



Προσανατολισμοί στερεοσκοπικών ζευγών

Για να είναι δυνατή η συνεχής απόδοση στα φωτογραμμετρικά όργανα χρειάζεται κάποιο στάδιο προετοιμασίας του ζεύγους των εικόνων.

Η προετοιμασία αυτή αφορά:

- A. Στη δημιουργία του στερεοσκοπικού μοντέλου
- B. Στη συσχέτισή του με το γεωδαιτικό σύστημα

Επισημαίνεται ότι δεν αρκούν οι δύο ανεξάρτητοι εξωτερικοί προσανατολισμοί, γιατί δεν συσχετίζουν απαραίτητα τις δύο εικόνες μεταξύ τους.



Προσανατολισμοί στερεοσκοπικών ζευγών

Η δημιουργία του στερεοσκοπικού μοντέλου περιλαμβάνει:

1. Τη διασφάλιση της συνεχούς στερεοσκοπικής όρασης
2. Την ορθή ανάπλαση του σχήματος του αντικειμένου

Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **Σχετικός Προσανατολισμός**

Η συσχέτισή του με το γεωδαιτικό σύστημα περιλαμβάνει:

1. Τον προσδιορισμό της κατάλληλης κλίμακας - μεγέθους
2. Τον προσδιορισμό της θέσης του αντικειμένου

Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **Απόλυτος Προσανατολισμός**

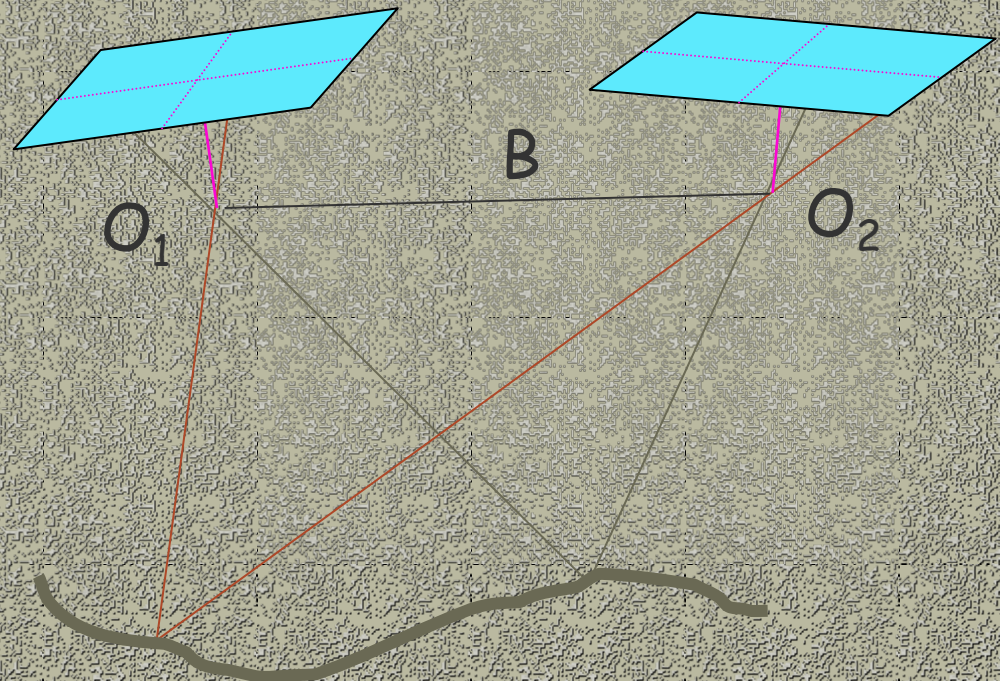
Σχετικός Προσανατολισμός

Το στερεοσκοπικό μοντέλο είναι . . .

Η υπό κλίμακα τρισδιάστατη απεικόνιση - ή αναπαράσταση - του προς μέτρηση αντικειμένου, που προκύπτει από την κατάλληλη παρατήρηση δύο (τουλάχιστον) επικαλυπτόμενων εικόνων (στερεοζεύγος) του.

Για να δημιουργηθεί το στερεοσκοπικό μοντέλο . . .

Θα πρέπει οι δύο (προβολικές) δέσμες να βρεθούν σε ακριβώς ανάλογη θέση με αυτήν που είχαν κατά τη στιγμή της λήψης.





Σχετικός Προσανατολισμός

- ✓ Κατά τη στιγμή της λήψης όλα τα ζεύγη ομόλογων ακτίνων (δηλ. αυτών που προέρχονται από το ίδιο σημείο του αντικειμένου) τέμνονται.
- ✓ Η αλληλοτομία αυτή είναι ικανή (και αναγκαία) προϋπόθεση για να διασφαλιστεί η στερεοσκοπική παρατήρηση ή, ισοδύναμα, να δημιουργηθεί το στερεοσκοπικό μοντέλο.
- ✓ Γενικά στην "αρχική" θέση των δύο δεσμών οι ομόλογες ακτίνες δεν τέμνονται, είναι δηλαδή ασύμβατες στον τρισδιάστατο χώρο.
- ✓ Η αλληλοτομία των άπειρων ζευγών ομόλογων ακτίνων των δύο (προβολικών) δεσμών εξασφαλίζεται εφόσον τηθούν πέντε (5) ομόλογα ζεύγη.
- ✓ Αυτό μπορεί να εξηγηθεί τόσο με αναλυτικό - γεωμετρικό τρόπο, όσο και με εμπειρικό.



