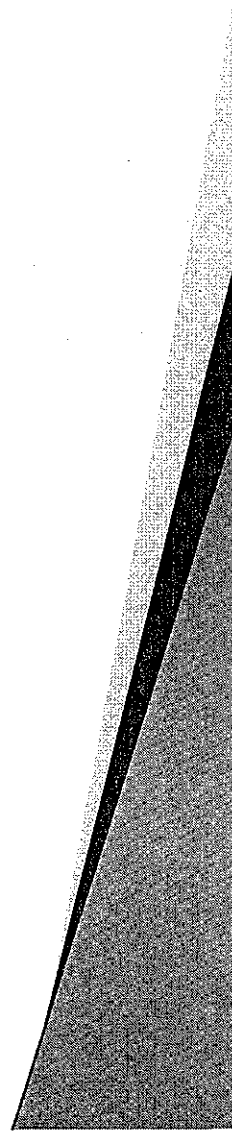


Nr. 17903/12.12.2023

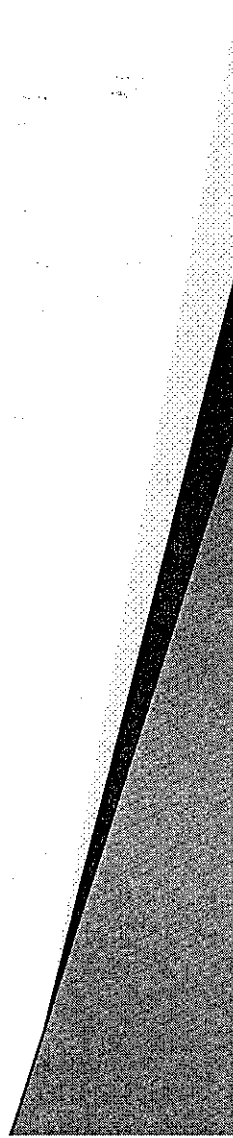
**Folosirea metodei retelelor neuronale in analiza  
si interpretarea masuratorilor asupra radiatiilor  
cosmice de mare energie**

