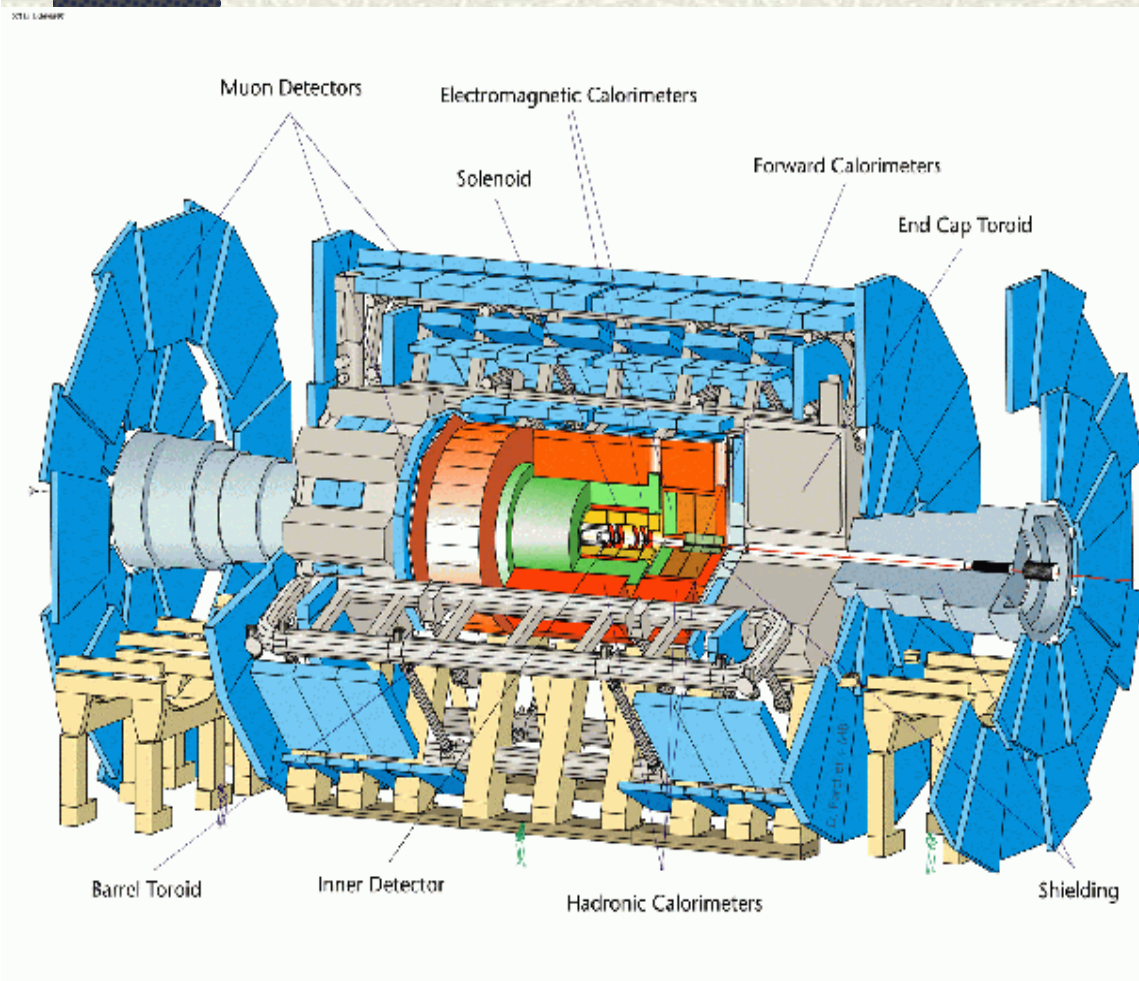


μελέτη της επίδρασης της ευθυγράμμισης  
των ανιχνευτών μιονίων, του πειράματος ATLAS,  
στην ανακάλυψη του σωματιδίου  $H \rightarrow 4\mu$

# Ροή Ομιλίας

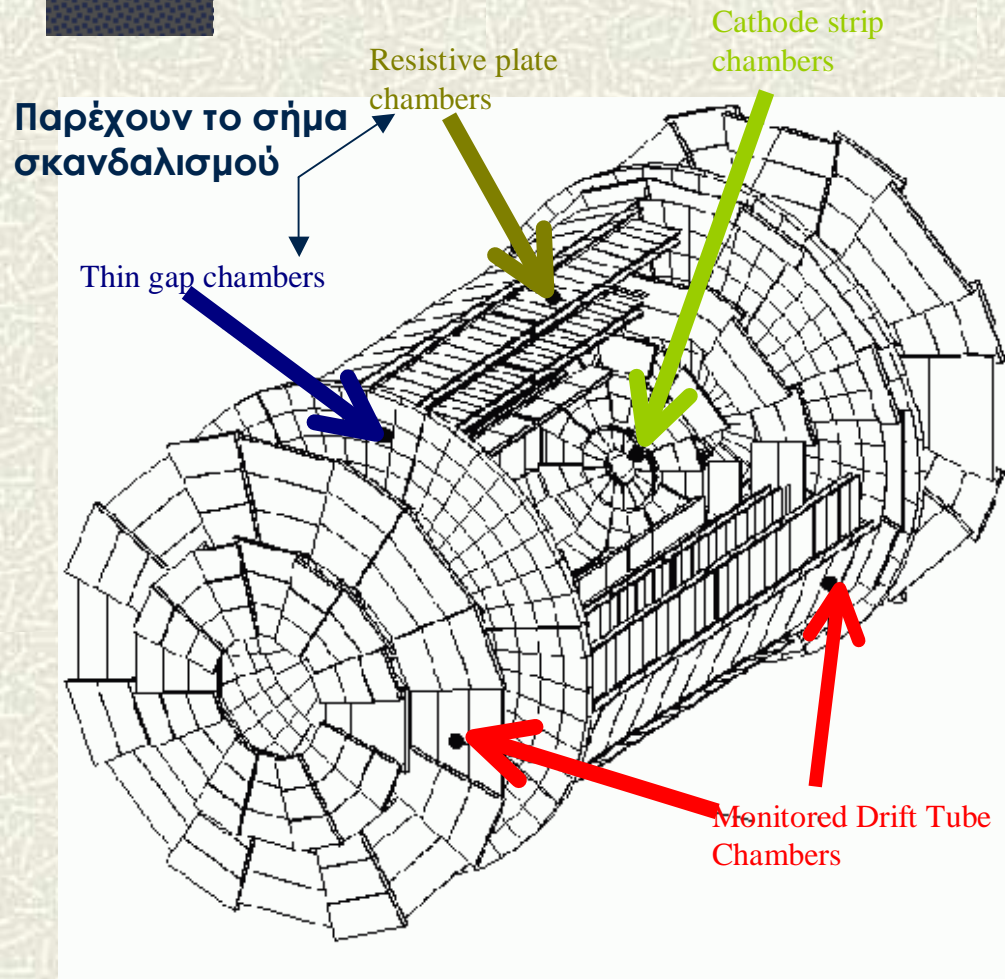
1. Ο ανιχνευτής ATLAS: Γενικά.
2. Ο φασματογράφος μιονίων.
  - a. Γενικά.
  - b. Η ελληνική συμμετοχή.
3. Συναρμολόγηση των MDT σωλήνων στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.
4. Το κανάλι  $H \rightarrow ZZ \rightarrow 2 \mu^- 2 \mu^+$  : Κύρια χαρακτηριστικά.
5. Μεθοδολογία γέννησης και ανάλυσης των δεδομένων.
6. Βελτίωση του πλάτους του ανακατασκευασμένου Higgs.  
**Αποτελέσματα 1.**
7. Το σύστημα ευθυγράμμισης των MDT θαλάμων.
8. Μετακινήσεις και στροφές στη μελέτη των σφαλμάτων ευθυγράμμισης.  
**Αποτελέσματα 2.**
9. Συμπεράσματα.