Σχετικός Προσανατολισμός

1. Αναλυτικός - Γεωμετρικός τρόπος

Είναι γνωστό από τη θεωρία τη προβολικής γεωμετρίας, ότι η προβολικότητα μεταξύ δύο τρισδιάστατων χώρων (XYZ) και (xyz) δίνεται από τις σχέσεις:

$$x = \frac{a_1x + a_2y + a_3z + a_4}{a_{13}x + a_{14}y + a_{15}z + 1}$$

$$y = \frac{a_5x + a_6y + a_7z + a_8}{a_{13}x + a_{14}y + a_{15}z + 1}$$

$$z = \frac{a_9x + a_{10}y + a_{11}z + a_{12}}{a_{13}x + a_{14}y + a_{15}z + 1}$$

Για τον προσδιορισμό των δεκαπέντε (15) αγνώστων παραμέτρων a_i αρκεί η μέτρηση - γνώση πέντε ζευγών σημείων, που το κάθε ένα δίνει τρεις εξισώσεις.

Σχετικός Προσανατολισμός

2. Εμπειρικός τρόπος

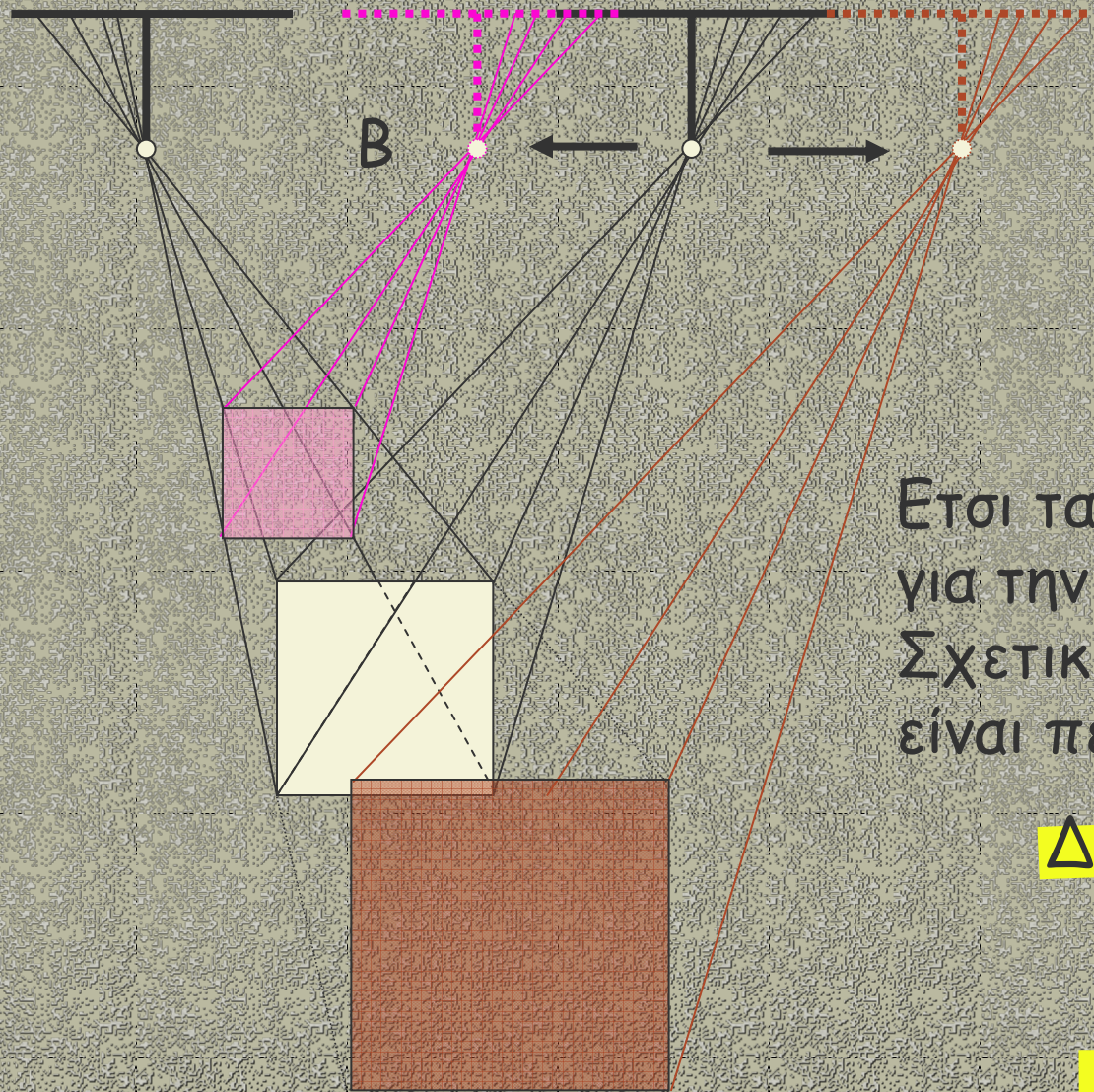
Οι δύο δέσμες έχουν δώδεκα (12) βαθμούς ελευθερίας:

X'_o	X''_o		X'_o	ΔX_o
Y'_o	Y''_o		Y'_o	ΔY_o
Z'_o	Z''_o		Z'_o	ΔZ_o
ω'	ω''		ω'	$\Delta \omega$
φ'	φ''		φ'	$\Delta \varphi$
κ'	κ''		κ'	$\Delta \kappa$

Από αυτούς, οι έξι (6) της μιας δέσμης τοποθετούν το ζεύγος των δεσμών στο χώρο (**θέση**) και έτσι δεν συμβάλλουν στην αλληλοτομία (**σχήμα**) των ομόλογων ακτίνων !!

