Βάσει των παραπάνω γνωστών στοιχείων υπολογίζεται:

1. Ποιες υπηρεσίες χρησιμοποιεί ο κάθε χρήστης καθώς και τη συχνότητα χρήσης τους.
2. Επομένως, μπορεί να υπολογιστεί η κίνηση η οποία αντιστοιχεί σε κάθε χρήστη από τη χρήση των υπηρεσιών.
3. Βάσει αυτών των στοιχείων υπολογίζεται η κίνηση στα τοπικά δίκτυα, στα δίκτυα διανομής και στο δίκτυο κορμού για την πιο φορτωμένη ώρα. Δηλαδή, στην κίνηση των κόμβων που προέρχεται από τις υπάρχουσες υπηρεσίες προστίθεται η κίνηση των νέων υπηρεσιών.



Σχήμα 13.3 Σε ποιο στάδιο σχεδιασμού βρίσκμαστε.

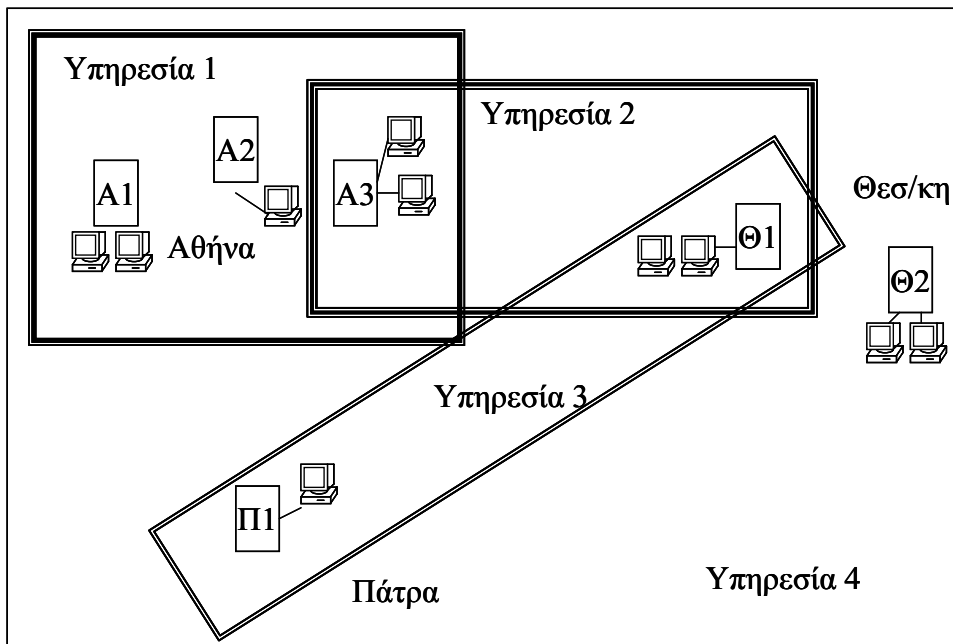
Καθορίζονται τα όρια στη ροή δεδομένων μεταξύ:

- Των τοπικών δικτύων (από πάτωμα σε πάτωμα, από κτήριο σε κτήριο).
- Των δικτύων LAN και WAN.
- Των δικτύων πρόσβασης και κορμού.

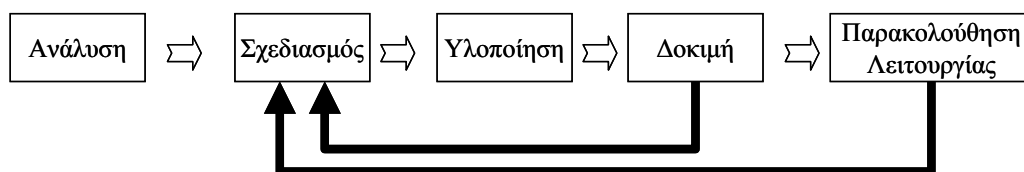
Ο εμπειρικός κανόνας για την κίνηση λέει ότι το 80% της κίνησης περιορίζεται στα όρια του LAN και το 20% μεταφέρεται δια μέσω του WAN.

Ο κανόνας δεν ισχύει όταν το δίκτυο υποστηρίζει εικονικά δίκτυα VLAN.

Για τις νέες υπηρεσίες αλλά και την αρμονική συνύπαρξη νέων και παλιών υπηρεσιών, επιβάλλεται η δοκιμή του δικτύου και η παρακολούθηση της συμπεριφοράς του κατά τους πρώτους μήνες λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο θα επιβεβαιωθεί ο σχεδιασμός και θα γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις όπου αυτές είναι απαραίτητες.



