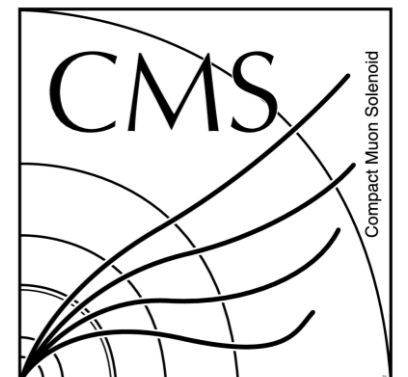


# Αναλύοντας τα δεδομένα

Σ. Λεοντσίνης  
University of Colorado, Boulder

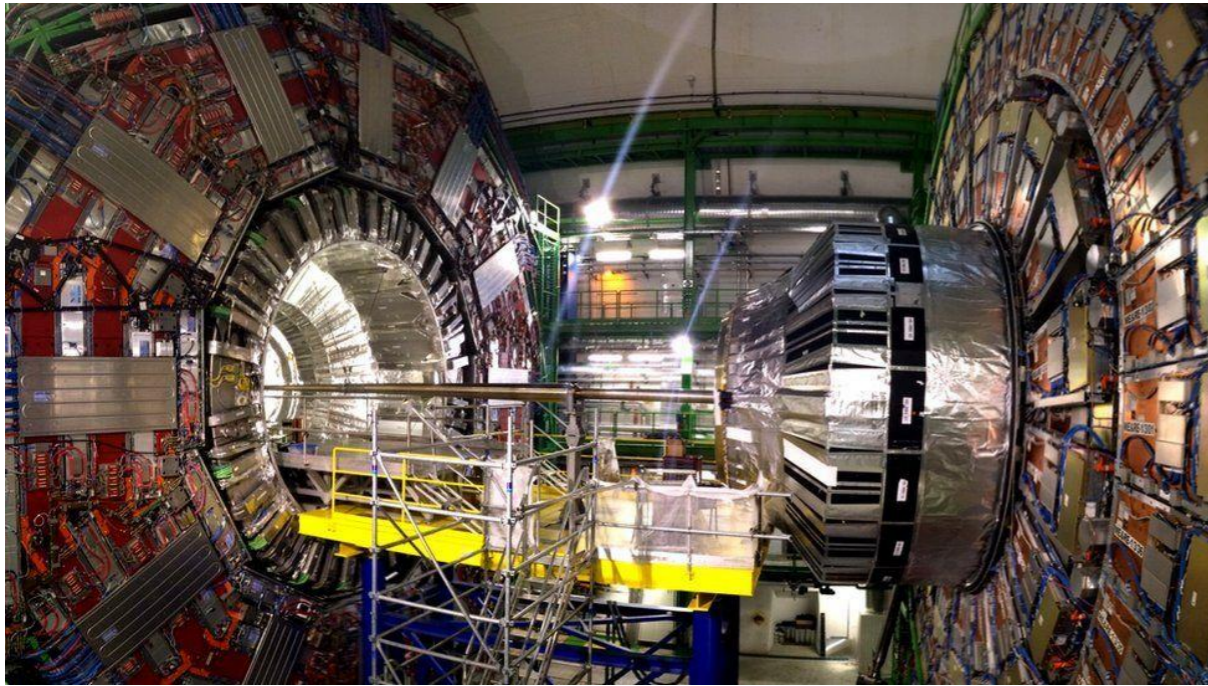
Playing with Protons  
20<sup>th</sup> August 2016



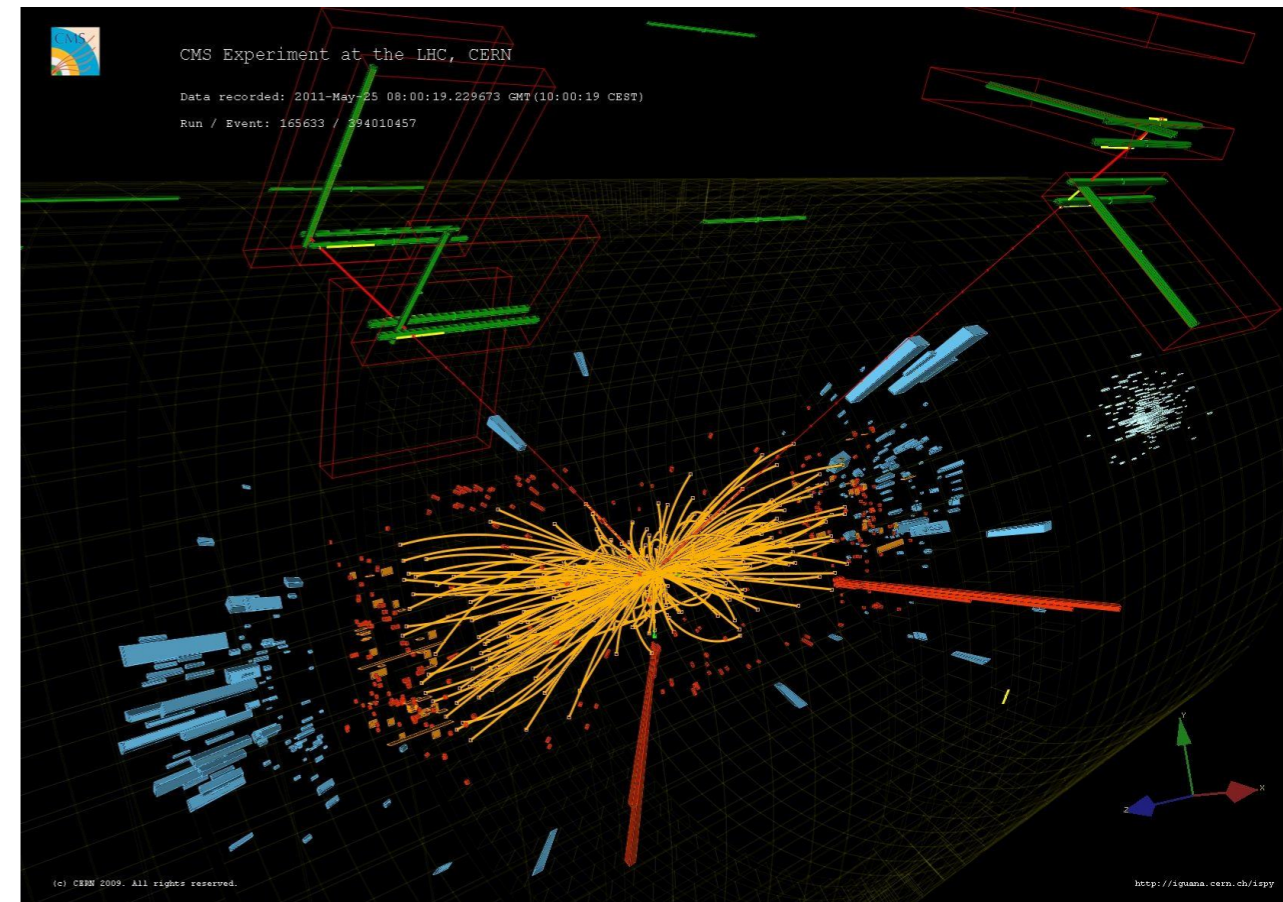
# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Εισαγωγή