Από τους υπόλοιπους έξι, σημαντικοί για την αλληλοτομία είναι οι πέντε, γιατί ο έκτος (το ΔX_o) επιδρά μόνο στην κλίμακα (**μέγεθος**) του στερεοσκοπικού μοντέλου !!

Σχετικός Προσανατολισμός



Η μεταβολή της
βάσης B (ΔX_0)
επιδρά μόνο στο
μέγεθος του
μοντέλου

Ετσι τα απαραίτητα στοιχεία
για την επίτευξη του
Σχετικού Προσανατολισμού
είναι πέντε (5):

$\Delta Y_0, \Delta Z_0, \omega, \varphi, \kappa$

ή

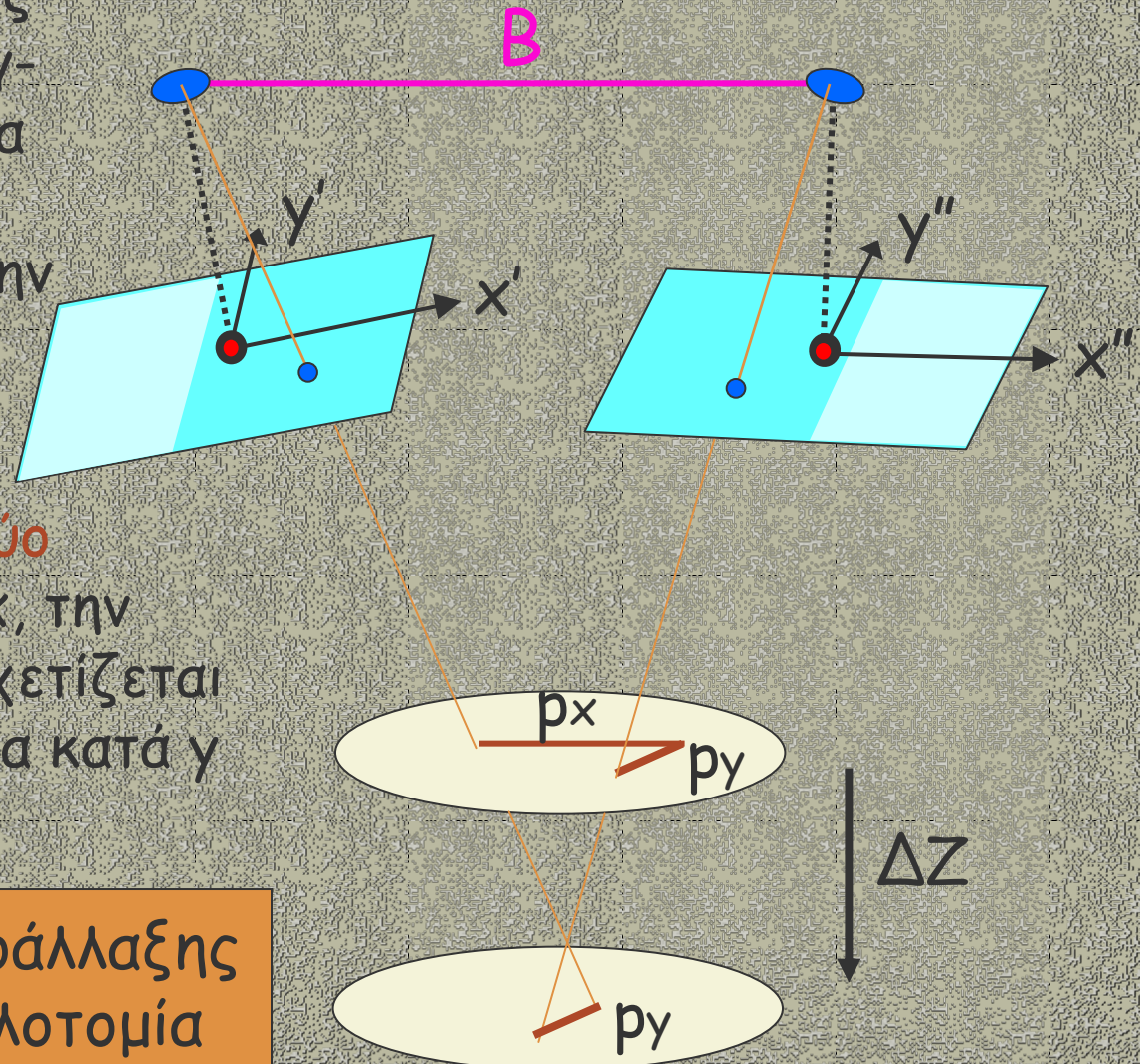
$\omega', \varphi', \kappa', \varphi'', \kappa''$

