



Ο Χάρτης της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου

Με τη χρήση Ψηφιακής Φωτογραμμετρίας
και Ηλεκτρονικής Σχεδίασης

των Α. Γεωργόπουλου, Β. Νάκου και Δ. Μαυρομάτη

1. Εισαγωγή - Αναγκαιότητα του χάρτη

Η εξέλιξη της τεχνολογίας των σχεδιαστικών πακέτων λογισμικού (Computer Aided Design - CAD) επιτρέπει την τροφοδότησή τους με μετρήσεις του γεωγραφικού χώρου είτε άμεσες (τοπογραφία) είτε έμμεσες (φωτογραμμετρία - τηλεπισκόπηση) και σχεδίαση στη συνέχεια παραδοσιακών μορφών απόδοσης (οριζοντιογραφία) αλλά και περισσότερο αντιπροσωπευτικών και ρεαλιστικών «όψεων» του πραγματικού γεωγραφικού τριδιάστατου χώρου (αξονομετρικές απεικονίσεις) με τη βοήθεια ψηφιακών τεχνικών με μεγάλη ευκολία και ταχύτητα. Η εργασία αυτή έχει σκοπό να παρουσιάσει τις δυναμικές δυνατότητες που μπορεί να προσφέρουν η αξιό-

ποίηση σχεδιαστικών πακέτων λογισμικού σε ρεαλιστικές χαρτογραφικές αποδόσεις του τριδιάστατου χώρου, με δεδομένα που έχουν προέλθει από φωτογραμμετρική απόδοση.

Πιο συγκεκριμένα, αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η Ψηφιακή Φωτογραμμετρική Απόδοση του χώρου της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, σε οριζοντιογραφία και σχέδιο 2.5 - D με τη βοήθεια κατάλληλου σχεδιαστικού πακέτου.

Όπως είναι σε όλους γνωστό, η Πολυτεχνειούπολη εκτείνεται σε μεγάλη έκταση (περίπου 500 στρ.) στο χώρο της οποίας βρίσκονται διάσπαρτα παραπάνω από 20 κτίρια και κτιριακά συγκροτήματα, τα οποία εντοπίζονται δύσκολα από αυτούς που επισκέπτονται για πρώτη φορά την Πολυτεχνειούπολη (π.χ. πρωτοετείς φοιτητές, επισκέπτες), δεδομένου ότι, τουλάχιστον μέχρι σήμερα, σε κανένα χάρτη - οδηγό δεν απεικονίζονται τα κτιριακά αυτά συγκροτήματα.