Σχήμα 13.4 Συσχέτιση χρηστών και υπηρεσιών.



Σχήμα 13.5 Επιβεβαίωση σχεδιασμού μέσω της δοκιμής του δικτύου και της παρακολούθησης της λειτουργίας του.

Το λειτουργικό κόστος ενός δικτύου εξαρτάται κατά 90 με 95% από το κόστος των γραμμών που υλοποιούν τις ζεύξεις του δικτύου. Επομένως, τα λάθη στη διαστασίωση των γραμμών έχουν υψηλό κόστος.

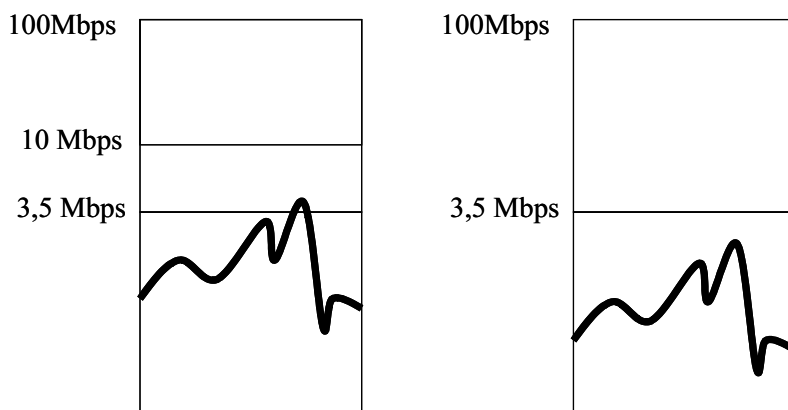
13.4 Υπολογισμός κίνησης για μικρά δίκτυα

Για μικρά δίκτυα με λίγες ζεύξεις ο υπολογισμός της κίνησης είναι απλός.

Σε ό,τι αφορά το τοπικό δίκτυο, οι επιλογές ρυθμού μετάδοσης για Ethernet είναι περιορισμένες:

- 10BaseX με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης τα 10Mbps.
- 100BaseX με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης τα 100Mbps.
- 1000BaseX με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης τα 1000Mbps.

Είναι γνωστό ότι οι πραγματικές αποδόσεις στο Ethernet είναι πολύ κατώτερες από τις ονομαστικές τιμές. Επομένως, αθροίζοντας την κίνηση, υπολογίζεται και η μελλοντική αύξησή της (αν δεν την γνωρίζουμε, συνιστάται να πάρουμε ένα 25% επιπλέον) και διαπιστώνεται αν η συνολική κίνηση βρίσκεται κοντά στα 10, στα 100 ή στα 1000Mbps.



Σχήμα 13.6 Σενάρια κίνησης για δίκτυο Ethernet.

Στο παραπάνω σχήμα, αν βάσει των υπολογισμών η κίνηση στην ώρα αιχμής είναι κάτω από τα 3,5 Mbps, τότε το τοπικό δίκτυο 10BaseX είναι αρκετό. Αν η κίνηση υπερβαίνει τα 3,5 Mbps και οι απαιτήσεις των υπηρεσιών στην καθυστέρη-

ρηση είναι υψηλές, τότε πρέπει να προτιμηθεί μια λύση 100BaseX. Αν πάλι μια παροδική καθυστέρηση στο δίκτυο την ώρα της αιχμής κυκλοφορίας δεν ενοχλεί, το δίκτυο 10BaseX είναι αρκετό.

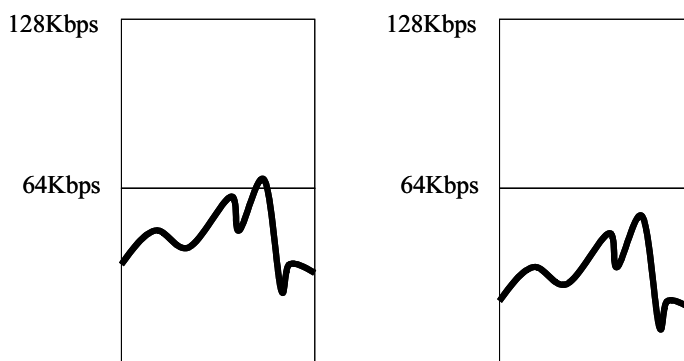
Παρομοίως και για τη διαστασιοποίηση της ζεύξης στην περίπτωση μητροπολιτικού δικτύου ή δικτύου ευρείας ζώνης. Οι επιλογές δεν είναι πολλές. Συνήθως οι ζεύξεις προσφέρουν ταχύτητες πολλαπλασίες των 64Kbps (19,2 Kbps, 64, 128, 256, 384, 512, 1024 Kbps).