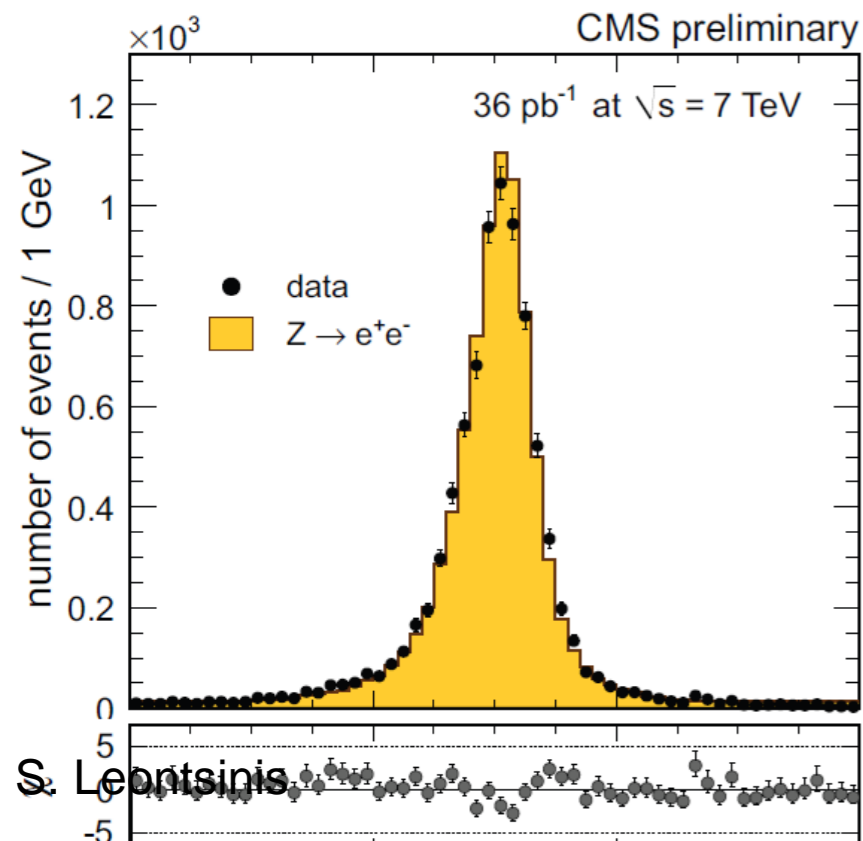
Πως από τον ανιχνευτή



## Ανακατασκευάζουμε τροχιές



Και τέλος “βρίσκουμε” σωματίδια

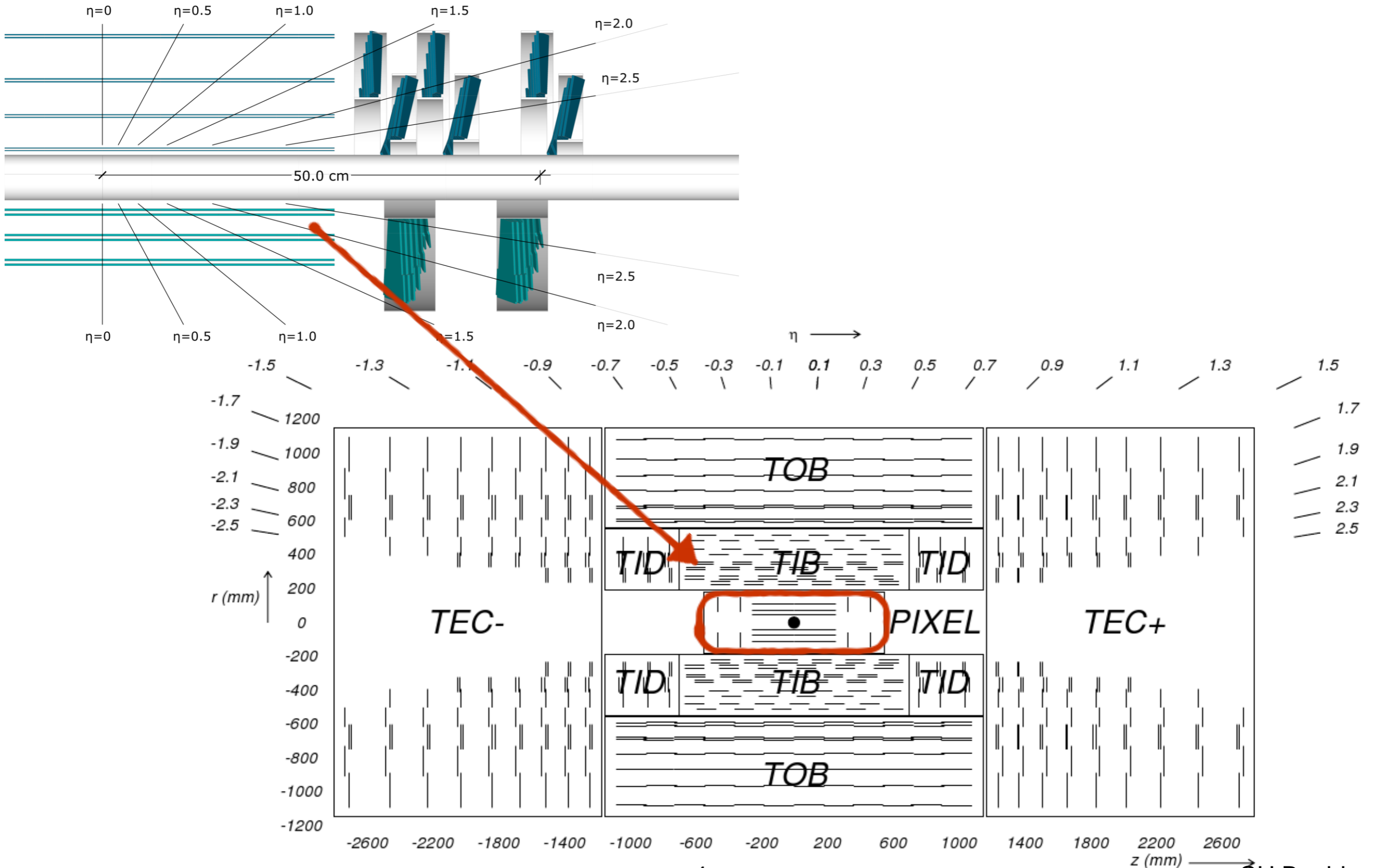


## Το CMS

- Το πείραμα CMS αποτελείται από ανιχνευτικά συστήματα
  - εσωτερικό ανιχνευτή τροχιών
    - pixels, silicon strip tracker
    - όλα τα φορτισμένα σωματίδια
  - καλορίμετρα
    - ηλεκτρόνια, φωτόνια
    - αδρόνια (όλα τα σωματίδια που αποτελούνται από quarks)
  - φασματομέτρο μιονίων
    - μίονια