# 1 / 9. Ο ανιχνευτής ATLAS : Γενικά.



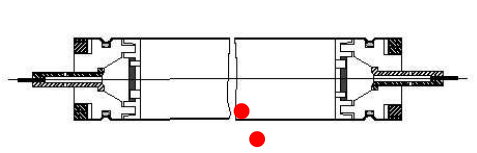
1. Συγκρουόμενες δέσμες pp σε ενέργεια 14 TeV στο κέντρο μάζας.
2. Τελική τιμή φωτεινότητας:  $L = 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ .
3. Τρία τμήματα:
  - a) Εσωτερικός Ανιχνευτής
  - b) Θερμιδόμετρο (E/M-H/D)
  - c) Φασματογράφος Μιονίων
4. Σύστημα Μαγνητών:
  - a) Σωληνοειδές : ~2 Tesla
  - b) Τοροειδές : ~0.4 Tesla

## 2 / 9. Φασματογράφος Μιονίων. Γενικά

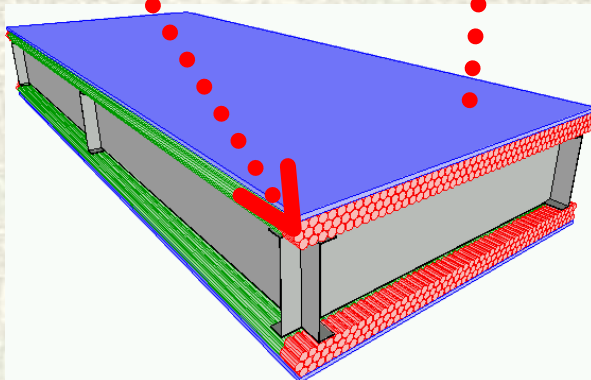
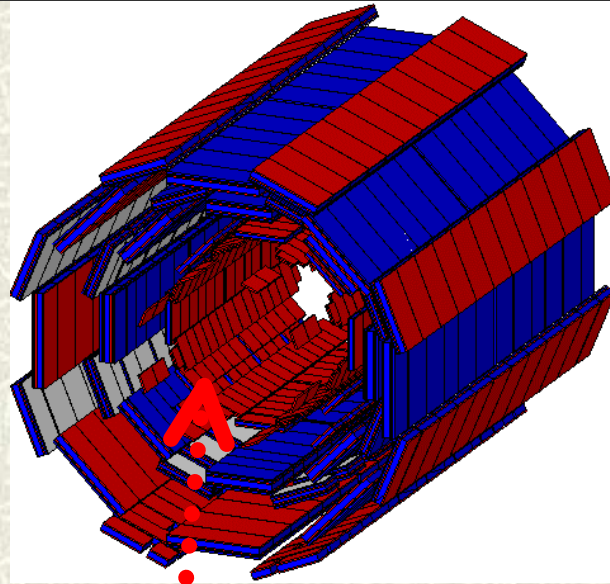


1. Ταυτοποίηση-trigger-μέτρηση ορμής.
2. Χρησιμοποιεί **τέσσερις** τεχνολογίες θαλάμων:
  - a. Monitored Drift Tubes (MDT)
  - b. Cathode Strip Chambers (CSC)
  - c. Resistive Plate Chambers (RPC)
  - d. Thin Gap Chambers (TGC)
3. Σωματάρια από το σημείο αλληλεπίδρασης διασχίζουν **3 επίπεδα θαλάμων στο barrel.**

## 2 / 9. Ο Φασματογράφος Μιονίων. Η ελληνική συμμετοχή.



✓ ΟΚ

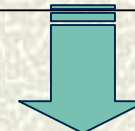


1. Κατασκευή 128 θαλάμων **B**(arrel)**I**(nner)**S**(mall)
2. 3 Συνεργαζόμενα Ιδρύματα:

α. Πανεπιστήμιο Αθηνών  
(Συναρμολόγηση των MDT)

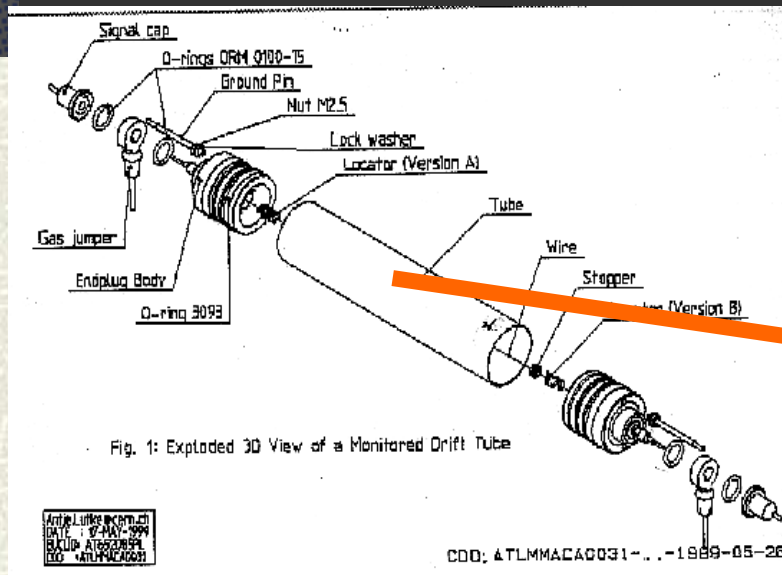


β. Ε. Μ. Π.  
(Έλεγχοι ακριβείας των MDT)



γ. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
(Κατασκευή των θαλάμων MDT)

## 3 / 9. Συναρμολόγηση των MDT στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.



**Ταχύτητα και Ακρίβεια στη συναρμολόγηση 30,000 σωλήνων  
εδώ και 3 χρόνια ΣΥΝΕΧΩΣ.**

**Όλα τα χαρακτηριστικά κάθε σωλήνα καταχωρούνται αυτόματα στη Βάση  
Δεδομένων του ανιχνευτή.**

## 4 / 9. Το κανάλι $H \rightarrow ZZ \rightarrow 2\mu^- 2\mu^+$ : Κύρια χαρακτηριστικά.

- Το πιο “καθαρό” κανάλι στο εύρος μαζών:  
 $\sim 180 \text{ GeV} < m_H < \sim 500 \text{ GeV}$
- Αναμενόμενο υπόβαθρο: Συνεχές φάσμα παραγωγής ζεύγους Z μποζονίων ή δυνητικών φωτονίων μέσω:  
 $pp \rightarrow Z(\gamma^*)Z(\gamma^*) \rightarrow 2l^- 2l^+ \quad \text{Μη μειώσιμο.}$
- $\sigma_m = ( (\Gamma_H/2.36)^2 + (0.02m_H)^2 )^{1/2}$ .
- Για  $m_H > 300 \text{ GeV}$ , το  $\Gamma_H$  αυξάνει γρήγορα και υπερκαλύπτει την πειραματική διακριτική ικανότητα στη μάζα.
- Τα λεπτόνια της τελικής κατάστασης έχουν μεγάλη ορμή.

