

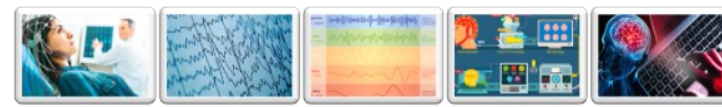
# ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΦΟΡΕΣΙΜΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΚΑΙ ΓΝΩΣΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

**ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΔΗΜ. ΤΖΗΜΟΥΡΤΑ**

Μηχανικός Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

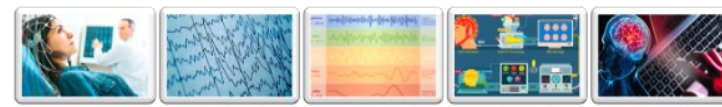
Επιβλέπων καθηγητής: **Λουκάς Αστρακάς**

7 Ιουλίου 2020



## Στόχοι διατριβής





# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ
- Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

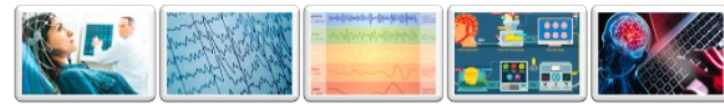
## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ
- Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά
- Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

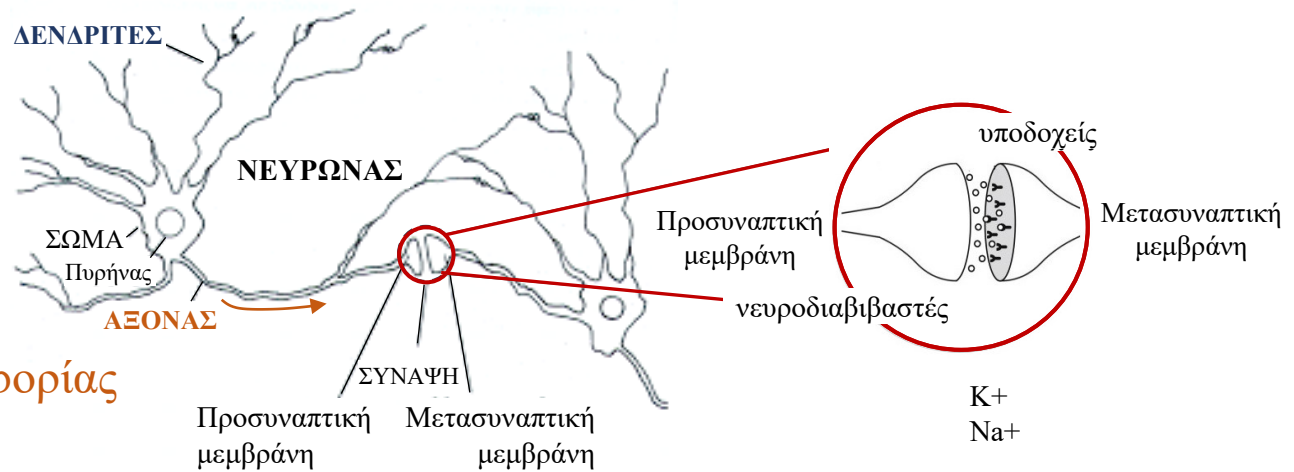
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ



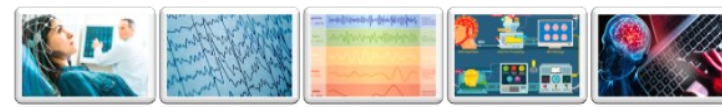
# Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου

λήψη πληροφορίας



μετάδοση πληροφορίας

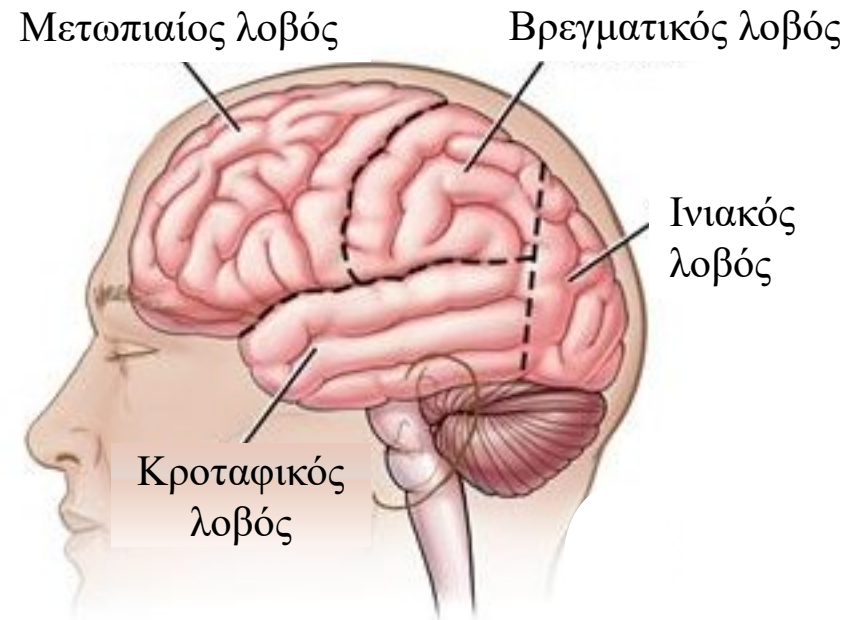
Εικόνα 1.1 Ανατομία του νευρώνα

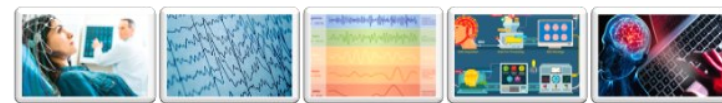


## Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου

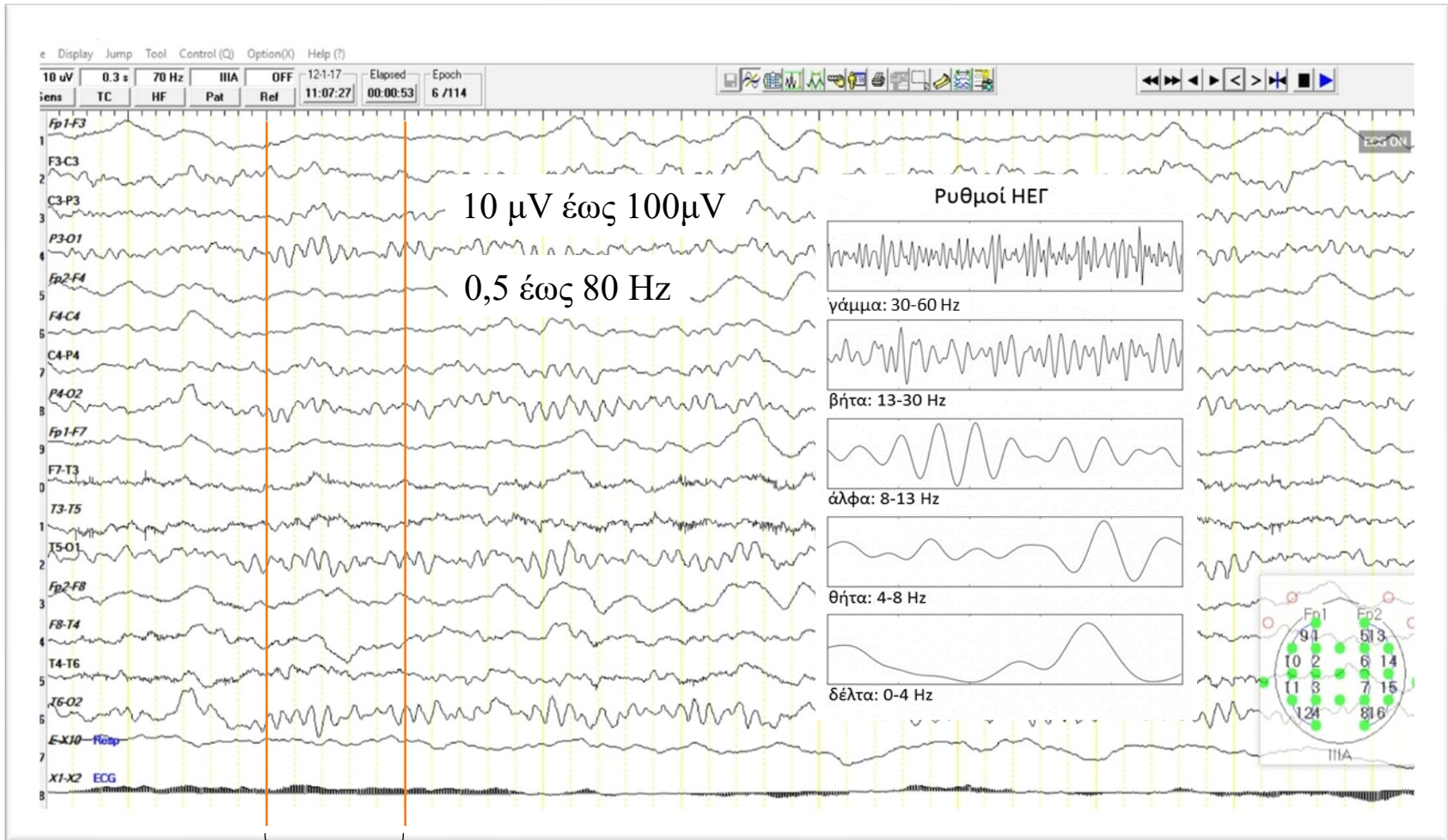
Ο ανθρώπινος εγκέφαλος χωρίζεται σε δύο ημισφαίρια το δεξί και το αριστερό. Σε κάθε ημισφαίριο υπάρχουν οι εξής δομικές περιοχές:

- Ο **μετωπιαίος** λοβός στο μπροστινό τμήμα και ελέγχει την κίνηση, το λόγο, τη συνείδηση.
- Ο **βρεγματικός** πίσω από τον μετωπιαίο και πριν τον ινιακό και ελέγχει τα ερεθίσματα.
- Ο **ινιακός** λοβός στο πίσω τμήμα του εγκεφάλου και είναι υπεύθυνος για την όραση.
- Ο **κροταφικός** στο πλάγιο τμήμα κάθε ημισφαιρίου και είναι υπεύθυνος για την ανάπτυξη συναισθημάτων, την αντίληψη την ακοή.

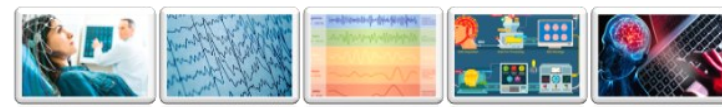




# Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

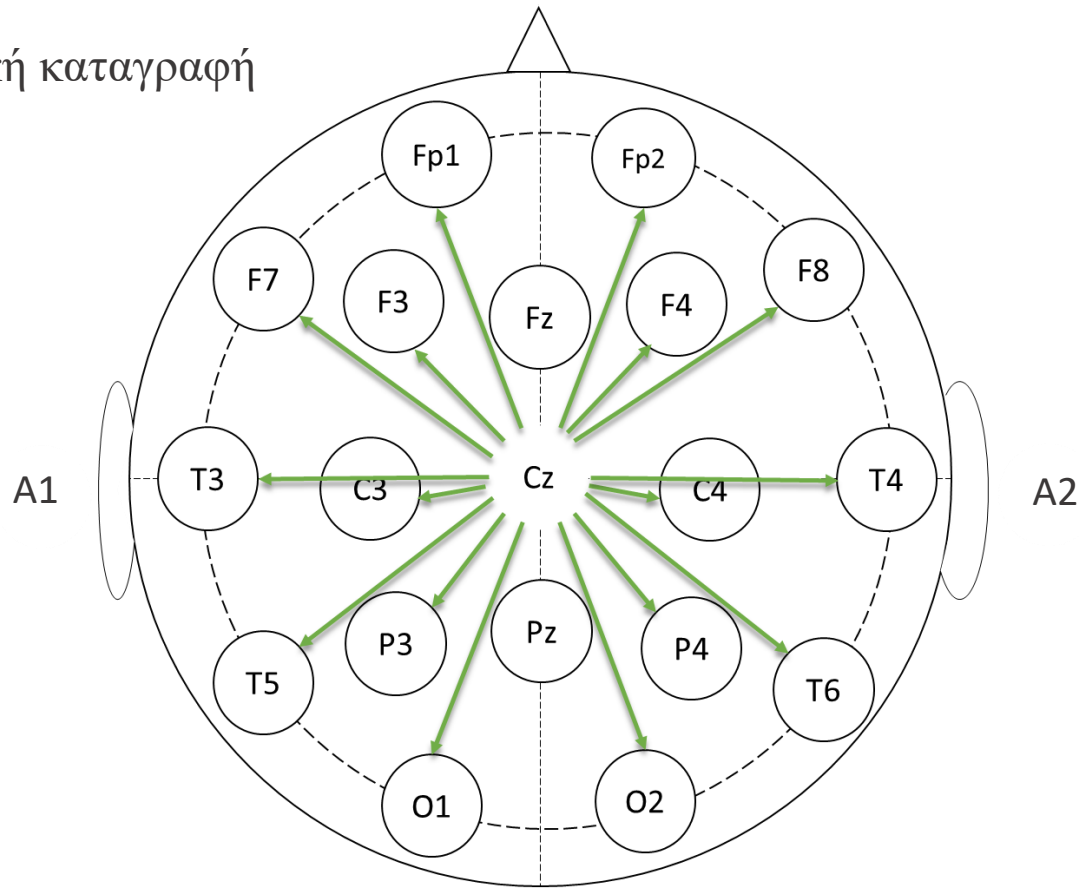


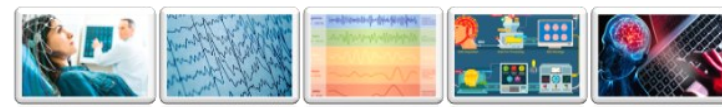
Εικόνα 1.2 Στιγμιότυπο ΗΕΓ καταγραφής



# Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

Μονοπολική καταγραφή





# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- **Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ**
- Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

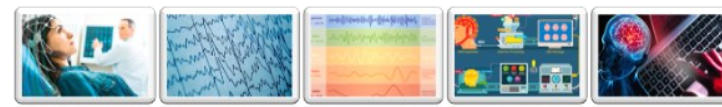
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ
- Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά
- Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ





# Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία

Επιληψία: Μη φυσιολογική εκφόρτιση των νευρώνων

## Επιληπτική κρίση

Εστιακής  
έναρξης

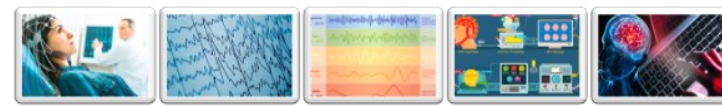
- Με διαταραχή του επιπέδου συνείδησης
- Χωρίς διαταραχή του επιπέδου συνείδησης

Γενικευμένης έναρξης

- Τυπική
- Άτυπη
- Μυοκλονική
- Μυοκλονία βλεφάρου

Άγνωστης  
έναρξης

- Επεισόδιο Συμπεριφορικής διαταραχής



# Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία



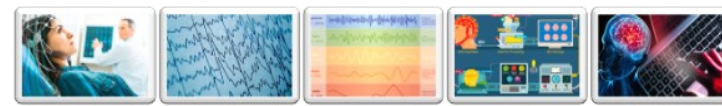
**Αιχμή**



**Αιχμηρό κύμα**



**Σύμπλεγμα αιχμής – κύματος**



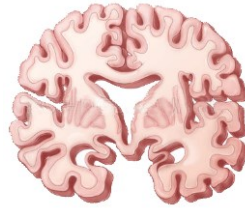
# Νευρολογικές παθήσεις: Η Νόσος Alzheimer