**prof. Laurentiu-Valentin RADUCANU**

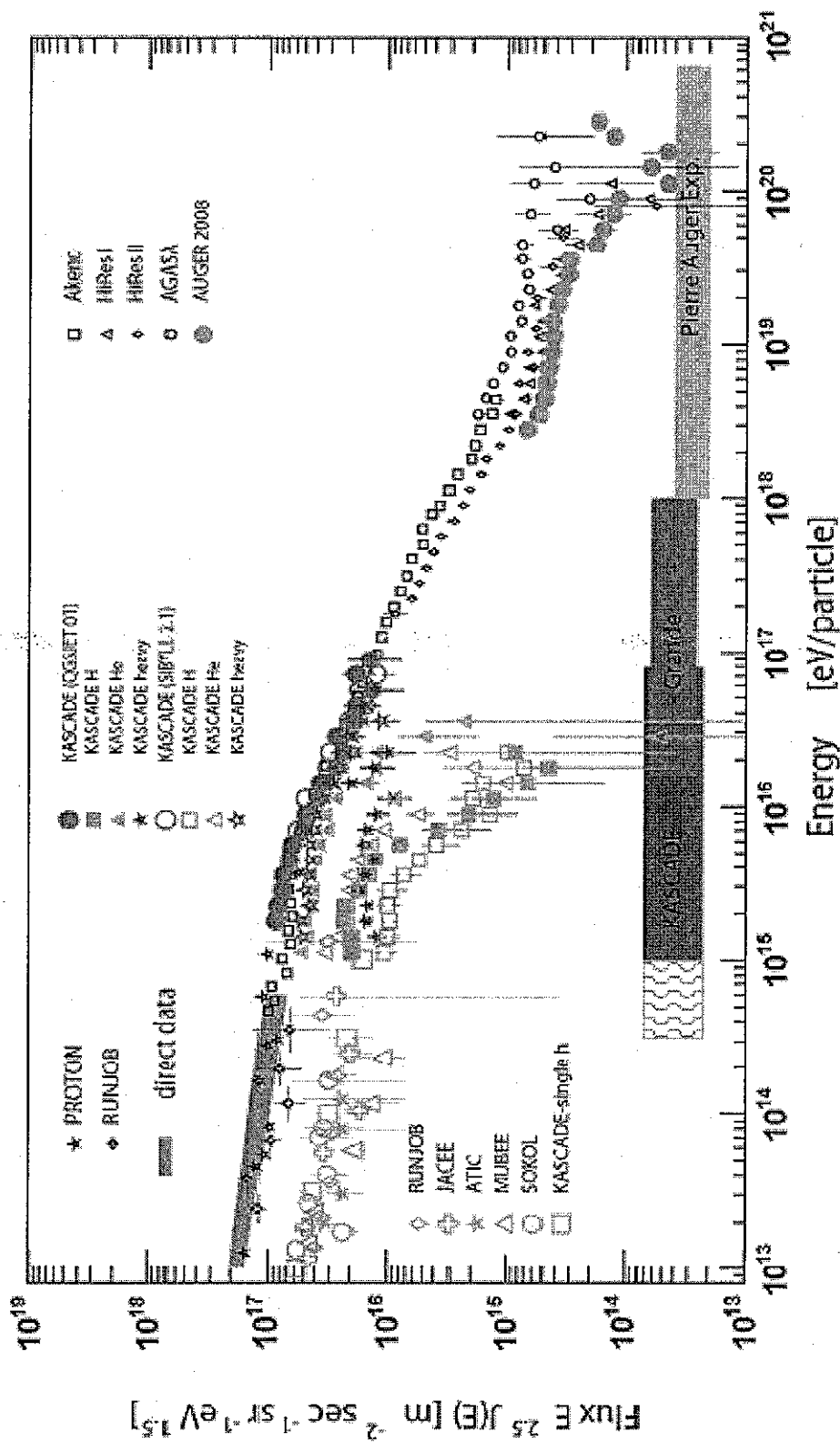


# CUPRINS

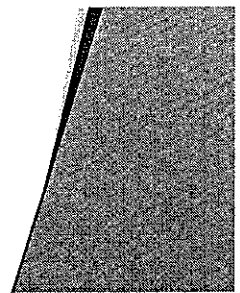
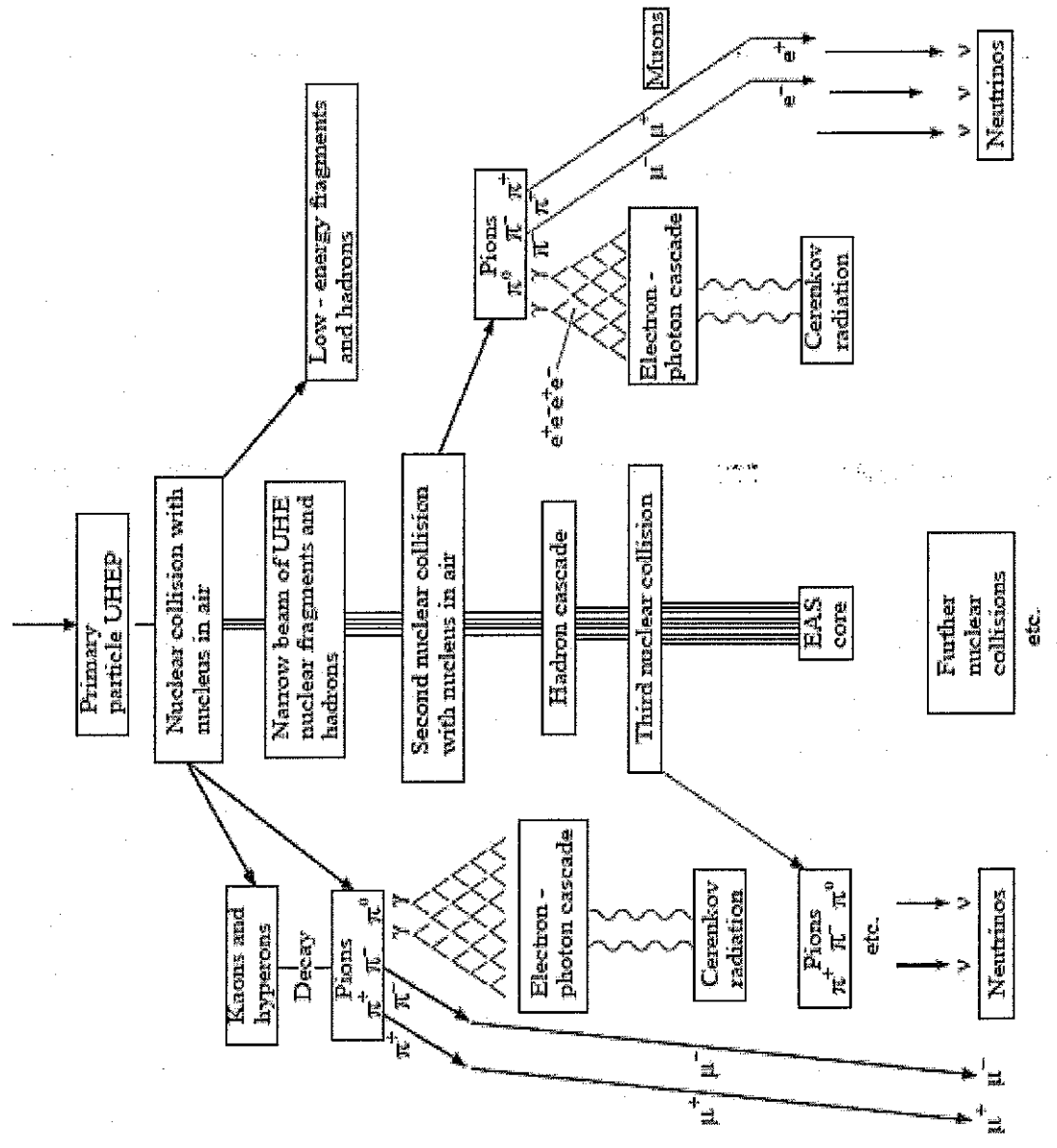
1. Introducere
2. Retelele neuronale
3. Baza experimentală existentă
4. Codul de calcul ANI (Analysis and Nonparametric Inference)
5. Concluzii