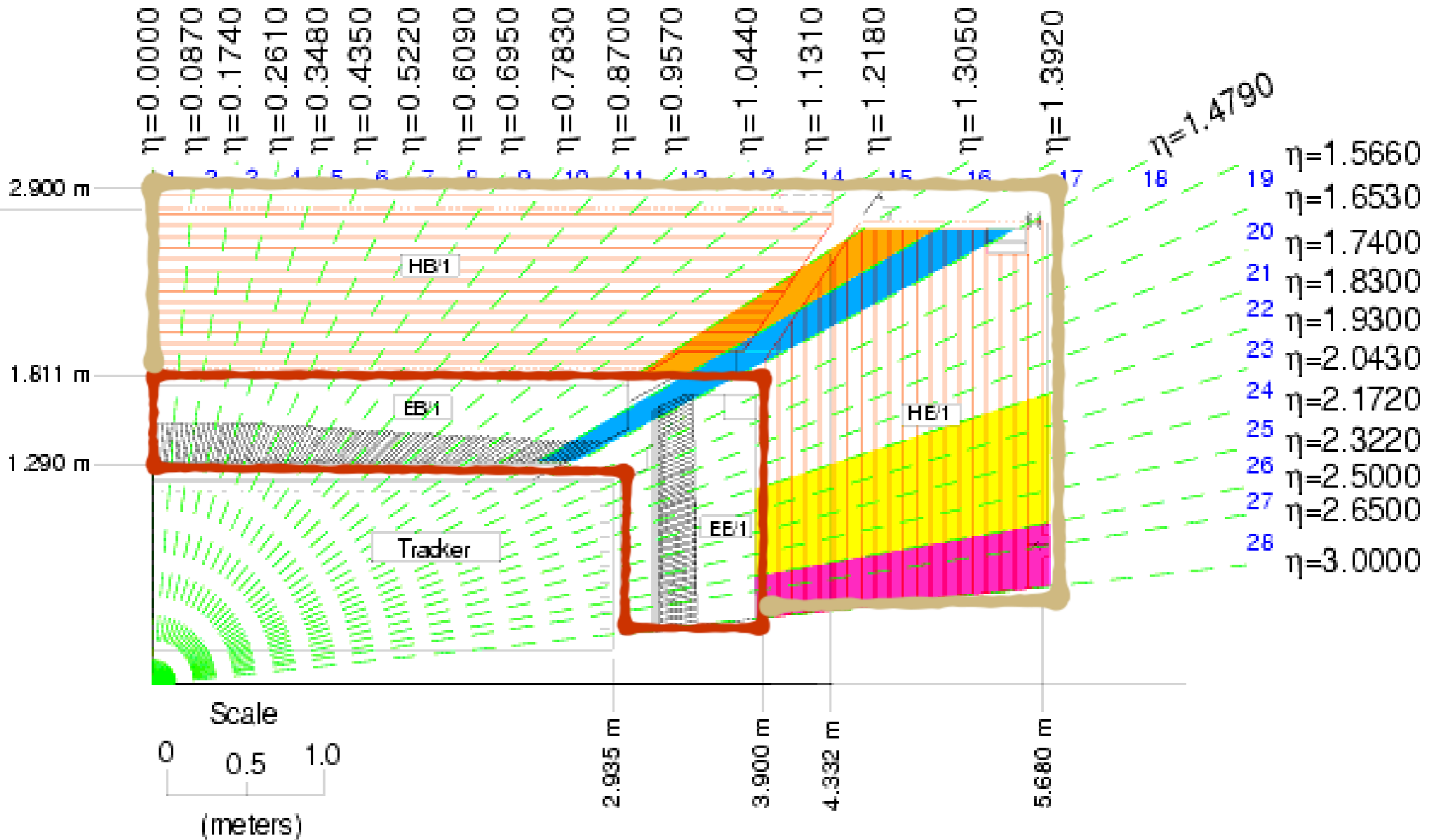
# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Εσωτερικός ανιχνευτής



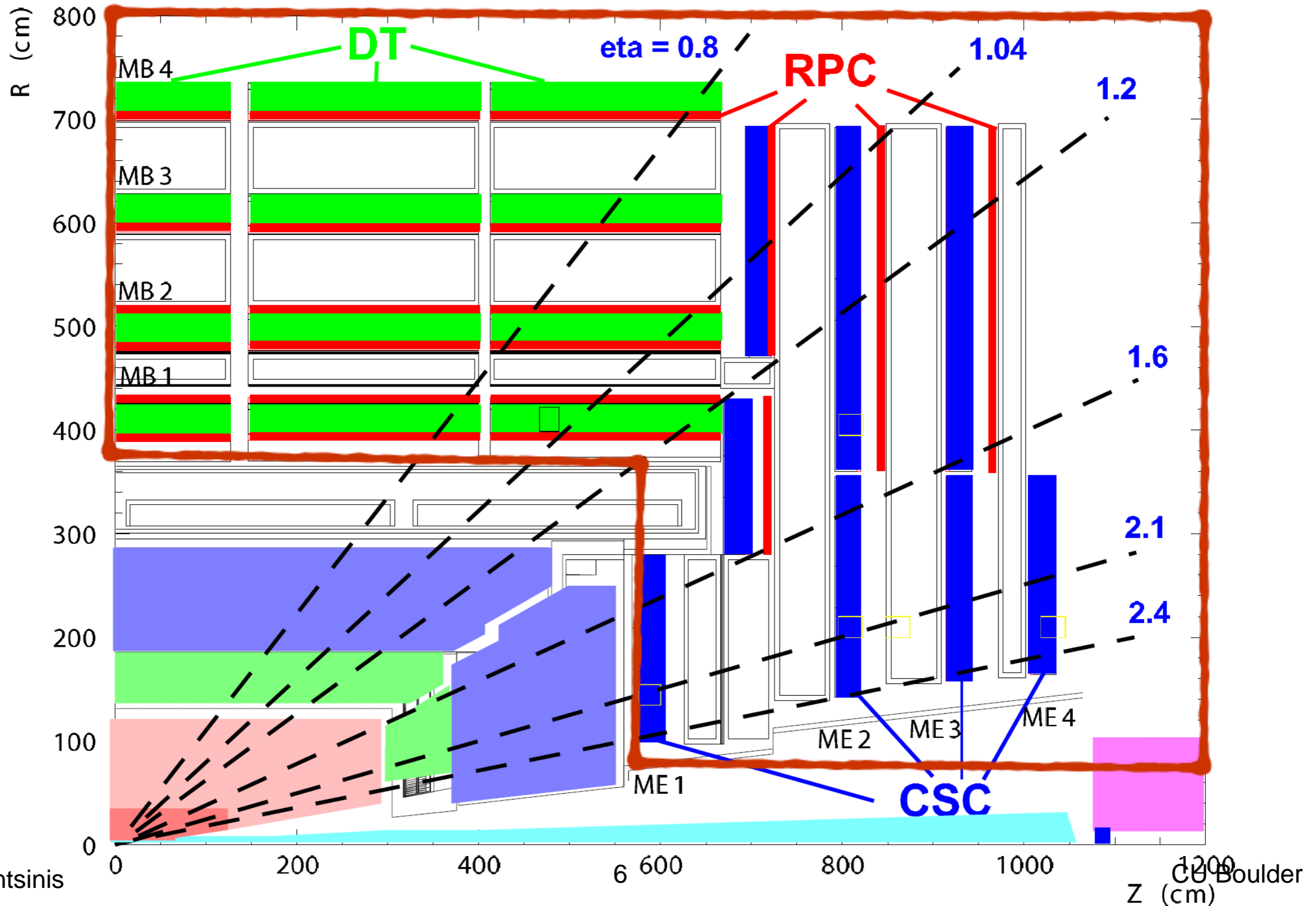
# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Καλορίμετρα