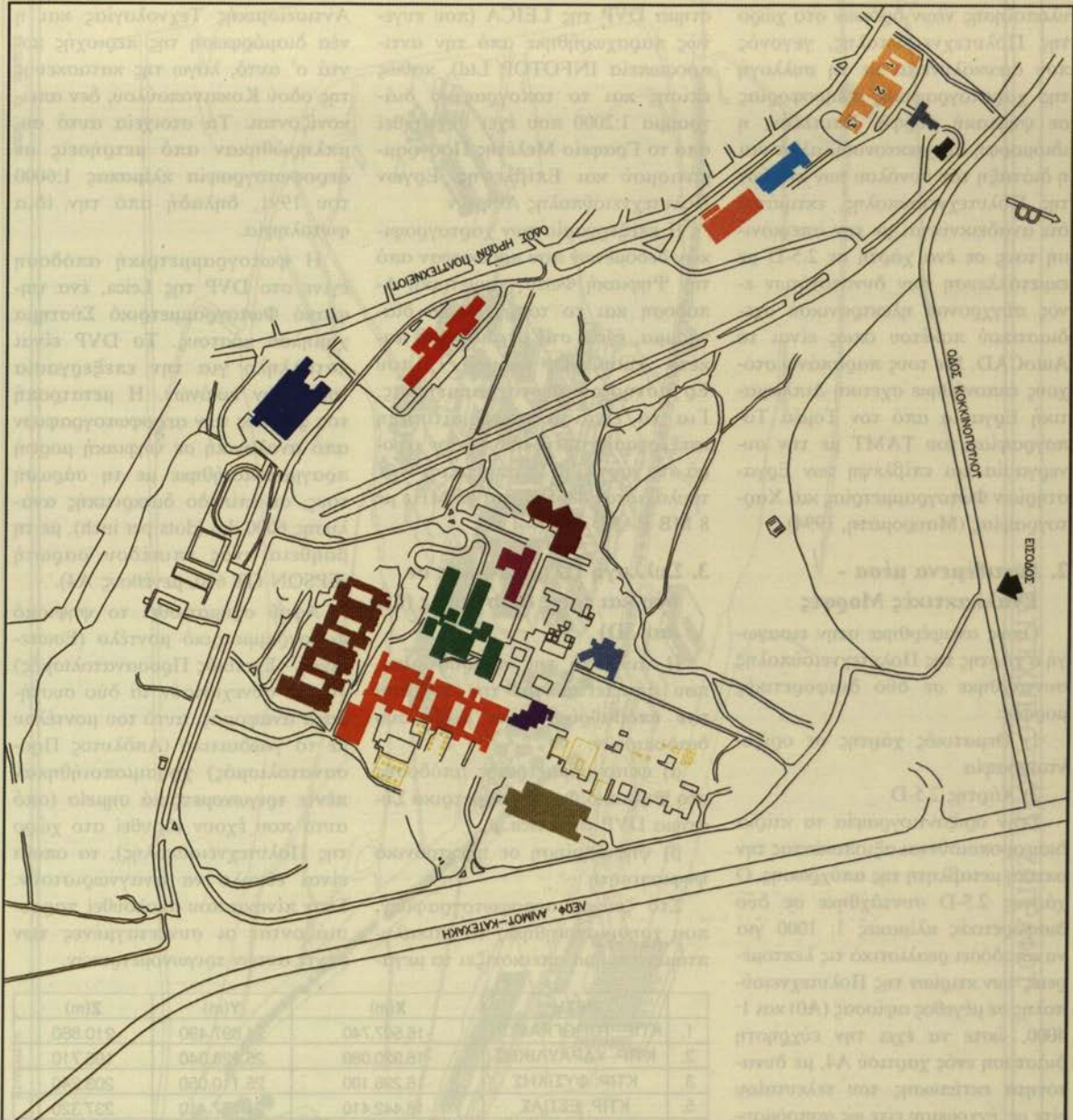
Εκτός αυτού, το τοπογραφικό

διάγραμμα που είχε συνταχθεί από το Γραφείο Μελέτης Προγραμματισμού και Επίβλεψης Έργων Πολυτεχνειούπολης Αθηνών, ήταν σχετικά παλιό (1982) με τους ρυθμούς ανοικοδόμησης της Πολυτεχνειούπολης, με αποτέλεσμα να μην απεικονίζει τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί μετά το 1982, όπως είναι το κτίριο Διοίκησης και το Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας, αλλά ούτε και τη νέα διαμόρφωση του ΒΔ τμήματος της Πολυτεχνειούπολης, λόγω της κατασκευής της οδού Κοκκινοπούλου ή την νέα οδό στα ΝΑ της.

Από τα παραπάνω γίνονται, λοιπόν, προφανείς οι στόχοι που θα πρέπει να ικανοποιήσει η συγκεκριμένη εργασία, αλλά και η αναγκαιότητα σύνταξης ενός νέου και ενημερωμένου τοπογραφικού διαγράμματος της Πολυτεχνειούπολης.

Ωστόσο ο νέος αυτός χάρτης θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα της άμεσης και εύκολης ενημέρωσής του, λόγω της συχνής κατασκευής νέων κτιρίων και της χάραξης και

Ο Α. Γεωργόπουλος είναι επικ. καθηγητής ΤΑΤΜ ΕΜΠ, ο Β. Νάκος Λέκτορας ΤΑΤΜ ΕΜΠ και η Δ. Μαυρομάτη Αγρ. - Τοπογράφος Μηχ. ΕΜΠ



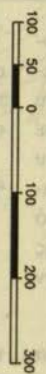
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΤΠΟΛΗΣ ΖΗΝΥΦΩΤ

ΤΙΤΟΜΗΝΙΑ

- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΝ
- ΦΟΙΤΗΤΙΚΗ ΕΣΤΙΑ
- ΑΣΦΥΤΟΠΛΑΤΩ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΜΕΤΑΜΕΛΕΙΟΔΟΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΝΑΥΤΗΡΙΚΗΣ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΕΠΙΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΣΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΤΗΛΙΚΩΝ ΕΣΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΕΠΙΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΣΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΤΗΛΙΚΩΝ ΕΣΤΗΝ
- ΕΡΓ. ΟΡΓΑΝΩΣΜΕΝΟΤ ΕΚΠΡΟΣΕΛΜΑΤΩΤ
- ΕΡΓ. ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΗΧΟΠΡΟΣΕΛΜΑΤΩΤ
- ΕΡΓ. ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΤΗΛΙΚΩΝ ΕΣΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΣΤΗΝ
- ΚΥΠΡΙΑΚΟ ΣΤΥΛΙΟΤΜΑ ΤΗΛΙΚΩΝ ΕΣΤΗΝ

— ΟΡΕΜΕΝΩΣΕ ΚΥΠΡΙΑΝ ΤΠΟ ΚΑΤΑΧΕΤΗ (Ν/Φ 1991)

ΚΑΙΜΑΚΑ : 1 : 5000



ΒΑΣΙΚΟ ΜΕΤΩΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 ΤΑΜΙΑ ΑΙΤΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΤΩΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΨΗΦΙΑΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ 2.5-D ΜΕ ΤΗ
 ΒΟΗΘΕΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΤ ΠΑΚΕΤΩΤ
 (Βασισμένη στο χώρο της Δορυφωτικής/οπισθομυρ Ζωρηδωσως)
 ΑΠΙΔΑΜΑΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑ
 ΜΑΤΡΩΚΑΤΗ ΔΙΟΝΤΙΑ
 ΑΘΗΝΑ 1994

ΠΡΤΗ : ΨΗΦΙΑΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΕΩΝΟΤΠΟΓΡΑΦΩΝ
 ΚΑΙΜΑΚΑΣ 1 : 5000

υλοποίησης νέων δρόμων στο χώρο της Πολυτεχνειούπολης, γεγονός που διευκολύνεται με τη συλλογή της χαρτογραφικής πληροφορίας σε ψηφιακή μορφή. Επιπλέον, η ιδιόμορφη αρχιτεκτονική, αλλά και η διάταξη του συνόλου των κτιρίων της Πολυτεχνειούπολης, εκτιμάται ότι αναδεικνύεται με την απεικόνισή τους σε ένα χάρτη σε 2.5-D με εκμετάλλευση των δυνατοτήτων ενός σύγχρονου ηλεκτρονικού σχεδιαστικού πακέτου όπως είναι το AutoCAD. Με τους παραπάνω στόχους εκπονήθηκε σχετική Διπλωματική Εργασία από τον Τομέα Τοπογραφίας του ΤΑΜΤ με την συνεργασία και επίβλεψη των Εργαστηρίων Φωτογραμμετρίας και Χαρτογραφίας (Μαυρομάτη, 1994).

