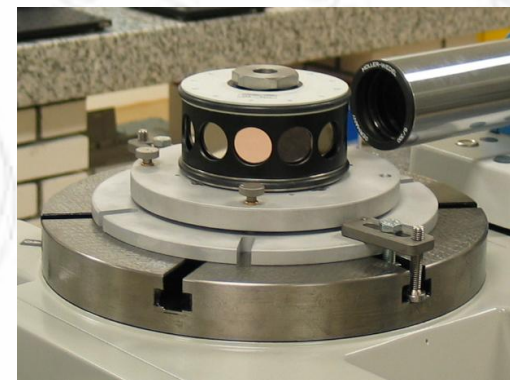


Διακρίβωση οπτικών πολυγώνων και γωνιακών τραπεζών με τη μέθοδο της διπλής περάτωσης του κύκλου. Ανάλυση αποτελεσμάτων και εκτίμηση της αβεβαιότητας των μετρήσεων.

Χρήστος Μπαντής, Ιωάννης Κουρούπας
Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας
Βιομηχανική Περιοχή Θεσσαλονίκης, Οικ. Τετρ. 45
57022 Σίνδος, Θεσσαλονίκη
e-mail: bandis@eim.gr



Τεχνικές διακρίβωσης που βασίζονται στην διαίρεση του κύκλου



Βασίζονται στην διαδοχική σύγκριση η, ίσων μεταξύ τους, επίκεντρων γωνιών και μέτρηση των διαφορών αυτών με autocollimator.

Simple-calibration :

Τεχνικές κατά τις οποίες οι γωνίες ενός προς διακρίβωση προτύπου συγκρίνονται με γωνίες που ανήκουν στο ίδιο πρότυπο.

Cross calibration :

Τεχνικές κατά τις οποίες κάθε γωνία ενός προτύπου συγκρίνεται διαδοχικά με κάθε γωνία ενός δευτέρου.

Ως αποτέλεσμα **τα δύο πρότυπα διακριβώνονται ταυτόχρονα.**

Self calibration :

Τεχνικές κατά τις οποίες το μέσο (ή τα μέσα) μέτρησης της διαφοράς των συγκρινόμενων γωνιών ανήκει στο ίδιο το πρότυπο

Θεμελιώδης μέθοδος διαίρεσης του κύκλου.



- Επίκεντρες γωνίες ονομαστικής τιμής 90°
 $A=90^\circ+\alpha$, $B=90^\circ+\beta$, $\Gamma=90^\circ+\gamma$, $\Delta=90^\circ+\delta$
- α , β , γ και δ : Ζητούμενες αποκλίσεις από την ονομαστική τιμή.
- Η γωνία A συγκρίνεται διαδοχικά με κάθε άλλη γωνία και καταγράφουμε τις διαφορές

$$\alpha-\beta=m_1, \quad \alpha-\gamma=m_2 \quad \alpha-\delta=m_3$$

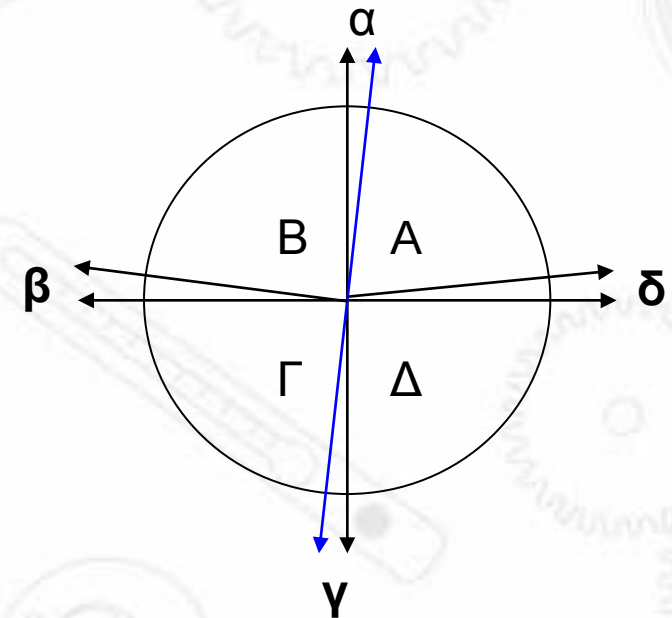
- Επιπλέον εξίσωση: Περάτωση κύκλου

$$A+B+\Gamma+\Delta=360^\circ$$



$$\alpha+\beta+\gamma+\delta=0$$

- Λύση συστήματος :



$$\begin{aligned}\alpha &= (m_1+m_2+m_3)/4, \\ \beta &= \alpha-m_1 \\ \gamma &= \alpha-m_2 \\ \delta &= \alpha-m_3\end{aligned}$$

Τεχνικές διακρίβωσης στο Ε.Ι.Μ.