Βέβαια, στην περίπτωση της ζεύξης MAN ή WAN πρέπει να αποφασιστεί το είδος της σύνδεσης: Dial-up ή μόνιμη;

Για αυτήν την επιλογή θα μας καθοδηγήσουν οι ανάγκες χρήσης της γραμμής. Για περιστασιακή χρήση θα επιλέγει γραμμή Dial-up ενώ για συνεχή χρήση θα προτιμηθεί μισθωμένη γραμμή.

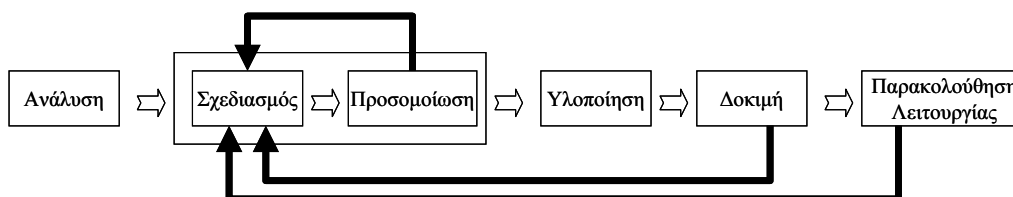
13.4.1 Υπολογισμός κίνησης για μεγάλα δίκτυα

Σε περιπτώσεις πολύπλοκων δικτύων με πολλές ζεύξεις και με απαιτητικές σε απόδοση υπηρεσίες – όπου υπάρχει ανάγκη ακριβούς διαστασιοποίησης – χρησιμοποιούνται μοντέλα κίνησης για τη μοντελοποίηση του συστήματος. Τα δίκτυα αυτά αφορούν υπηρεσίες πραγματικού χρόνου: υπηρεσίες φωνής (VoIP), video-conference κτλ. Τα μοντέλα κίνησης δίνουν τη σχέση μεταξύ καθυστέρησης και χρήσης του δικτύου και επιτρέπουν να καθοριστεί το μέγιστο επίπεδο χρήσης του δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο διαπιστώνεται αν η διακύμανση στην κίνηση υπερβαίνει το ανώτερο όριο χρήσης του δικτύου.



Σχήμα 13.7 Μεταβολή διαθέσιμης χωρητικότητας λόγω μεταβολής στην κίνηση και αύξησης χρήσης.

Επίσης, χρησιμοποιούνται προγράμματα προσομοίωσης για να δοκιμαστεί η ικανότητα ανταπόκρισης του δικτύου σε διάφορα σενάρια κίνησης.



Σχήμα 13.8 Επιβεβαίωση σχεδιασμού μέσω της προσομοίωσης, της δοκιμής του δικτύου και της παρακολούθησης της λειτουργίας του.

Κανόνας Σχεδιασμού 2:

Σε ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων, οι ζεύξεις με μεγάλο ποσοστό χρήσης πρέπει να αποφεύγονται εξαιτίας της αύξησης της καθυστέρησης του δικτύου. Γενικώς, σε ένα δίκτυο δεδομένων η κίνηση είναι πιο απρόβλεπτη σε ό,τι αφορά τις αιχμές κίνησης.

Κανόνας Σχεδιασμού 3:

Επιδιώκεται ο σχεδιασμός ενός δικτύου όπου όλες οι ζεύξεις έχουν 50% χρήση. Αυτή η χρήση θεωρείται ένας καλός συμβιβασμός μεταξύ καθυστέρησης και κόστους δικτύου.