## 5 / 9. Μεθοδολογία γέννησης και ανάλυσης των δεδομένων.

---

- (i). Παραγωγή : **Pythia** (  $M_H=200 \text{ GeV}$  και  $M_H=300 \text{ GeV}$  )
  - (ii). Προσομοίωση : **LHCTOR** (Ver. 6.203)  $\Rightarrow$  Interface στο **GEANT**
  - (iii). Ανακατασκευή : **MuonBox** (Ver. 6.305)  $\Rightarrow$  Stand-alone κώδικας
  - (iv). Μετατόπιση θαλάμων : Μεταβολή της ευθυγράμμισης των θαλάμων στη **βάση δεδομένων της γεωμετρίας** των ανιχνευτών
- 
- (v). Ανάλυση : Κώδικας σε **C/C++** .
    - Χρήση του περιβάλλοντος της **ROOT**.
    - Εφαρμογή του Αντικειμενοστρεφή Προγραμματισμού.



## 6 / 9. Βελτίωση του πλάτους του ανακατασκευασμένου Higgs.

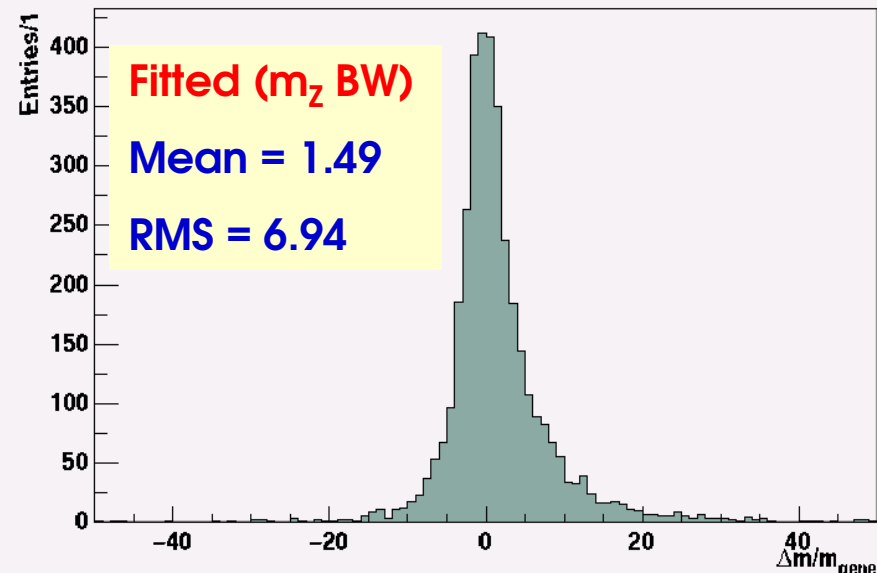
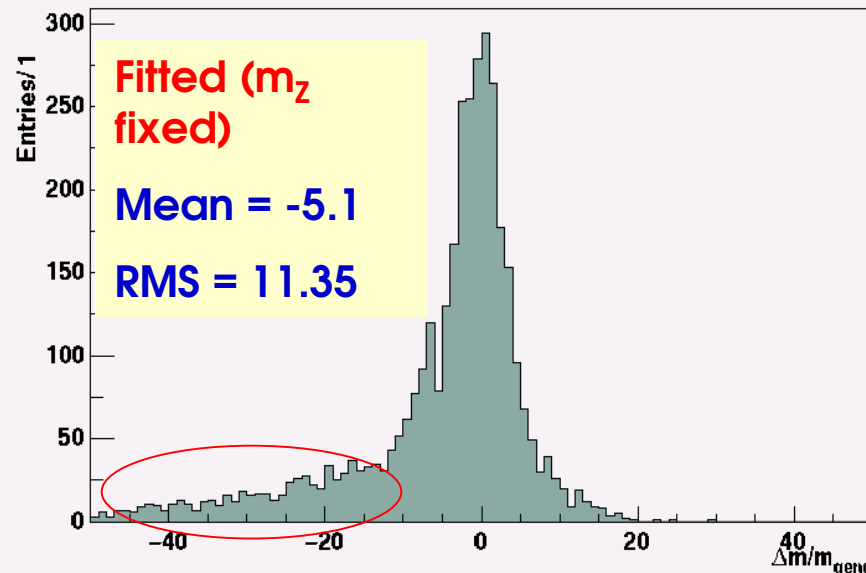
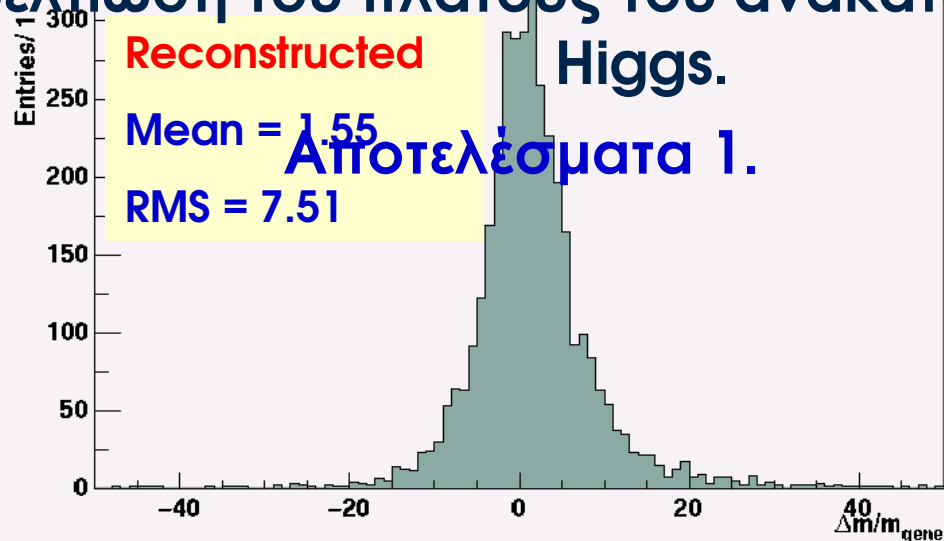
### Προσαρμογή των ορμών υπό δεσμό (Constraint Fitting).