2. Διατιθέμενα μέσα - Εναλλακτικές Μορφές

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή ο χάρτης της Πολυτεχνειούπολης συντάχθηκε σε δύο διαφορετικές μορφές:

1) Θεματικός χάρτης σε οριζοντιογραφία

2) Χάρτης 2.5-D

Στην οριζοντιογραφία τα κτίρια διαφοροποιούνται αξιοποιώντας την οπτική μεταβλητή της απόχρωσης. Ο χάρτης 2.5-D συντάχθηκε σε δύο διαφορετικές κλίμακες 1: 1000 για να αποδώσει ρεαλιστικά τις λεπτομέρειες των κτιρίων της Πολυτεχνειούπολης σε μέγεθος αφίσσας (A0) και 1: 4000, ώστε να έχει την εύχρηστη διάσταση ενός χαρτιού A4, με δυνατότητα εκτύπωσης του τελευταίου είτε ως έγχρωμο είτε ως ασπρόμαυρο. Παράλληλα επιχειρήθηκε και η σύνταξη ενός φυλλαδίου - οδηγού της Πολυτεχνειούπολης που να περιλαμβάνει τις δύο αυτές εναλλακτικές μορφές παρουσίαισης με σκοπό την διευκόλυνση του επισκέπτη.

Για να είναι δυνατή η σύνταξη και των δύο εναλλακτικών μορφών παρουσίαισης, χρησιμοποιήθηκε ζεύγος Αεροφωτογραφιών κλίμακας 1:6000, φωτοληψίας 1991 του ΥΠΕΧΩΔΕ, του οποίου η Ψηφιακή Φωτογραμμετρική Απόδοση έγινε στο ψηφιακό Φωτογραμμετρικό Σύ-

στημα DVP της LEICA (που ευγενώς παραχωρήθηκε από την αντιπροσωπεία INFOTOP Ltd), καθώς επίσης και το τοπογραφικό διάγραμμα 1:2000 που έχει συνταχθεί από το Γραφείο Μελέτης Προγραμματισμού και Επίβλεψης Έργων Πολυτεχνειούπολης Αθηνών.

Η επεξεργασία των χαρτογραφικών δεδομένων που προέκυψαν από την Ψηφιακή Φωτογραμμετρική Απόδοση και το τοπογραφικό διάγραμμα, έγινε στο σχεδιαστικό πακέτο AutoCAD, έκδοση 12 του Εργαστηρίου Φωτογραμμετρίας. Για να είναι αποτελεσματική η επεξεργασία αυτή, ιδίως όσον αφορά στο χάρτη 2.5-D, απαιτείται Η/Υ τουλάχιστον 486DX στα 66 MHz με 8 MB RAM.

3. Συλλογή Πληροφορίας σε δύο και τρεις διαστάσεις (2D και 3D)

Η συλλογή της πληροφορίας, που απαιτείται για την σύνθεση του υπόβαθρου, έγινε μέσω δύο διαδικασιών:

α) φωτογραμμετρικής απόδοσης στο Ψηφιακό Φωτογραμμετρικό Σύστημα DVP της Leica.

β) ψηφιοποίηση σε ηλεκτρονικό ψηφιοποιητή

Στο ζεύγος αεροφωτογραφιών, που χρησιμοποιήθηκε, το επικαλυπτόμενο τμήμα απεικονίζει το μεγα-

Αντισεισμικής Τεχνολογίας και η νέα διαμόρφωση της περιοχής κοντά σ' αυτό, λόγω της κατασκευής της οδού Κοκκινοπούλου, δεν απεικονίζονται. Τα στοιχεία αυτά συμπληρώθηκαν από μετρήσεις σε αεροφωτογραφία κλίμακας 1:6000 του 1991, δηλαδή από την ίδια φωτοληψία.

Η φωτογραμμετρική απόδοση έγινε στο DVP της Leica, ένα ψηφιακό Φωτογραμμετρικό Σύστημα χαμηλού κόστους. Το DVP είναι κατάλληλο για την επεξεργασία ψηφιακών εικόνων. Η μετατροπή του ζεύγους των αεροφωτογραφιών από αναλογική σε ψηφιακή μορφή πραγματοποιήθηκε με τη σάρωσή τους, σε επίπεδο διακριτικής ανάλυσης 6000 dpi (dots per inch), με τη βοήθεια ενός επιπέδου σαρωτή (EPSON GT 600, μεγέθους A4).

Αφού σχηματισθεί το ψηφιακό φωτογραμμετρικό μοντέλο (Εσωτερικός - Σχετικός Προσανατολισμός) για να συνεχιστούν τα δύο συστήματα αναφοράς, αυτό του μοντέλου με το γεωδαιτικό (Απόλυτος Προσανατολισμός) χρησιμοποιήθηκαν πέντε τριγωνομετρικά σημεία (από αυτά που έχουν ιδρυθεί στο χώρο της Πολυτεχνειούπολης), τα οποία είναι εύκολο να αναγνωριστούν. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συντεταγμένες των πέντε αυτών τριγωνομετρικών.