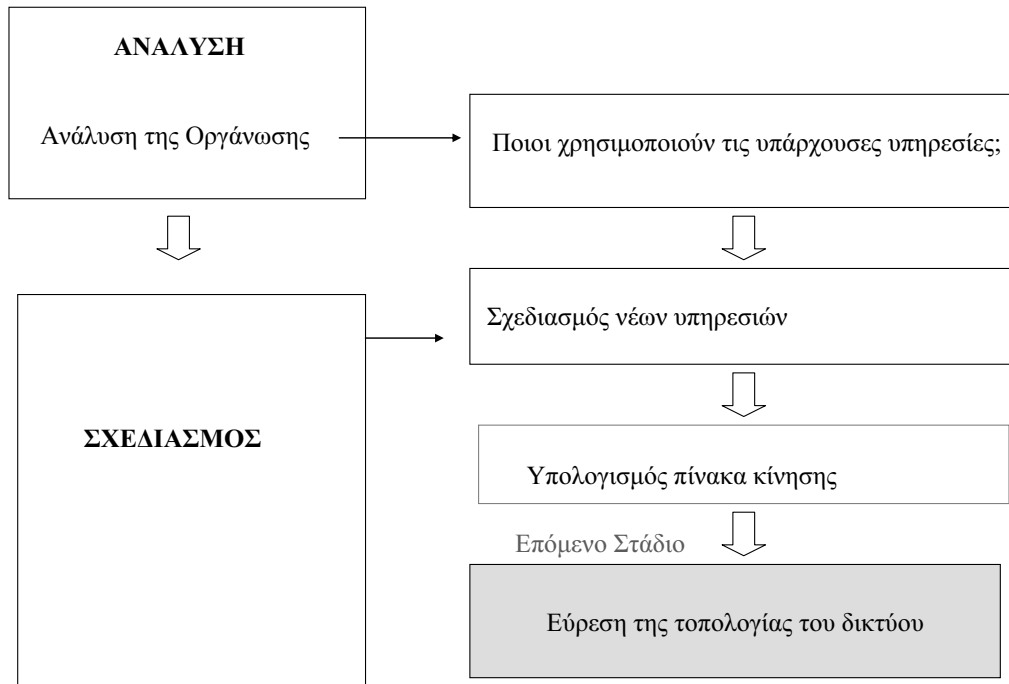
13.5 Σχεδιασμός τοπολογίας δικτύων

Μετά την εύρεση του πίνακα κίνησης, προχωράμε στο σχεδιασμό της τοπολογίας του δικτύου.

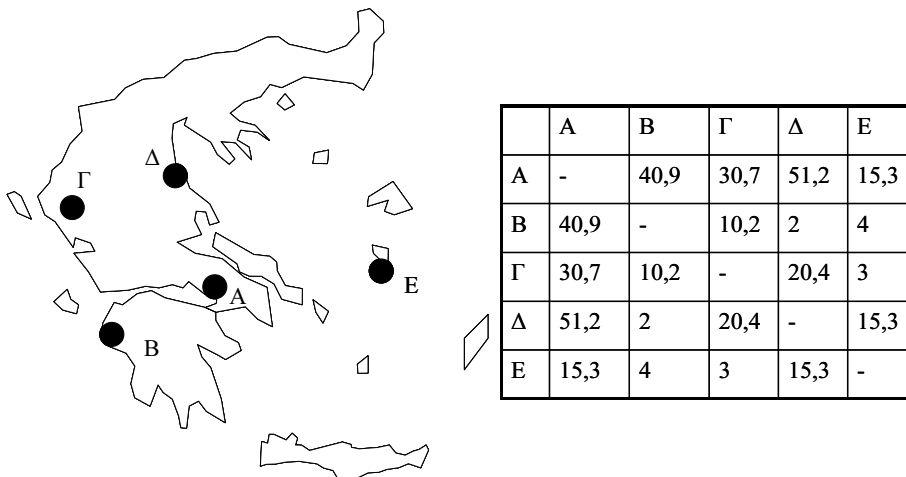
Πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχουν ακριβή μοντέλα για την εύρεση βέλτιστης τοπολογίας. Το πρόβλημα σχεδιασμού τοπολογίας με πραγματικά δεδομένα (πακέτα μεταβλητού μεγέθους και διαφορετικοί ρυθμοί μετάδοσης) είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο. Δυνατή είναι ωστόσο η εύρεση μερικών λύσεων με εμπειρικές μεθόδους και μεθόδους αποδόμησης του προβλήματος.

Σε αυτό το στάδιο σχεδιασμού είναι πλέον γνωστά:

- Η θέση των διαφόρων κόμβων της επιχείρησης.
- Μέσω του πίνακα κίνησης, η κίνηση κατά τη διάρκεια της ώρας αιχμής μεταξύ των κόμβων.



Σχήμα 13.9 Σε ποιο στάδιο σχεδιασμού βρισκόμαστε;



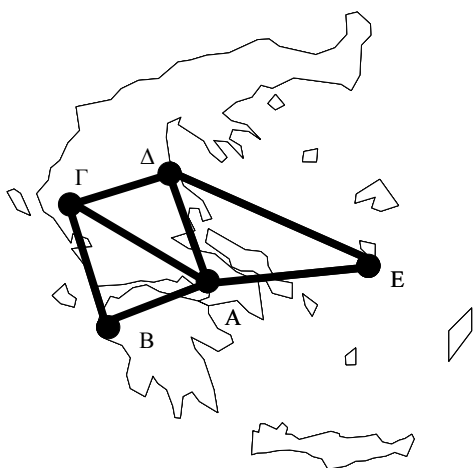
Σχήμα 13.10 Παράδειγμα δικτύου και πίνακας κίνησης σε Kbps.