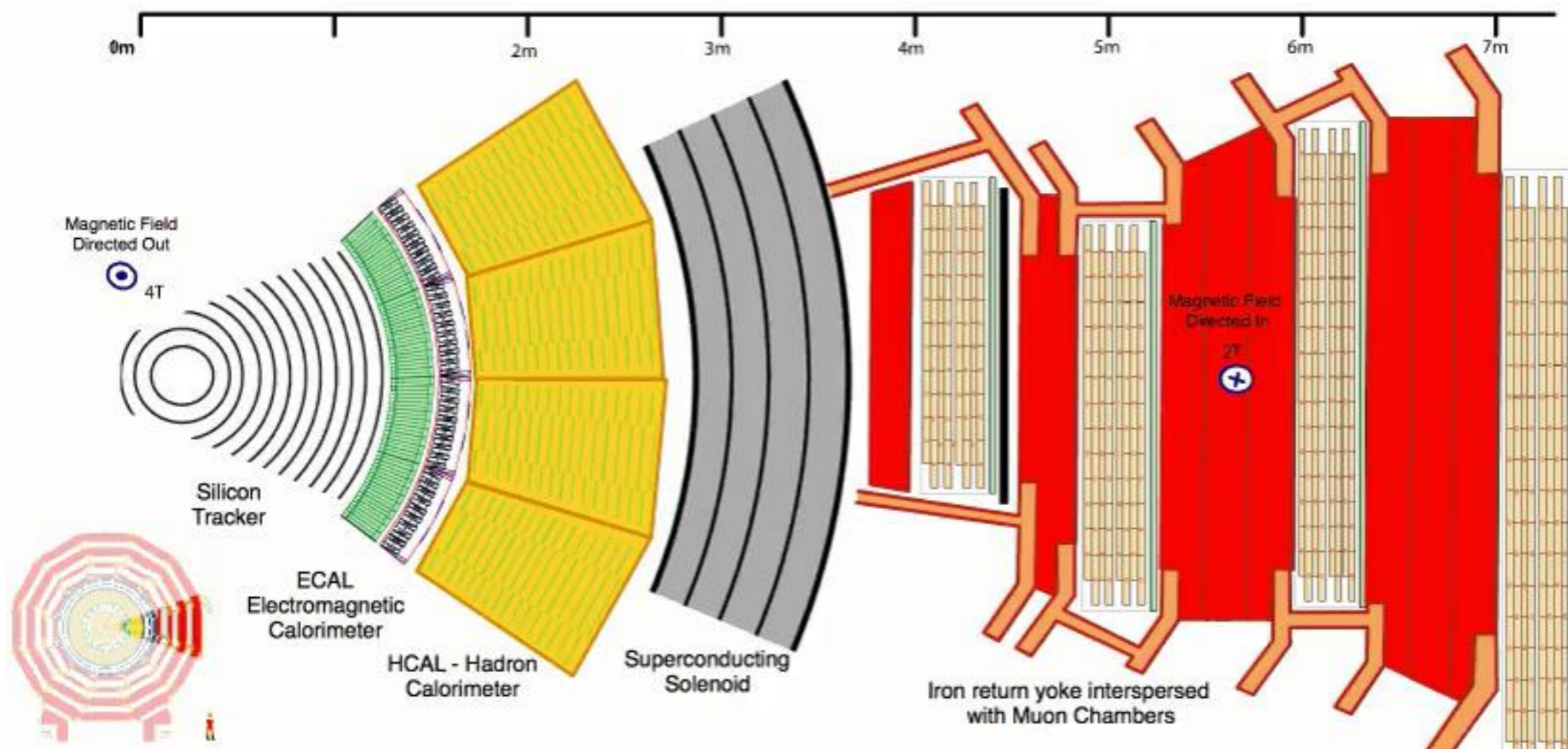
# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Φασματόμετρο μιονίων