Σχετικός Προσανατολισμός

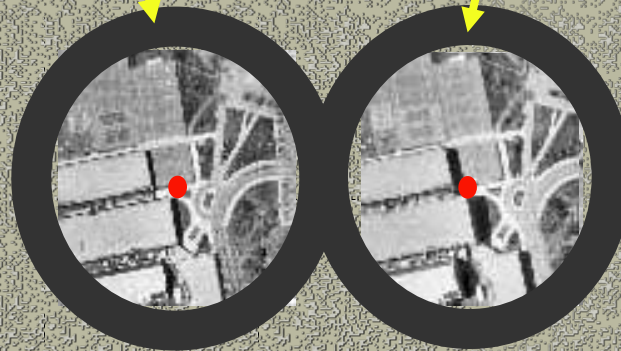
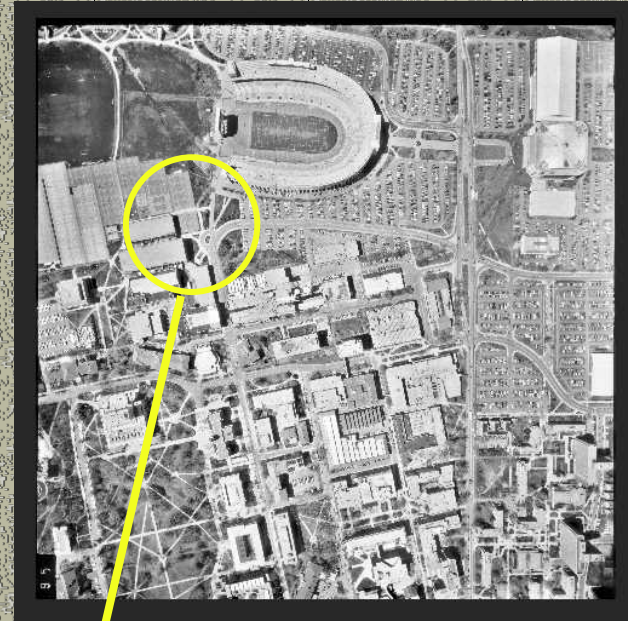
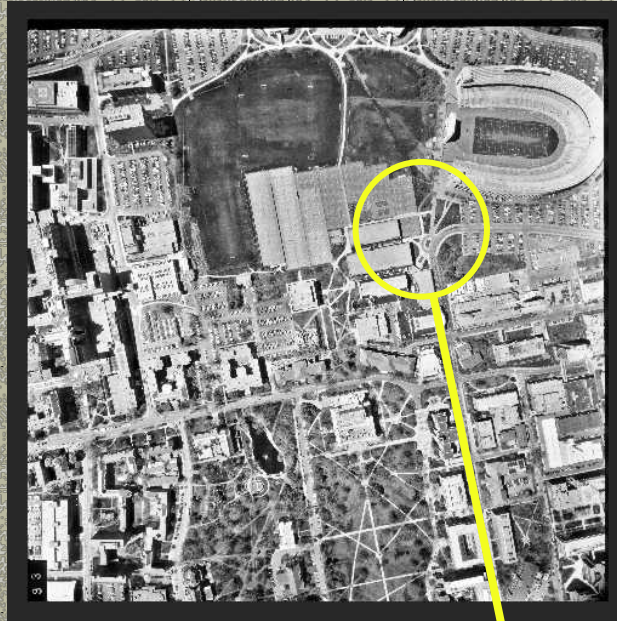
Οι πέντε αυτές κινήσεις των δύο δεσμών επιτυγχάνουν την αλληλοτομία των ομόλογων ζευγών ακτίνων ή καταργούν την ασυμβατότητά τους

Η ασυμβατότητα έχει **δύο συνιστώσες**. Μία κατά x , την παράλλαξη x (p_x που σχετίζεται με τα υψόμετρα !) και μία κατά y την παράλλαξη y (p_y).

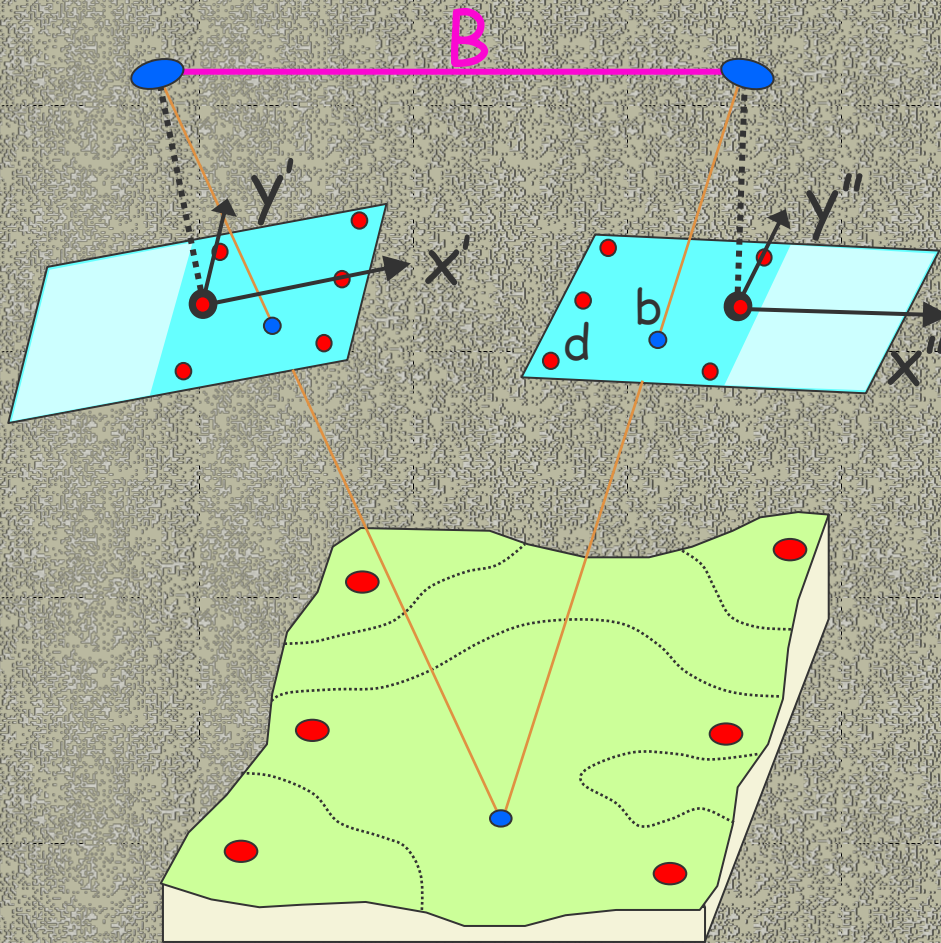
Η εξάλειψη της y -παράλλαξης εξασφαλίζει την αλληλοτομία των ομόλογων ακτίνων



Σχετικός Προσανατολισμός



Σχετικός Προσανατολισμός



Τα πέντε αυτά στοιχεία του σχετικού προσανατολισμού προσδιορίζονται όταν εξασφαλιστεί η αλληλοτομία **πέντε** τουλάχιστον ζευγών ομόλογων ακτίνων.