Απομένει ο καθορισμός:

- Της τοπολογίας του δικτύου: ποιος κόμβος ενώνεται με ποιον;
- Της χωρητικότητας των ζεύξεων.
- Της πολιτικής δρομολόγησης.

Βάσει των κριτηρίων:

- Καθυστέρησης από άκρη σε άκρη.
- Ρυθμού μετάδοσης.
- Αξιοπιστίας.
- Κόστους. Το κόστος μπορεί να εξαρτάται από:
 - Τα τιμολόγια.
 - Την χωρητικότητα.
 - Την απόσταση.
 - Την τεχνολογία.
 - Τη γεωγραφική θέση (π.χ. απομακρυσμένη πρόσβαση).



Σχήμα 13.11 Παράδειγμα τοπολογίας.

Επομένως, θα χρησιμοποιηθούν τα μέχρι τώρα αποτελέσματα του σχεδιασμού των υπηρεσιών: πίνακας κίνησης, κριτήρια ποιότητας κτλ. για να καθοριστεί η τοπολογία του δικτύου.

13.5.1 Πόσα επίπεδα για το δίκτυο;

Κανόνας Σχεδιασμού 4:

Αν προτεραιότητα είναι ένα εξελισσόμενο σύστημα τότε σχεδιάζεται ένα σύστημα με ιεράρχηση επιπέδων: επίπεδο κορμού, διανομής και πρόσβασης.

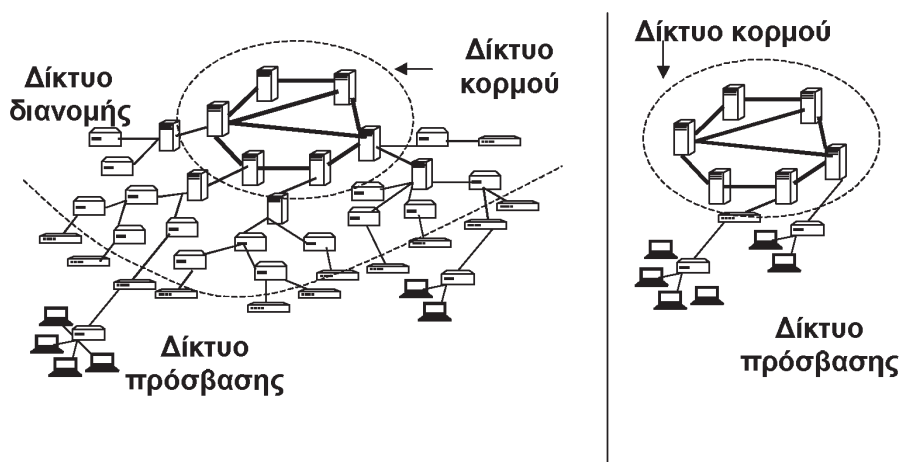
Ο σχεδιασμός βασίζεται στο μοντέλο δικτύου WAN, τριών επιπέδων που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια:

- Το επίπεδο δικτύου κορμού, με ζεύξεις υψηλών ταχυτήτων και μηχανήματα διασύνδεσης μεγάλων δυνατοτήτων. Η κύρια λειτουργία του είναι η γρήγορη προώθηση της κίνησης από τον ένα κόμβο στον άλλο. Κύρια αρχή του δικτύου κορμού είναι η ανάγκη απλής αρχιτεκτονικής. Ιδανικό θα ήταν η υλοποίηση κάποιων ζεύξεων σε τοπολογία γιρλάντας. Εξαιτίας όμως της ανάγκης υψηλής διαθεσιμότητας προτιμούνται αρχιτεκτονικές με πλεόνασμα ζεύξεων. Συνήθης αρχιτεκτονική είναι η αρχιτεκτονική πλέγματος. Δεν πρόκειται για πλήρες πλέγμα, αλλά περισσότερο για δακτύλιο με μια ή δύο επιπλέον ζεύξεις.
- Το επίπεδο διανομής, το οποίο συγκεντρώνει την κίνηση προς το επίπεδο κορμού και αντίστροφα διανέμει την κίνηση προς το επίπεδο πρόσβασης.
- Το επίπεδο πρόσβασης, που αφορά τα τοπικά δίκτυα και τη σύνδεσή τους με τα πάνω επίπεδα μέσω μηχανημάτων διασύνδεσης.