Νόσος Alzheimer: Νευροεκφυλιστική προοδευτική νόσος λόγω της συσσώρευσης πλακών  $\beta$ -αμυλοειδούς πρωτεΐνης ανάμεσα στους νευρώνες

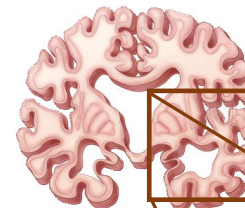
Υγιές εγκέφαλος



Ήπιο στάδιο  
Νόσου Αλτσχάιμερ



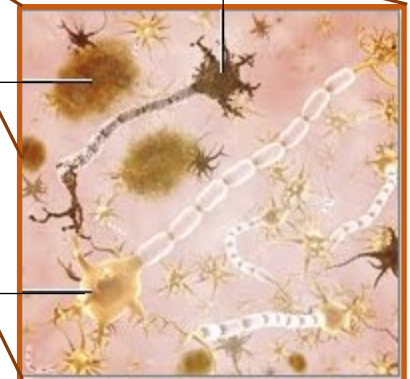
Σοβαρό στάδιο  
Νόσου Αλτσχάιμερ



Καταστροφή  
νευρώνα

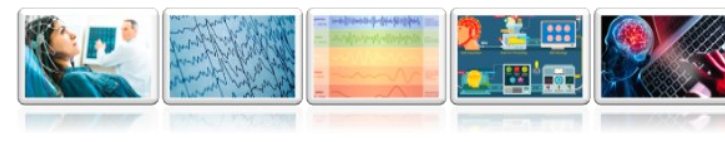
Πλάκες  $A\beta$

Υγιής νευρώνας

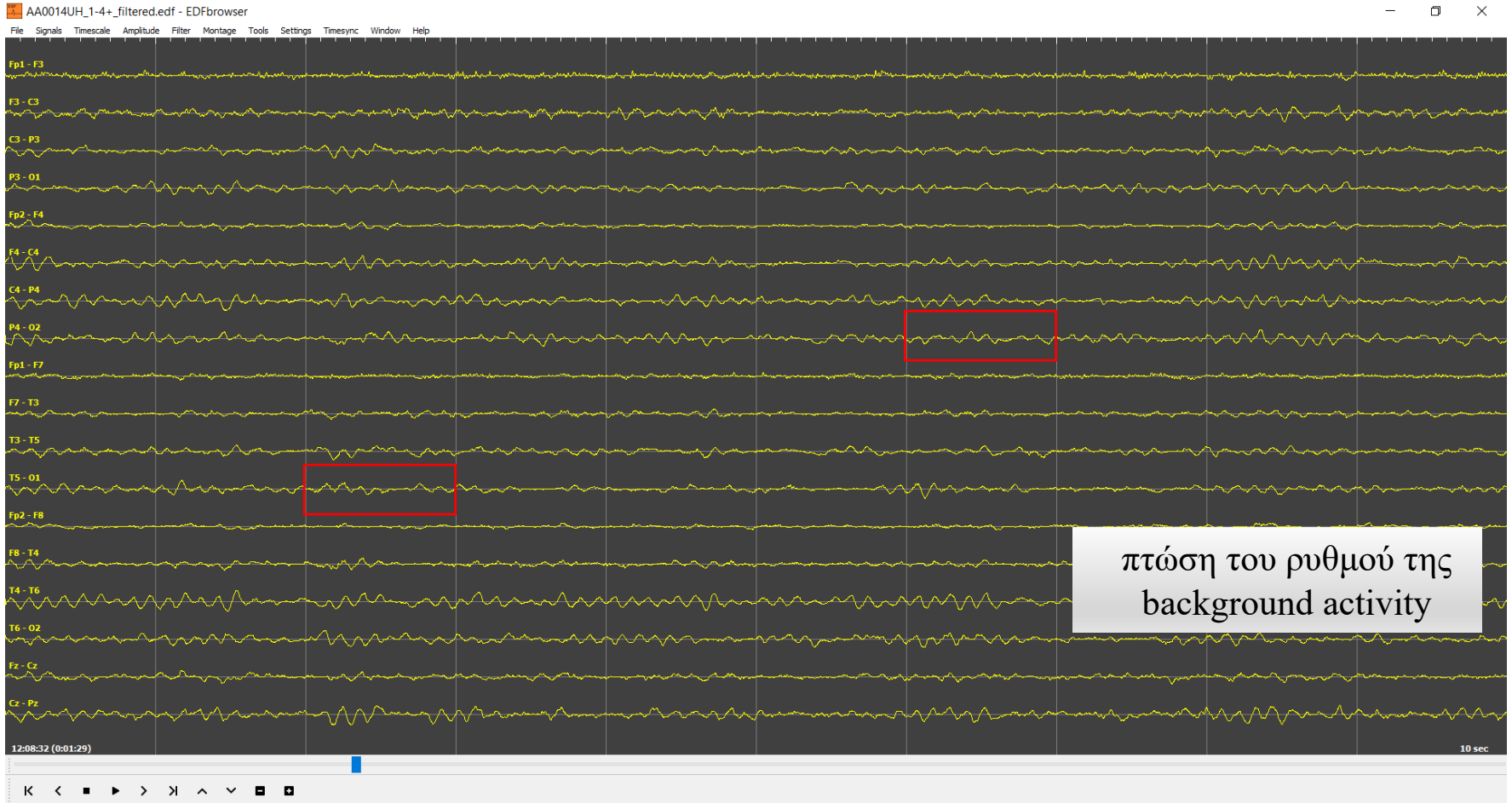


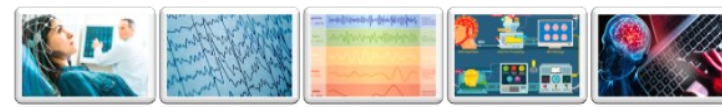
Νευρωνική απώλεια και συρρίκνωση των μεγάλων νευρώνων με συναπτική απώλεια

Καταστροφή των νευρικών κυττάρων



# Νευρολογικές παθήσεις: Η Νόσος Alzheimer





# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ
- **Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**
- Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

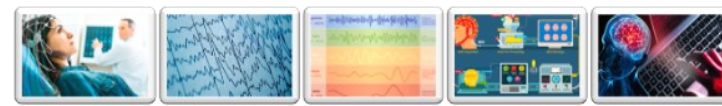
## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ
- Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά
- Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

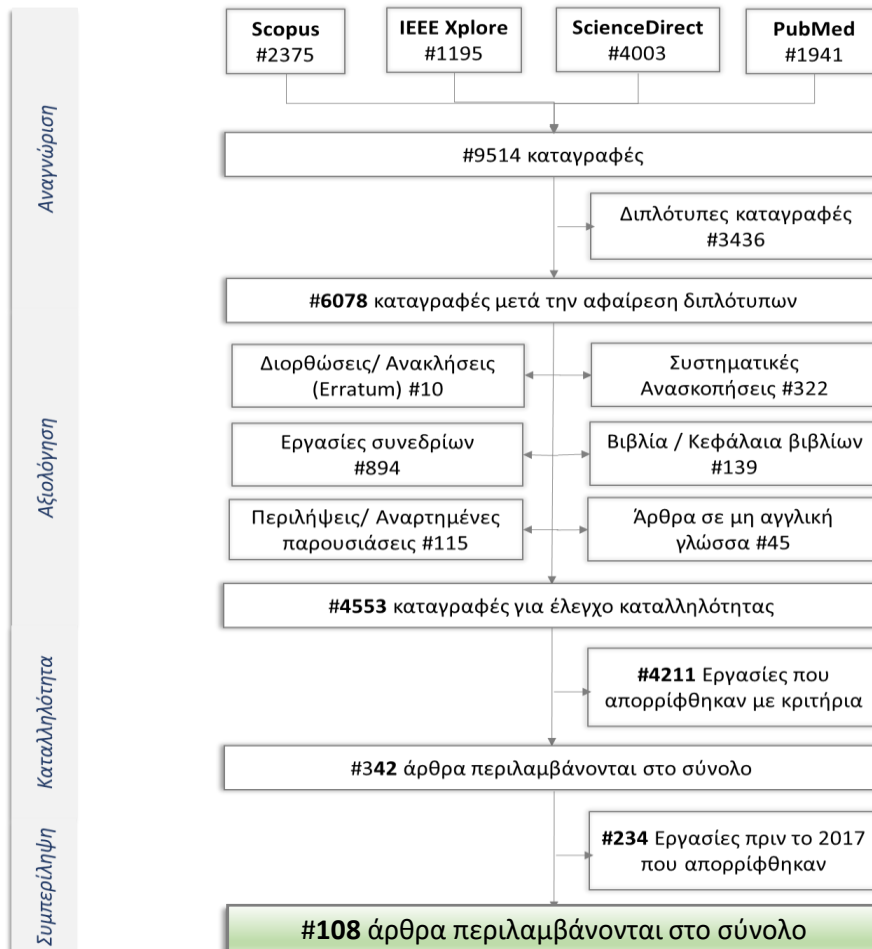
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ



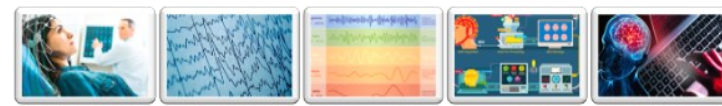
# Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Αναζήτηση για: ('EEG'[Τίτλο/Περίληψη] AND 'epilepsy'[Τίτλο/Περίληψη] OR 'seizure'[Τίτλο/Περίληψη] AND 'detection '[Τίτλο/Περίληψη]) NOT ('animal'[Τίτλο/Περίληψη] OR 'mouse'[Τίτλο/Περίληψη] OR 'mice'[Τίτλο/Περίληψη]) Χρονικό εύρος 2010 μέχρι Σήμερα



Μη προσβάσιμες εργασίες, δοκιμές σε ζώα, μη ΗΕΓ μελέτες, συσχέτιση της επιληψίας με άλλες ασθένειες, μελέτες επίδρασης της φαρμακευτικής αγωγής στο ΗΕΓ, μελέτες ύπνου, Κοινωνικο-πολιτισμικές μελέτες, εργασίες Νευροανάδρασης, συσκευές ΗΕΓ, θεραπευτικές παρεμβάσεις, Μελέτες περίπτωσης, Εργασίες σε μη πραγματικά κλινικά δεδομένα, μελέτες σε νεογνά, μελέτες εξατομικευμένης ανίχνευσης επιληψίας

Εικόνα 1.3 Μεθοδολογία αναζήτησης σύμφωνα με την τεχνική PRISMA



# Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Αποτελέσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

Εξαγωγή  
χαρακτηριστικών

Στατιστικές μέθοδοι και  
δείκτες [1,2]

*Ανάλυση χρόνου*

Μετασχηματισμός  
Fourier [3,4]

*Ανάλυση  
συχνότητας*

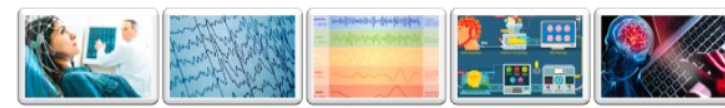
Ανάλυση Κυματιδίων,  
Μετασχηματισμός Hilbert-  
Huang, Μετασχηματισμός  
Fourier Βραχέως Χρόνου [5,6]

*Ανάλυση χρόνου  
– συχνότητας*

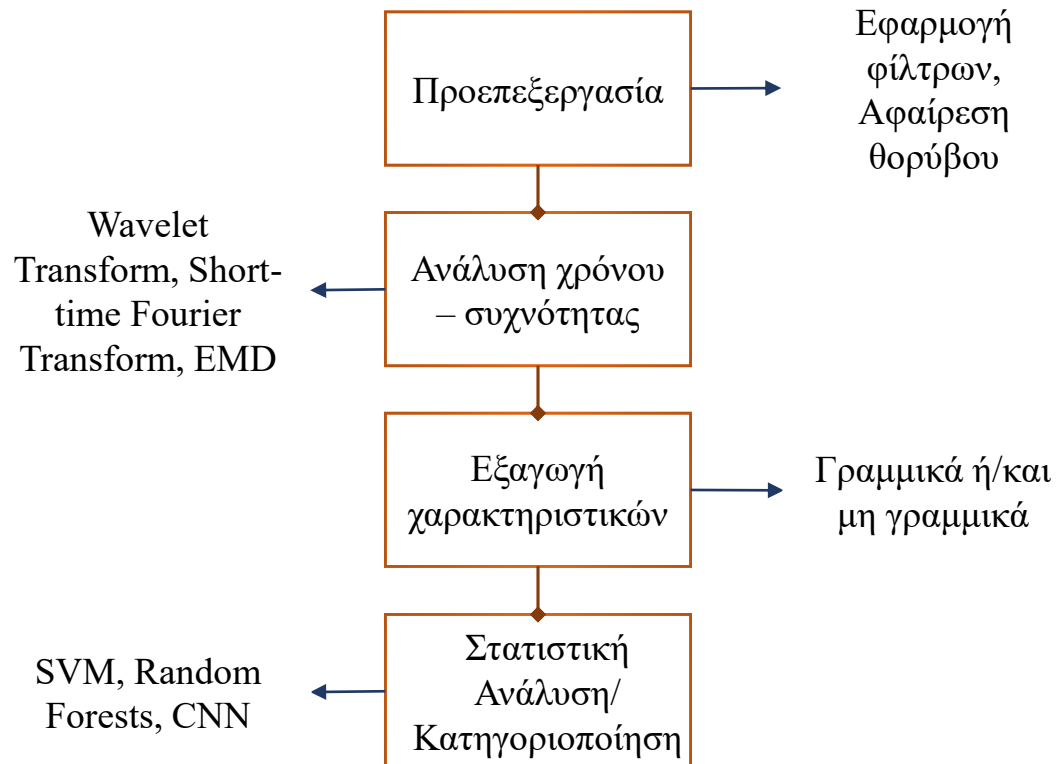
Multifractal Detrended  
Fluctuation Analysis,  
Εντροπία [7,8]

*Μη γραμμική  
Ανάλυση*

- [1]. Saini et al. (2018), *Neurol Res*
- [2]. Chiang et al. (2019), *IEEE Access*
- [3]. Wang et al. (2019), *Sensors*
- [4]. Zhao et al. (2019), *IEEE Access*
- [5]. Mahjoub et al. (2019), *Biomed Tech.*
- [6]. Gu et al. (2018), *IEEE Access*
- [7]. Ibrahim et al. (2017), *Int J Electr Eng Informatics.*
- [8]. Mansouri et al. (2019), *Algorithms*

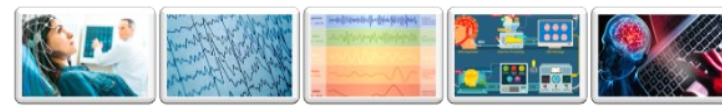


# Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης (1/2)



Εικόνα 1.4 Στάδια ανάλυσης των εργασιών με αντικείμενο μελέτης την ανίχνευση των επιληπτικών κρίσεων





# Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης (2/2)

#47 εργασίες

Πανεπιστήμιο της **Bonn**

#8 εργασίες

#9 εργασίες

Children's Hospital of  
Boston (**CHB-MIT**)

#2 εργασίες

#3 εργασίες

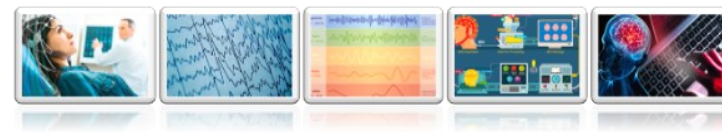
Πανεπιστημιακό  
Νοσοκομείο της  
**Freiburg**

#3 εργασίες

#27 εργασίες

Άλλες βάσεις  
(TUH, Bern-Barcelona  
EEG database κτλ.)