# SPECTRUL RADIATIEI COSMICE PRIMARE



# CASCADELE ATMOSFERICE EXTINSE



# MIJONII

- The cosmic rays muons originate from decay of hadronic secondaries produced in particle cascades ("air showers") by primary cosmic rays:



- The ratio of positive to negative atmospheric muons, called the muon charge ratio is related to the neutrino flux / *J.Wentz et al.: Phys.Rev.D67, 073020 (2003)*

$$R_{\mu} (\mu^{+} / \mu^{-}) \approx R(\nu_e / \bar{\nu}_e)$$

- The Earth magnetic field has influence on muon and neutrino fluxes / *Lipari & Stanev, Proc. 27th ICRC 1995, vol. 1, p 516/*

# RETELE NEURALE ARTIFICIALE

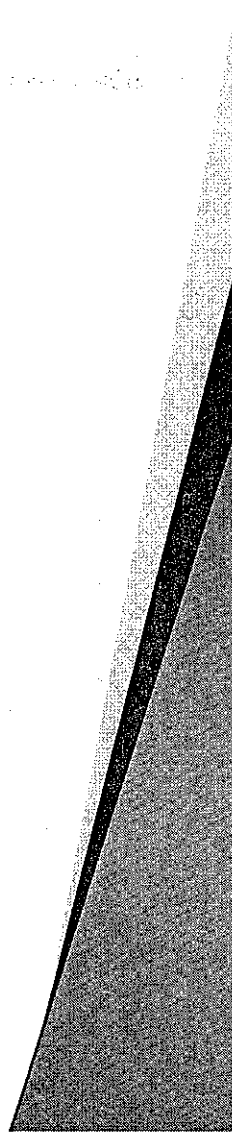
RNA reprezinta modele simplificate ale SNC si au abilitatile :

- 1) raspunde la stimuli de intrare
  - 2) se adapteaza la Mediu extern
- Modelele de RNA sunt cea mai buna solutie pentru construirea sistemelor de calcul inteligente.

- au viteza de procesare de cateva ordine mai mare decat a Retelelor biologice

# RETELE NEURALE ARTIFICIALE

- ▶ 1943 McCulloch si Pitts prima modelare matematica a retelelor de neuroni
- ▶ 1949 Hebb arata ca exista o modificare permanenta a ponderilor conexiunilor neuronale pe masura ce organismul invata diferite activitati( task-uri )functionale.
- ▶ 1958 Roseblatt a propus modelul Perceptron (care putea invata sa clasifice anumite multimi de pattern-uri .)
- ▶ Modelul Perceptronului este samburele din care s-au dezvoltat toate celelalte modele de RNA
- ▶ algoritmul acestuia este reprezentativ pentru o clasa larga de algoritmi de instruire.

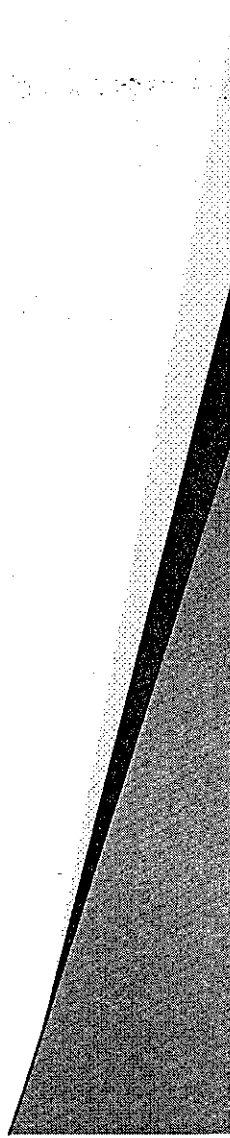


# RETELE NEURALE ARTIFICIALE

► Modelul Perceptron ( modelul neural )

(1) RN este formata dintr-un singur strat de neuroni

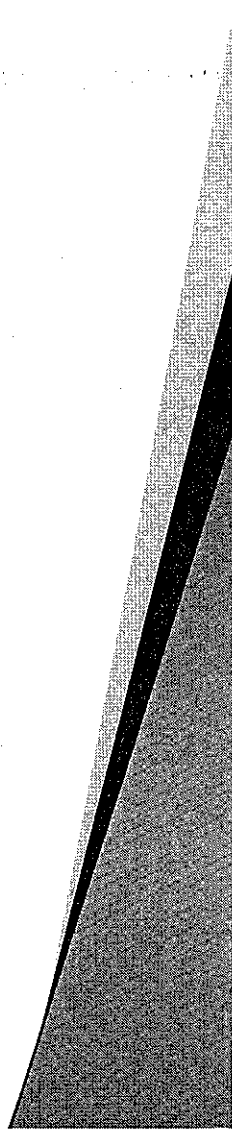
(2) legaturile sinaptice(ponderile ) sunt modificate in functie de legea de invatare ("adaptare") ,care minimizeaza eroarea dintre rapunsul dorit (asteptat) si cel real al retelei .