Άρα, οι πρώτες ερωτήσεις είναι:

- Πρέπει να υλοποιηθούν και τα τρία επίπεδα;
- Πρέπει να υλοποιηθεί μόνο το επίπεδο τοπικού δικτύου;
- Το δίκτυο είναι αρκετά μεγάλο ώστε να δικαιολογείται η ύπαρξη ενός δικτύου διανομής;

Σε μικρά δίκτυα WAN το δίκτυο διανομής δεν είναι απαραίτητο. Συνήθως, υλοποιείται σε δίκτυα που έχουν μεγάλη γεωγραφική κάλυψη (πολλές πόλεις στην Ελλάδα και το εξωτερικό και για κάθε πόλη πολλά τοπικά δίκτυα). Τέτοια δίκτυα είναι τα δίκτυα πολυκαταστημάτων, τραπεζών, γραφείων ασφαλιστικών εταιριών κτλ.



Σχήμα 13.12 Παραδείγματα αρχιτεκτονικής WAN με τρία και με δύο επίπεδα.

Μόνο για δίκτυο μεγάλης πυκνότητας γεωγραφικής κάλυψης θα χρειαστεί ένα MAN που να διαθέτει δίκτυο κορμού και δίκτυο διανομής. Συνήθως, το δίκτυο MAN έχει μία ή περισσότερες γραμμές υψηλού ρυθμού μετάδοσης, οι οποίες αποτελούν το δίκτυο κορμού που ενώνει τα τοπικά δίκτυα.

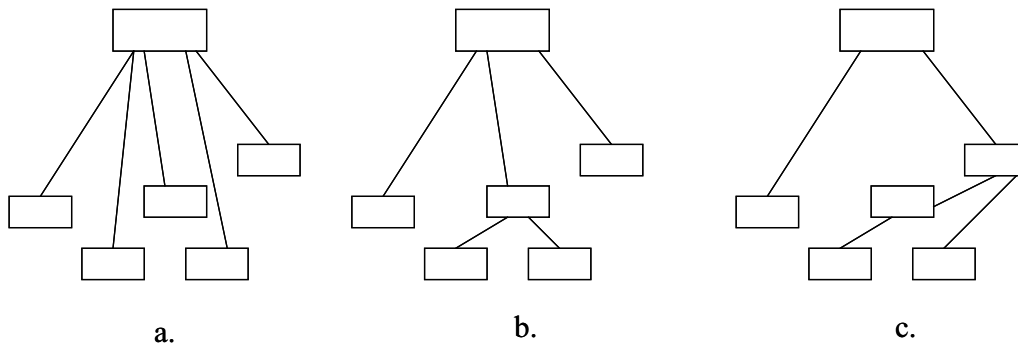
Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων (ή των δύο σε περίπτωση μικρότερων δικτύων) είναι ο καλύτερος τρόπος για το σωστό σχεδιασμό του δικτύου. Επιτρέπει ευκολότερη διαχείριση και ευκολότερες μελλοντικές επεκτάσεις.

Αντίθετα, ένα δίκτυο εξολοκλήρου σε αρχιτεκτονική πλέγματος επεκτείνεται πολύ πιο δύσκολα: για κάθε νέο κόμβο πρέπει να προστεθούν πολλές καινούργιες γραμμές και να ενημερωθούν σχεδόν όλοι οι κόμβοι για τις αλλαγές.

Οι αλγόριθμοι που θα παρουσιαστούν στις επόμενες παραγράφους βοηθούν στον καθορισμό της αρχιτεκτονικής του δικτύου διανομής.

Το πρόβλημα του σχεδιασμού της τοπολογίας ενός δικτύου μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

Με ποιον τρόπο συνδέονται μια σειρά από κόμβους σε ένα κεντρικό κόμβο;



Σχήμα 13.13 Τρόποι διασύνδεσης κόμβων με κεντρικό κόμβο.

Οι παραπάνω τοπολογίες μπορεί να ανήκουν είτε σε ένα τοπικό δίκτυο (διασύνδεση πολλών διαφορετικών τοπικών δικτύων που βρίσκονται στο ίδιο κτήριο ή σε κοντινές κτηριακές εγκαταστάσεις), είτε σε μητροπολιτικό δίκτυο, είτε σε δίκτυο ευρείας ζώνης.

Ο κεντρικός κόμβος έχει επιλεγεί με βάση κάποιο οργανωτικό κριτήριο:

1. Βάσει λειτουργικών κριτηρίων:
 - Είναι ο κόμβος στον οποίο υπάρχει ο διακομιστής της επιχείρησης.
 - Είναι ο δρομολογητής που συνδέει το υποδίκτυο με το δίκτυο κορμού της επιχείρησης.
2. Βάσει του όγκου κίνησης.
3. Βάσει της γεωγραφικής του θέσης, αν δηλαδή βρίσκεται κοντά σε πολλούς μικρούς κόμβους.