#11 εργασίες



# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ
- Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- **Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**

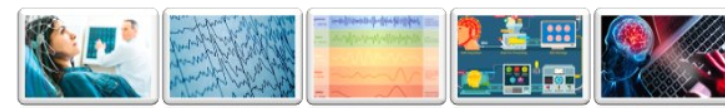
## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ
- Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά
- Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

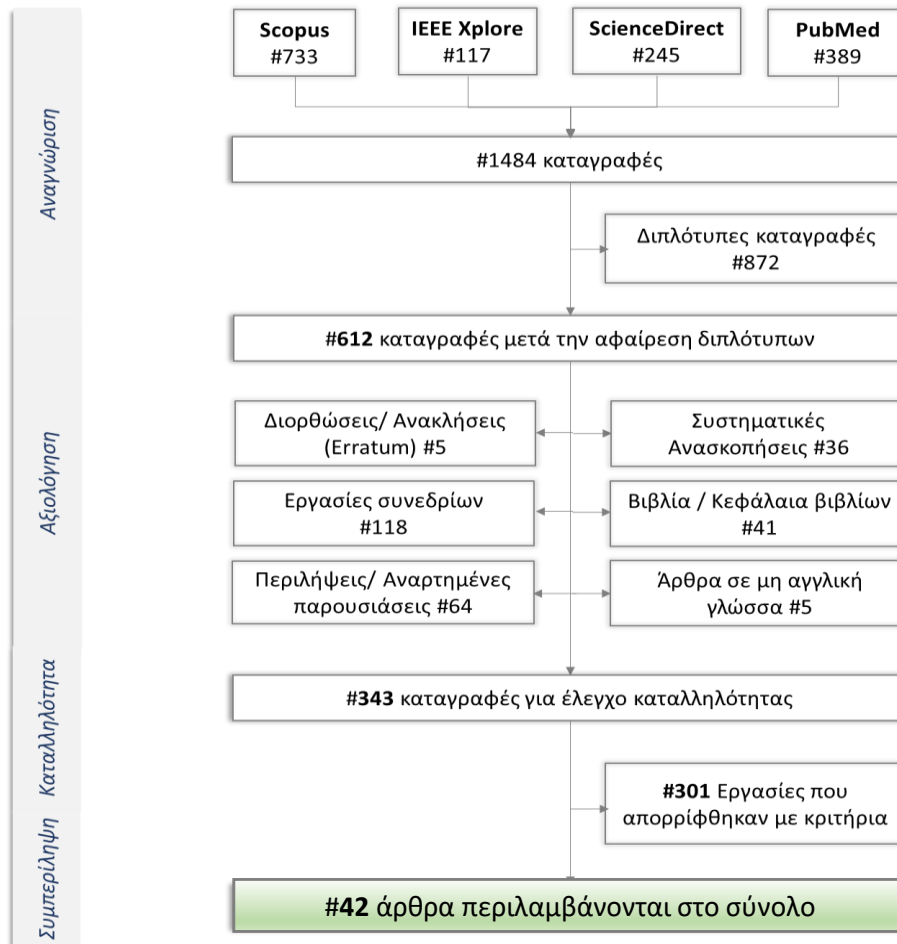
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ



# Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

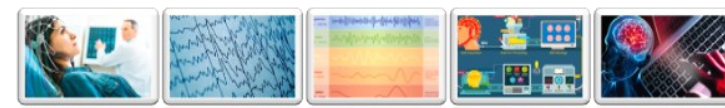
Αναζήτηση για: ('Alzheimer's'[Τίτλο/Περίληψη] AND 'EEG'[Τίτλο/Περίληψη]) NOT ('mouse'[Τίτλο/Περίληψη]  
OR 'mice'[Τίτλο/Περίληψη] OR 'MCI'[Τίτλο/Περίληψη]) Χρονικό εύρος 2009 μέχρι Σήμερα



- 33 εργασίες ανίχνευσης της ΝΑ
- 9 εργασίες εκτίμησης της βαρύτητας της ΝΑ από το ΗΕΓ

Μη προσβάσιμες εργασίες, δοκιμές σε ζώα, μη ΗΕΓ μελέτες, άλλες άνοιες/συννοσηρότητες, μελέτες επίδρασης της φαρμακευτικής αγωγής στο ΗΕΓ, μελέτες ύπνου, μελέτες σε υποκείμενα διαφορετικών ηλικιών, εργασίες Νευροανάδρασης, συσκευές ΗΕΓ, εργασίες για Εν τω Βάθει Εγκεφαλική Διέγερση

Εικόνα 1.5 Μεθοδολογία αναζήτησης σύμφωνα με την τεχνική PRISMA



# Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Αποτελέσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

Μελέτη της **επιβράδυνσης** των εγκεφαλικών ρυθμών

↓  
Ισχύς Ζώνης και αναλογία ΗΕΓ ρυθμών <sup>[1-2]</sup>, Διαμόρφωση πλάτους

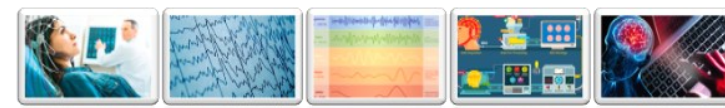
Μελέτη της **Πολυπλοκότητας** του εγκεφάλου

↓  
Χαρακτηριστικά Εντροπίας<sup>[3]</sup>, Πολυπλοκότητα Lempel–Ziv <sup>[4]</sup>, Αμοιβαία Πληροφορία, Φασματικά και στατιστικά χαρακτηριστικά <sup>[5-6]</sup>,

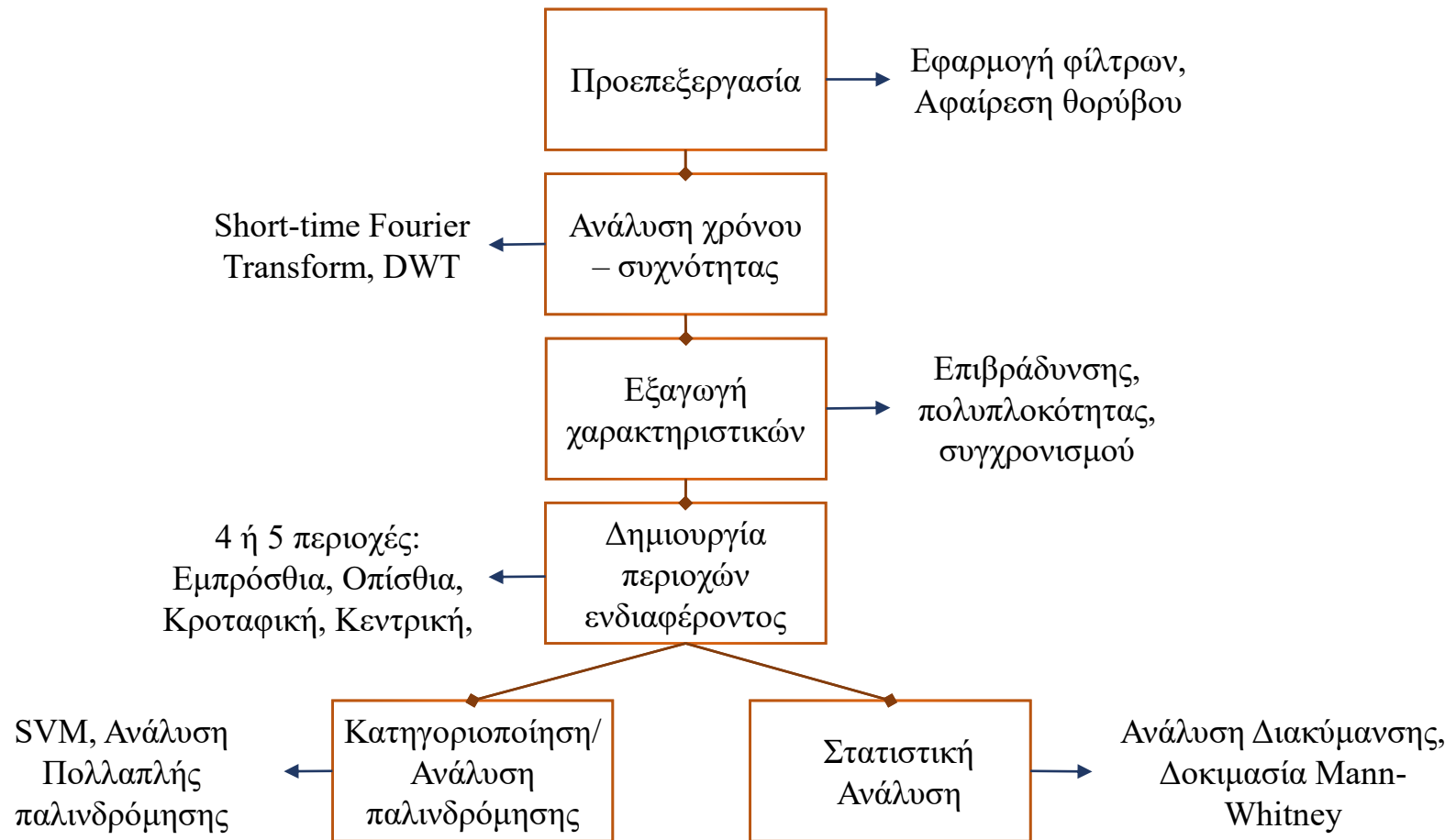
Μελέτη του **Συγχρονισμού** και της Λειτουργικής συνδεσιμότητας των καταγραφών

↓  
Χαρακτηριστικά από το λογισμικό LORETA <sup>[7]</sup>, Δείκτης Συγχρονισμού Φάσης, Συνοχή <sup>[8]</sup>

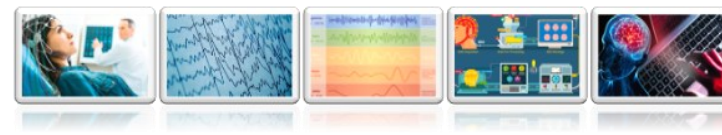
[1] Schmidt et al. (2013), *Front Aging Neurosci.*  
[2] Falk et al. (2012), *EURASIP J Adv Signal Process*  
[3] Azami et al. (2019), *IEEE Access*  
[4] Kim et al. (2018), *J Korean Phys Soc.*  
[5] Wang et al. (2014), *Chaos.*  
[6] Tylova et al. (2013), *Acta Polytech.*  
[7] Trigianni et al. (2017), *Front Neurosci.*  
[8] Dubovik et al. (2013), *Clin Neurophysiol.*



# Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης



Εικόνα 1.6 Στάδια ανάλυσης των εργασιών με αντικείμενο μελέτης την ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ ή τη συσχέτιση της μεταβολής ποσοτικών ΗΕΓ χαρακτηριστικών με τη μεταβολή της βαθμολογίας MMSE



# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ
- Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

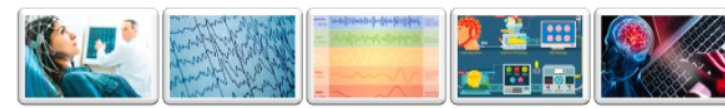
## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- **Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας**
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ
- Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά
- Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

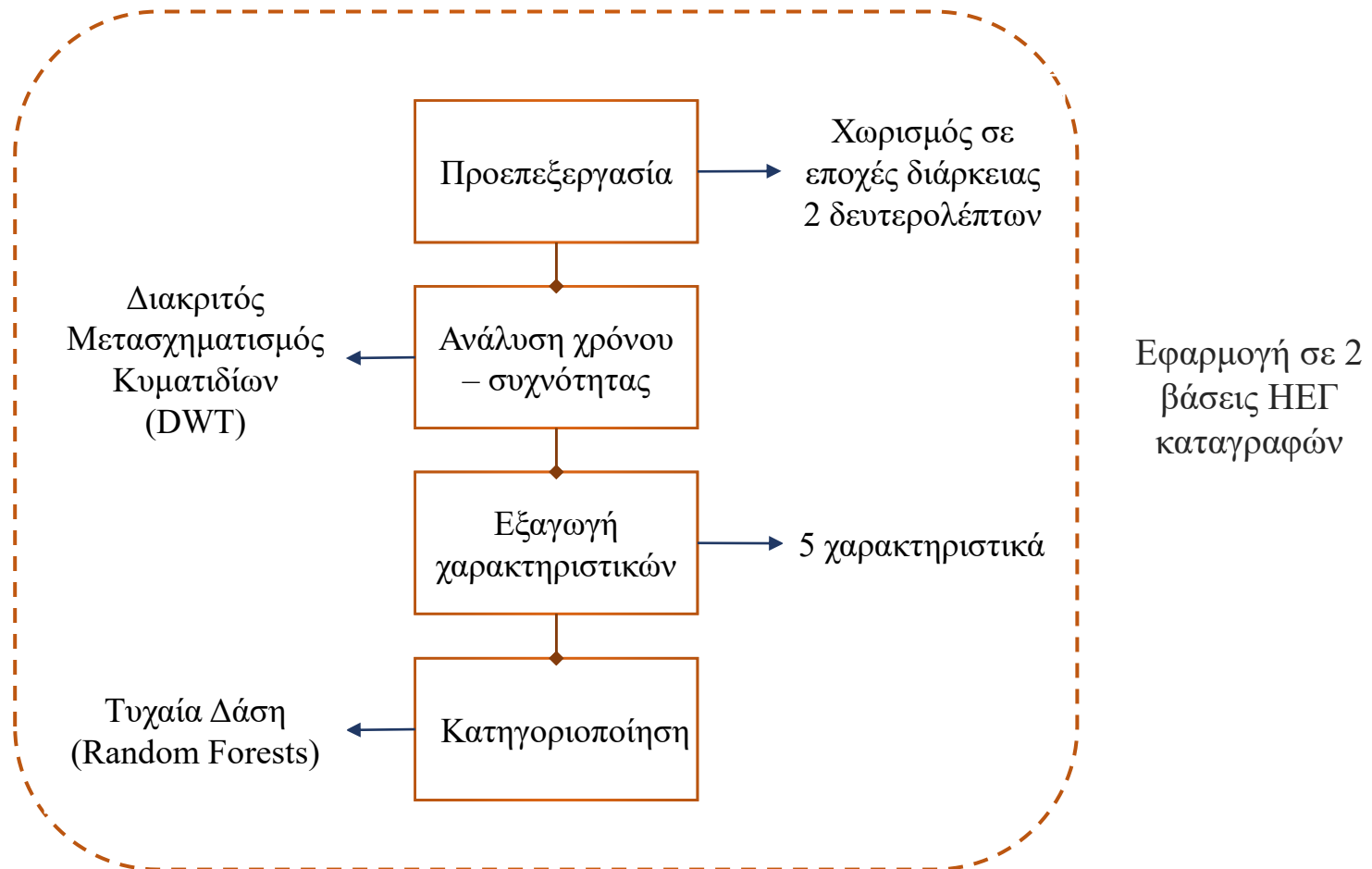
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

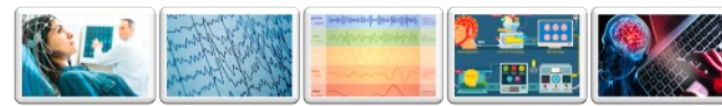
ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ



# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας

*Μεθοδολογία αυτόματης ανίχνευσης των επιληπτικών κρίσεων*





# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Οι βάσεις δεδομένων (1/2)

## Βάση δεδομένων του Πανεπιστημίου της Bonn

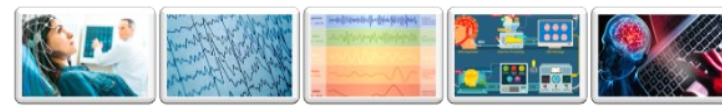
Επιφανειακές και ενδοκρανιακές μονοκαναλικές ΗΕΓ καταγραφές μικρής διάρκειας (23,6 sec) από 5 ασθενείς και 5 φυσιολογικά άτομα