Καλό θα είναι τα πέντε αυτά ζεύγη (σημεία) να βρίσκονται σε **περιφερειακές θέσεις** στο επικαλυπτόμενο.

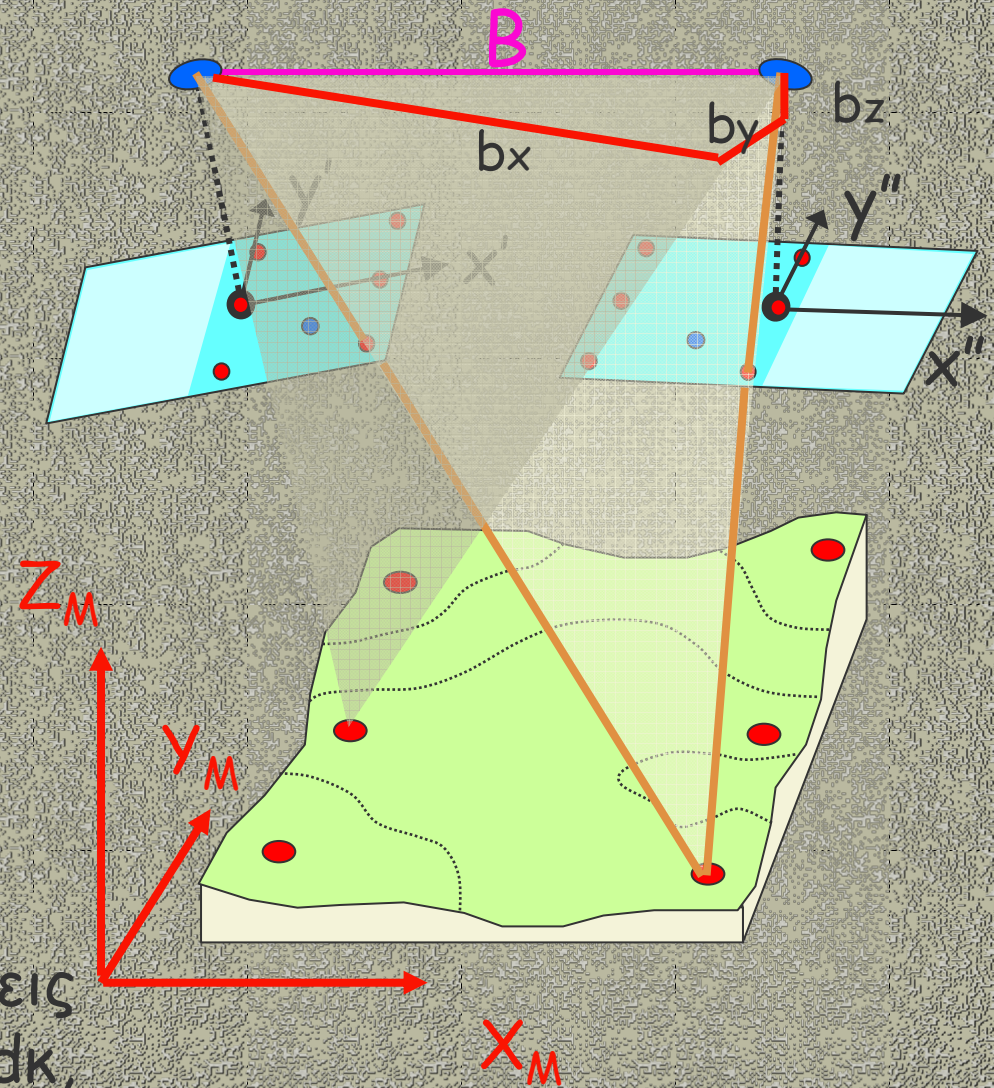
Συνήθως τα σημεία αυτά επιλέγονται στις "βασικές" θέσεις (περιοχές) του επικαλυπτομένου, δηλ. στα κέντρα των δύο A/Φ και σε αποστάσεις d περίπου όσο η βάση b . Τα σημεία αυτά λέγονται σημεία **Gruber**

Σχετικός Προσανατολισμός

Η επίτευξη της αλληλοτομίας των ομόλογων ακτίνων αναγκάζει τα διανύσματα $\vec{O_1P}$, $\vec{O_2P}$ και $\vec{B}$ να είναι συνεπίπεδα

Αφού η διαδικασία είναι ανεξάρτητη κλίμακας (b_x αυθαίρετο), εισάγεται η έννοια του συστήματος αναφοράς μοντέλου (X_M, Y_M, Z_M)

Ετσι αναζητούμε μια μαθηματική σχέση που θα συνδέσει τη συνθήκη αλληλοτομίας ($p_y=0$) με τις διαφορικές σχετικές κινήσεις των δύο δεσμών ($d\omega, d\phi, dk, db_y, db_z$)



Σχετικός Προσανατολισμός

Η εξίσωση της γ-παράλλαξης:

$$P_y = (\underline{db\gamma_1 - db\gamma_2}) - \frac{Y_M}{Z_M} (\underline{dbz_1 - dbz_2}) + \\ + X_M \underline{dk_1} + (X_M - b) \underline{dk_2} + \frac{X_M Y_M}{Z_M} \underline{d\varphi_1} - \frac{(X_M - b)Y}{Z_M} \underline{d\varphi_2} - Z_M \left(1 + \frac{Y_M^2}{X_M^2}\right) \underline{d\omega_1 - d\omega_2}$$

... συνδέει τις διαφορικές μετακινήσεις των δύο δεσμών (απαραίτητες για να επιτευχθεί η αλληλοτομία των ομόλογων ακτίνων, δηλαδή ο Σχετικός Προσανατολισμός) με συντεταγμένες είτε σε αυθαίρετο σύστημα αναφοράς του μοντέλου (βλ. παραπάνω) είτε ακόμα και με εικονοσυντεταγμένες.