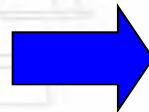


Πρότυπα Αναφοράς :

- Οπτικά πολύγωνα
- Indexing tables
- Angle encoders γωνιακών τραπεζών
- Πλακίδια γωνίας
- Τετράπλευρα κ.α.

Για διακριβώσεις προτύπων με:

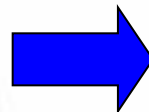
- υψηλή ακρίβεια
- μικρή αβεβαιότητα



Εφαρμόζονται τεχνικές που βασίζονται στην διαίρεση του κύκλου.

Για διακριβώσεις προτύπων με:

- χαμηλότερη ακρίβεια
- μεγαλύτερη αβεβαιότητα



Εφαρμόζονται τεχνικές απευθείας σύγκρισης με πρότυπα ήδη διακριβωμένα.

Διπλή περάτωση (Dual closure)



Διαδοχική σύγκριση όλων των γωνιών ενός κύκλου με όλες τις γωνίες ενός δεύτερου κύκλου.

- Σύστημα n^2 γραμμικών εξισώσεων με $2n$ αγνώστους.
- 2 επιπλέον εξισώσεις: Περατώσεις των κύκλων.
- Σύστημα n^2+2 γραμμικών εξισώσεων με $2n$ αγνώστους.
- Εκφραζόμενο σε μορφή πίνακα επιλύεται με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων.