	ΘΕΣΗ	X(m)	Y(m)	Z(m)
1.	ΚΤΙΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ	-16.507.740	24.897.490	210.860
2.	ΚΤΙΡ. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ	-16.920.080	25.228.340	195.710
3.	ΚΤΙΡ. ΦΥΣΙΚΗΣ	-16.298.100	25.110.050	203.240
5.	ΚΤΙΡ. ΕΣΤΙΑΣ	-16.442.410	24.757.410	237.320
7.	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ	-15.590.364	24.595.043	262.19

λύτερο τμήμα της Πολυτεχνειούπολης (μέχρι και το κτίριο Υδραυλικής). Η εισαγωγή του υπόλοιπου τμήματος που δεν απεικονίζεται σε αυτές, έγινε με ψηφιοποίηση του τοπογραφικού διαγράμματος κλίμακας 1:2000 που έχει συνταχθεί από το Γραφείο Μελέτης και Επίβλεψης Έργων Πολυτεχνειούπολης Αθηνών (έτος σύνταξης 1982).

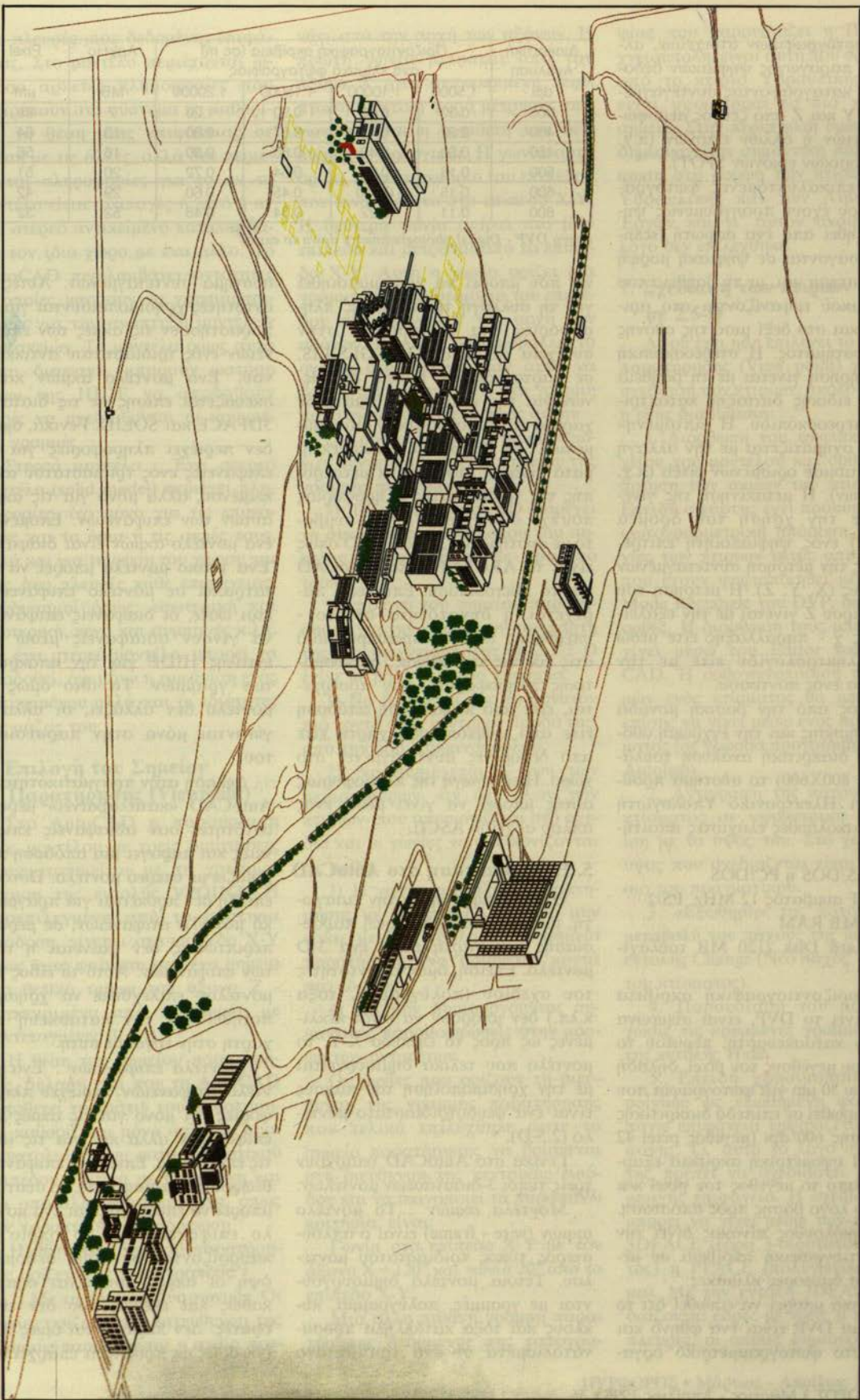
Ωστόσο, επειδή το διάγραμμα αυτό είναι παλιό, το Εργαστήριο

Οι συντεταγμένες των σημείων αυτών είναι στην προβολή Hatt ως προς κέντρο φύλλου χάρτη 1:100000 $\varphi = 37^\circ 45'$ και $\lambda = 0^\circ 15'$.