Οι συντεταγμένες μοντέλου προκύπτουν από τις εικονοσυντεταγμένες με εφαρμογή της συνθήκης συγγραμμικότητας για διαφορικές στροφές και μοναδιαία βάση.



Σχετικός Προσανατολισμός

Η αναλυτική επίλυση για τα στοιχεία του Σχετικού Προσανατολισμού επιτυγχάνεται με τη χρήση της εξίσωσης της παράλλαξης ως εξίσωσης παρατήρησης (!!)

Εφόσον έχουν μετρηθεί παραπάνω από πέντε σημεία απαιτείται η εφαρμογή της Μ.Ε.Τ. με τη βοήθεια διαδοχικών προσεγγίσεων.

Το σύστημα μπορεί να επιλυθεί . . .

(α) για διαφορικές κινήσεις μόνο της μιας δέσμης ($db\gamma'$, dbz' , ω' , φ' , κ'), οπότε έχουμε εξαρτημένο Σχετικό Προσανατολισμό

(β) για διαφορικές κινήσεις των δύο δεσμών (κ' , κ'' , φ' , φ'' , ω''), οπότε έχουμε ανεξάρτητο Σχετικό Προσανατολισμό.



Σχετικός Προσανατολισμός

Υπενθύμιση προηγούμενων:

1. Ο σχετικός προσανατολισμός επιτυγχάνεται με την αλληλοτομία των ομόλογων ακτίνων ή - ισοδύναμα - με την εξάλειψη της γ -παράλλαξης.
2. Στα φωτογραμμετρικά όργανα πραγματοποιείται με αναλυτικό τρόπο, αφού έχουν μετρηθεί οι κατά γ παραλλάξεις σε πέντε τουλάχιστον σημεία του επικαλυπτομένου.
3. Μετά την επίτευξή του έχει (α) αποκατασταθεί το σχήμα του αντικειμένου και (β) διασφαλιστεί η στερεοσκοπική αντίληψη.

Σχετικός Προσανατολισμός

Στα αναλυτικά και ψηφιακά φωτογραμμετρικά όργανα μετά την επίτευξη του σχετικού προσανατολισμού, ο υπολογιστής είναι σε θέση να μετακινεί τους εικονοφορείς με τέτοιο τρόπο, ώστε στα προσοφθάλμια να παρουσιάζονται οι δύο εικόνες χωρίς γ-παράλλαξη.

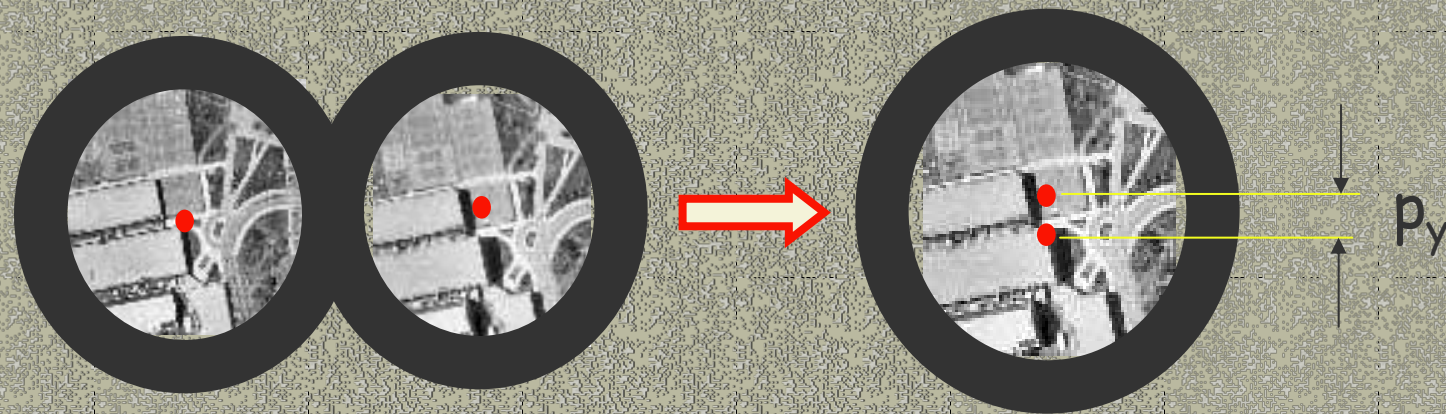
Ο χειριστής καλείται απλώς να διορθώσει το υψόμετρο (κ-παράλλαξη) της μάρκας για να ολοκληρωθεί η σκόπευση.



Σχετικός Προσανατολισμός

Δυστυχώς όμως, πολύ συχνά διαπιστώνουμε ότι η γ-παράλλαξη δεν έχει μηδενιστεί σε όλο το μοντέλο.

Έτσι έχουμε το φαινόμενο της "εναπομένουσας παράλλαξης"



Η εναπομένουσα παράλλαξη κατά y μετριέται σε σχέση με το μέγεθος της σκοπευτικής μάρκας (που συνήθως είναι 20 - 40 μm), αλλά και σε μικρόμετρα.