5 επιμέρους σύνολα δεδομένων (Z, O, N, F, S) με 100 καταγραφές το καθένα

Πίνακας 2.1 Συνοπτική παρουσίαση της βάσης ΗΕΓ καταγραφών του Πανεπιστημίου της Βόννης. Το επιφανειακό ΗΕΓ σημειώνεται με το ακρωνύμιο «sEEG» και το ενδοκρανιακό ΗΕΓ με το ακρωνύμιο «iEEG»

Σύνολο	Τύπος ΗΕΓ	Συμμετέχοντες	Κατάσταση συμμετεχόντων
Z	sEEG	υγιείς	Χαλαρή κατάσταση, σε καθιστή θέση με τα μάτια ανοιχτά
O	sEEG	υγιείς	Χαλαρή κατάσταση, σε καθιστή θέση με τα μάτια κλειστά
N	iEEG	επιληπτικοί ασθενείς	Μεσοκριτική δραστηριότητα, απουσία κρίσης από το αντίθετο ημισφαίριο της ζώνης επιληπτογένεσης
F	iEEG	επιληπτικοί ασθενείς	Μεσοκριτική δραστηριότητα, απουσία κρίσης από τη ζώνη επιληπτογένεσης
S	iEEG	επιληπτικοί ασθενείς	Επιληπτική κρίση από τη ζώνη επιληπτογένεσης





# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Οι βάσεις δεδομένων (1/2)

Κέντρο Επιληψίας του **Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου της Freiburg**

Ενδοκρανιακές ΗΕΓ καταγραφές μεγάλης διάρκειας από 21 ασθενείς κατά τη διάρκεια μεσοκριτικής, προκριτικής και κριτικής δραστηριότητας

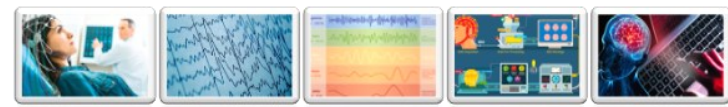
2 – 3 επεισόδια για κάθε ασθενή

6 ενδοκρανιακά κανάλια (3 εστιακά και 3 μη εστιακά)

87 επιληπτικές κρίσεις και 509 ώρες

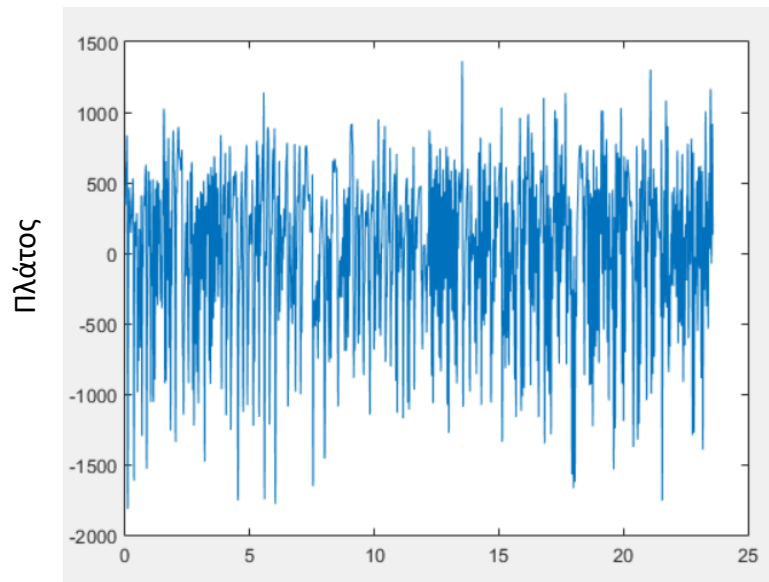


85 επιληπτικές κρίσεις και 26 ώρες



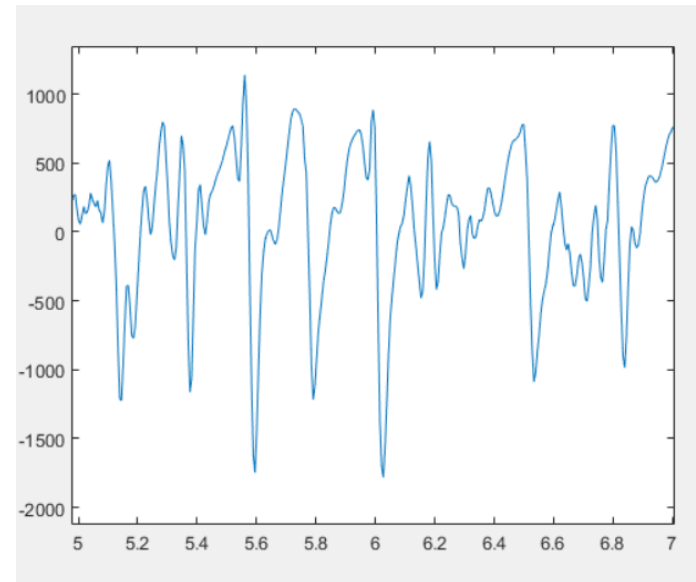
# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας - Χωρισμός ΗΕΓ σε εποχές – βάση Bonn

ΗΕΓ καταγραφή (23,6 sec) ομάδας S



Χρόνος (sec)

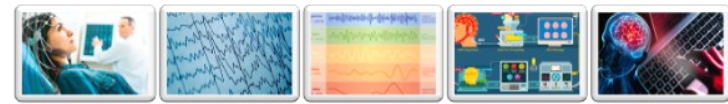
ΗΕΓ τμήμα (2 sec) ομάδας S



Χρόνος (sec)

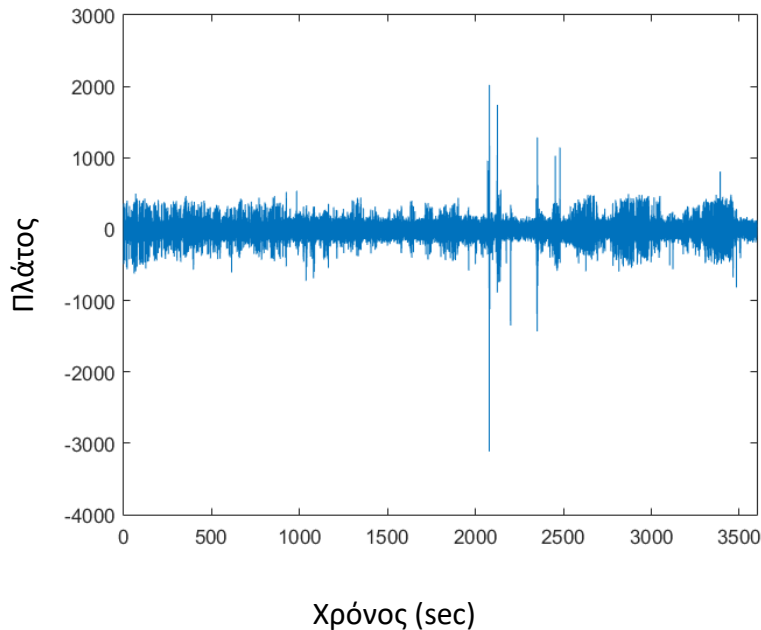


1100 ΗΕΓ τμήματα/σύνολο

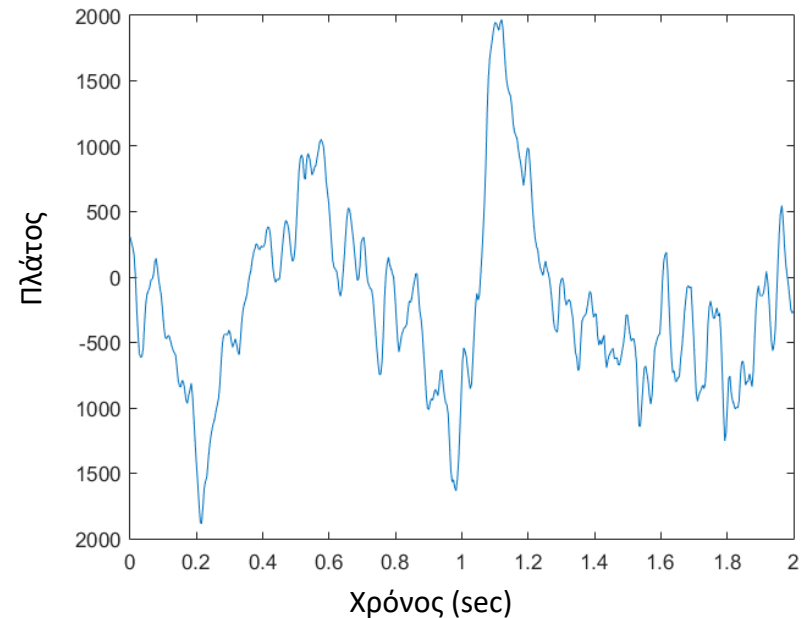


# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας - Χωρισμός ΗΕΓ σε εποχές – βάση Freiburg

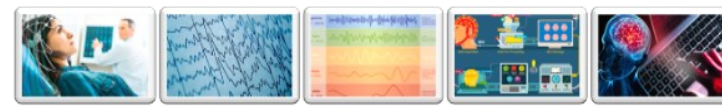
Ictal ΗΕΓ καταγραφή (3600 sec)



Ictal ΗΕΓ τμήμα (2 sec)



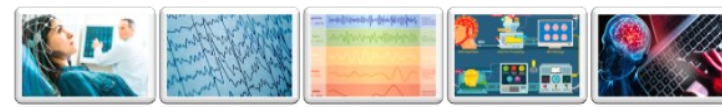
1800 ΗΕΓ τμήματα/ασθενή



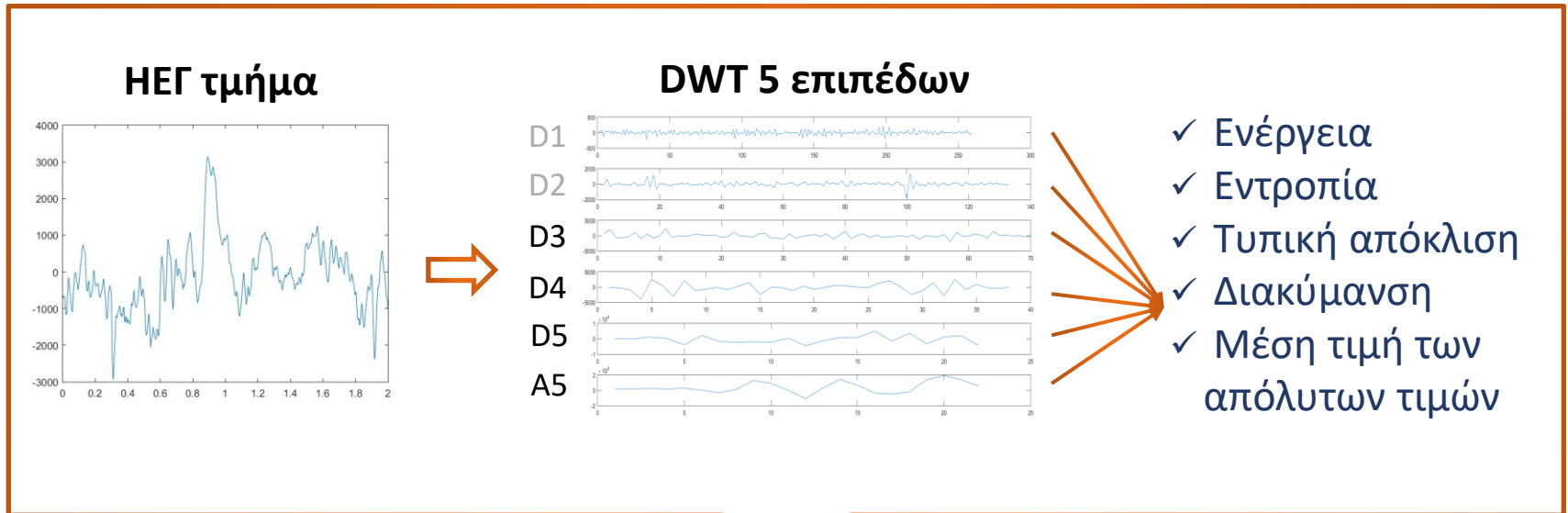
## Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Διακριτός Μετασχηματισμός Κυματιδίων

Ο αριθμός των επιπέδων αποσύνθεσης επιλέγεται με βάση τη συχνότητα δειγματοληψίας για κάθε βάση

Συντελεστής σήματος	Εύρος συχνοτήτων για τη βάση του Πανεπιστημίου της Bonn (Hz)	Εύρος συχνοτήτων για τη βάση του Πανεπιστημίου της Freiburg (Hz)
D1	43.4 – 86.8	64 – 128
D2	21.7 – 43.4	32 – 64
D3	10.8 – 21.7	16 – 32
D4	5.4 – 10.8	8 – 16
D5	2.7 – 5.4	4 – 8
A5	0 – 2.7	0 – 4



# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Εξαγωγή χαρακτηριστικών

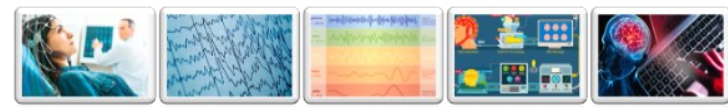


*Βάση Bonn*

20 χαρακτηριστικά + χαρακτηριστικό κλάσης

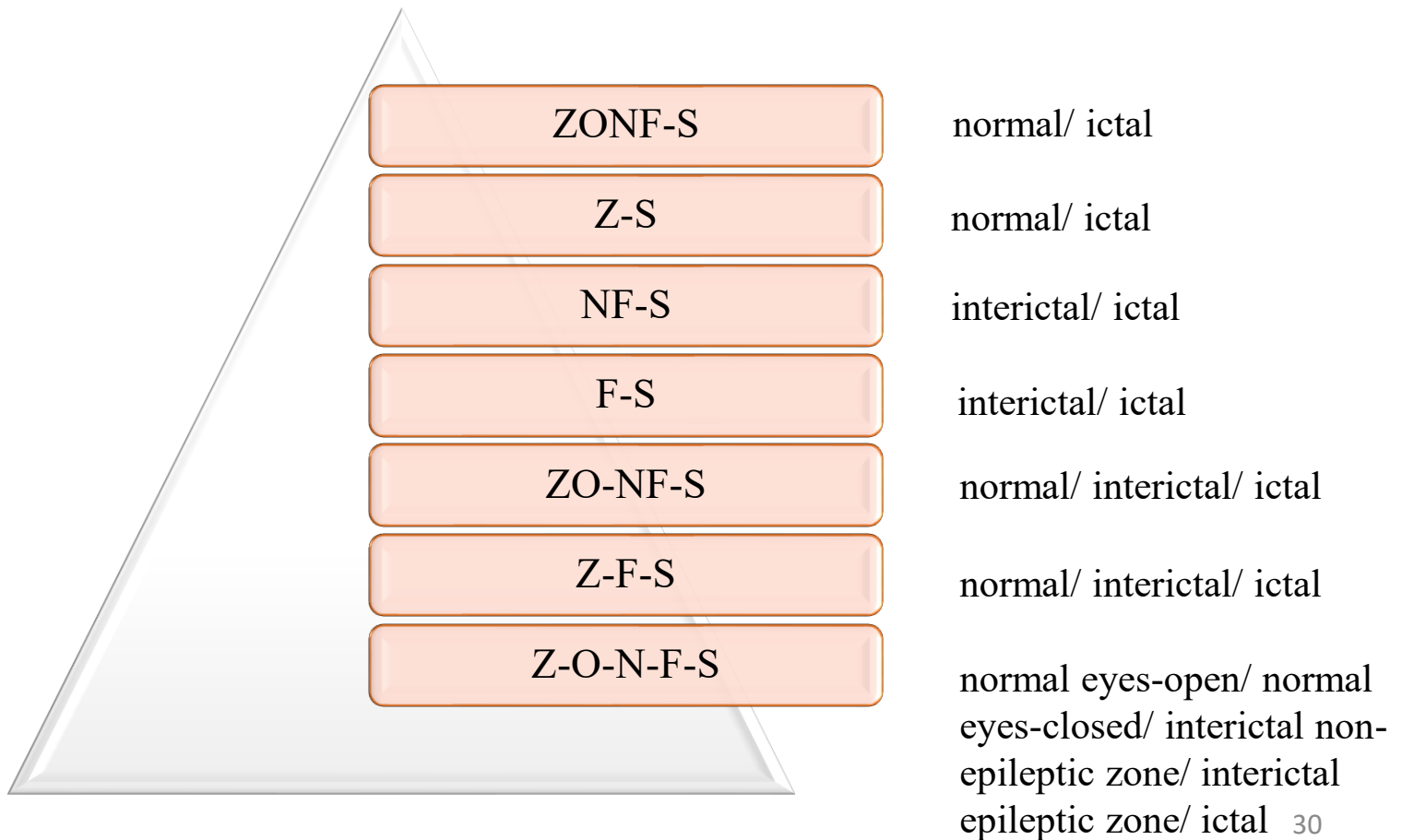
*Βάση Freiburg*

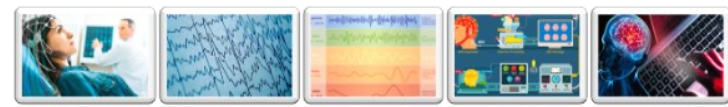
120 χαρακτηριστικά + χαρακτηριστικό κλάσης



# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Ταξινόμηση με Random Forests (1/2)

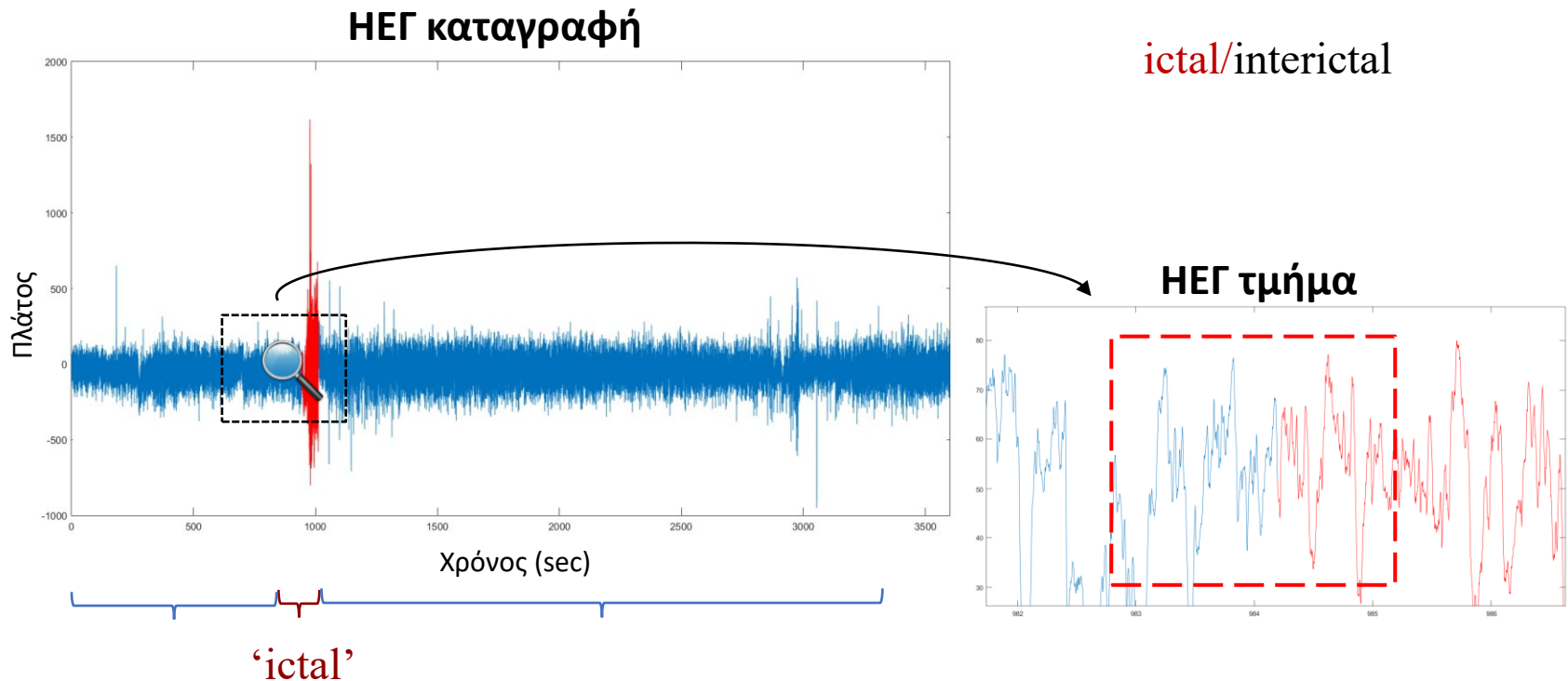
*Βάση του Πανεπιστημίου της Bonn*

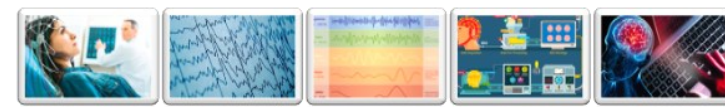




# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Ταξινόμηση με Random Forests (2/2)

Βάση του Πανεπιστημίου της Freiburg





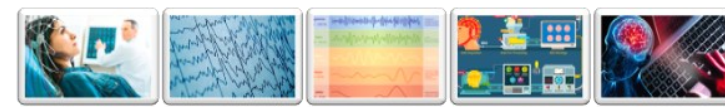
## Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Αποτελέσματα (1/2)

Πίνακας 2.2 Αποτελέσματα Ακρίβειας, Ευαισθησίας, Ειδικότητας ταξινόμησης για διαφορετικά προβλήματα κατηγοριοποίησης από τη βάση της Bonn και για το πρόβλημα ictal/interictal (κριτικής/μεσοκριτικής δραστηριότητας) της βάσης της Freiburg.

	Πρόβλημα ταξινόμησης	Ακρίβεια (%)	Ευαισθησία (%)	Ειδικότητα (%)
<i>Βάση Bonn</i>	ZONF-S	99.16	99.52	91.56
	Z-S	99.95	100	91.66
	NF-S	98.15	98.64	97.18
	F-S	97.77	97.64	97.91
	ZO-NF-S	95.84	96.04*	97.75*
	Z-F-S	96.09	96.09*	98.01*
	Z-O-N-F-S	82.25	82.25*	95.00*
	<b>Μέσος όρος</b>	<b>95.60</b>	<b>95.74</b>	<b>95.58</b>
<i>Βάση Freiburg</i>	ictal/interictal	97.74	99.74	97.30

\*μέσος όρος για όλες τις κλάσεις





# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας – Αποτελέσματα (2/2)

**Πίνακας 2.3 Συγκριτικός πίνακας πρόσφατων μεθοδολογιών ανίχνευσης των επιληπτικών κρίσεων που έχουν επικυρωθεί στις βάσεις δεδομένων της Bonn και της Freiburg**

Συγγραφείς	Μεθοδολογία	Μέθοδος εκπαίδευσης	Βάση δεδομένων	Πρόβλημα ταξινόμησης	Αποτελέσματα ταξινόμησης		
					Ακρίβεια	Ευσαιθησία	Ειδικότητα
*Bajaj & Pachori [1]	EMD, Διαμόρφωση πλάτους και συχνότητας, SVM	Διασταυρωμένη επικύρωση 10 τμημάτων	Bonn 500 σήματα	ZONF-S	95.00% - 96.00%	94.12% - 94.44%	95.17% - 96.34%
Parvez & Paul [2]			Freiburg 21 ασθενείς	Ictal-interictal	80.70%	59.22%	82.28%
Xie & Krishnan [3]	Ανάλυση κυματιδίων, διακύμανση, Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο	Διασταυρωμένη επικύρωση 10 τμημάτων	Bonn 500 σήματα	ZONF-S	100%	-	-
			Freiburg <b>4 ασθενείς (8 ώρες)</b>	Ictal-interictal	<b>99.00%</b>	-	-
Parvez & Paul [4]	ICA και DCT, Ενέργεια, SVM	Εκπαίδευση: 80% Έλεγχος: 20%	Bonn 500 σήματα	ZONF-S	95.00%	98.91%	94.35%
			Freiburg <b>12 ασθενείς (1.2 ώρες)</b>	Ictal-interictal	<b>97.59%</b>	100%	97.00%
Xie & Krishnan [5]	DPCA, Ενέργεια, Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο	Διασταυρωμένη επικύρωση 10 τμημάτων	Bonn 500 σήματα	ZONF-S	100%	-	-
			Freiburg <b>2 ασθενείς (7 ώρες)</b>	Ictal-interictal	<b>93.80%</b>	-	-
Tzamourta et al. [6]	DWT, Ενέργεια, εντροπία, τοπική απόκλιση, μέσος όρος των απόλυτων τιμών, διακύμανση, Τυχαία Δάση	Διασταυρωμένη επικύρωση 10 τμημάτων	Bonn 500 σήματα	ZONF-S	<b>95.23%</b>	<b>99.74%</b>	<b>97.42%</b>
			Freiburg 21 ασθενείς (28.6 ώρες)	Ictal-interictal	<b>97.74%</b>	<b>99.74%</b>	<b>97.30%</b>
				Z-S	<b>99.95%</b>	<b>100%</b>	<b>91.66%</b>
				NF-S	<b>98.15%</b>	<b>98.64%</b>	<b>97.18%</b>

[1]. Bajaj & Pachori (2011), *Int. Conf. on Mult., Signal Proc. and Com. Techn. (IMPACT)*.

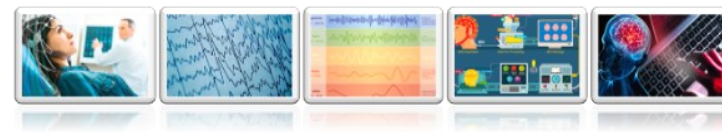
[2]. Parvez & Paul (2014), *Neurocomputing*

[3]. Xie & Krishnan (2012), *Med. Biol. Eng. Comput.*

[4]. Parvez & Paul (2015), *IET Signal Process.*

[5]. Xie & Krishnan (2014), *Sci. World J.*

[6]. Tzamourta et al. (2019), *Health and Techn.*



# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ
- Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

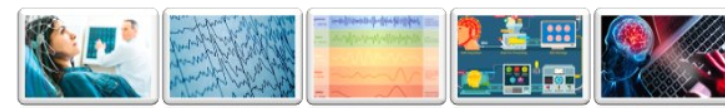
## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας
- **Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ**
- Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά
- Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

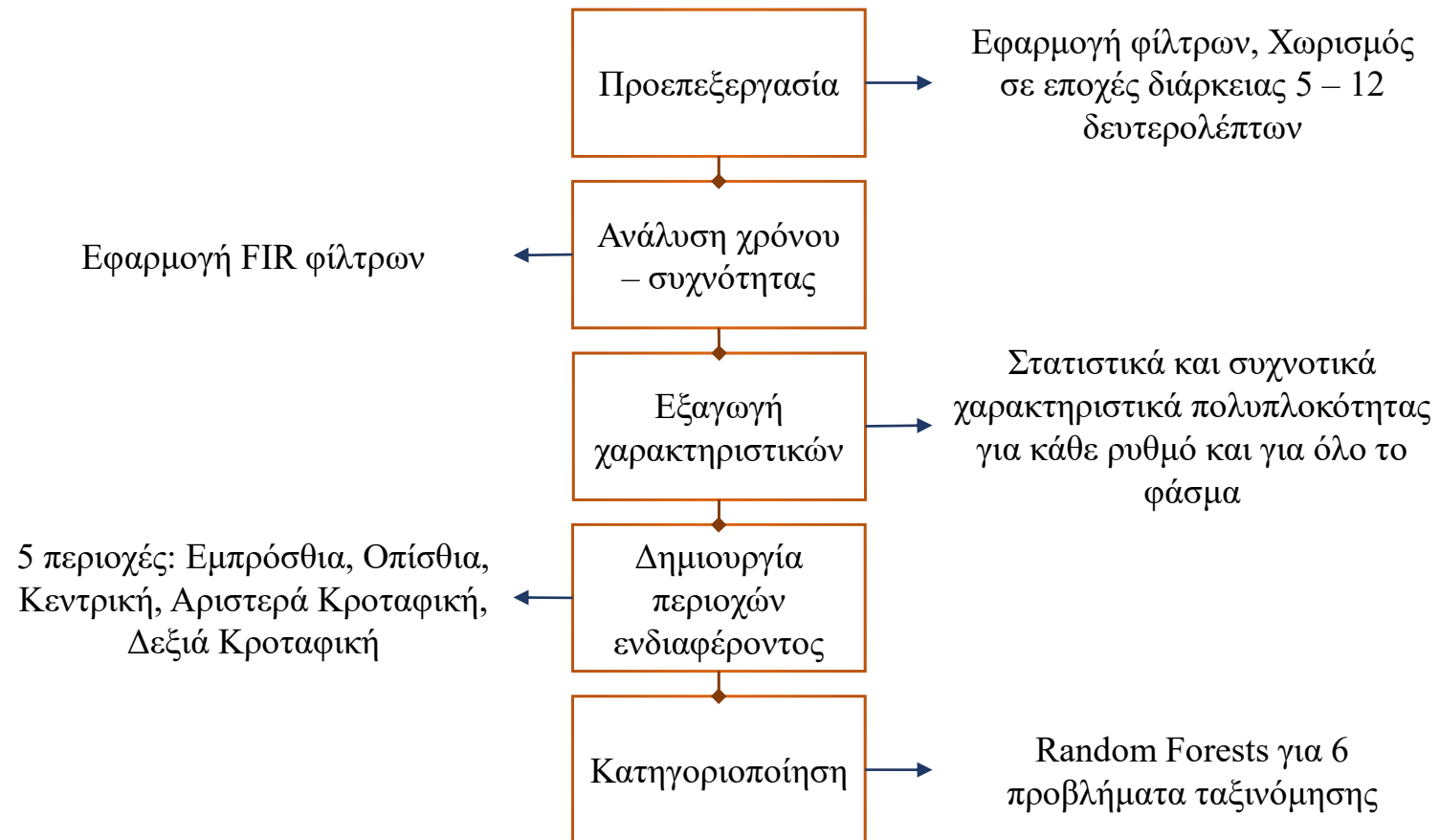
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

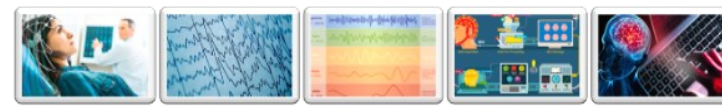
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ



# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ

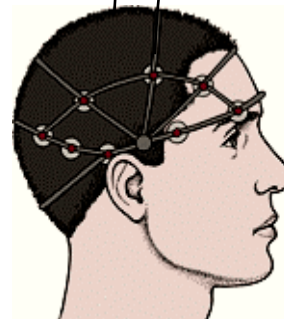




# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ – Βάση δεδομένων (1/2)



Nihon Kohden EEG 2100



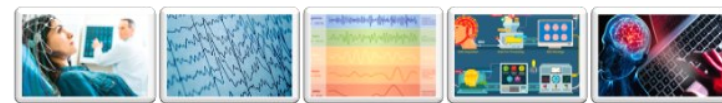
10-20 Διεθνές Σύστημα τοποθέτησης ηλεκτροδίων