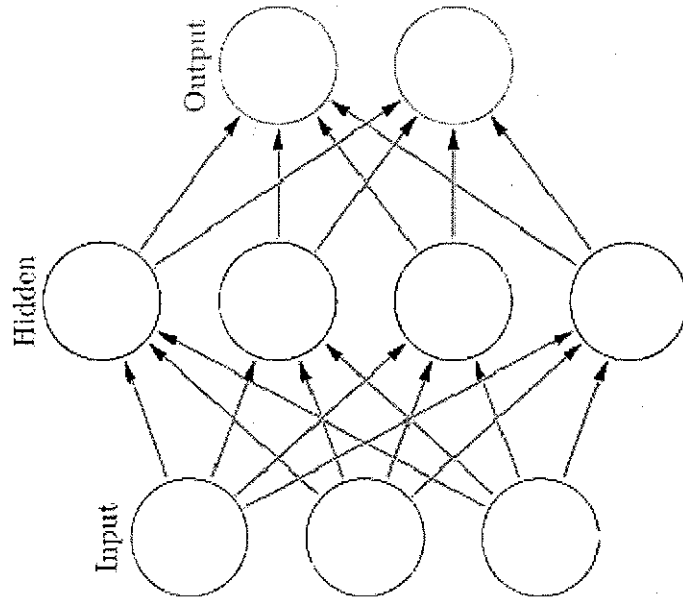


# Principalele proprietati ale RN

- ▶ Capacitate de aproximare functionala
- ▶ Procesare distribuita a informatiei
- ▶ Capacitate de invatare (adaptare)
- ▶ Modelarea sistemelor multivariabile
- ▶ Robustete crescuta (in prezenta zgomotului )
- ▶ Viteza mare de calcul
- ▶ Toleranta la defecte



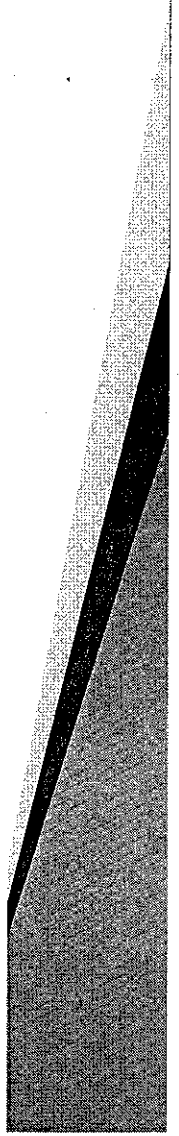
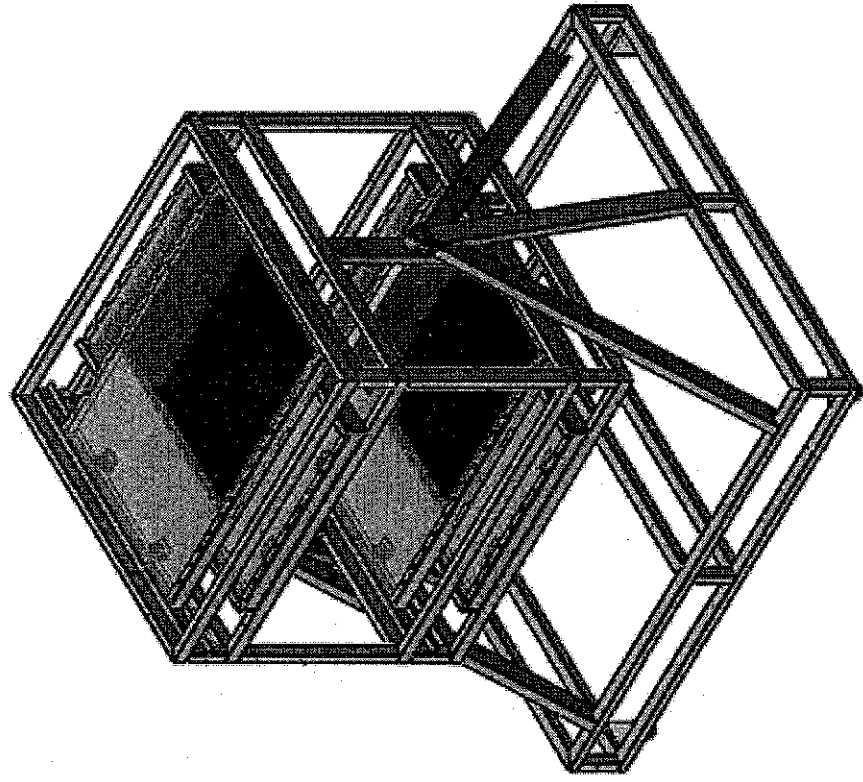
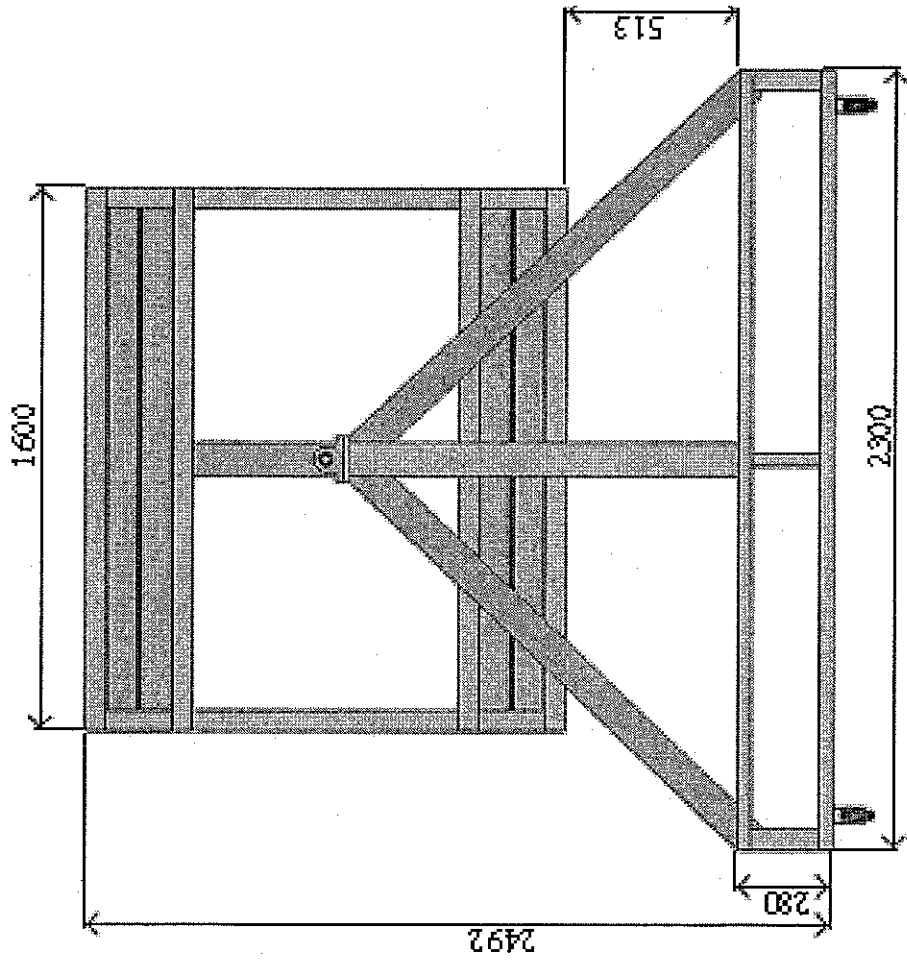
# Retelele neuronale