## Το CMS

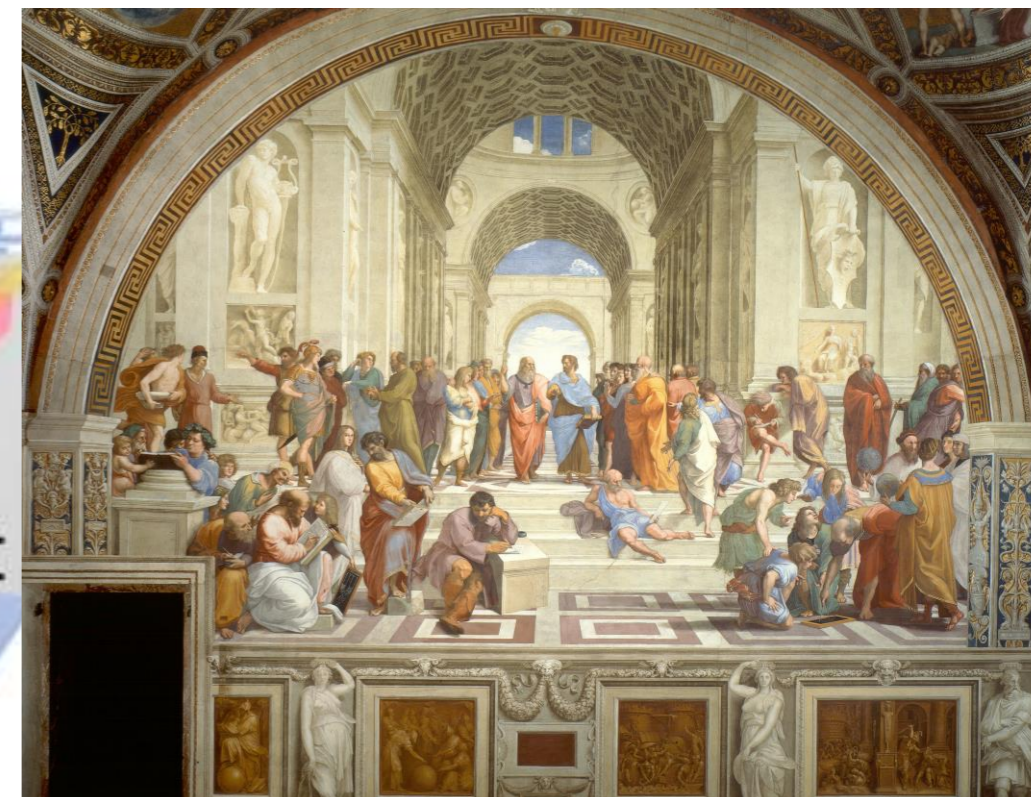
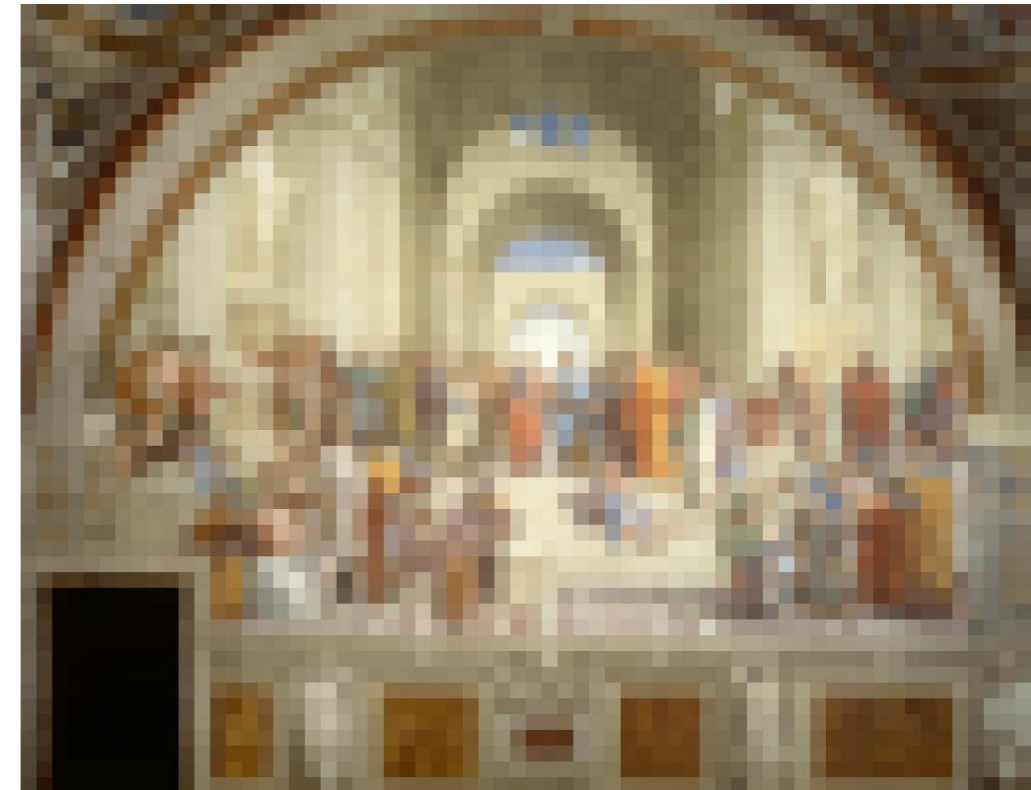
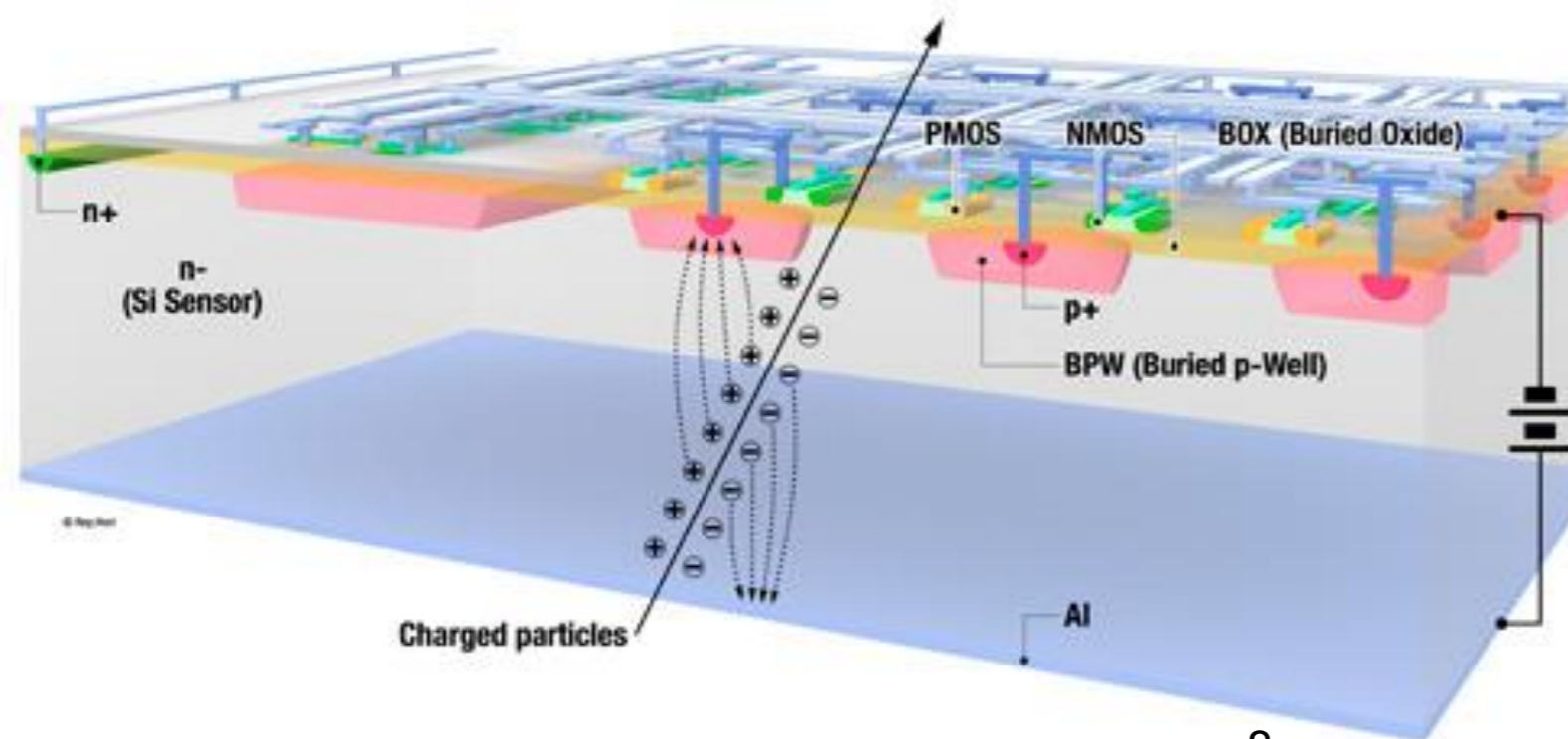
- Το πείραμα CMS αποτελείται από ανιχνευτικά συστήματα
  - εσωτερικό ανιχνευτή τροχιών
  - καλορίμετρα
  - φασματόμετρο μιονίων



# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Pixel :-)

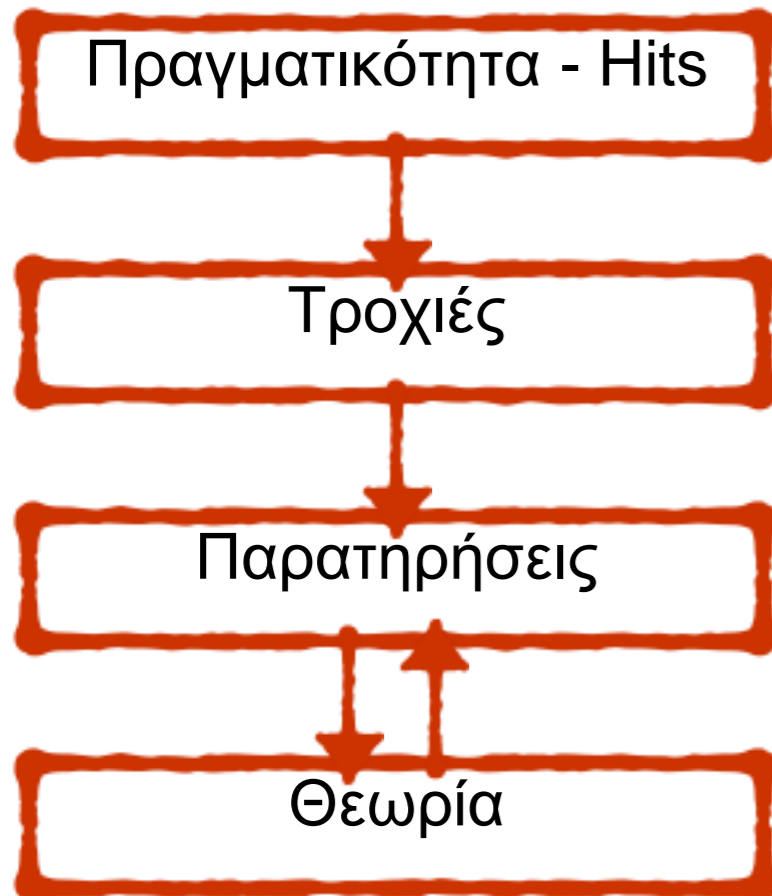
- Ας συγκεντρωθούμε στον ανιχνευτή pixel
- Ο ανιχνευτής pixel αποτελείται από
  - το “βαρέλι”
    - τρεις “στρώσεις” - 4.4 cm, 7.3 cm και 10.2 cm
  - τα “καπάκια”
    - δύο δίσκοι - 34.5 cm και 46.5 cm
- 66'000'000 pixels
- $\sim 1\text{m}^2$
- διακριτική ικανότητα  $10\text{-}20\mu\text{m} = 0.00001\text{-}0.00002\text{m}$
- pixel hits





# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Τί/πώς ψάχνουμε να βρούμε

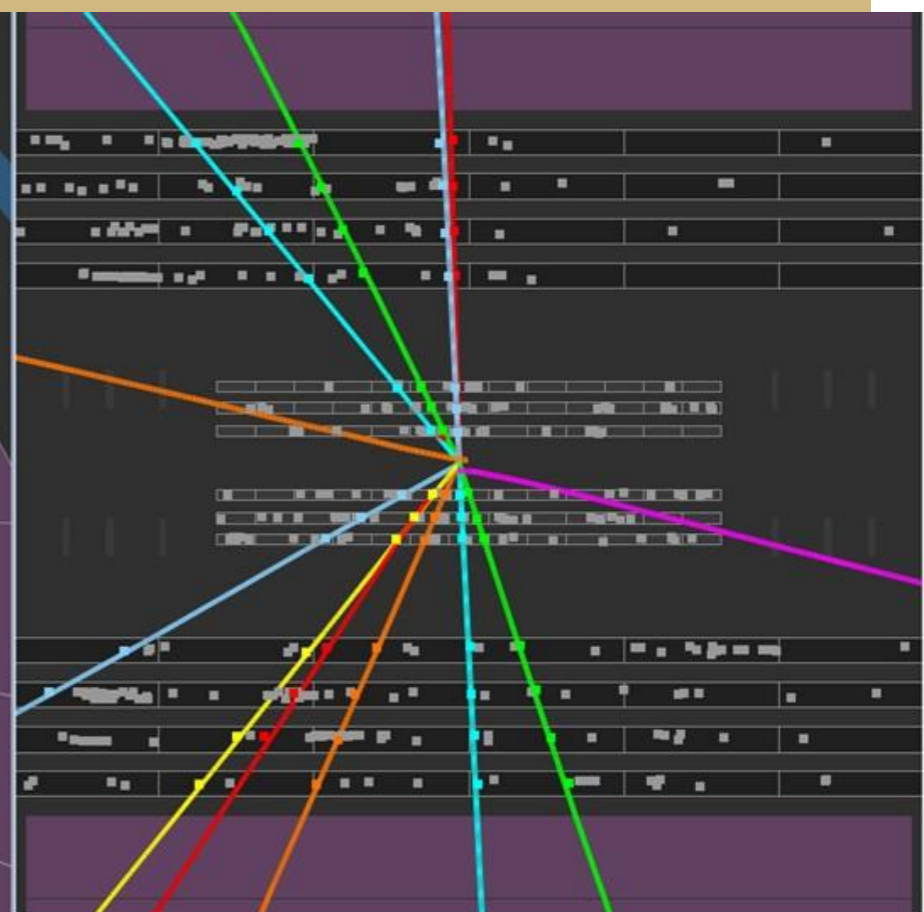
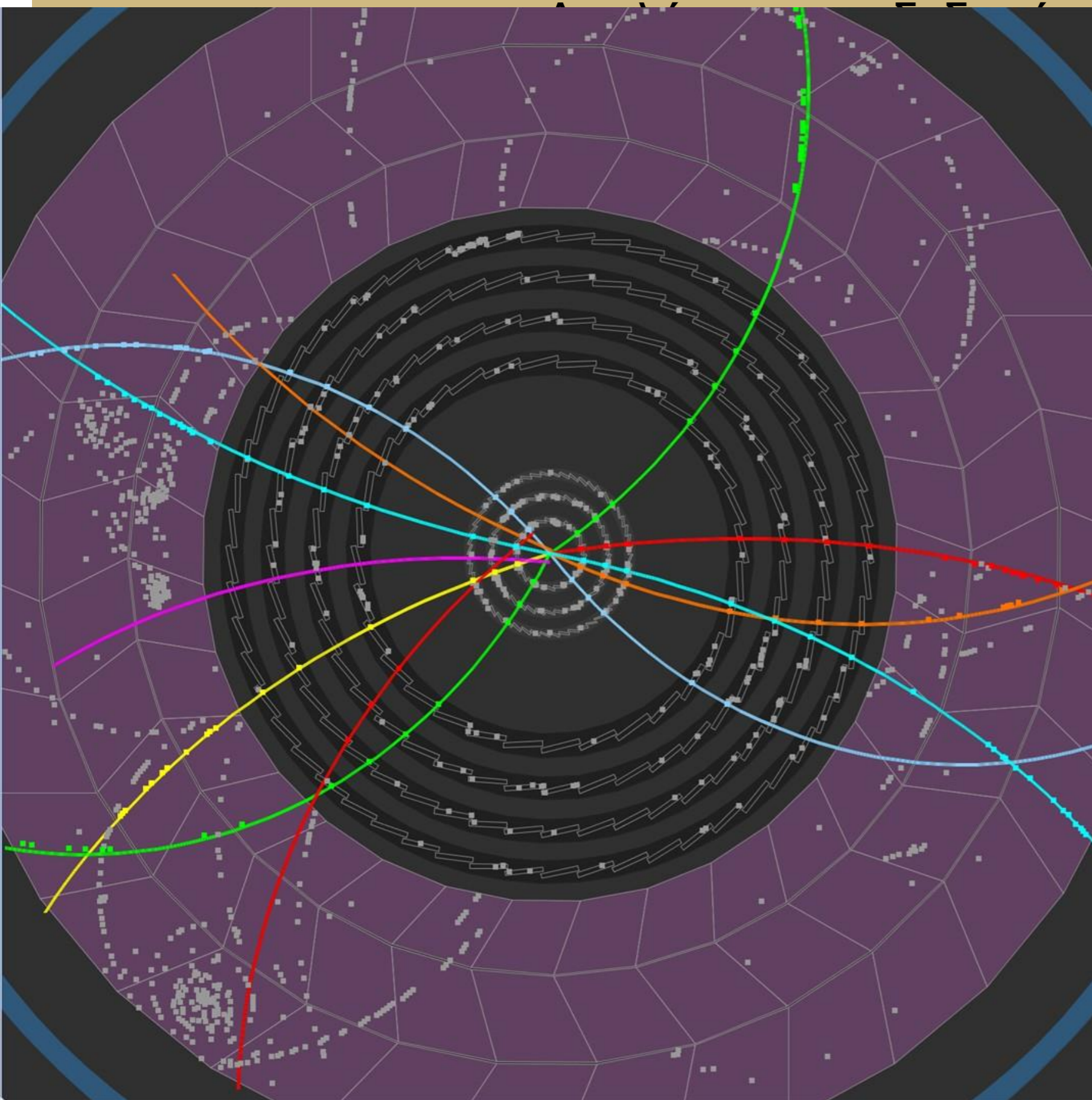


Σημεία που αφήνουν τα σωματίδια όταν διαπερνούν τον ανιχνευτή

Χρησιμοποιώντας τα σημεία κατασκευάζουμε τροχιές

Ρυθμοί παραγωγής σωματιδίων, ρυθμοί διάσπασης σωματιδίων σε άλλα, ανακάλυψη νέων σωματιδίων