4. Το ψηφιακό Φωτογραμμετρικό σύστημα Leica DVP (Digital Video Plotter)

Το DVP της Leica είναι ένα ψηφιακό Φωτογραμμετρικό Σύστημα που παρέχει τη δυνατότητα απόδο-

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΤΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ



ΚΑΙΝΑΚΑ : 1 : 2000

Α. ΜΑΥΡΟΜΑΤΗ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΘΗΝΑ 1984

σης χαρτογραφικών στοιχείων, αλλά και παραγωγής ψηφιακών δεδομένων, καταγράφοντας συντεταγμένες X, Y και Z από ζεύγος αεροφωτογραφιών ή άλλων εικόνων (π.χ. δορυφορικών εικόνων SPOT).

Οι επικαλυπτόμενες φωτογραφίες που έχουν προηγουμένως ψηφιοποιηθεί από ένα σαρωτή (scanner) εισάγονται σε ψηφιακή μορφή στο σύστημα και, με τη βοήθεια του λογισμικού εμφανίζονται στο αριστερό και στο δεξί μισό της οθόνης του συστήματος. Η στερεοσκοπική παρατήρηση γίνεται με τη βοήθεια απλής ειδικής διάταξης κατοπτρικού στερεοσκοπίου. Η «ιπτάμενη» μάσκα σχηματίζεται με την αλλαγή χρωματισμού ορισμένων pixels (π.χ. κόκκινων). Η μετακίνησή της γίνεται με την χρήση του δρομέα (cursor) ενός ψηφιοποιητή επιτρέποντας την μέτρηση συντεταγμένων εδάφους (X, Y, Z). Η μέτρηση του υψομέτρου Z γίνεται με την εξάλειψη της χ - παράλλαξης είτε μέσω του πληκτρολογίου είτε με την βοήθεια ενός ποντικιού.

Εκτός από την βασική μονάδα παρατήρησης και την έγχρωμη οθόνη (με διακριτική ανάλυση τουλάχιστον 800X600) το σύστημα προϋποθέτει Ηλεκτρονικό Υπολογιστή με τις ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις:

- MS/DOS ή PC/DOS
- AT συμβατός 12 MHz, PS/2
- 1 MB RAM
- Hard Disk (120 MB τουλάχιστον).

Η οριζοντιογραφική ακρίβεια που δίνει το DVP, είναι σύμφωνα με τον κατασκευαστή, περίπου το 70% του μεγέθους του pixel, δηλαδή περίπου 30 μm για φωτογραφία που έχει σαρωθεί σε επίπεδο διακριτικής ανάλυσης 600 dpi (μέγεθος pixel 42 μm). Η υψομετρική ακρίβεια εξαρτάται από το μέγεθος του pixel και από το λόγο βάσης προς απόσταση.

Ο ακόλουθος πίνακας δίνει την οριζοντιογραφική ακρίβεια σε μέτρα για διάφορες κλίμακες:

Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι το σύστημα DVP είναι ένα φθινό και εύχρηστο φωτογραμμετρικό όργανο,

Διακριτική Ανάλυση	Οριζοντιογραφική ακρίβεια (σε m) ανά κλίμακα φωτογραφίας				Αρχείο	Pixel
	1:5000	1:10000	1:15000	1:20000		
dpi					MB	μm
300	0.30	0.60	0.90	1.20	7	85
400	0.22	0.45	0.67	0.90	13	64
450	0.20	0.40	0.60	0.80	16	56
500	0.18	0.36	0.54	0.72	20	51
600	0.15	0.030	0.45	0.60	29	42
800	0.11	0.22	0.34	0.45	52	32

(πηγή DVP - Digital photogrammetry down to earth)

που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή τριδιάστατης πληροφορίας για να εισαχθεί στην συνέχεια σε περιβάλλον GLS/LIS, σε χαρτογραφικές βάσεις δεδομένων για την κατασκευή θεματικών χαρτών και τοπογραφικών διαγραμμάτων. Τα βασικά του πλεονεκτήματα είναι η δυνατότητα μετατροπής της τριδιάστατης πληροφορίας που έχει συλλεχθεί σε format συμβατό με συστήματα GIS και CAD όπως είναι το ARC/INFO, το AutoCAD και το MicroStation. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα στερεο - υπέρθεσης (stereo superimposition) στις εικόνες της οθόνης, διανυσματικής πληροφορίας, που προέρχεται, είτε από παλαιότερη απόδοση είτε από ψηφιοποίηση χάρτη είτε από δεδομένες συντεταγμένες στο χώρο. Η εισαγωγή της πληροφορίας αυτής μπορεί να γίνει μέσω ενός απλού αρχείου ASCII.

5. Η 3η διάσταση στο AutoCAD

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, μια εναλλακτική μορφή παρουσίασης του χάρτη είναι ένα 3-D μοντέλο. Επειδή, όμως οι οντότητες του σχεδίου (πολύγραμμο, τόξα κ.λπ.) δεν μπορούν να είναι κεκλιμένες ως προς το επίπεδο X-Y, το μοντέλο που τελικά δημιουργείται με την χρησιμοποίηση του πάχους είναι ένα ψευδοτριδιάστατο μοντέλο (2.5-D).