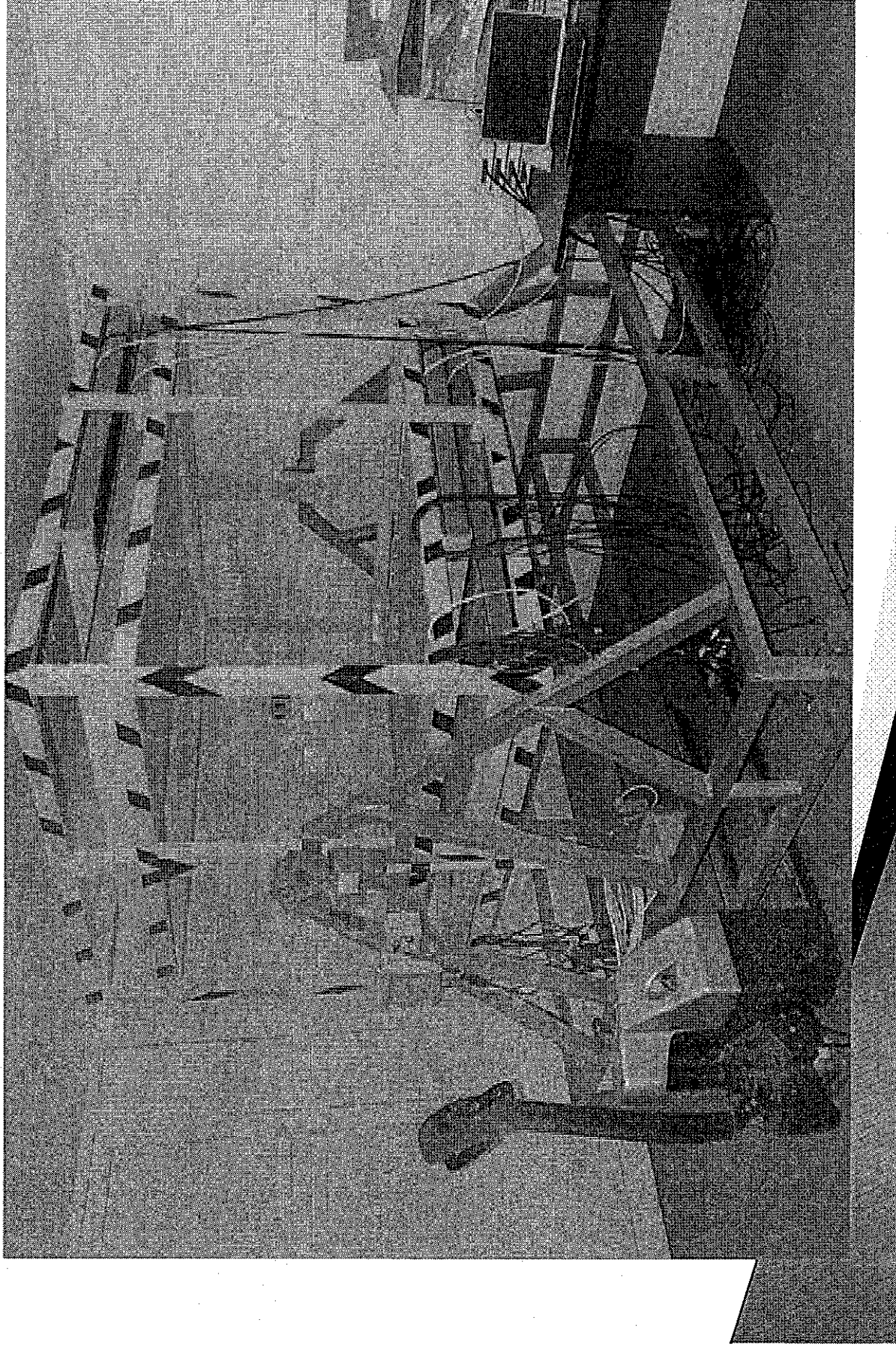
Reconstrucia informatiilor despre radiatia  
cosmica primara pe baza datelor experimentale privind:

- fluxul de miuoni la suprafata
- fluxul de miuoni in subteran
- fluxul de miuoni din EAS
- raportul de sarcina miuonic din EAS
- Radiatia cosmica de energie mare

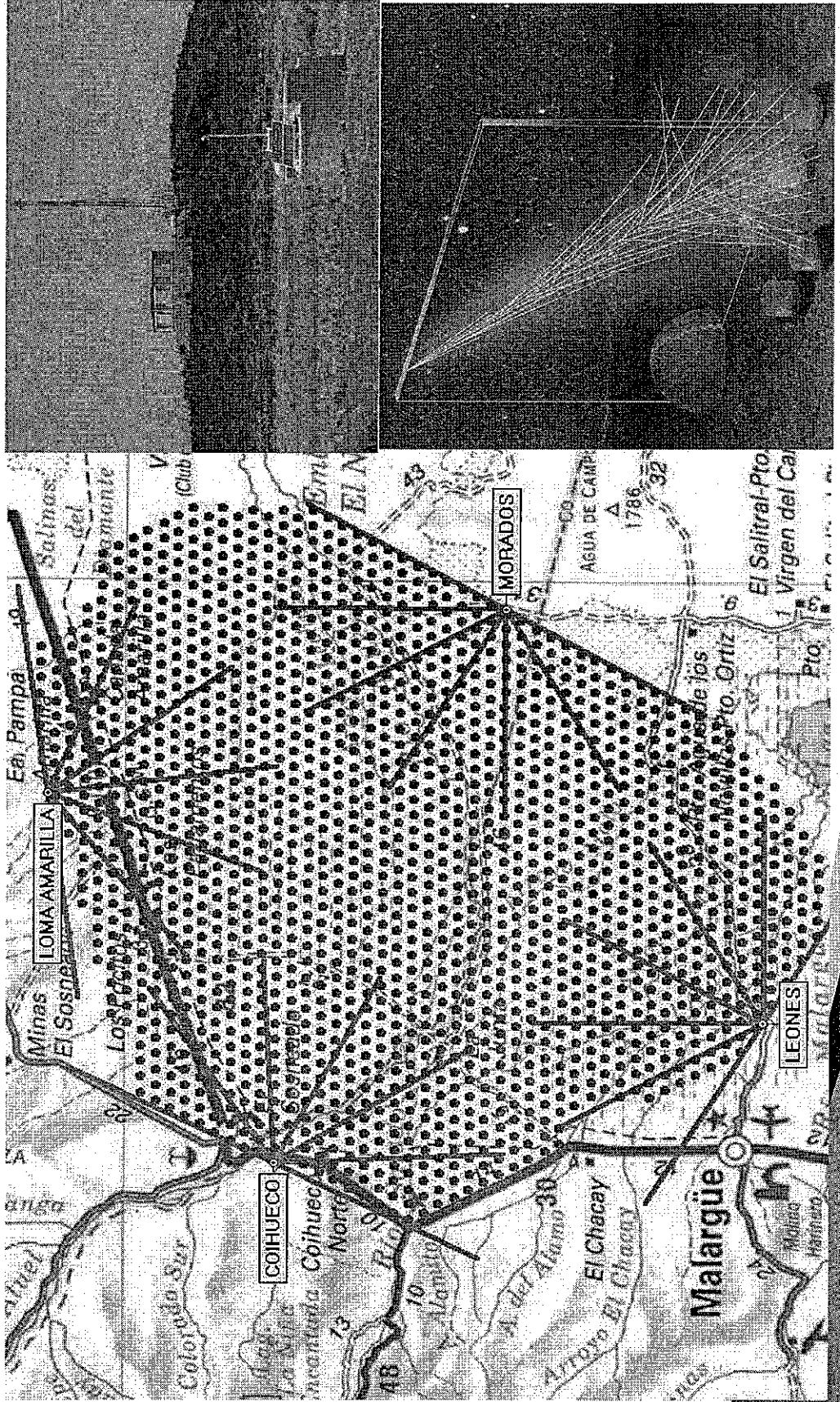
# Detectorul directional de miuoni din laboratorul subteran