Οι πιθανές λύσεις είναι οι εξής:

1. Τοπολογία δένδρου μικρότερης διαδρομής (Shortest Path Tree-SPT, Αλγόριθμος Dijkstra).
2. Τοπολογία δένδρου μικρότερου κόστους (Minimal Spanning Tree-MST, Αλγόριθμοι Kruskal και Prim).
3. Συνδυασμός (Αλγόριθμος Prim-Dijkstra).

4. Αλγόριθμος CMST-Capacitated Minimum Spanning Tree.
5. Αλγόριθμος Esau-Williams.
6. Αλγόριθμος Cahn MSLA: για κόμβους με διαφορετικές ταχύτητες.

Οι λύσεις 1-3 συνιστούν απλούς αλγόριθμους με ευρεία χρήση.

Οι αλγόριθμοι 4-6 υπολογίζουν και την παράμετρο της χωρητικότητας των γραμμών για τον καθορισμό της τοπολογίας.

Ο αλγόριθμος 6 προχωρά ένα βήμα πιο μακριά, υπολογίζοντας ζεύξεις διαφορετικών ταχυτήτων.

13.5.2 Βασικά χαρακτηριστικά ενός κόμβου

Σε ένα δίκτυο, κάθε κόμβος χαρακτηρίζεται από την κίνηση που εισέρχεται και εξέρχεται από τον κόμβο. Το σύνολο αυτής της κίνησης δίνει και το “βάρος” ενός κόμβου σε ένα δίκτυο, τη βαρύτητα δηλαδή που έχει ο κόμβος σε ό,τι αφορά την κίνηση.

Το βάρος ενός κόμβου δίνεται από την εξίσωση:

$$\sum_j (T(i,j) + T(j,i)) \quad (\text{Εξ.13.1.})$$

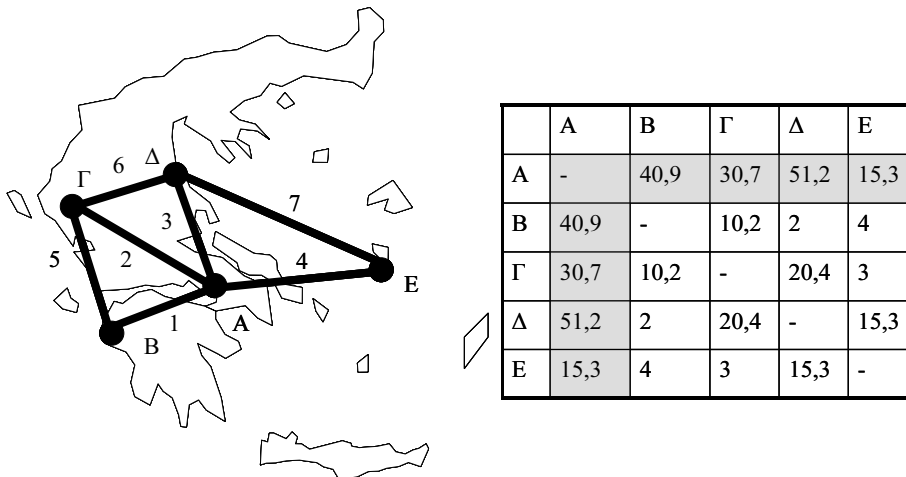
όπου $T(i,j)$, ο πίνακας κίνησης.

Το βάρος των κόμβων είναι ενδεικτικό για το είδος του δικτύου. Υποδεικνύει τους κόμβους που αποτελούν τα κέντρα κίνησης σε ένα δίκτυο. Επίσης, επισημαίνει την απουσία κέντρων κίνησης. Ένα ισοσκελισμένο ή επίπεδο δίκτυο έχει παρόμοιο βάρος σε όλους τους κόμβους του.

Κανόνας Σχεδιασμού 5:

Είναι σύνηθες, η κίνηση μικρών κόμβων να δρομολογείται μέσω μεγαλύτερων κόμβων. Το αντίθετο, συνήθως, αποφεύγεται. Με αυτόν τον τρόπο καταλήγουμε σε ιεραρχικές τοπολογίες δένδρου.

Πίνακας 13.14 Παράδειγμα πίνακα κίνησης T(5,5).
Γραμμοσκιασμένο παρουσιάζεται το βάρος του κόμβου A.



13.5.3 Τοπολογία δένδρου μικρότερης διαδρομής (Αλγόριθμος Dijkstra)

Ο αλγόριθμος Dijkstra χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο και εφαρμόζεται από το πρωτόκολλο δρομολόγησης OSPF (Open Shortest Path First).