Γενικά στο AutoCAD υπάρχουν τρεις τύποι 3-διαστάσεων μοντέλων:

Μοντέλα ακμών : Το μοντέλο ακμών (wire - frame) είναι ο απλούστερος τύπος τριδιάστατου μοντέλου. Τέτοια μοντέλα δημιουργούνται με γραμμές, πολύγραμμο, κύκλους και τόξα κατάλληλα προσανατολισμένα σε ένα τριδιάστατο

σύστημα συντεταγμένων. Αυτές οι οντότητες χρησιμοποιούνται για να παραστήσουν τις ακμές των επιφανειών ενός τριδιάστατου αντικειμένου. Ένα μοντέλο ακμών κατασκευάζεται επίσης με τις διαταγές 3DFACE και SOLID. Γενικά, όμως, δεν περιέχει πληροφορίες για τις επιφάνειες ενός τριδιάστατου αντικειμένου, αλλά μόνο για τις ακμές αυτών των επιφανειών. Επομένως, ένα μοντέλο ακμών είναι διαφανές. Ένα τέτοιο μοντέλο μπορεί να μετατραπεί σε μοντέλο επιφανειών, έτσι ώστε, οι διαφανείς επιφάνειες να γίνουν αδιαφανείς μέσω της εντολής HIDE για την απόκρυψη των γραμμών. Το ίδιο όμως το μοντέλο δεν αλλάζει, οι αλλαγές γίνονται μόνο στην παρουσίασή του.

Δηλαδή στην πραγματικότητα το AutoCAD «καταλαβαίνει» μερικές οντότητες σαν αδιαφανείς επιφάνειες και παράγει μία απόδοση που μοιάζει με στερεό μοντέλο. Ωστόσο, επειδή δεν πρόκειται για πραγματικό μοντέλο επιφανειών, σε μερικές περιπτώσεις δεν φαίνεται η τομή των επιφανειών. Αυτό το είδος του μοντέλου επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του χάρτη στην εργασία αυτή.

Μοντέλα επιφανειών : Ένα μοντέλο επιφανειών περιέχει πληροφορίες όχι μόνο για τις ακμές των επιφανειών αλλά και για τις ίδιες τις επιφάνειες. Επειδή οι επιφάνειες θεωρούνται αδιαφανείς, το σύστημα μπορεί να επεξεργάζεται ένα μοντέλο επιφανειών με το οποίο να καθορίζονται σε κάθε δεδομένη όψη οι ακμές που είναι ορατές, καθώς και εκείνες που δεν είναι ορατές. Δεν περιέχονται όμως πληροφορίες ως προς το τι υπάρχει στις

δύο πλευρές μιας δεδομένης επιφάνειας. Στο μοντέλο περιέχονται ωστόσο αρκετές πληροφορίες που επιτρέπουν στο σύστημα να καθορίσει τη θέση μιας επιφάνειας σε σχέση με τις άλλες, αλλά δεν περιέχονται πληροφορίες για το αν το μοντέλο είναι συμπαγές ή κενό ή αν ένα στερεό αντικείμενο καταλαμβάνει τον ίδιο χώρο με ένα άλλο. Το AutoCAD περιλαμβάνει οντότητες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μοντέλων επιφανειών. Τα μοντέλα όμως αυτά είναι διαφανή, μπορούν ωστόσο μέσω της HIDE να αποδοθούν χωρίς να σχεδιάζονται οι κρυμμένες γραμμές.

Στερεά μοντέλα : Ένα στερεό μοντέλο (solid model) περιέχει πληροφορίες, όχι μόνο για τις επιφάνειες και τα όρια ή τις ακμές τους, αλλά και για τη φύση του χώρου και στις δύο πλευρές κάθε επιφάνειας, συνδυασμοί όπως: εσωτερική και εξωτερική, κενό και συμπαγές κ.λπ. Με ένα στερεό μοντέλο, μπορεί να αποδοθεί, όχι μόνο η εμφάνιση ενός αντικείμενου αλλά και οι ιδιότητες της μάζας του.

6. Επιλογή του Σημείου

Παρατήρησης (Viewpoint)

Στο AutoCAD η παρουσίαση ενός μοντέλου σε τρεις διαστάσεις πραγματοποιείται με τη χρησιμοποίηση της εντολής VPOINT. Η προεπιλεγμένη από το σύστημα απόδοση, γίνεται στο επίπεδο X-Y όπως αυτό φαίνεται από ένα σημείο στο θετικό τμήμα του άξονα Z - συγκεκριμένα από το σημείο με συντεταγμένες (0,0,1).

Η θέση του σημείου παρατήρησης, δηλαδή εκεί που το AutoCAD τοποθετεί το «μάτι» του παρατηρητή, καθορίζεται μόνο από τον προσανατολισμό του κατασκευαστικού επιπέδου σχετικά με την οθόνη και όχι από άλλα αποτελέσματα, όπως την προοπτική παραμόρφωση.