Για άνετη στερεοσκοπική παρατήρηση και απόδοση η εναπομένουσα παράλλαξη πρέπει να είναι μικρότερη από $\frac{1}{4}$ της μάρκας.



Σχετικός Προσανατολισμός

Η εναπομένουσα παράλλαξη στο μοντέλο μπορεί να οφείλεται, μεταξύ άλλων, σε:

- (α) ατελή ανάπλαση των δεσμών (εσωτερικός προσανατολισμός)
- (β) μη επιπεδότητα της φωτοευαίσθητης επιφάνειας
- (γ) δυσμενή (μικρό) λόγο B/H

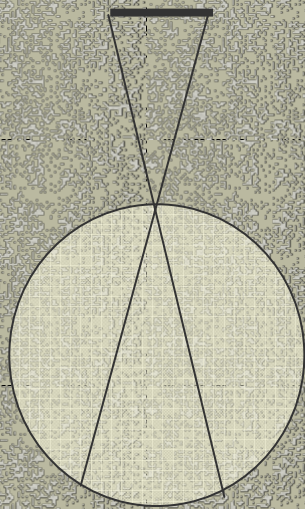
Οι ενέργειες εξάλειψης, ή μείωσης, του φαινομένου συνήθως είναι:

- ✓ Η αύξηση του αριθμού των παρατηρήσεων της p_y στις προβληματικές περιοχές του μοντέλου
- ✓ Η επανάληψη - διόρθωση του εσωτερικού προσανατολισμού

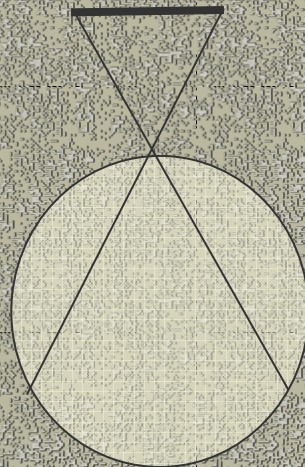
Σχετικός Προσανατολισμός

Ένα άλλο πρόβλημα είναι η αδυναμία σύγκλισης του αλγορίθμου προσδιορισμού των στοιχείων του σχετικού προσανατολισμού.

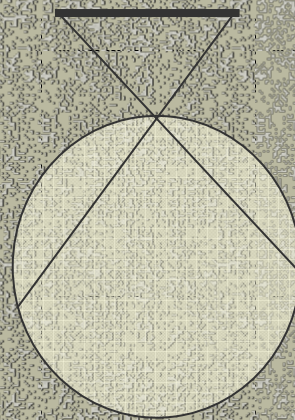
Αυτό συμβαίνει όταν τα προβολικά κέντρα και τα σημεία όπου μετράται η γ -παράλλαξη βρίσκονται στην ίδια κυλινδρική επιφάνεια (κρίσιμη επιφάνεια).



κανονικός



ευρυγώνιος



υπερευρυγώνιος

Οι ανοχές στο ανάγλυφο διαφέρουν ανάλογα με το είδος του φακού

Τη λύση δίνει η μέτρηση περισσότερων σημείων



Σχετικός Προσανατολισμός

Ένα ακόμα, τέλος, πρόβλημα που παρουσιάζεται στη διαδικασία του σχετικού προσανατολισμού είναι τα - αναπόφευκτα - σφάλματα στις **σκοπεύσεις** των σημείων και στους **υπολογισμούς** των στοιχείων του.

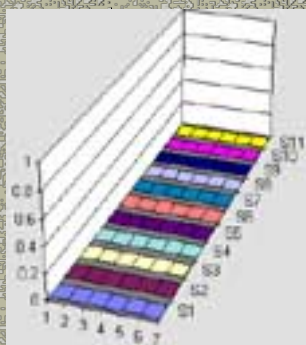
Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα εναπομένουσες παραλλάξεις κατά y , αλλά και κατά x .

Ενώ - όπως είδαμε - η κατά y παράλλαξη μπορεί να μοιραστεί και να μειωθεί, η κατά x παράλλαξη παραμένει και εκδηλώνεται (ως τι άλλο;) ως υψομετρική διαφορά ΔH .

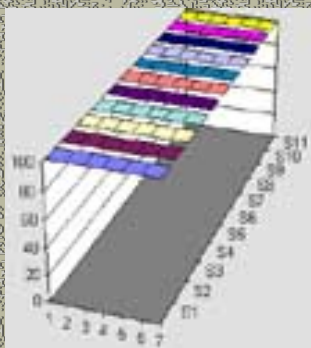


Σχετικός Προσανατολισμός

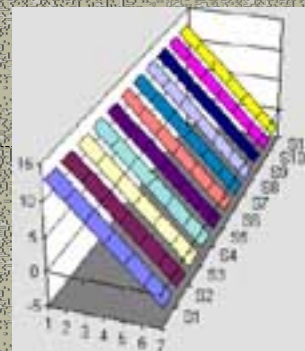
Οι υψομετρικές αυτές διαφορές παραμορφώνουν το σχήμα του στερεοσκοπικού μοντέλου με διαφορετικό τρόπο κάθε μία:



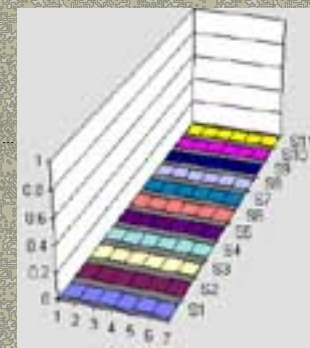
Ιδανικό
μοντέλο



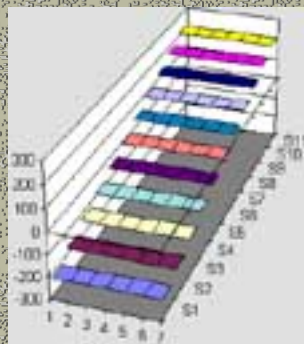
b_x



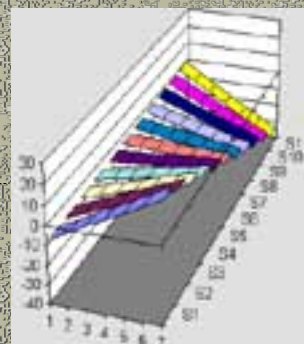
b_y



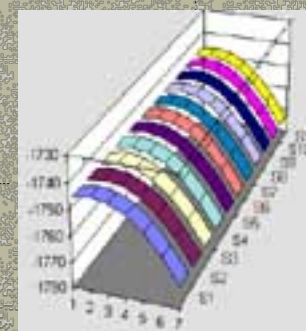
b_z



ω



ϕ

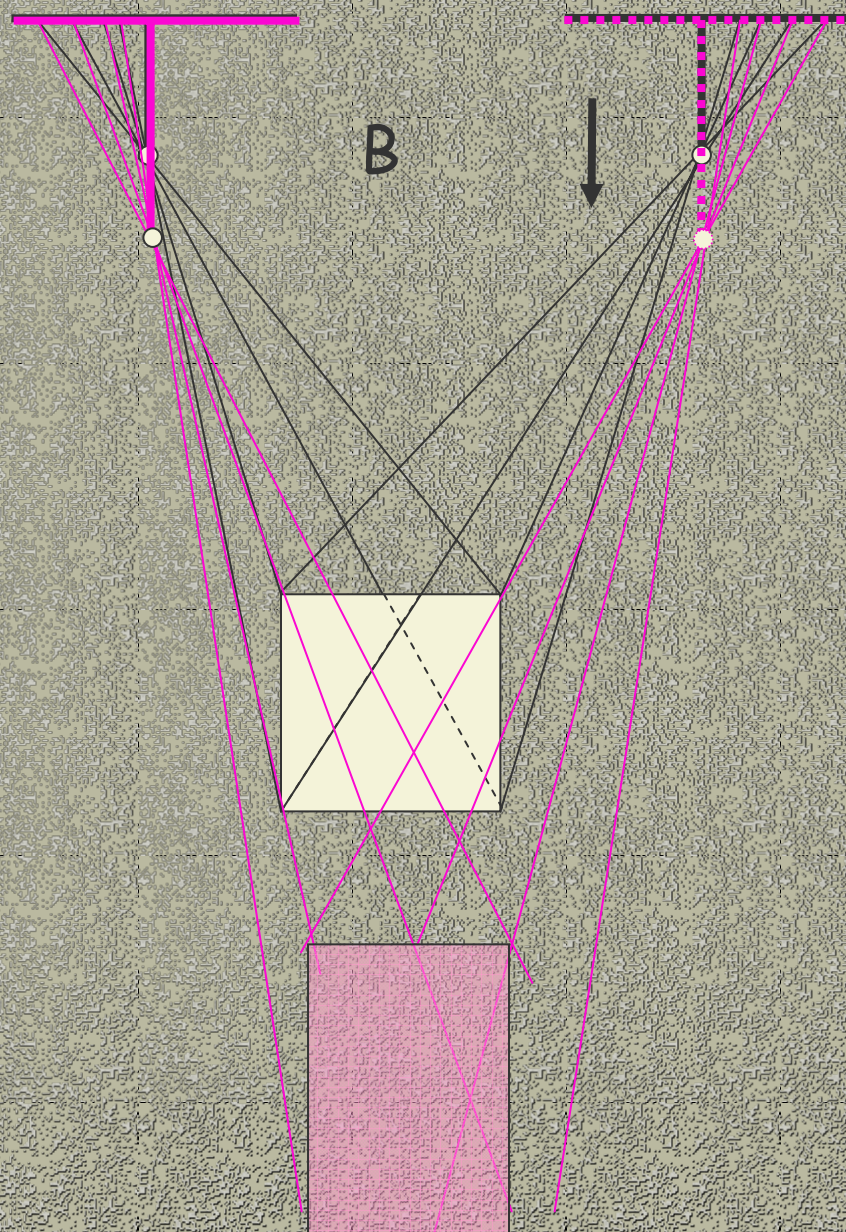


κ



Σκόρπιοι Προβληματισμοί

- Τι είναι ο σχετικός προσανατολισμός και τι στην ουσία επιτυγχάνεται με αυτόν;
- Ποιες είναι οι κυριότερες πηγές σφαλμάτων στον σχετικό προσανατολισμό;
- Πόσα φωτοσταθερά είναι τα ελάχιστα απαραίτητα για την ασφαλή επίτευξη σχετικού προσανατολισμού;
- Αιτιολογείστε εάν και κατά πόσο είναι δυνατό να επιτευχθεί σχετικός προσανατολισμός για ζεύγος εικόνων (α) με μεγάλη σύγκλιση (β) με επικάλυψη 100% (γ) με έντονη διαφορά κλίμακας;
- Τι επίπτωση θα είχε η εφαρμογή μιας πολύ διαφορετικής σταθεράς της μηχανής στο σχήμα του μοντέλου;



Η επίδραση εφαρμογής
διαφορετικής σταθεράς
στο σχετικό
προσανατολισμό έχει ως
αποτέλεσμα την
παραμόρφωση του
μοντέλου στα υψόμετρα