Ξεκινώντας από ένα μοντέλο υπολογίζουν/επιβεβαιώνουν/διασκευάζουν/προτείνουν θεωρίες



**ATLAS**  
**EXPERIMENT**

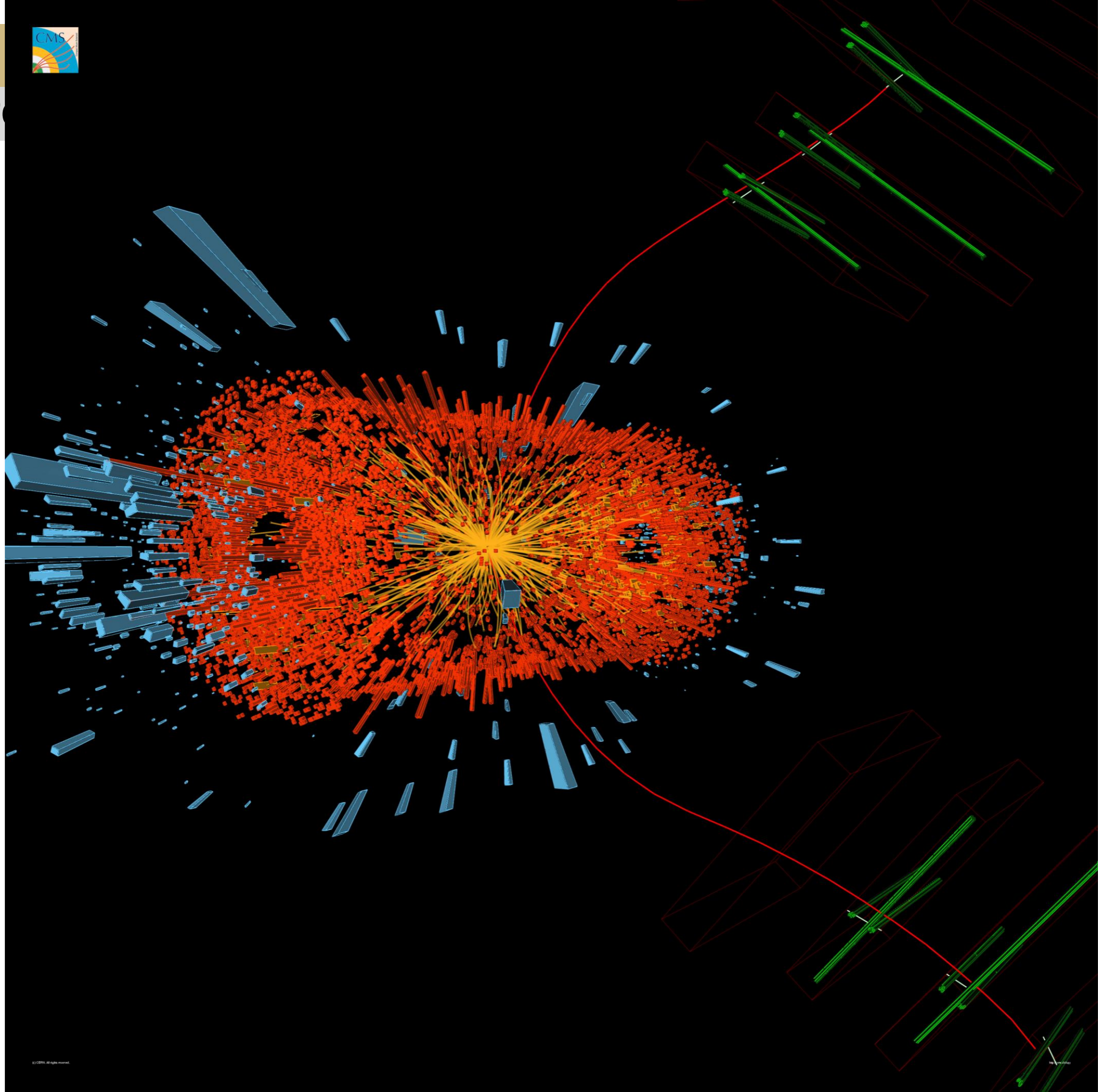
2009-12-06, 10:03 CET  
Run 141749, Event 405315

**Collision Event**

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/public/EVTDISPLAY/events.html>