# Detectorul direccional de miuoni din laboratorul subteran



# Pierre Auger Observatory



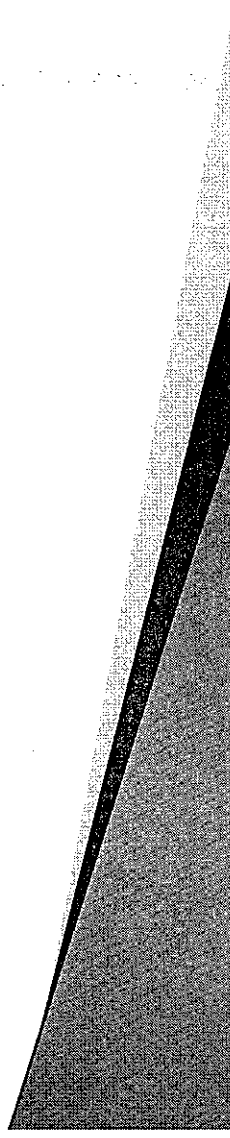
AN( Analysis and Nonparametric Inference )  
reprezintă o metodologie unitară de analiză  
a datelor multiparametrice, colectate de pe  
instalațiile moderne de fizica razelor  
cosmice constând din :

- ▶ - utilizarea optimă a informațiilor conținute în  
studiile de simulare și evenimente  
experimentale;
- ▶ - caracteristica cea mai bună de selecție și de  
reducere inițială a dimensiunii ;
- ▶ - metode optimizate de estimare a densității de  
probabilitate ;
- ▶ - scanarea distribuțiilor pentru a investiga  
structuri integrate netriviiale;
- ▶ - estimarea nonparametrică a funcției de

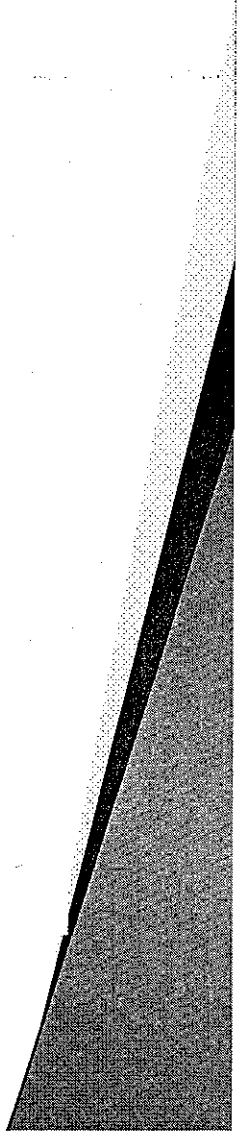
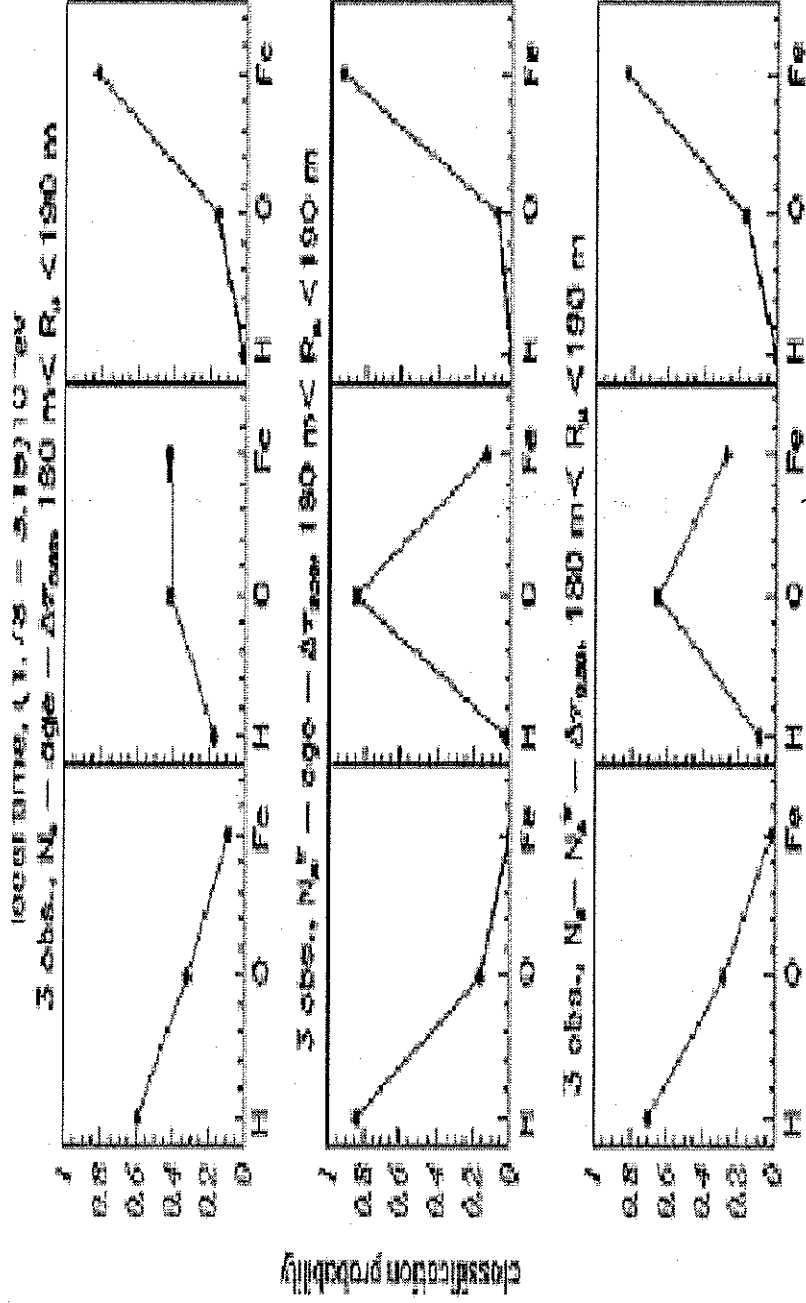
regresie.