Η θέση του σημείου παρατήρησης ορίζεται με τρεις τρόπους:

1) Με τη βοήθεια δύο γωνιών. Οι γωνίες ορίζουν την κατεύθυνση της γραμμής παρατήρησης η οποία περ-

νάει από την αρχή των αξόνων. Η πρώτη γωνία μετράται από τον άξονα X (στη συγκεκριμένη περίπτωση η θετική φορά μέτρησης των γωνιών είναι η αντίθετη των δεικτών του ρολογιού). Η γωνία αυτή ορίζει το τεταρτημόριο του επιπέδου που είναι κάθετο στο επίπεδο X-Y. Η δεύτερη γωνία ανήκει στο ίδιο επίπεδο και μετράται από το επίπεδο X-Y. Αυτή η γωνία ορίζει μια γραμμή στο τεταρτημόριο του επιπέδου που περνά απ' την αρχή των αξόνων. Το AutoCAD προβάλλει το σχέδιο στην οθόνη, σαν αυτό να βρισκόταν κάπου πάνω στη γραμμή παρατήρησης, κάθετο προς αυτήν.

2) Χρησιμοποιώντας τις ορθογώνιες συντεταγμένες ενός σημείου της γραμμής παρατήρησης.

3) Τέλος, το AutoCAD παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού του σημείου παρατήρησης με γραφικό τρόπο.

Η επιλογή του σημείου παρατήρησης για την κατασκευή του χάρτη της Πολυτεχνειούπολης σε 2 1/2 D έγινε με βάση τέσσερα κριτήρια:

1) Να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην κεντρική είσοδό της, από την οδό Κοκκινοπούλου,

2) Να περιέχεται η όψη των περισσότερων -αν όχι όλων των κτιρίων- που απεικονίζεται στο σχέδιο και οι γωνίες να απεικονίζονται ως ορθές.

3) Η γωνία του άξονα παρατήρησης με το επίπεδο X-Y να μην είναι μεγάλη (δηλαδή το σημείο παρατήρησης να βρίσκεται κοντά στο έδαφος).

4) Να μην δημιουργούνται σημαντικές παραμορφώσεις στην μορφή των οντοτήτων.

Οι γωνίες που ορίζουν τη διεύθυνση της γραμμής παρατήρησης που τελικά επιλέχθηκε ώστε το σημείο παρατήρησης να βρίσκεται στη διεύθυνση της κεντρικής εισόδου και να ικανοποιεί τα παραπάνω κριτήρια, είναι:

Γωνία στο επίπεδο X-Y με τον άξονα X = 120° και γωνία 20° από το επίπεδο X-Y.

Μια άλλη πιθανή γραμμή παρατήρησης δεδομένης της τοπογρα-

φίας που παρουσιάζει η Πολυτεχνειούπολη, είναι αυτή που ορίζεται από το κτίριο Υδραυλικής, που είναι υψομετρικά το πιο χαμηλό σημείο. Στην περίπτωση όμως αυτή δημιουργείται σημαντική παραμόρφωση στη μορφή των κτιρίων της Υδραυλικής και των Λιμενικών Έργων και γι' αυτόν ακριβώς το λόγο δεν επιλέχθηκε.

7. Σχεδίαση των κτιρίων σε 2,5-D

Αφού έχει ήδη επιλεγεί το σημείο παρατήρησης (View point) για την σχεδίαση των κτιρίων, ακολουθεί η εξής διαδικασία:

1. Διόρθωση του ψηφιακού αρχείου του μοντέλου και ορθογωνοποίηση των ακμών του κτίσματος. Επειδή ο χάρτης έχει προκύψει από φωτογραμμετρική απόδοση, οι γωνίες των κτιρίων εκτός από αυτών που έχουν ψηφιοποιηθεί μέσω της Mode Rectangle του DVP, δεν είναι ορθές. Η διόρθωσή τους μπορεί να γίνει μέσω του Editor του AutoCAD. Η ορθογωνοποίηση των ακμών ενός κτίσματος θα μπορούσε επίσης να γίνει μέσω ενός προγράμματος (σε γλώσσα προγραμματισμού Autolisp).

2. Αντιγραφή της κάτοψης του κτίσματος σε υψομετρική στάθμη ίση με το ύψος του. Στο χάρτη το ύψος που σχεδιάζεται είναι διπλάσιο του πραγματικού.

3. «Εξώθηση» της κάτοψης με μεταβολή του πάχους της μέσω της εντολής Change (Νέο πάχος = ύψος του κτίσματος).

4. Παρουσίαση του μοντέλου χωρίς τις κρυμμένες γραμμές μέσω της εντολής Hide.

5. Επειδή χρησιμοποιείται η polyline ως εξωθημένη φόρμα, η πάνω επιφάνεια εμφανίζεται αδιαφανής. Γι' αυτό το λόγο στη θέση της πρέπει να σχεδιαστεί μια συμπληρωματική επιφάνεια. Η σχεδίασή της μπορεί να γίνει μέσω των εντολών 3DFACE (έδρα 3-διάστατου σώματος) ή PFACE (πολυγωνικό πλέγμα). Με την εντολή 3DFACE σχεδιάζονται έδρες με τρεις ή τέσσερις πλευρές, οι οποίες δημιουργούνται

με την εισαγωγή των κορυφών τους. Δηλαδή, για το σχηματισμό πιο πολύπλοκων επιφανειών πρέπει να ενωθούν πολλές έδρες. Με την εντολή PFACE δημιουργούνται 3-διάστατα πλέγματα χωρίς να υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των κορυφών τους. Ωστόσο αν η επιφάνεια που θα δημιουργηθεί έχει διαδοχικές εσοχές ή προεξοχές, είναι προτιμότερο να σχηματιστεί από διαδοχικές επιφάνειες γιατί με το σχεδιασμό της ως ενιαία, είναι πιθανόν να κρύβονται κάποιες ακμές της εξωθήμενες polyline ή οντότητες που έχουν σχεδιαστεί στις πλευρές της. Όπως και στην εντολή 3DFACE, έτσι και στην PFACE μπορούν να γίνουν συγκεκριμένες ακμές ενός πολύεδρου, η εισαγωγή των κορυφών γίνεται κανονικά και όταν ζητηθούν οι κορυφές που ορίζουν μια έδρα, τότε στα δύο άκρα (κορυφές) της ακμής τίθεται σαν πρόθεμα το σύμβολο μείον (-).