- Χρησιμοποιούνται οι **Πολλαπλασιαστές Lagrange** για την ελαχιστοποίηση της παράστασης:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^2 \left\{ \left( \frac{\Delta P^i}{\sigma_{P^i}} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \theta^i}{\sigma_{\theta^i}} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \phi^i}{\sigma_{\phi^i}} \right)^2 \right\}$$

- Τίθεται ο **(Μεταβαλλόμενος) δεσμός** της αναλλοίωτης μάζας του Z.
- Για τους 2 δυνατούς συνδιασμούς των μιονίων:  
ΕΙΣΟΔΟΣ :  $P_r, \theta_r, \phi_r$  και  $\sigma_p, \sigma_\theta, \sigma_\phi$  για κάθε μιονίο.  
ΕΞΟΔΟΣ :  $P_f, \theta_f, \phi_f$  και  $\chi^2$  της προσαρμογής.
- Τελική επιλογή του συνδιασμού με την **μεγαλύτερη πιθανότητα** ( $\chi^2 + BW$  κατανομή).
- Κώδικας σε **C++**.

6 / 9. Βελτίωση του πλάτους του ανακατασκευασμένου Higgs. Higgs 200 GeV



# 6 / 9. Βελτίωση του πλάτους του ανακατασκευασμένου Higgs.

## Αποτελέσματα 1.

### Ενδεικτικά αποτελέσματα:

- Χωρίς σφάλματα ευθυγράμμισης
- Breit-Wigner προσαρμογή σε εύρος :  $M_H \pm 20 \text{ GeV}$

**$M_H = 200 \text{ GeV}$ :**

	Generated	Reconstructed	Fitted
Mass (GeV)	<b><math>199.6 \pm 0.0</math></b>	<b><math>197.8 \pm 0.1</math></b>	<b><math>198.8 \pm 0.1</math></b>
Width (GeV)	<b><math>2.3 \pm 0.1</math></b>	<b><math>8.0 \pm 0.2</math></b>	<b><math>5.9 \pm 0.2</math></b>
% events in $2\sigma$	-	<b><math>(89.2 \pm 0.6)\%</math></b>	<b><math>(89.2 \pm 0.6)\%</math></b>

**$M_H = 300 \text{ GeV}$ :**

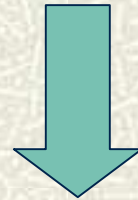
	Generated	Reconstructed	Fitted
Mass (GeV)	<b><math>298.6 \pm 0.1</math></b>	<b><math>296.6 \pm 0.3</math></b>	<b><math>297.4 \pm 0.2</math></b>
Width (GeV)	<b><math>11.2 \pm 0.4</math></b>	<b><math>20.2 \pm 0.8</math></b>	<b><math>17.2 \pm 0.6</math></b>
% events in $2\sigma$	-	<b><math>(88.9 \pm 0.6)\%</math></b>	<b><math>(88.9 \pm 0.6)\%</math></b>

# 6 / 9. Βελτίωση του πλάτους του ανακατασκευασμένου Higgs.

## Αποτελέσματα 1.

**Ανάπτυξη κώδικα** για την προσαρμογή των ορμών υπό τον δεσμό της αναλλοίωτης μάζας του Z.....

.....Με σταθερή απόδοση πετυχαίνεται καλύτερος προσδιορισμός της μάζας και του **πλάτους**.



Βελτίωση του πηλίκου Signal/Background :

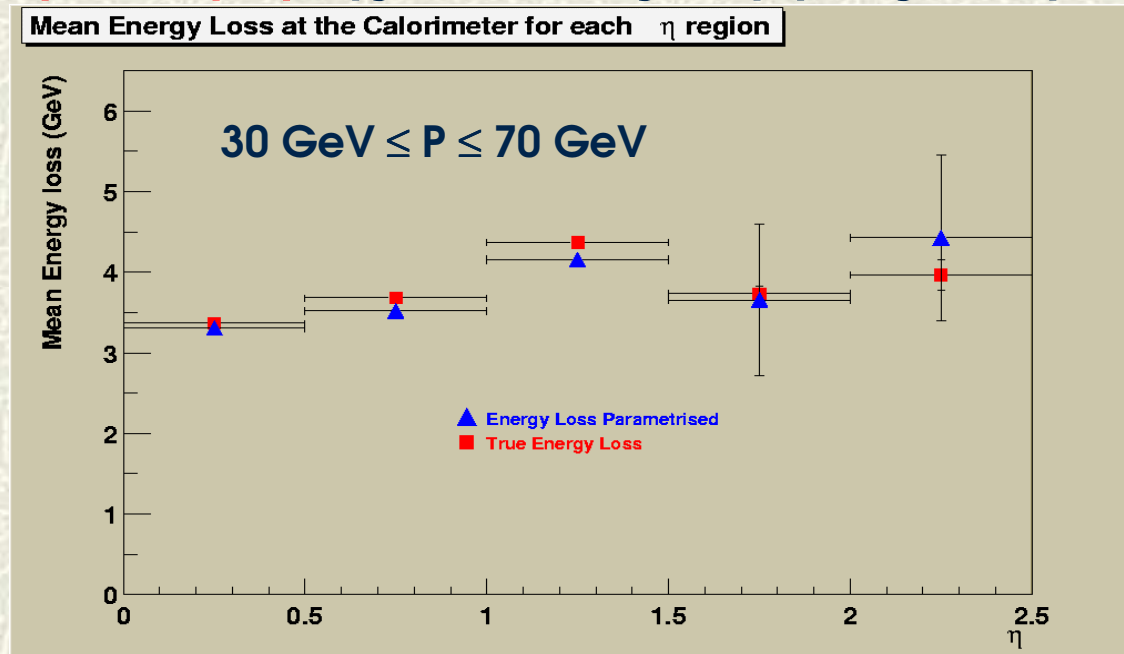
~ ????? % για  $M_H = 200 \text{ GeV}$

~ ????? % για  $M_H = 300 \text{ GeV}$

# 6 / 9. Βελτίωση του πλάτους του ανακατασκευασμένου Higgs.

## Αποτελέσματα 1.

- Επιλογή του ζεύγους μιονίων με την **μεγαλύτερη πιθανότητα**.  
Επιτυχία:  $(95.5 \pm 0.4) \%$  για  $M_H=200 \text{ GeV}$   
 $(97.7 \pm 0.2) \%$  για  $M_H=300 \text{ GeV}$
- **Παραμετροποίηση** της απώλειας ενέργειας των μιονίων.