Πίνακας συνδεσμολογίας ηλεκτροδίων

500 Hz  
< 5kΩ  
21 ηλεκτρόδια κεφαλής  
“double banana”

Ευαισθησία: 10  $\mu\text{V}/\text{mm}$   
 $\tau = 0.3 \text{ sec}$   
70Hz



# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ – Βάση δεδομένων (2/2)

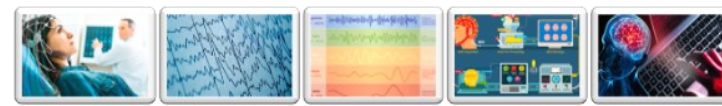
**Πίνακας 2.4 Περιγραφή των δημογραφικών χαρακτηριστικών και των νευροψυχολογικών παραγόντων της βάσης**

	No.	Φύλο	Ηλικία	Εκπαίδευση	Στάδιο Νόσου	MMSE	Διάρκεια καταγραφής
<i>Moderate AD</i>	1	θήλυ	57	δευτεροβάθμια	μέτρια	16	693
	6	θήλυ	77	βασική	μέτρια	14	661
	7	άρρεν	63	βασική	μέτρια	18	793
	11	άρρεν	62	δευτεροβάθμια	μέτρια	16	133
	13	άρρεν	70	βασική	μέτρια	14	1080
	14	θήλυ	61	δευτεροβάθμια	μέτρια	14	1205
<b>Σύνολο</b>	<b>6</b>	<b>3 άρρεν, 3 θήλυ</b>	<b>62.5* (61.25 – 68.5)</b>	<b>3:3**</b>	-	<b>15* (14 – 16)</b>	<b>76,08 λεπτά</b>
<i>Mild AD</i>	2	θήλυ	77	δευτεροβάθμια	ήπια	23	940
	3	θήλυ	79	βασική	ήπια	20	749
	4	θήλυ	78	βασική	ήπια	22	855
	5	άρρεν	70	ανώτατη	ήπια	22	1396
	8	άρρεν	69	βασική	ήπια	20	882
	9	θήλυ				20	72
	10	άρρεν				2	43
	12	θήλυ				0	
<b>Σύνολο</b>	<b>8</b>	<b>3 άρρεν, 5 θήλυ</b>				<b>1* (20 – 22)</b>	<b>~179 λεπτά</b>
<i>Controls</i>	15	άρρεν	57	ανώτατη	υγιής	30	1334
	16	θήλυ	77	ανώτατη	υγιής	30	1422
	17	άρρεν	63	βασική	υγιής	30	1270
	18	άρρεν	62	δευτεροβάθμια	υγιής	30	1214
	19	θήλυ	70	δευτεροβάθμια	υγιής	30	1218
	20	άρρεν	61	βασική	υγιής	30	1223
	21	άρρεν	70	ανώτατη	υγιής	30	1284
	22	άρρεν	72	βασική	υγιής	30	1274
	23	άρρεν	74	δευτεροβάθμια	υγιής	30	1245
	24	θήλυ	64	ανώτατη	υγιής	30	1270
<b>Σύνολο</b>	<b>10</b>	<b>7 άρρεν, 3 θήλυ</b>	<b>67* (62.25 – 72)</b>	<b>3:3:4**</b>	-	<b>30</b>	<b>~212 λεπτά</b>

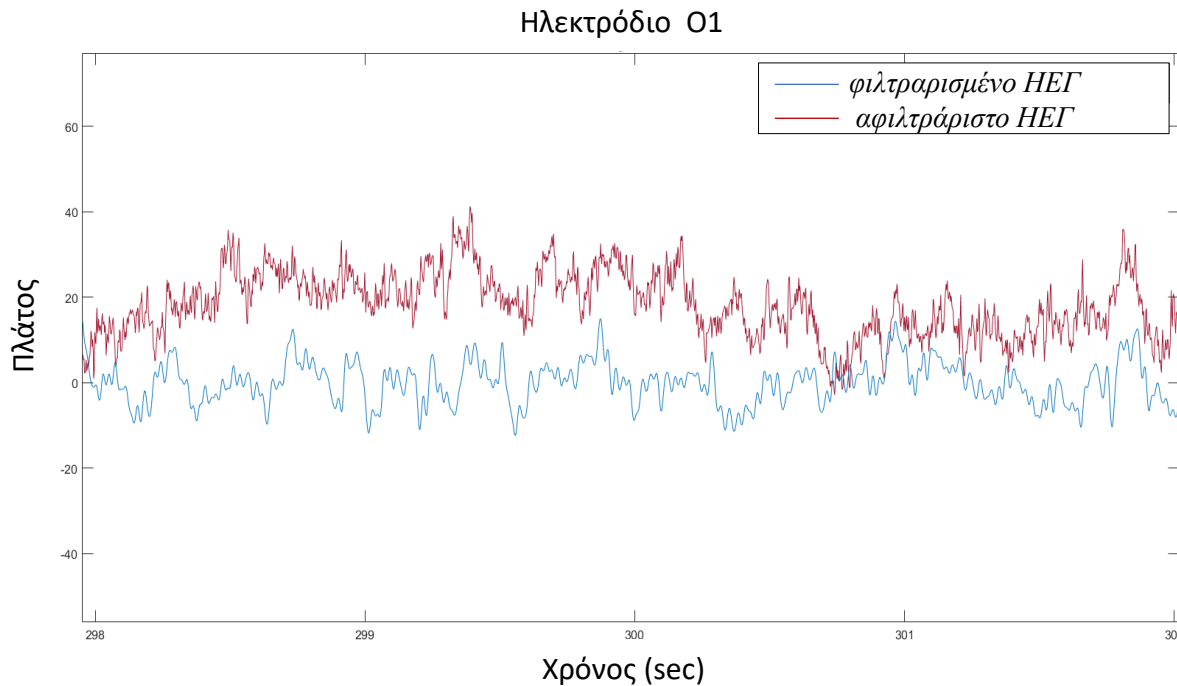
14 ασθενείς με Νόσο Αλτσχάιμερ  
10 υγιείς ηλικιωμένους

~179 λεπτά

~212 λεπτά

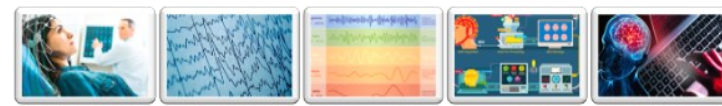


# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ – Προεπεξεργασία



- Butterworth φίλτρο (50 Hz)
- Bandpass FIR (0.5 – 60 Hz)

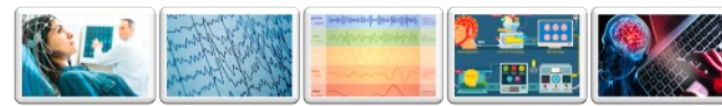
Κάθε ΗΕΓ καταγραφή που προέρχεται από κάθε ηλεκτρόδιο αναλύεται σε ΗΕΓ εποχές των 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 και 12 δευτερολέπτων



## Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ – Εξαγωγή χαρακτηριστικών

Για κάθε εποχή υπολογίζονται στατιστικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά στο πεδίο της συχνότητας για τους 5 ΗΕΓ ρυθμούς και για όλο το φάσμα:

Στατιστικά	Συχνοτικά
Μέση τιμή	Ενέργεια $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$
Διακύμανση	Ισχύς $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$
Τυπική απόκλιση	Προσεγγιστική εντροπία (ApEn) $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$
Ασυμμετρία (skewness)	Εντροπία Μετάθεσης (PermEn) $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$
Κυρτότητα (kyrtosis)	Εντροπία Tsallis (TsalEn) $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$
Ενδοτεταρτημοριακό εύρος (IQR)	Εντροπία Δείγματος (SamplEn) $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$
	Εντροπία Πολλαπλής Κλίμακας (MSE)
	Εντροπία Shannon (ShanEn)



# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ – Ταξινόμηση με Random Forests

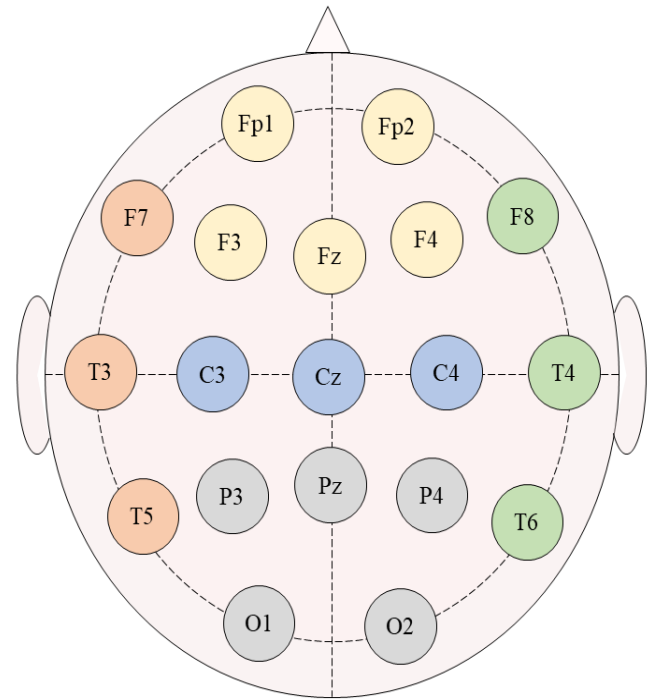
Δημιουργήθηκαν 6 προβλήματα κατηγοριοποίησης:

1. CN/AD
2. CN/mild
3. CN/moderate

4. CN-mild/moderate

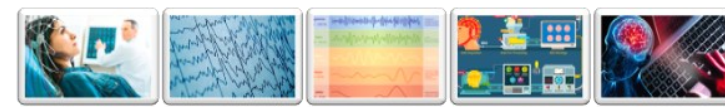
5. mild/moderate

6. CN/mild/moderate

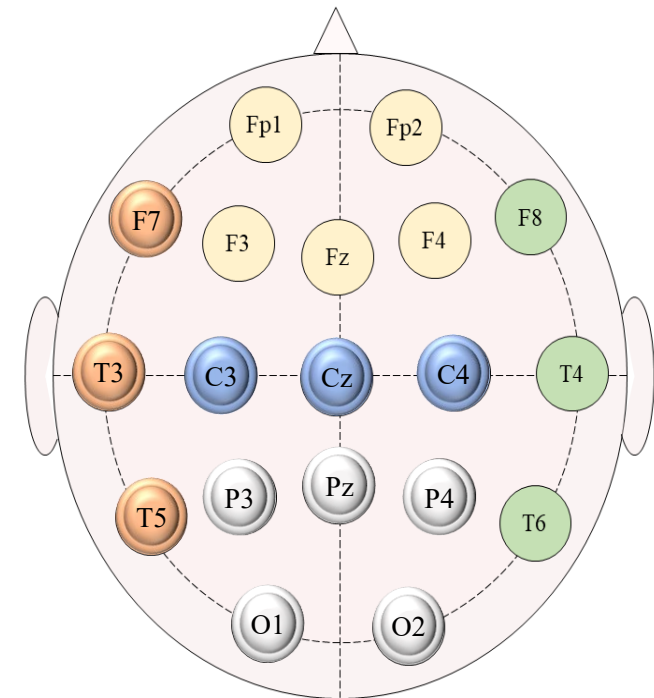
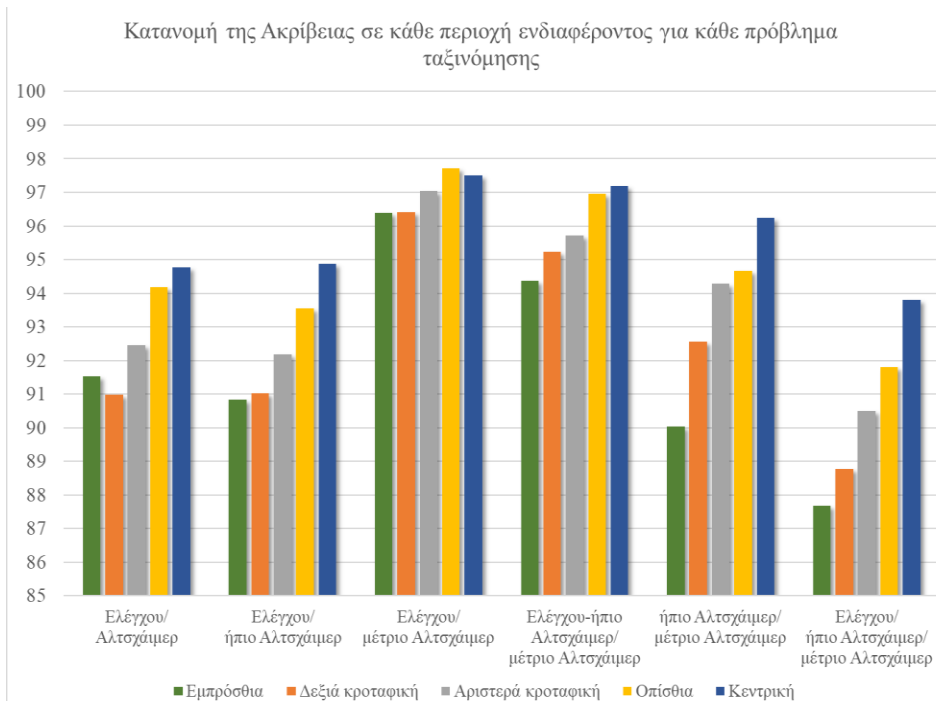


Εικόνα 2.1 Ομάδες ηλεκτροδίων επιφανείας σύμφωνα με την τοποθέτησή τους στο τριχωτό της κεφαλής.