6. Αφού έχει δοθεί στο κτίσμα όγκος, στη συνέχεια σχεδιάζονται οι όψεις του που φαίνονται στο σχέδιο (δηλαδή τα παράθυρα, οι πόρτες, τα ανοίγματα κ.λπ. κάθε πλευράς). Για να γίνει αυτό πρέπει να προσανατολιστεί το σύστημα συντεταγμένων UCS παράλληλα προς την πλευρά πάνω στην οποία θα γίνει η σχεδίαση. Εδώ το σύστημα UCS ορίζεται με την επιλογή 3 point δίνοντας 3 σημεία: Την αρχή, ένα σημείο στον θετικό άξονα X και ένα σημείο στον θετικό άξονα Y. Ο Y τοποθετείται, έτσι ώστε, να περνά από την αρχή και να είναι κάθετος στον άξονα X. Η κατεύθυνση του άξονα Z προκύπτει από τις σχετικές θέσεις των αξόνων, έτσι ώστε, το σύστημα να είναι δεξιόστροφο. Τέλος, σχεδιά-

ζονται στο τρέχον σχεδιαστικό επίπεδο, δηλαδή στην πλευρά που έχει επιλεγεί, τα στοιχεία που ανήκουν σε αυτό μέσω συντεταγμένων, ως προς την αρχή του συστήματος (σε μέτρα).

8. Άλλες δυνατότητες

Μια άλλη μορφή παρουσίασης του χάρτη της Πολυτεχνειούπολης, θα μπορούσε να ήταν επίσης ένα «πραγματικό» τριδιάστατο μοντέλο. Αυτό είναι δυνατόν να γίνει μόνο μετά από παρέμβαση στο αρχείο DXF που δίνει το DVP. Στην περίπτωση όμως αυτή οι οντότητες που απαρτίζουν το σχέδιο είναι 3D - polylines, που δεν μπορούν να εμφανίζονται ως «εξωθήμενες» φόρμες, δηλαδή δεν μπορούν να έχουν πάχος. Το παραπάνω γεγονός συνεπάγεται ότι οι πλευρές των κτισμάτων, πρέπει να σχεδιαστούν μέσω επιφανειών (3Dface, 3Dmesh, Pface).

Επειδή οι γραμμές είναι τριδιάστατες, διατηρούν την μεταξύ τους υψομετρική διαφορά, με συνέπεια πολλές γραμμές να φαίνεται ότι ίπτανται. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους ή ο σχεδιασμός των πρανών που έχουν μεγάλη κλίση.

9. Τελικά προϊόντα

Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν φωτογραμμετρικά και επεξεργάστηκαν κατάλληλα με το σχετικό πακέτο ηλεκτρονικής σχεδίασης, αποτέλεσαν τη βάση για τη σύνθεση του τελικού προϊόντος. Αυτό συνίσταται σε ένα τετρασέλιδο (σχ. 1), που περιέχει ένα θεματικό χάρτη - οριζοντιογραφία της Πολυτε-

χνειούπολης και μια εκτύπωση της αξονομετρικής απεικόνισης, όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Πιστεύεται ότι το δίφυλλο αυτό είναι ιδιαίτερα κατατοπιστικό για τον επισκέπτη της Πολυτεχνειούπολης, αλλά και για κάθε εργαζόμενο που επιθυμεί να μετακινηθεί σ' αυτή. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της διαδικασίας σύνταξης, όπως αυτή περιγράφηκε με συντομία στα προηγούμενα, είναι η δυνατότητα διαρκούς ενημέρωσης του προϊόντος με νέα κτίρια και δρόμους, όπως στην περίπτωση της διάνοιξης της νέας οδού στη δυτική πλευρά της Πολυτεχνειούπολης. Η ενημέρωση αυτή είναι δυνατόν να γίνεται είτε από νέες αεροφωτογραφίες, είτε από επί τόπου μετρήσεις, είτε από μεταφορά υπαρχόντων σχεδίων.

Παράλληλα μελετάται η κατασκευή άλλων χαρτογραφικών προϊόντων με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας, όπως ένα Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, μια ψηφιακή ορθοφωτογραφία και ο αντίστοιχος ορθοφωτοχάρτης, αλλά και η προοπτική φωτογραφική απεικόνιση σε ψηφιακή μορφή (draping).

10. Βιβλιογραφία

Leica AG, 1990, *DVP User's Guide*.

Μαυρομάτη, Δ., 1994, *Ψηφιακή Φωτογραμμετρική απόδοση σε 2.5-D με βοήθεια σχεδιαστικού πακέτου. (Εφαρμογή στο χώρο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου)*. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Τοπογραφίας ΤΑΤΜ, ΕΜΠ.

Omura, G. 1993. *Πλήρες εγχειρίδιο του AutoCAD 12*, Εκδόσεις Γκιούρδας.