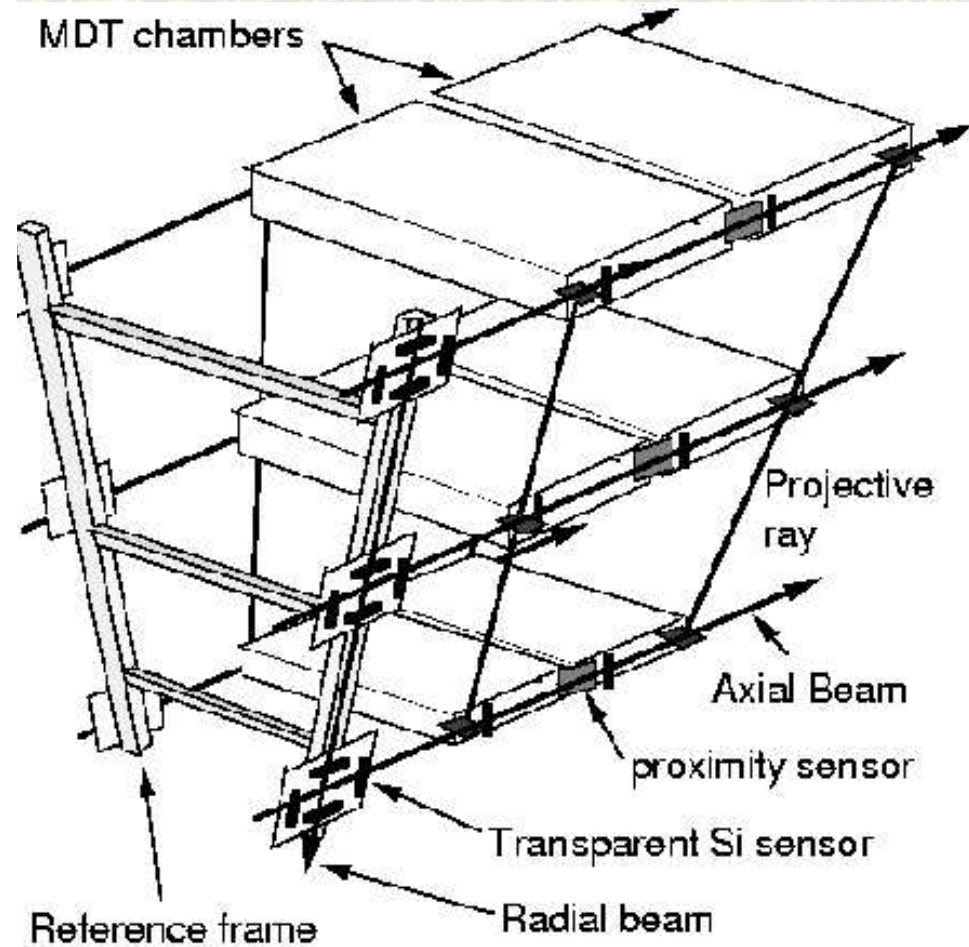
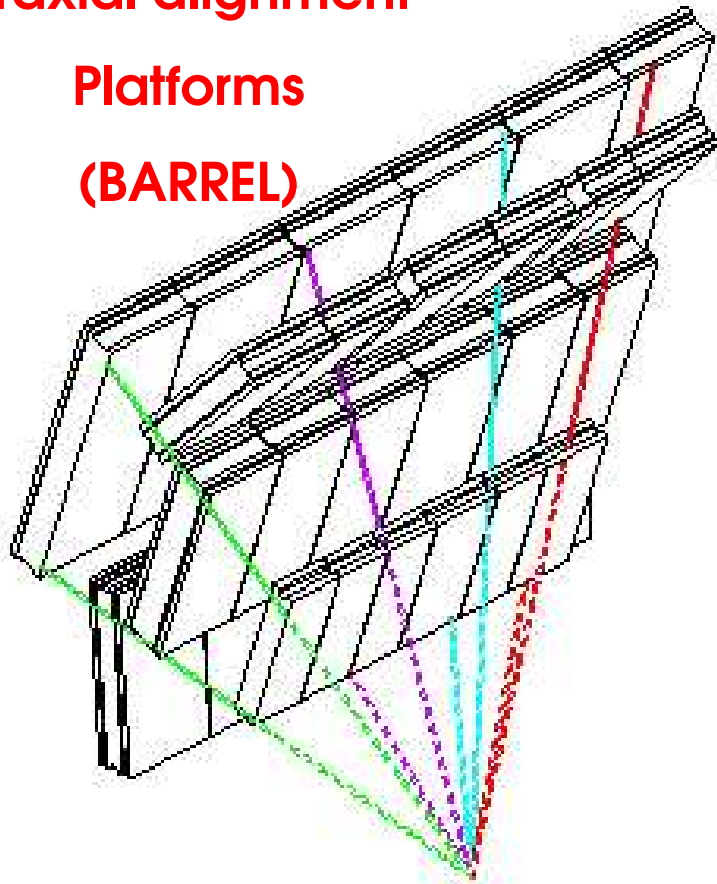


## 7 / 9. Το σύστημα ευθυγράμμισης των MDT θαλάμων.

**Praxial alignment**

**Platforms**

**(BARREL)**



## 8 / 9. Μετακινήσεις και στροφές στη μελέτη των σφαλμάτων ευθυγράμμισης.

### A. Μετατοπίσεις.

(i). *Μόνο του ενός πώματος:*

\* **Παράλληλα** με τον άξονα της δέσμης (z άξονας).

\* **Εγκάρσια** (y άξονας).

1 mm, 3 mm, 5 mm

(ii). *Μόνο των μεσαίων στρωμάτων.*

100  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$

### B. Περιστροφές.

\* **Περί τον z άξονα.**

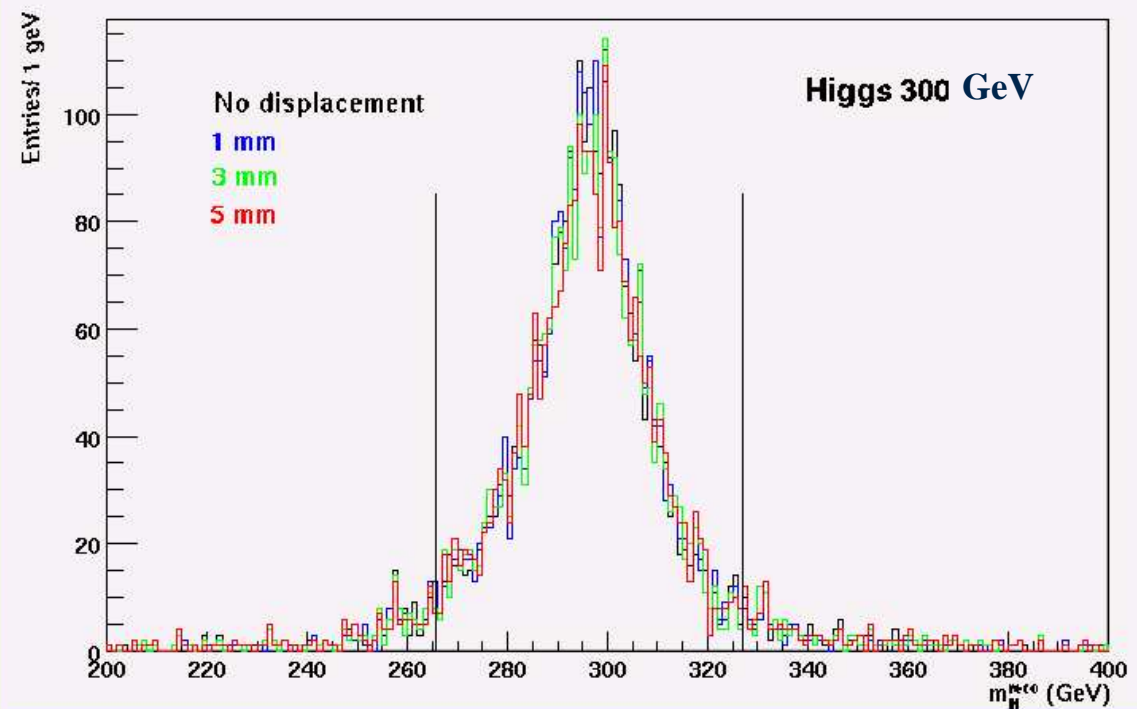
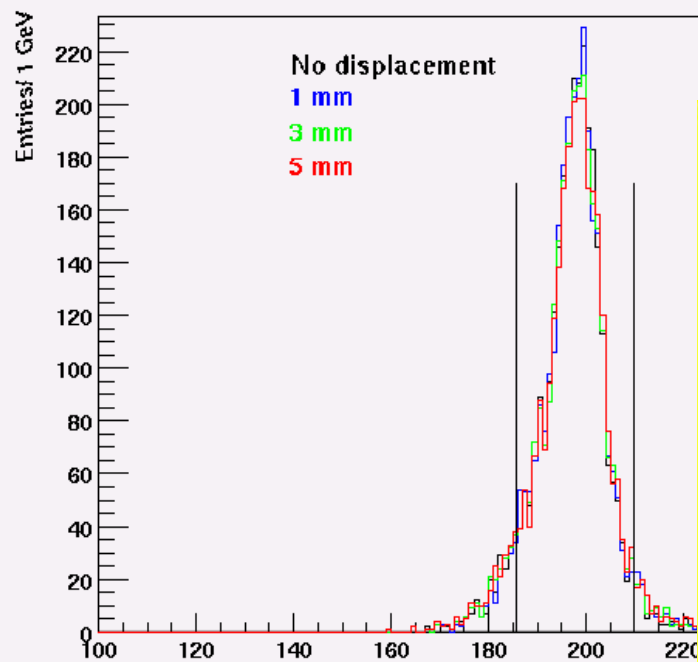
\* **Περί τον x άξονα.**