Μετρητική διάταξη

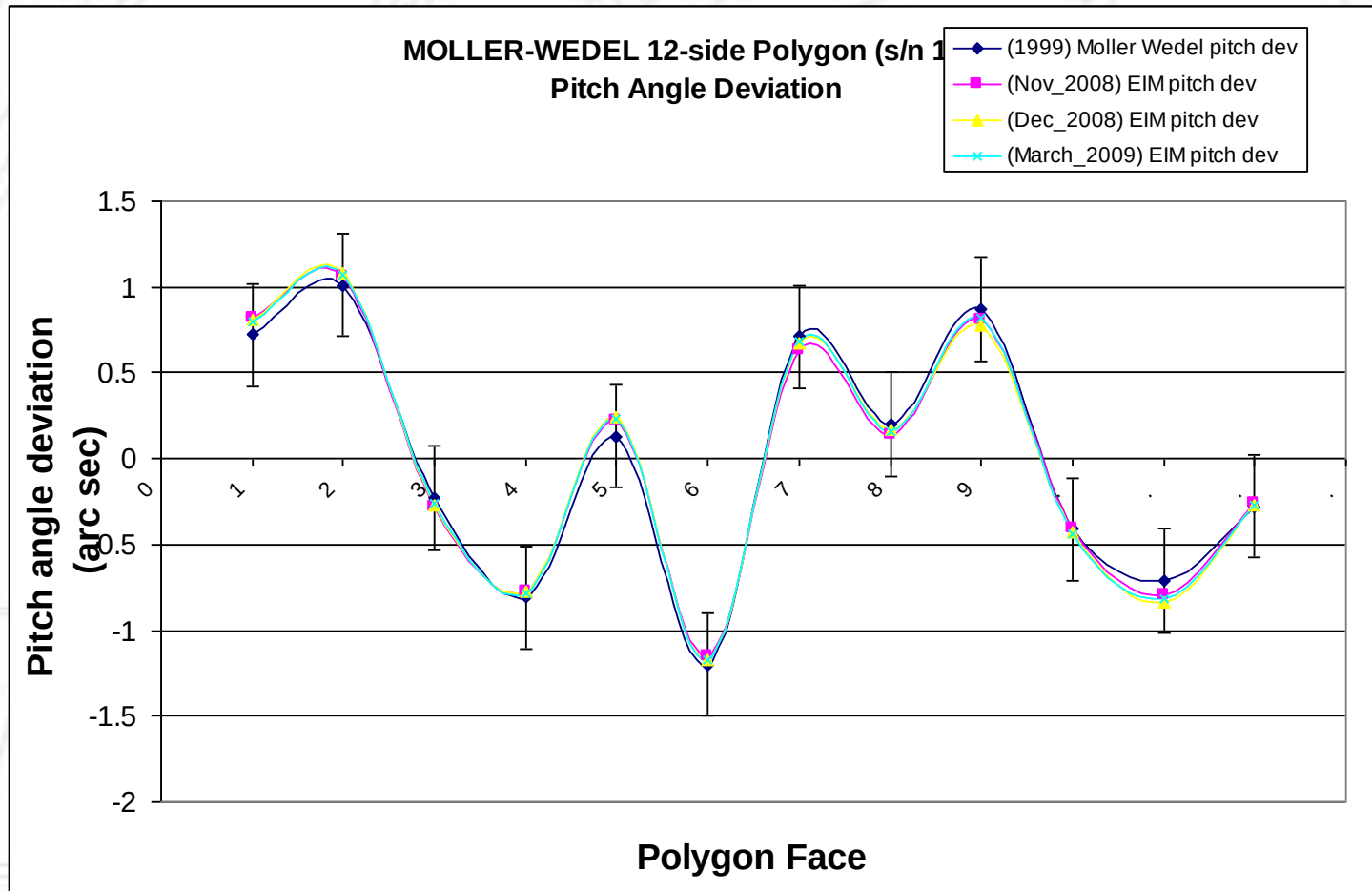


Autocollimator Moller-Wedel
Elcomat 2000
διακριτικής ικανότητας $0,05''$
ακρίβειας $\pm 0,1''$

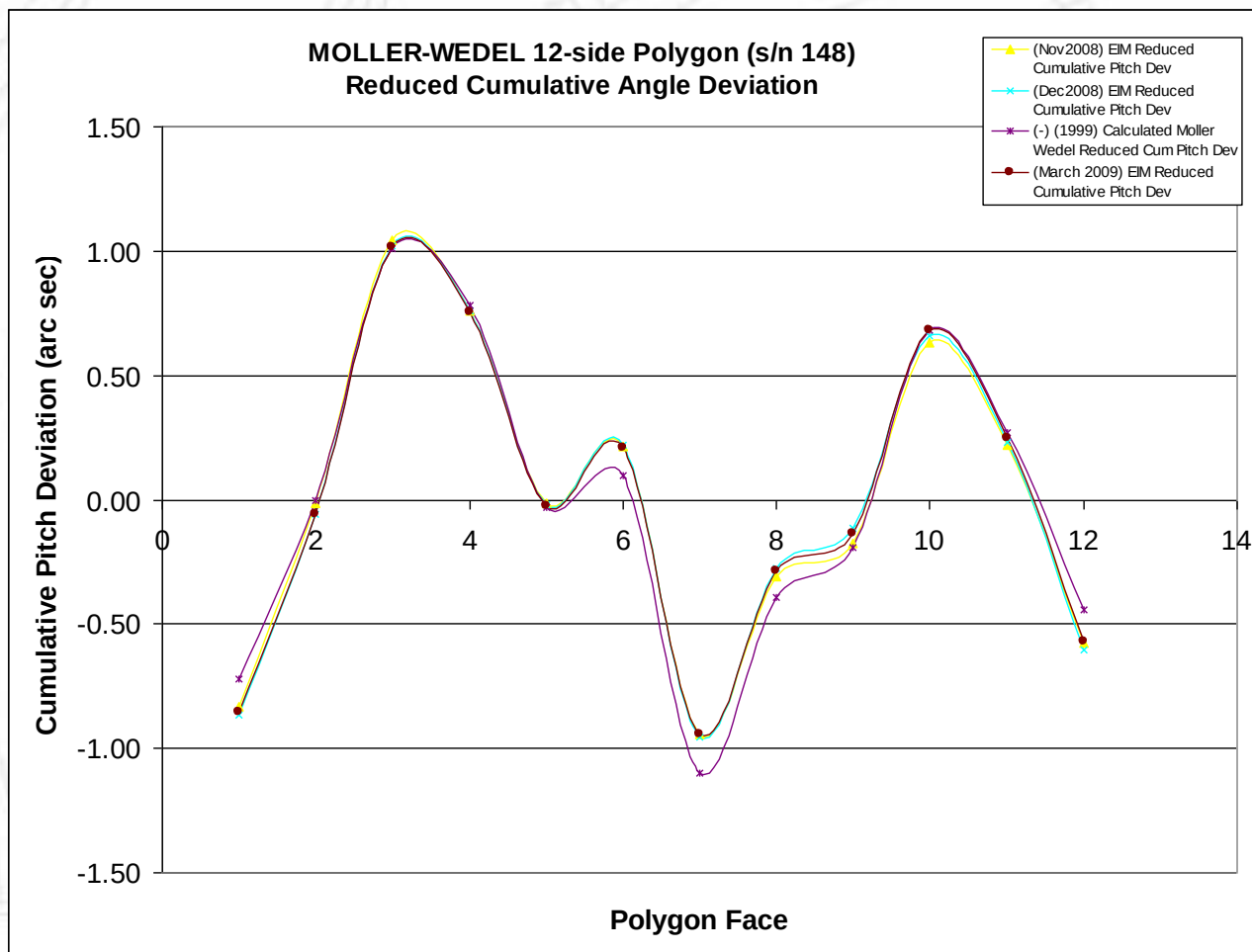


Γωνιακή τράπεζα με angle encoder RON 905 με AWE 1024 interpolator και μετρητική κάρτα IK 220 διακριτικής ικανότητας $0,1''$ ($0,00001^\circ$) και ακρίβειας $\pm 0,2''$.