Γεγονότο



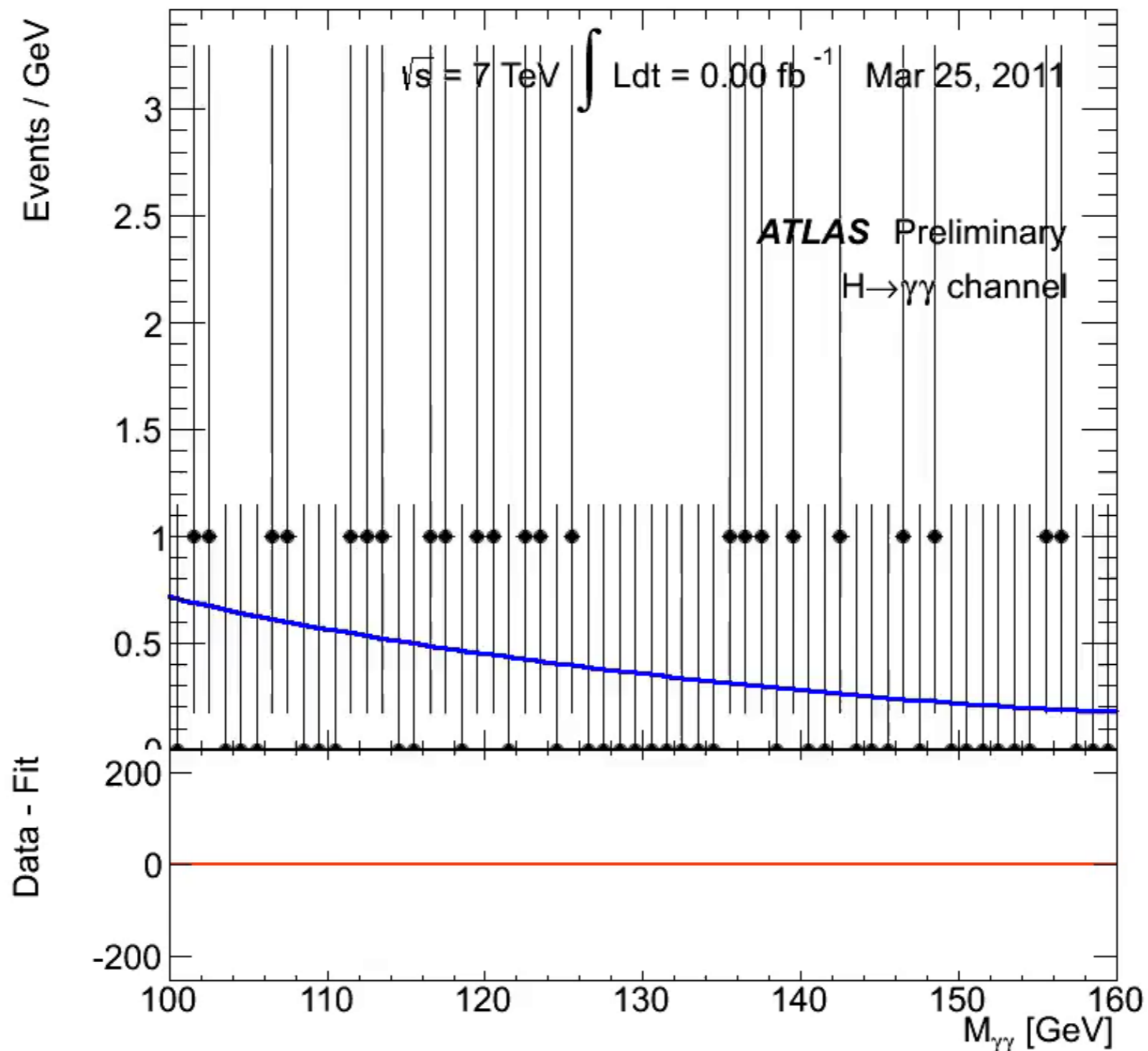
## Ανάλυση δεδομένων

- Χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις προσπαθούμε να καταλάβουμε τα χαρακτηριστικά των
  - σωματιδίων που ενδιαφερόμαστε (ας το πούμε  $Z$ )
  - σωματιδίων στα οποία το  $Z$  διασπάται (π.χ. μίονια)
- Κοιτάμε γεγονότα
  - πόσα;
    - καταγράφουμε περίπου 100'000 συγκρούσεις ανα δευτερόλεπτο
    - ένα γέμισμα από τον επιταχυντή το οποίο διαρκεί 10 ώρες
      - 3'000'000'000 γεγονότα
  - κάθε ένα γεγονός είτε καταγράφεται είτε απορρίπτεται
  - όσα γεγονότα περιέχουν σωματίδια που μας ενδιαφέρουν και τα κινηματικά χαρακτηριστικά τους περνάνε τα κριτήρια διαλογής μας κρατούνται και χρησιμοποιούνται στις αναλύσεις μας
    - προσπαθούμε να ξεχωρίσουμε τυχαία γεγονότα - **υπόβαθρο**
    - σωματίδια που προέρχονται από διασπάσεις σωματιδίων - **σήμα**
- Κάθε ένα ενδιαφέρον γεγονός εισάγεται σε ιστογράμματα

# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Παράδειγμα!

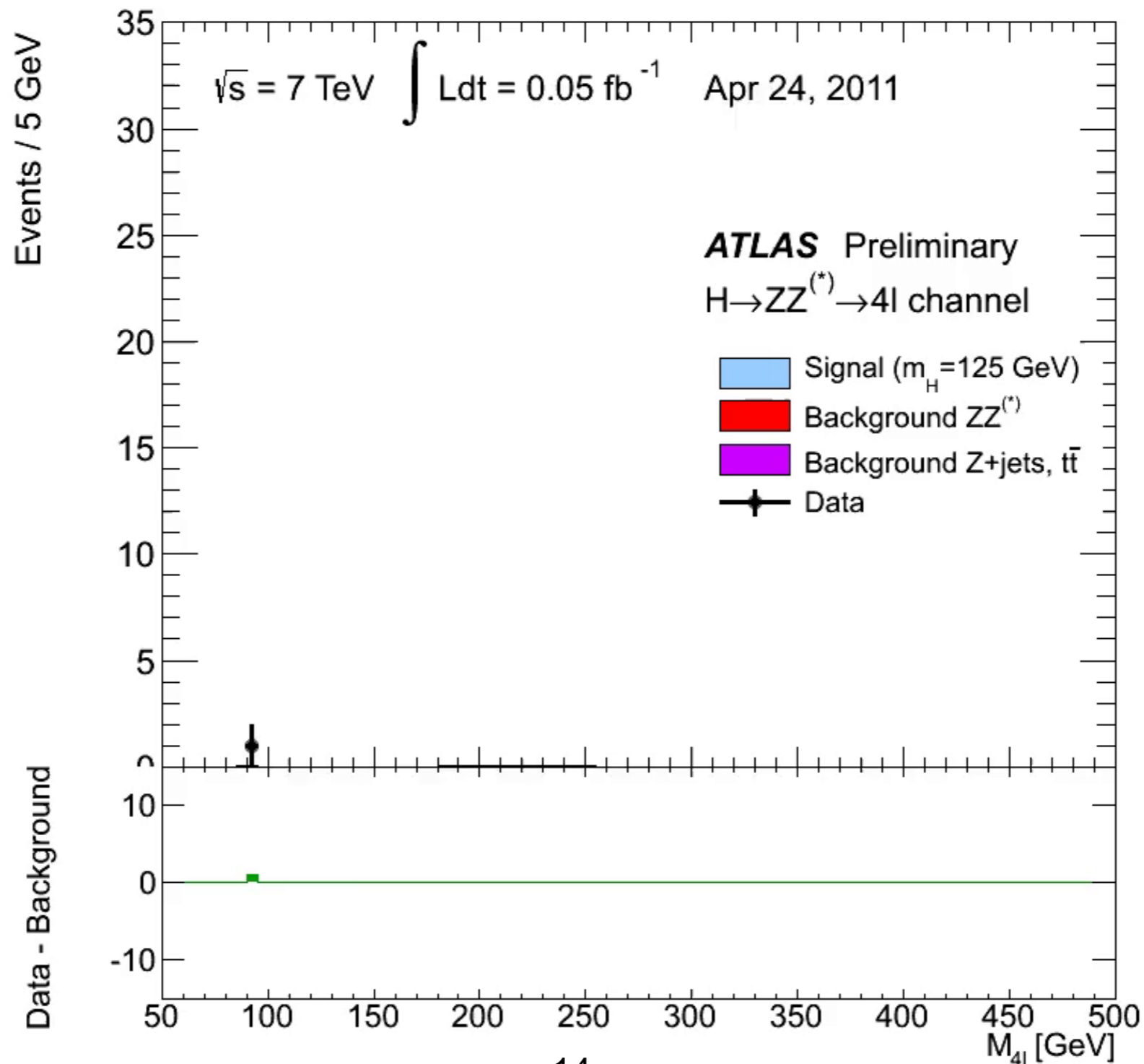
- Το σωματίδιο Higgs μπορεί να διασπαστεί σε δύο φωτόνια
- Χρησιμοποιώντας γεγονότα που ικανοποιούν τα κριτήρια διαλογής..



# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Παράδειγμα!

- Το σωματίδιο Higgs μπορεί να διασπαστεί σε δύο Z μποζόνια
  - τα οποία Z διασπούνται σε 2 μίονια



## Δεδομένα

- Τα δεδομένα αναλύονται καθημερινά
  - φυσικοί
  - φοιτητές
  - τεχνικοί
- Ένα γεγονός έχει μέγεθος ~1MB
- Σε ένα χρόνο μπορεί να καταγραφούν ~15 PB = 15'000 TB
  - ΑΝ θέλετε να τα αποθηκεύσετε θα χρειαστείτε
    - 15'000 σκληρούς δίσκους 1 TB
    - χρησιμοποιώντας οπτικές ίνες 500 MB/s
      - ~ 21000 ώρες ~ 58 χρόνια

# Αναλύοντας τα δεδομένα

## Πλέγμα - Grid

- Το LHC Computing Grid (πλέγμα υπολογιστών) είναι η λύση που σχεδιάστηκε για τις αυξανόμενες απαιτήσεις των πειραμάτων του LHC σε υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο
- Οι υπολογιστές που ανήκουν στο GRID μοιράζονται
  - Επεξεργαστική ισχύ
  - Πληροφορίες
  - Αποθηκευτικούς χώρους
  - Βάσεις δεδομένων
  - Εφαρμογές