2.5 mrad, 5 mrad, 10 mrad

# 8 / 9. Μετακινήσεις και στροφές στη μελέτη των σφαλμάτων ευθυγράμμισης.

## Αποτελέσματα 2: Επίδραση στο Higgs.

\* **Παράλληλα** με τον άξονα της δέσμης (z άξονας).





## 8 / 9. Μετακινήσεις και στροφές στη μελέτη των σφαλμάτων ευθυγράμμισης.

### Αποτελέσματα 2: Επίδραση στο Higgs.

\* **Παράλληλα** με τον άξονα της δέσμης (z άξονας).

**$M_H = 300 \text{ GeV}$**

Reconstructed	Reference	1 mm	3 mm	5 mm
Mass $\pm 0.3$ (GeV)	<b>296.7</b>	<b>296.9</b>	<b>296.7</b>	<b>296.9</b>
Width $\pm 0.9$ (GeV)	<b>20.2</b>	<b>20.3</b>	<b>21.7</b>	<b>22.9</b>
% events in $2\sigma$ $\pm 0.6$	<b>89.1 %</b>	<b>89.2 %</b>	<b>88.5 %</b>	<b>88.6 %</b>

**$M_H = 200 \text{ GeV}$**

Reconstructed	Reference	1 mm	3 mm	5 mm
Mass $\pm 0.1$ (GeV)	<b>197.8</b>	<b>197.8</b>	<b>197.9</b>	<b>197.9</b>
Width $\pm 0.2$ (GeV)	<b>8.0</b>	<b>8.4</b>	<b>8.7</b>	<b>8.9</b>
% events in $2\sigma$ $\pm 0.6$	<b>89.2 %</b>	<b>89.2 %</b>	<b>88.7 %</b>	<b>88.0 %</b>

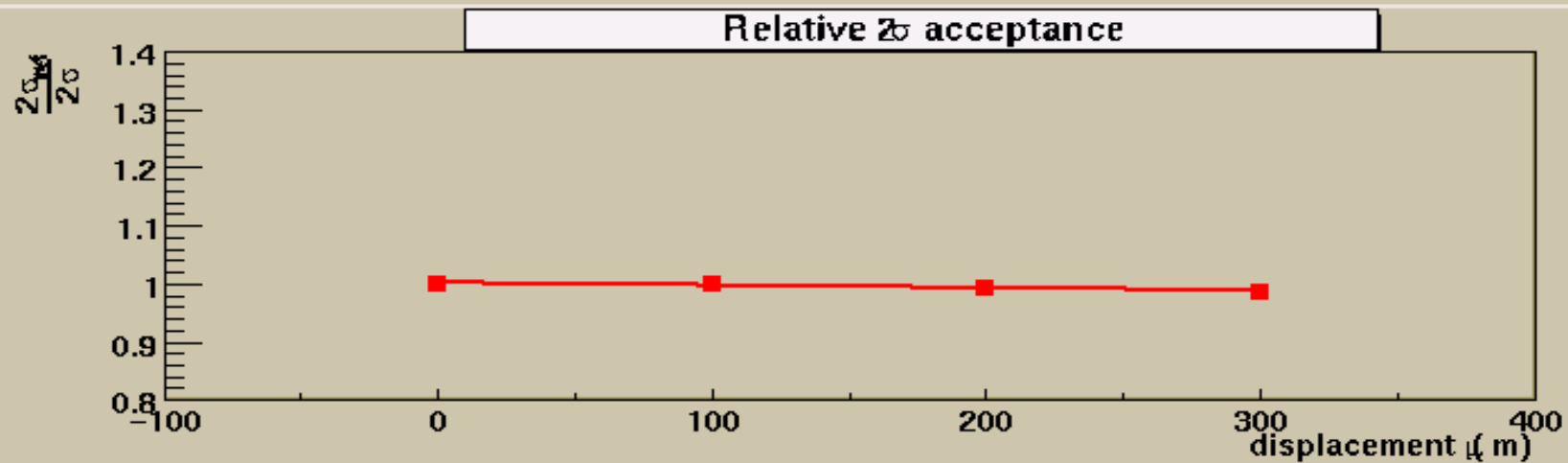
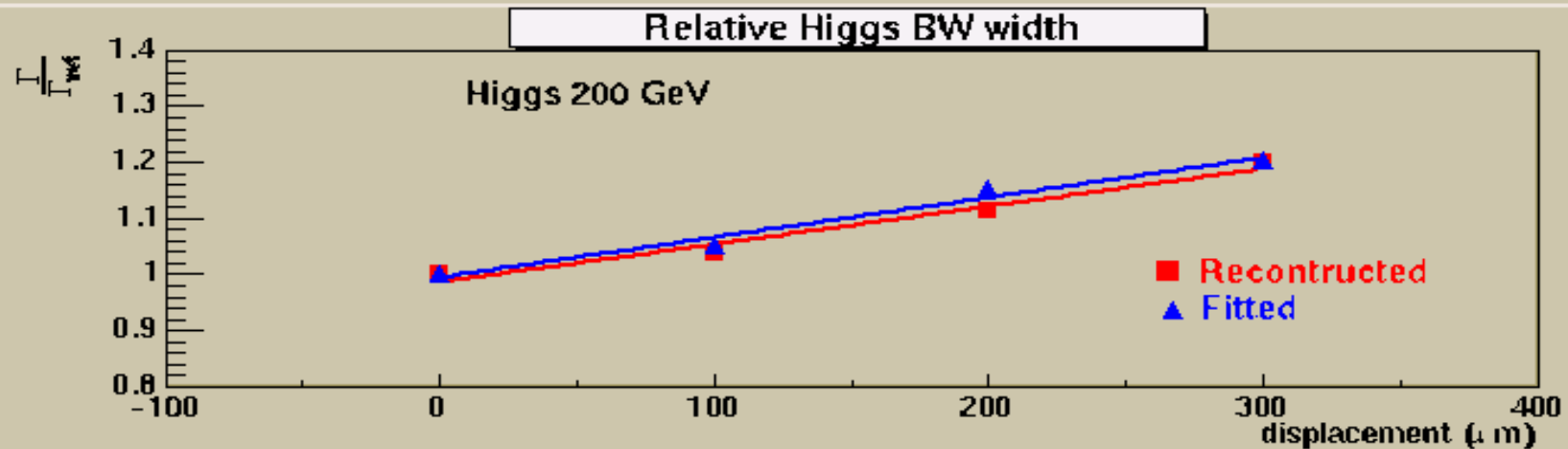
• Η μάζα παραμένει ανεπηρέαστη.