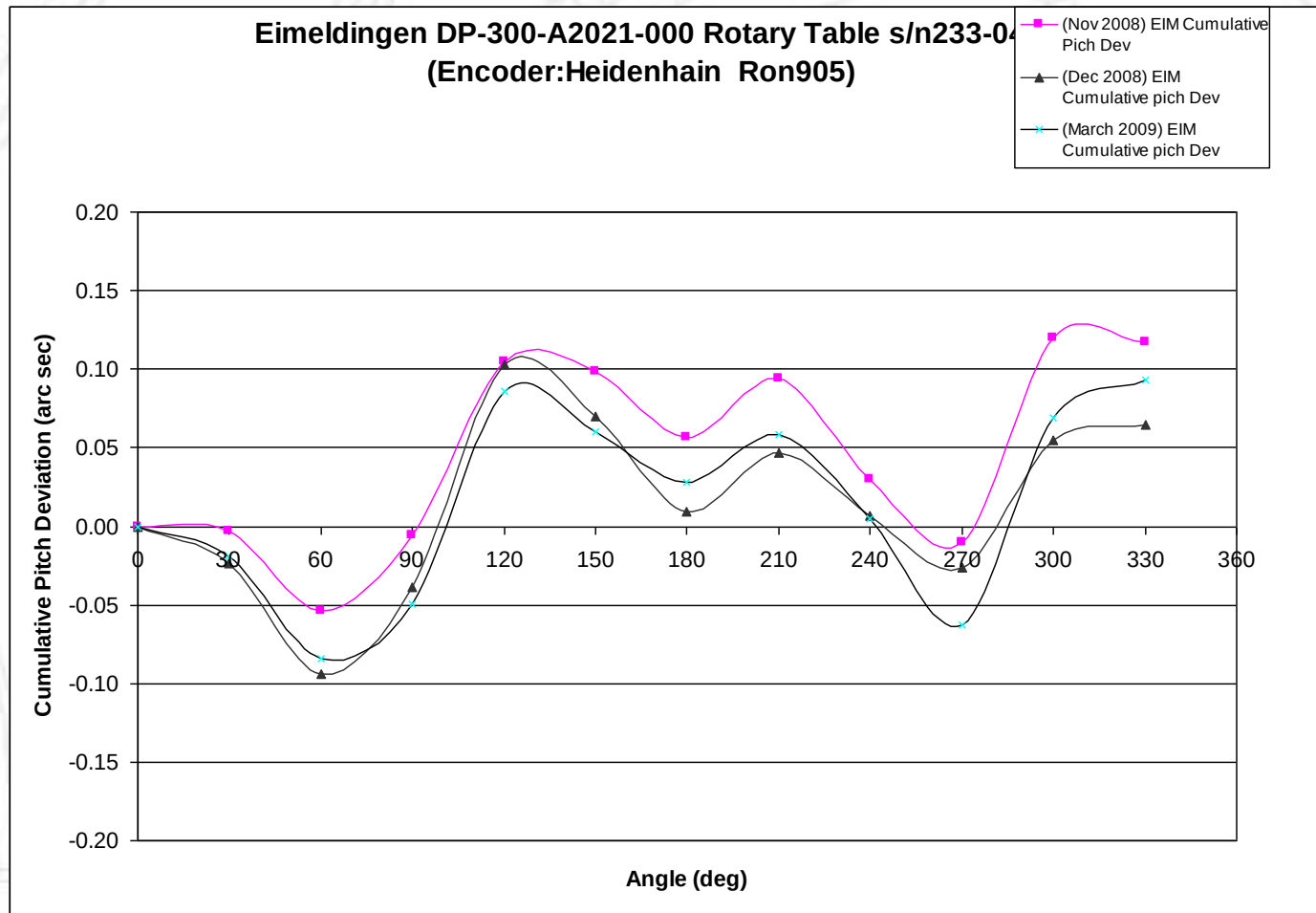
Οπτικό πολύγωνο γωνίες μεταξύ δύο πλευρών



Οπτικό πολύγωνο (ανηγμένη αθροιστική απόκλιση)



Γωνιακή Τράπεζα (αθροιστική απόκλιση)



Συμπεράσματα



- Από τις παραπάνω μετρήσεις προκύπτει ότι, πλέον, στο Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας έχουμε την δυνατότητα πραγματοποίησης μετρήσεων γωνιών με επαναληψιμότητα καλύτερη από 0,05 sec.