Η προτεραιότητα δίνεται στην εύρεση της μικρότερης διαδρομής και όχι της διαδρομής με το μικρότερο κόστος.

Επιλέγεται ένας κόμβος ως κεντρικός και ξεκινώντας από αυτόν αναζητείται το πιο μικρό δένδρο.

Σαν κεντρικός κόμβος επιλέγεται ο κόμβος στον οποίο βρίσκονται οι διακομιστές της επιχείρησης ο οποίος συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη κίνηση.

- Επιλέγεται ο κόμβος n_i με το μικρότερο δείκτη (για παράδειγμα $n_1=1$) και ελέγχονται οι κόμβοι m_i με τους οποίους συνορεύει.
- Αν το m_i δεν έχει τιμή, τότε βάζουμε $n_i + x_i = m_i$ (για παράδειγμα, αν $x_1 = 2$, τότε $m_1 = 3$). Θεωρούμε ότι το m_1 συνδέεται με τον κεντρικό κόμβο μέσω του n_1 .

Σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύων

2η έκδοση

Από μικρά δίκτυα γραφείου μέχρι μεγάλα δίκτυα επιχειρήσεων

Στόχος του βιβλίου είναι να περιγράψει τη διαδικασία σχεδιασμού ενός δικτύου επιχείρησης, είτε πρόκειται για τοπικό δίκτυο είτε για δίκτυο ευρείας γεωγραφικής κάλυψης.

Η απαραίτητη τεχνική υποδομή του δικτύου παρουσιάζεται στα πρώτα κεφάλαια του βιβλίου. Έμφαση δίνεται σε πρακτικά θέματα:

- Ορολογίας (τι είναι STM-1; Τι είναι 10BaseT; Τι είναι η υπηρεσία λ; Τι είναι το dark fiber;...).
- Εγκατάστασης (τι σημαίνει δομημένη καλωδίωση και πώς υλοποιείται; Πότε χρησιμοποιούμε καλώδιο cross-connect και πότε καλώδιο straight-through;...).
- Διαχείρισης (τι ακριβώς σημαίνει όταν το φωτάκι στο hub δεν ανάβει; Τι σημαίνει διαχείριση αποδόσεων και πώς επιτυγχάνεται;...).
- Λειτουργίας (ποια τα προβλήματα λειτουργίας ενός ασύρματου δικτύου; Πώς ελέγχουμε την υπερφόρτωση του συστήματος; ...).

Έμφαση δίνεται επίσης στη σύγκριση:

- Των τεχνολογιών μεταξύ τους (πότε βάζουμε router και πότε switch και γιατί; Πότε χρησιμοποιούμε τεχνολογία Frame Relay και πότε ATM; Ποια η διαφορά μεταξύ του 802.11b και του 802.11g;...).
- Των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (ποια η διαφορά μεταξύ της HellasCom και της HellasStream; Ποια η διαφορά μεταξύ ISDN και xDSL;...).

Ο σχεδιασμός του δικτύου περιγράφεται σαν μια διαδικασία με διακριτά βήματα. Μια σειρά ερωτήσεων καθοδηγούν την επεξεργασία των δεδομένων κάθε βήματος.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχουν ενδεικτικές λυμένες ασκήσεις που βοηθούν στην ανακεφαλαίωση των κυριότερων σημείων που αναλύθηκαν. Συνολικά, στο βιβλίο υπάρχουν 60 μελέτες περιπτώσεων και λυμένες ασκήσεις.

Ο συγγραφέας



Ο **Σπύρος Δ. Αρσένης** είναι Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός (ΔΠΘ) και Διδάκτορας Τηλεπικοινωνιών και Πληροφορικής (ENST – Telecom Paris). Έχει εργαστεί από θέσεις ευθύνης (Project Manager, Σύμβουλος Διοίκησης, κ.λπ.) τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, στο σχεδιασμό και την υλοποίηση διεθνών δικτύων καθώς και στο μάρκετινγκ και την προώθηση των νέων τεχνολογιών. Παράλληλα, έχει συμμετάσχει σε ερευνητικές και διδακτικές δραστηριότητες στον τομέα των δικτύων τηλεπικοινωνιών.

Έχει γράψει τέσσερα βιβλία τα οποία διδάσκονται σε πολλές πανεπιστημιακές σχολές στην Ελλάδα και το εξωτερικό.



εκδόσεις
ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

Λογοκού 4, Σπυρίδης Λαρίσης, 10440 ΑΘΗΝΑ, Τηλ. 210-5237635

Επισκεφθείτε μας στο Internet:
www.klidarithmos.gr

ISBN 978-960-461-142-3



9 789604 611423