• Το πλάτος μεταβάλλεται σημαντικά.

• Το πλάτος αυξάνει περισσότερο (~11%) απ'ότι μειώνεται η απόδοση (~1%).

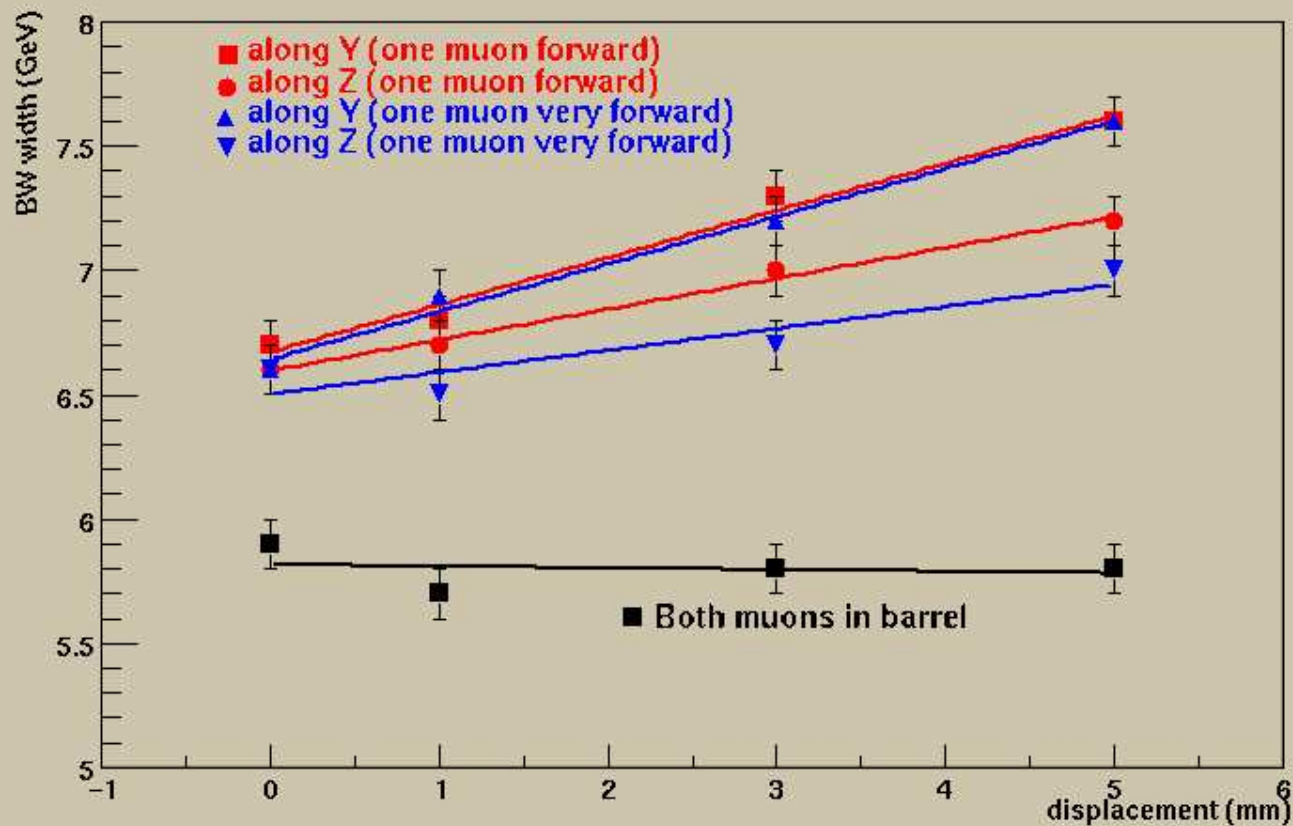
# 8 / 9. Μετακινήσεις και στροφές στη μελέτη των σφαλμάτων ευθυγράμμισης.