## Principalele probleme fizice care trebuie rezolvate sunt: folosind RN

- ▶ - analiza eveniment cu eveniment a EAS
- ▶ - estimarea spectrului de masa a razelor cosmice primare;
- ▶ - determinarea tipului și energia particulelor primare;
- ▶ - analiza datelor din sistemul de formare a imaginii din detectorii Cerenkov .
- ▶ - pentru a obține modelul și estimarea parametrilor de interacție hadronica la energii mari.



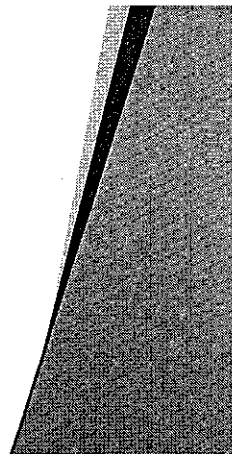
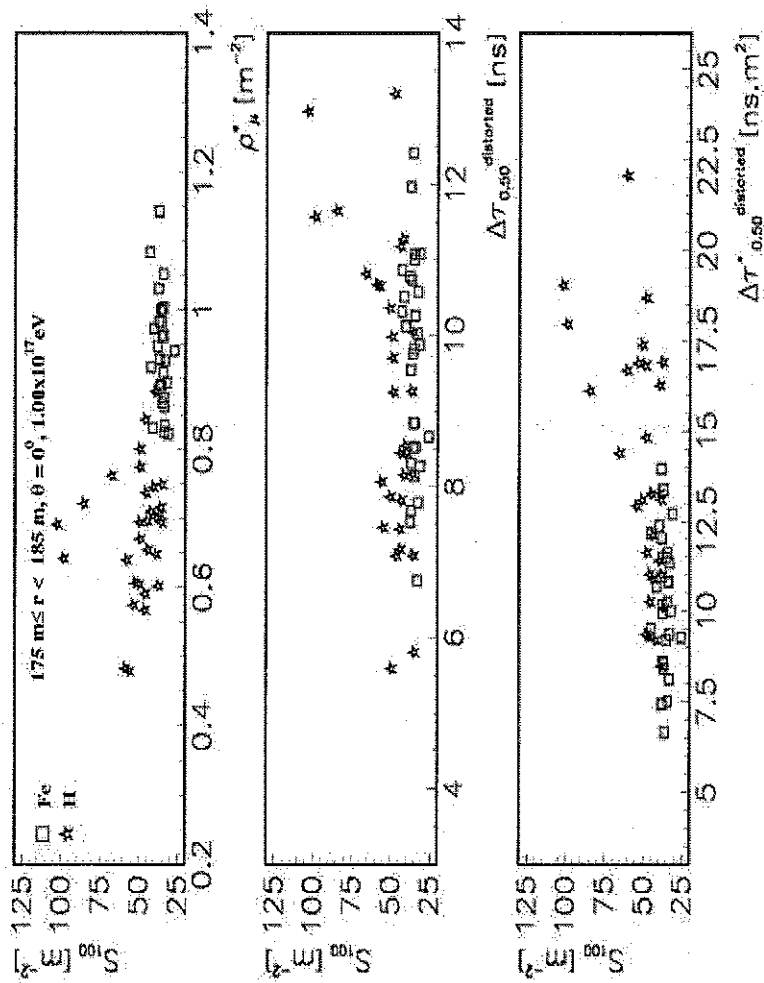
# Aplicatii ale codului ANI pentru reconstructia masei particulei primare.







# Aplicatii ale codului ANI pentru reconstructia masei particulei primare



# CONCLUZII

Pe baza datelor experimentale folosind metoda retelelor neuronale se vor obtine informatii privind:

- ▶ Modelele de interactie hadronica la energii mari
- ▶ Spectrul energetic al radiatiei cosmice primare
- ▶ Compozitia de masa a radiatiei cosmice primare
- ▶ Multiplicitatile miuonilor de energie mare
- ▶ Informatii privind fluxul direcional de miuoni la nivelul solului si in subteran folosind detectorul direcional .
- ▶ Retelele neuronale reprezinta o metoda moderna de analiza si interpretare a datelor experimentale complexe
- ▶ In studiul radiatiei cosmice metoda se foloseste cu succes in analiza distributiei de masa - programul ANI (Analysis and Nonparametric Inference )
- ▶ Intentionam sa aplicam metoda atat pentru studiul radiatiei cosmice primare ,folosind datele de la Pierre Auger Observatory , cat si pentru analiza informatiilor ce pot fi obtinute prin studiul miuonilor din radiatia secundara.