## Αποτελέσματα 2: Επίδραση στο Higgs.



## 8 / 9. Μετακινήσεις και στροφές στη μελέτη των σφαλμάτων ευθυγράμμισης.

### Αποτελέσματα 2: Επίδραση στο Z.



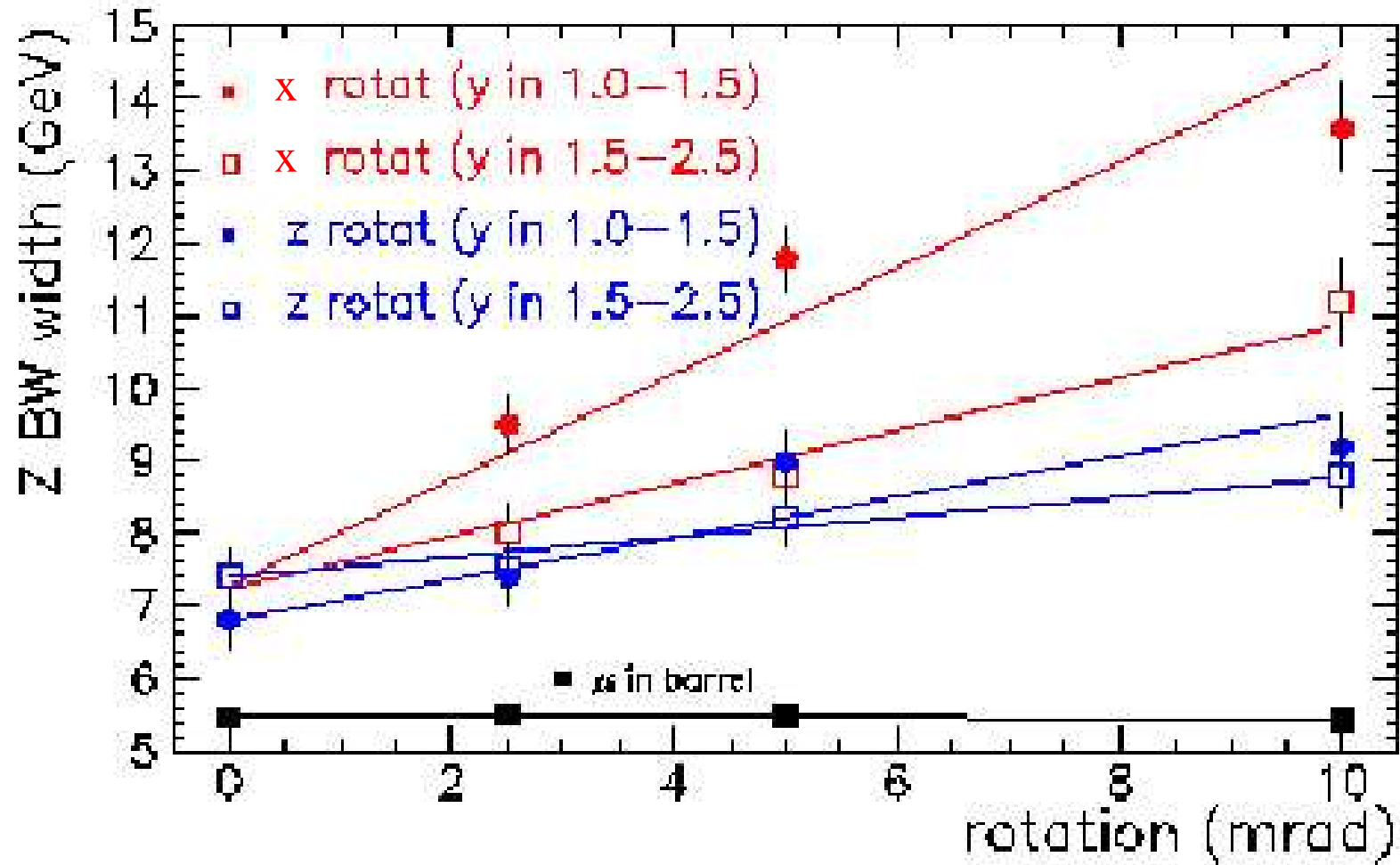
**Barrel:**  
 $0.0 \leq |\eta| < 1.0$

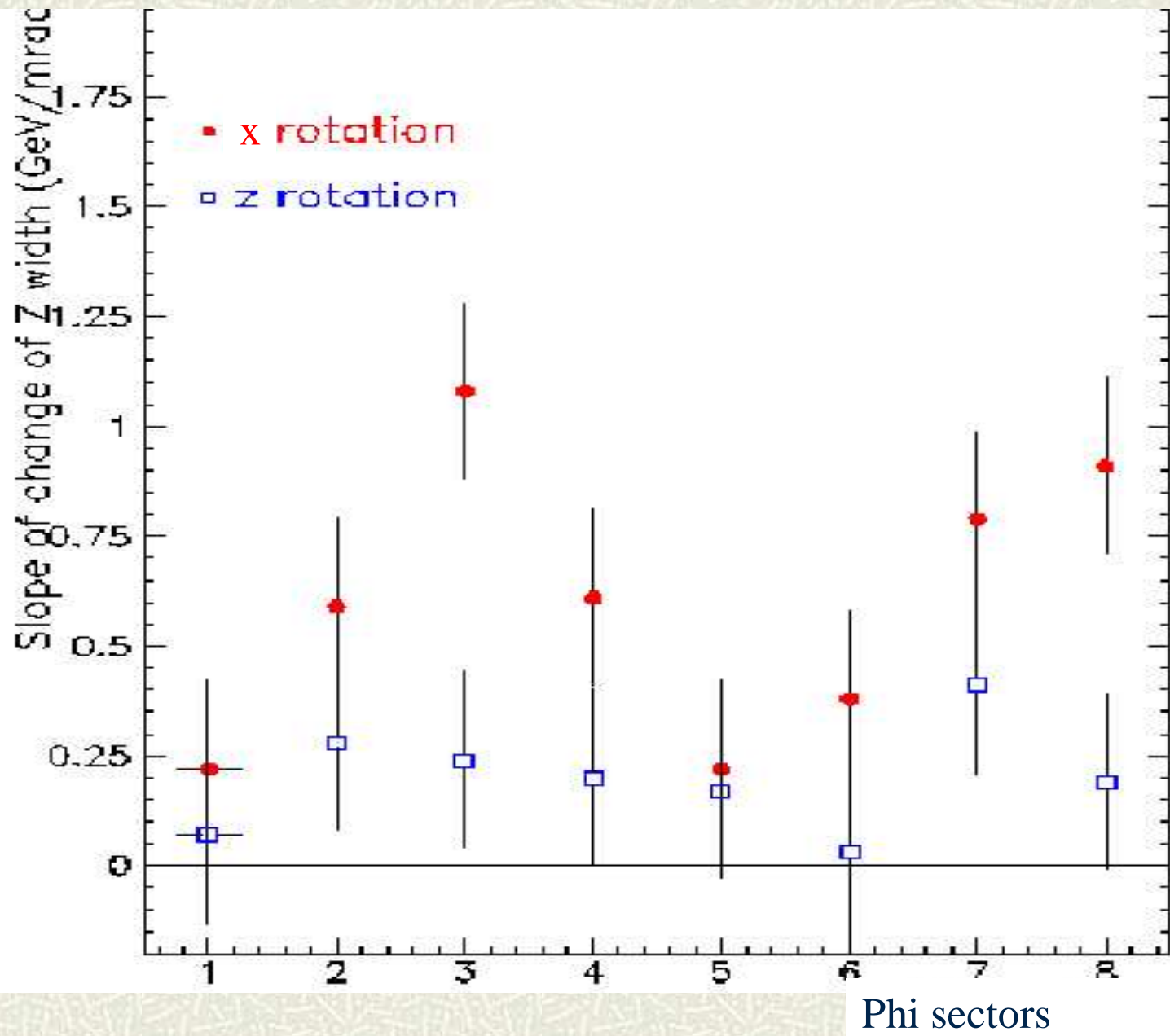
**Forward:**  
 $1.0 \leq |\eta| < 1.5$

**Very Forward:**  
 $1.5 \leq |\eta| < 2.5$

## 8 / 9. Μετακινήσεις και στροφές στη μελέτη των σφαλμάτων ευθυγράμμισης.

### Αποτελέσματα 2: Επίδραση στο Z.





## 9 / 9. Συμπεράσματα.

---

- **Μετατοπίσεις του άκρου επηρεάζουν** το ανακατασκευασμένο πλάτος του Higgs (ακόμα στην περίπτωση του μεταβαλλόμενου δεσμού της αναλλοίωτης μάζας του Z).
- **Με κατάλληλη επιλογή παραθύρου** (βλ. προσεκτική μελέτη του υποβάθρου) η απόδοση παραμένει περίπου **σταθερή**.
- Ο προσδιορισμός του **πλάτους του Z** σε διάφορες **γεωμετρικές** περιοχές μπορεί να οδηγήσει στον εντοπισμό του **τύπου** και της **τιμής** των απευθυγραμμίσεων.