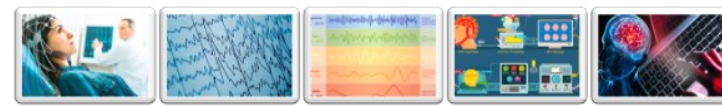




# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ – Αποτελέσματα



**Εικόνα 2.2 Κατανομή της Ακρίβειας σε κάθε περιοχή ενδιαφέροντος για τα 6 προβλήματα ταξινόμησης**



# Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ – Συμπεράσματα

**Πίνακας 2.6 Συγκριτικός πίνακας ενδεικτικών εργασιών με αντικείμενο μελέτης την ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ**

Συγγραφείς	CN/AD	MMSE	Μεθοδολογία	Πρόβλημα ταξινόμησης	Αποτελέσματα		
					Ακρίβεια	Ευαισθησία	Ειδικότητα
Yu et al. [1]	30/30	12-15 28-30	εποχές 8-δευτ, Δείκτης Συγχρονισμού Φάσης, N-TSK, 5-fold cross-validation	CN/moderate AD	97,30	95,48	96,87
Durongbhan et al. [2]	20/20	-	εποχές 4-δευτ (8000), FFT, CWT, μέσος όρος του μέτρου του FFT και του CWT, KNN, 10-fold cross-validation	CN/AD	83,41	73,80	86,89
Kulkarni et al. [3]	50/50	$\geq 25$ $\leq 24$	εποχές ~5 δευτ, Φασματικό κεντροειδές, Φασματικό roll-off, Φασματική εντροπία, Ρυθμός Διέλευσης από το μηδέν SVM, 50% εκπαίδευση, 50% έλεγχος	CN/AD	96,00	96,00	96,00
Cassani et al. [4]	24/35	$12.8 \pm 5$ $19.2 \pm 5.2$ $28.5 \pm 1.7$	ICA με βάση την Ανάλυση Κυματιδίων, Σχετική Ισχύς $\delta$ , $\theta$ , $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , ρυθμός διαμόρφωσης πλάτους, Συνοχή, συγχρονισμός φάσης. SVM, 10-fold cross-validation	CN/ mild AD/moderate AD CN/mild AD mild AD/moderate AD	78,90 90,80 96,30	-	-
Falk et al. [5]	11/21	$14.8 \pm 3.9$ $18.5 \pm 4.7$ $26.6 \pm 2.7$	εποχές 5-δευτ, Μετασηματισμός Hilbert-Huang Ενέργεια Διαμόρφωσης πλάτους $\delta$ , $\theta$ , $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , SVM	CN/AD CN/mild AD CN/moderate AD mild AD/moderate AD	90,60 74,10 71,40 53,80	90,90	90,50
Tzamourta et al. [6]	10/14	30 $21 \pm 1.3$ $15 \pm 1.6$	εποχές 10-δευτ (5120), Ενέργεια $\delta$ , $\theta$ , $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , Ισχύς $\delta$ , $\theta$ , $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , Εντροπίες, Μέση τιμή, Διακύμανση, Τυπική απόκλιση, Ασυμμετρία, Κυρτότητα, Ενδοτεταρτημοριακό εύρος, Random Forests, 10-fold cross-validation	CN/AD CN/mild AD CN/moderate AD mild AD/moderate AD CN-mild AD /moderate AD CN/ mild AD/moderate AD	91,80 91,77 96,76 91,71 94,99 88,79	91,79 91,78 96,76 91,71 95,00 88,80	86,75 91,95 93,17 82,52 85,47 86,10

[1] Yu et al. (2019), *IEEE Trans Fuzzy Syst.*

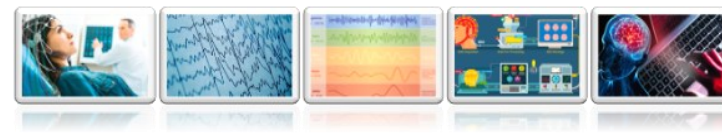
[2] Durongbhan et al. (2019), *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*

[3] Kulkarni et al. (2018), *2017 Intern. Conf. on Comp., Comm., Contr.and Aut. (ICCUBEA)*

[4] Cassani et al. (2014), *Front Aging Neurosci*

[5] Falk et al. (2012), *EURASIP J Adv Signal Process*

[6] Tzamourta et al. (2019), *Brain Sciences*



# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ
- Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

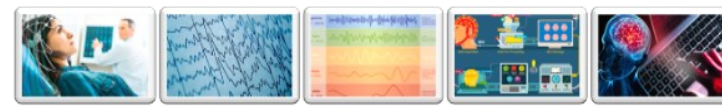
## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ
- **Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά**
- Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

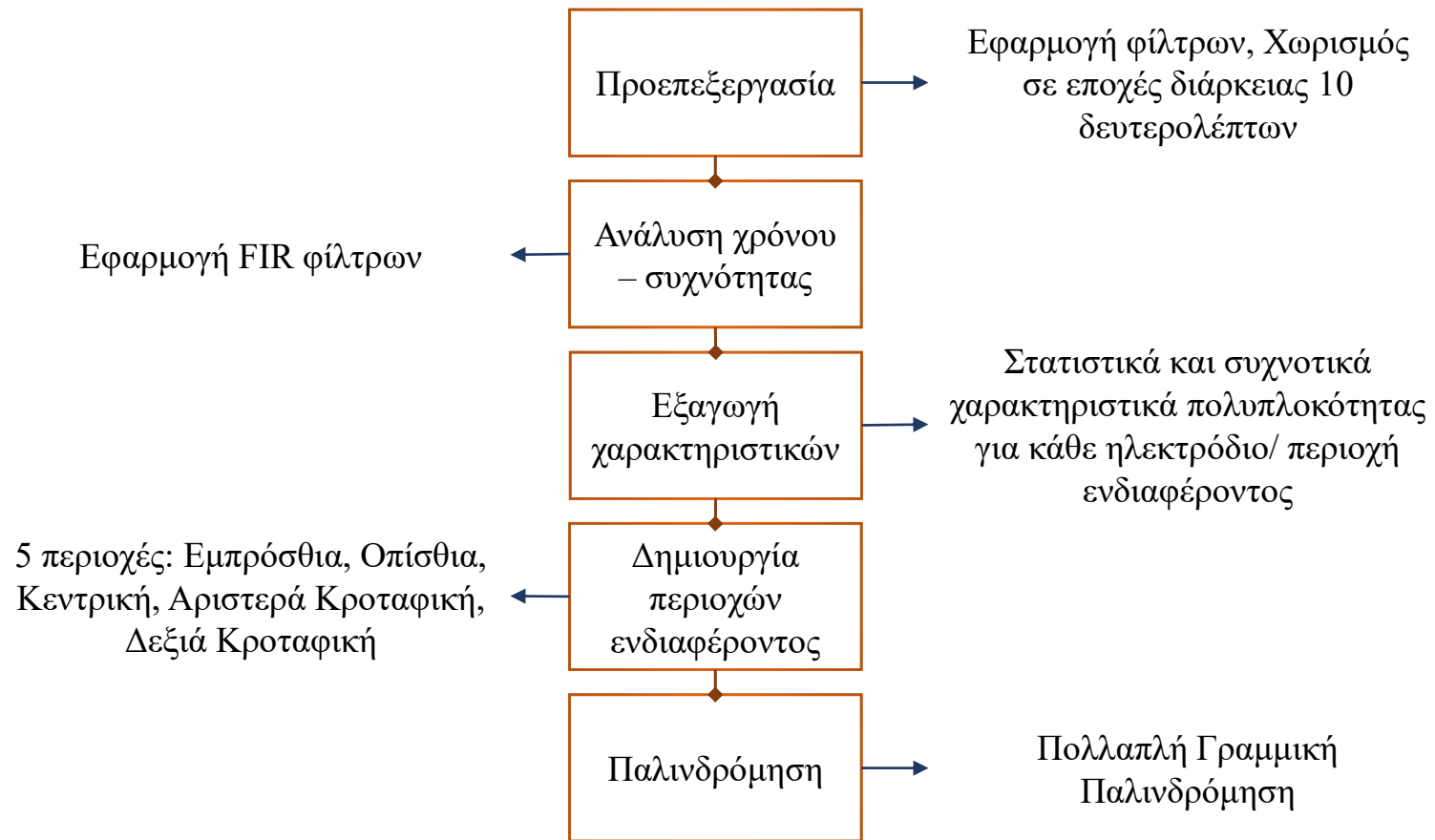
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

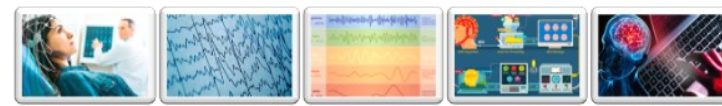
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ



# Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά

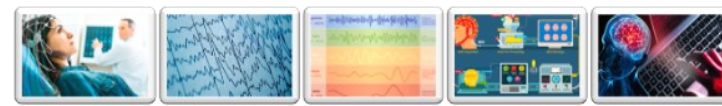




# Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά – Εξαγωγή χαρακτηριστικών

**Πίνακας 2.7 Χαρακτηριστικά που εξάγονται από τα ΗΕΓ τμήματα 10 δευτερολέπτων ανά κατηγορία**

Στατιστικά χαρακτηριστικά	Συχνοτικά χαρακτηριστικά για τους 5 βασικούς ρυθμούς του ΗΕΓ $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$	Συχνοτικά χαρακτηριστικά για όλο το φάσμα του ΗΕΓ
Μέση τιμή	Ενέργεια	Εντροπία Πολλαπλής Κλίμακας
Διακύμανση	Σχετική Ισχύς Ζώνης	Εντροπία Shannon
Τυπική Απόκλιση	Προσεγγιστική Εντροπία	
Συντελεστής Ασυμμετρίας	Εντροπία Μετάθεσης	
Συντελεστής Κυρτότητας	Εντροπία Tsallis	
Ενδοτεταρτημοριακό εύρος	Εντροπία Δείγματος	



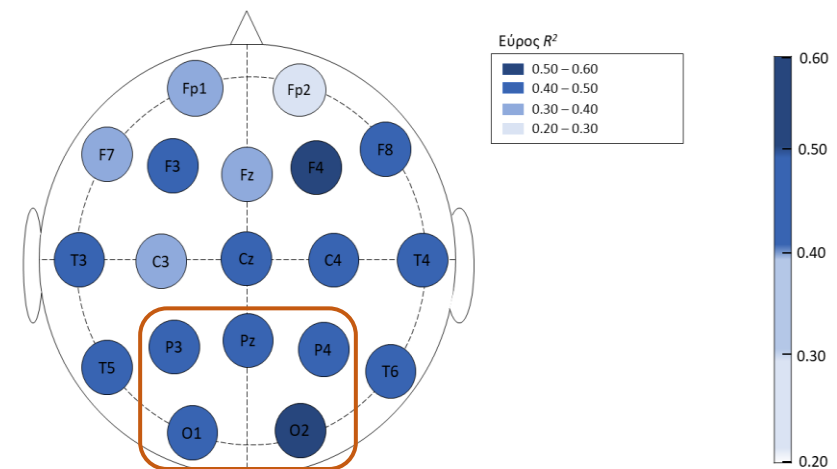
# Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά – Αποτελέσματα (1/2)

Πίνακας 2.8 Αποτελέσματα παλινδρόμησης ως προς τον συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  για κάθε ηλεκτρόδιο.

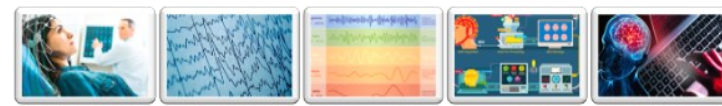
Ηλεκτρόδιο	$R^2$	$P$ -value
Fp1	0.372	0.002
F3	0.412	0.017
Fz	0.339	0.004
Fp2	0.202	0.032
F4	0.513	0.000
P3	0.441	0.000
O1	0.478	0.007
Pz	0.416	0.014
P4	0.427	0.002
<b>O2</b>	<b>0.542</b>	<b>0.001</b>
C3	0.397	0.000
Cz	0.420	0.000
C4	0.420	0.001
T3	0.412	0.000
T5	0.488	0.000
F7	0.398	0.000
T4	0.416	0.044
T6	0.468	0.018
F8	0.448	0.004

Πίνακας 2.9 Αποτελέσματα παλινδρόμησης ως προς τον συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  για κάθε ομάδα ηλεκτροδίων.

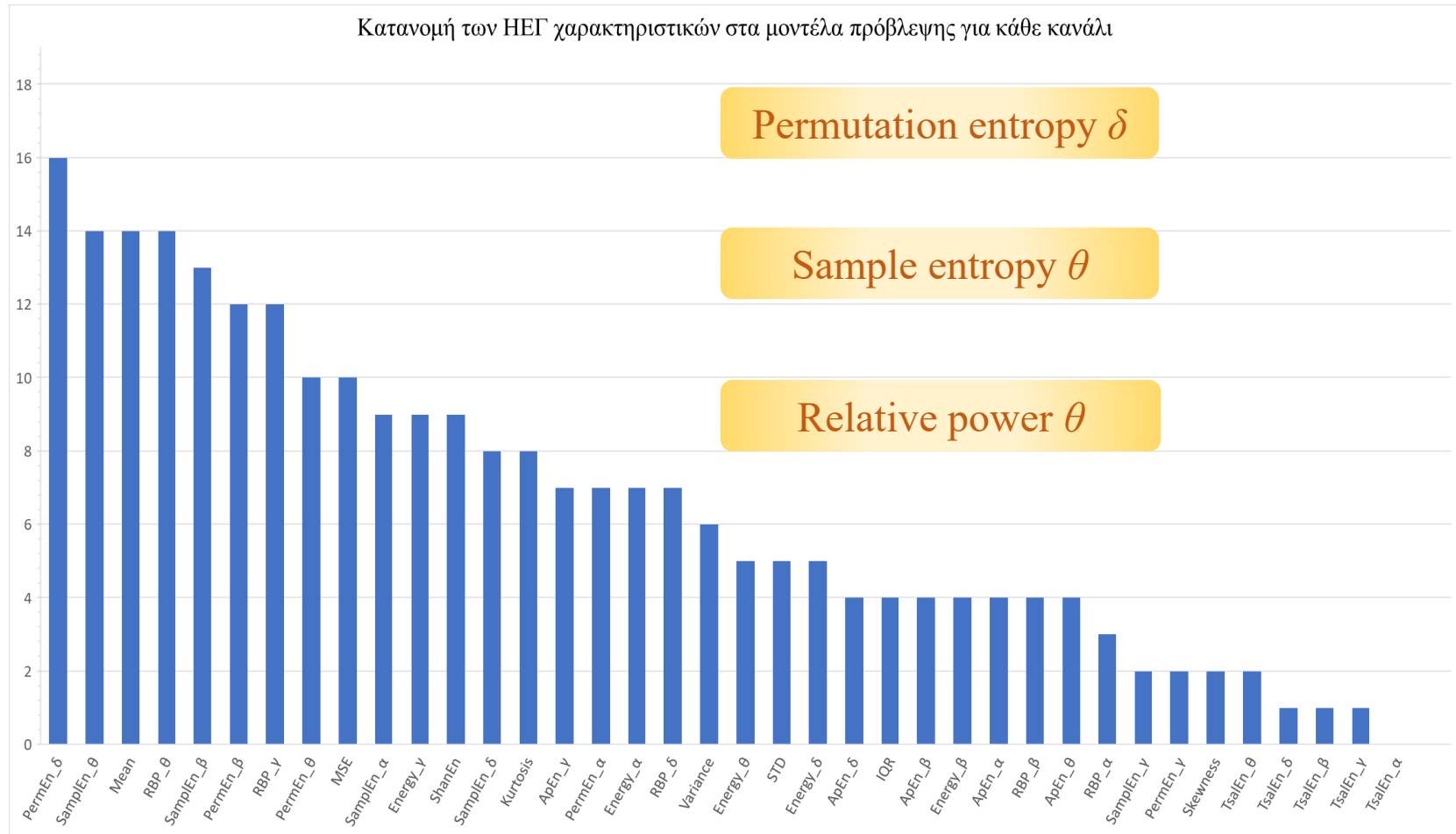
Ομάδες ηλεκτροδίων	$R^2$	$P$ -value
Εμπρόσθια (Fp1, F3, Fz, Fp2, F4)	0.293	0.000
Κεντρική (C3, Cz, C4)	0.335	0.009
Αριστερά κροταφική (T3, T5, F7)	0.360	0.012
Δεξιά κροταφική (T4, T6, F8)	0.355	0.000
<b>Οπίσθια (P3, O1, Pz, P4, O2)</b>	<b>0.365</b>	<b>0.000</b>



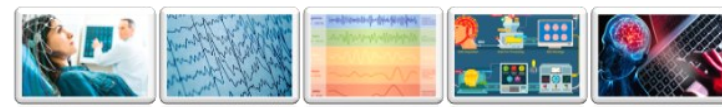
Εικόνα 2.3 Παρουσίαση της συσχέτισης του MMSE με τα χαρακτηριστικά από κάθε κανάλι σύμφωνα με τα αποτελέσματα του  $R^2$



# Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά – Αποτελέσματα (2/2)



Εικόνα 2.4 Γραφική απεικόνιση της συμβολής των σημαντικών ΗΕΓ χαρακτηριστικών ως προβλεπτικές μεταβλητές στο τελικό μοντέλο παλινδρόμησης για 19 ηλεκτρόδια.



# Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά - Συμπεράσματα

**Πίνακας 2.10** Συγκεντρωτικός πίνακας ενδεικτικών πειραματικών εργασιών με σύντομη καταγραφή της μεθοδολογίας εκτίμησης της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ, μέσω του δείκτη MMSE, από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά

Συγγραφείς	CN/AD	MMSE	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Tsai <i>et al.</i> [1]	0/27	19.3 ± 0.7	Εμπειρική Μέθοδος Αποσύνθεσης, Εντροπία Δείγματος (SamplEn)	$R^2 = 0.361-0.523$ για Fp1, Fp2, F4 και T3
Waser <i>et al.</i> [2]	0/83	22 ± 3.2 (15 - 26)	εποχές 4-δευτ (1024) με 2-δευτ επικάλυψη, Συνοχή, μερική Συνοχή, Αιτιότητα κατά Granger, Δυναμική Κανονικοποιημένη συσχέτιση, διακύμανση	$R^2 = 0.392$ για την οπίσθια περιοχή
Waser <i>et al.</i> [3]	0/79	22 ± 3.6 (15-26)	εποχές 4-δευτ (1024) με 2-δευτ επικάλυψη, Συνοχή, μερική Συνοχή, μετατόπιση φάσης, Αιτιότητα κατά Granger, Δεσμευμένη Αιτιότητα κατά Granger, Κανονικοποιημένη συσχέτιση, Δυναμική Κανονικοποιημένη συσχέτιση, δια-αμοιβαία πληροφορία	$R^2 = 0.362$ για την οπίσθια περιοχή
Coronel <i>et al.</i> [4]	0/79	22 ± 3.6 (15-26)	εποχές 4-δευτ (1024) με 2-δευτ επικάλυψη, Αμοιβαία Πληροφορία (AMI), Εντροπία Shannon, Εντροπία Tsallis, Εντροπία Πολλαπλής Κλίμακας, Φασματική Εντροπία	$R^2 = 0.46$ για το C3, $R^2 = 0.43$ για Cz, F3 και την κεντρική περιοχή $R^2 = 0.42$ για το αριστερό ημισφαίριο
Tzamourta <i>et al.</i> [5]	10/14	30 21 ± 1.3 15 ± 1.6	εποχές 10-δευτ (5120), Ενέργεια $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$ , Ισχύς $\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma$ , Εντροπίες, Μέση τιμή, Διακύμανση, Τυπική απόκλιση, Συντελεστής Ασυμμετρίας, Συντελεστής Κυρτότητας, Ενδοτεταρτημοριακό εύρος	$R^2 = 0.202 - 0.542$ για τα O2 και F4 $R^2 = 0.365$ για την οπίσθια περιοχή

[1]. Tsai et al. (2012), *J Neurosci Methods*

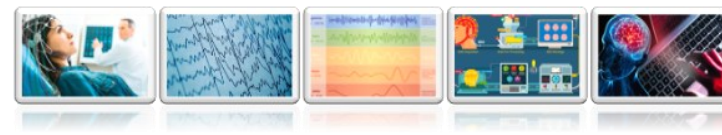
[2]. Waser et al. (2013), *Stat Pap.*

[3]. Waser et al. (2016), *J Neural Transm.*

[4]. Coronel et al. (2017), *Entropy*

[5]. Tzamourta et al. (2019), *Comp. and Electr. Eng.*





# Περιεχόμενα παρουσίασης

## 1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Ανατομία και Νευροφυσιολογία του εγκεφάλου
- Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- Νευρολογικές παθήσεις: Η Επιληψία και η Νόσος Αλτσχάιμερ
- Αυτόματη Ανίχνευση των Επιληπτικών Κρίσεων: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- Ανίχνευση και Εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου Αλτσχάιμερ: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

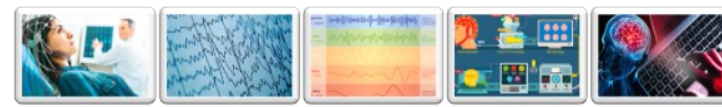
## 2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Επιληψίας
- Πειραματική Μελέτη για την Ανίχνευση της Νόσου Αλτσχάιμερ
- Πειραματική Μελέτη για την εκτίμηση της βαρύτητας της Νόσου μέσω του δείκτη MMSE από ποσοτικά ΗΕΓ χαρακτηριστικά
- **Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων**

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ



# Πειραματικές Μελέτες για τη δοκιμή φορέσιμων ΗΕΓ συσκευών στην ανάλυση γνωσιακών καταστάσεων

EMOTIV  
EPOC+



14  
ηλεκτρόδια

Διάκριση της γνωσιακής κατάστασης που σχετίζεται με διαφορετικά επίπεδα αλκοόλ σε υγιή άτομα

ΗΕΓ καταγραφές από 8 άτομα

3 δόσεις αλκοόλ

Εξαγωγή συχνοτικών/στατιστικών χαρακτηριστικών

OpenViBE

Γραμματική εξέλιξη

89% ACC



Μελέτη των εγκεφαλικών χαρακτηριστικών κατά τη διάρκεια τεστ δυσλεξίας σε άτομα μαθησιακές δυσκολίες

ΗΕΓ καταγραφές από 25 άτομα

13 μαθησιακές  
12 υγιή

Εξαγωγή συχνοτικών χαρακτηριστικών

Ρυθμοί  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$ ,  $\beta 1$ ,  $\beta 2$ ,  $\gamma$

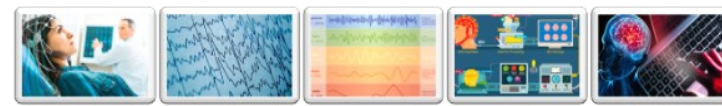
Δημιουργία ROIs

9 ROIs

Random Forests

85% ACC





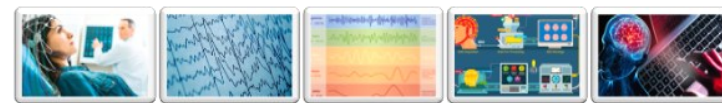
## Συμπεράσματα Διδακτορικής Διατριβής – Επιληψία

Μελέτη 2 βάσεων ΗΕΓ καταγραφών μικρής και μεγάλης διάρκειας από ασθενείς με Επιληψία

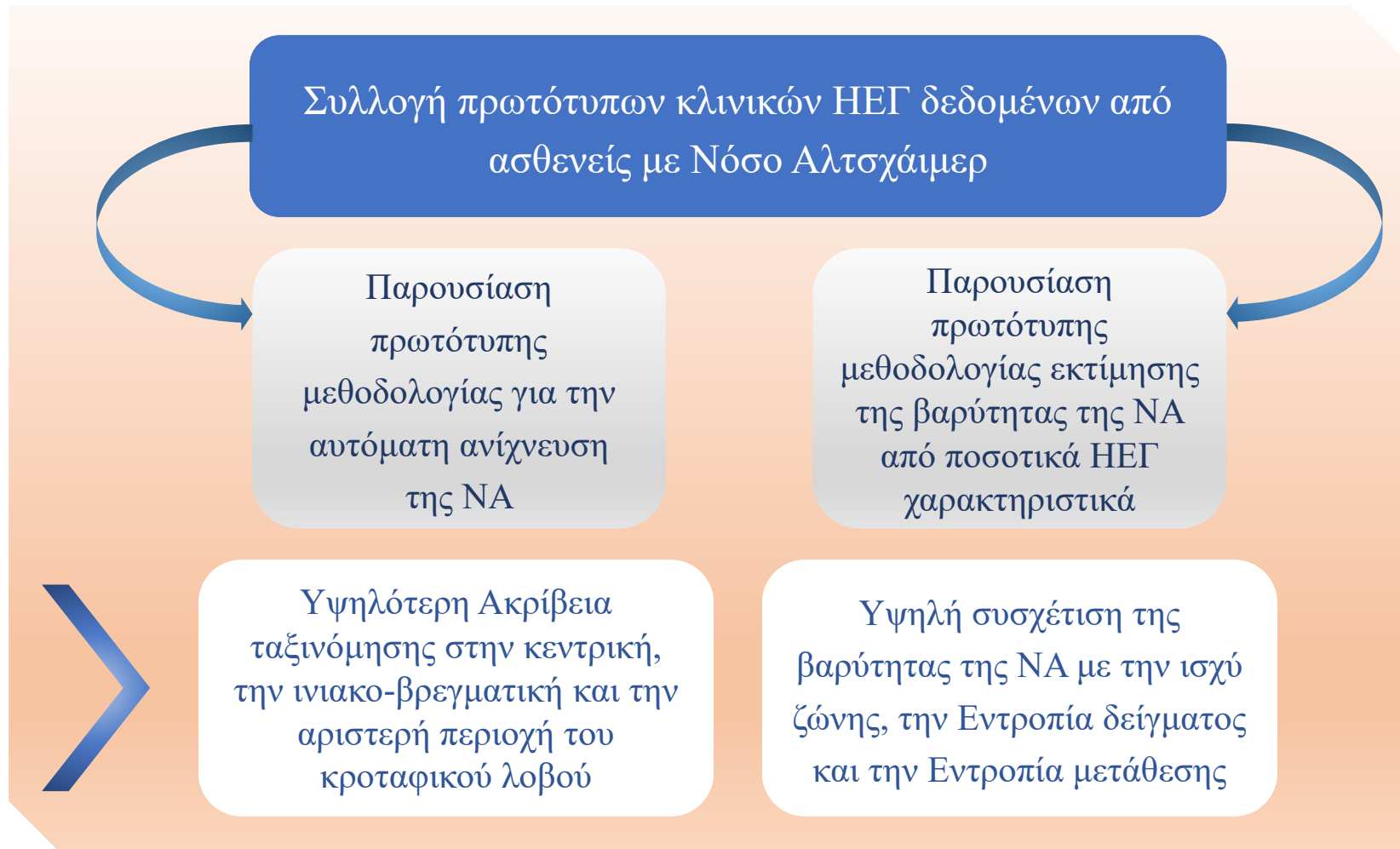
Παρουσίαση πρωτότυπης και εύρωστης μεθοδολογίας για την αυτόματη ανίχνευση της επιληπτικής δραστηριότητας

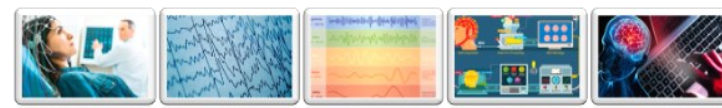
Εφαρμογή σε μεγάλο μέρος της βάσης του Πανεπιστημίου της Freiburg

Υψηλά ποσοστά Ευαισθησίας ανίχνευσης (99,74%)



## Συμπεράσματα Διδακτορικής Διατριβής – Νόσος Αλτσχάιμερ





## Μελλοντικοί στόχοι

### Μελέτη της αφαιρετικής επιληψίας σε παιδιά με επιληψία

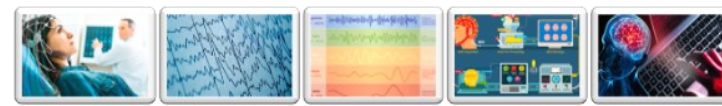
- Καταγραφές με τη συσκευή Emotiv FLEX

### Συλλογή ΗΕΓ καταγραφών από παιδιά με διαφορετικές κατηγορίες επιληψίας

- 27 κλινικές ΗΕΓ καταγραφές από τη Β' Παιδιατρική του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου ΑΧΕΠΑ

### Διαχωρισμός της Νόσου Αλτσχάιμερ από άλλα είδη άνοιας

- 10 κλινικές ΗΕΓ καταγραφές Μετωποκροταφικής Άνοιας από τη Β' Νευρολογική του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου ΑΧΕΠΑ



## Μελλοντικοί στόχοι

### Μελέτη και Αποσαφήνιση της δυσλεξίας

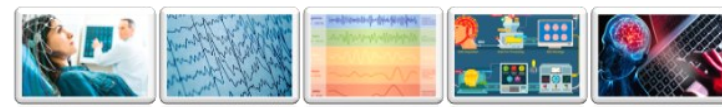
- 25 καταγραφές με τη συσκευή Emotiv EPOC+

### Μελέτη της κίνησης μέσω BCI συσκευών

- Διαχωρισμός οφθαλμικών κινήσεων που καταγράφηκαν με τη συσκευή Emotiv FLEX από 10 συμμετέχοντες

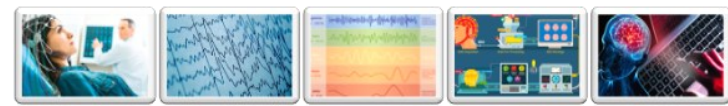
### Μελέτη συναισθηματικής κατάστασης μέσω αλλαγών στα ΗΕΓ χαρακτηριστικά

- Συσχέτιση ΗΕΓ προτύπων με τιμές arousal, valence από 32 συμμετέχοντες της DEAP Database



## Δημοσιεύσεις – Διεθνή έγκριτα περιοδικά

1. **Tzamourta** K. D., Christou V., Tzallas, A. T., Giannakeas, N., Astrakas L., Angelidis P., Tsalikakis D. G., and Tsipouras M. G. “Machine Learning Algorithms and Statistical Analysis Approaches for Alzheimer's Disease Analysis based on EEG Recordings” (Submitted)
2. **Tzamourta** K. D., Afrantou T., Ioannidis P., Karatzikou M., Tzallas A.T., Giannakeas N., Astrakas L., Glavas E., Grigoriadis N., Angelidis P., Tsalikakis D. G., and Tsipouras M. G. (2019). “Analysis of EEG signals complexity regarding Alzheimer’s Disease”. *Computers and Electrical Engineering*. 76, 198-212.
3. **Tzamourta** K. D., Giannakeas N., Tzallas A.T., Astrakas L., Afrantou T., Ioannidis P., Grigoriadis N., Angelidis P., Tsalikakis D. G. and Tsipouras M. G. (2019). “EEG Window Length Evaluation for the Detection of Alzheimer’s Disease over Different Brain Regions”. *Brain sciences*, 9(4), 81.
4. **Tzamourta**, K. D., Tzallas, A. T., Giannakeas, N., Astrakas, L. G., Tsalikakis, D. G., Angelidis, P., & Tsipouras, M. G. (2018). A robust methodology for classification of epileptic seizures in EEG signals. *Health and Technology*, 1-8.
5. **Tzamourta**, K. D., Astrakas, L. G., Gianni, A. M., Tzallas, A. T., Giannakeas, N., Paliokas, I., & Tsipouras, M. G. (2018). Evaluation of window size in classification of epileptic short-term EEG signals using a Brain Computer Interface software. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 8(4), 3093-3097.
6. **Tzamourta**, K. D., Tsilimbaris, A., Tzioukalia, K., Tzallas, A. T., Tsipouras, M. G., Astrakas, L. G., & Giannakeas, N. (2018). Eeg-based automatic sleep stage classification. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 1, 6.
7. **Tzamourta**, K. D., Tsoulos, I., Bilero, T., Tzallas, A. T., Tsipouras, M. G., and Giannakeas, N. (2018). Direct Assessment of Alcohol Consumption in Mental State Using Brain Computer Interfaces and Grammatical Evolution. *Inventions*, 3(3), 51.



# Δημοσιεύσεις – Έγκριτα συνέδρια

## Διεθνή συνέδρια

1. Antoniou E., Bozios P., Christou V., **Tzamourta** K.D., Tsipouras M.G., Tzallas A.T. and Giannakeas N. “Eye Movement Recognition using Brain-Computer Interface with Random Forest” (Submitted)
2. **Tzamourta**, K. D., Tzallas, A. T., Giannakeas, N., Astrakas, L. G., Tsalikakis, D. G., and Tsipouras, M. G. “Epileptic Seizures Classification Based on Long-Term EEG Signal Wavelet Analysis”. In Precision Medicine Powered by pHealth and Connected Health (pp. 165-169). Springer, Singapore., 2018
3. **Tzamourta** K. D., Astrakas L. G., Tsipouras M. G., Giannakeas N., Tzallas A. T. and Konitsiotis S., “Wavelet based classification of epileptic seizures in EEG signals”, 30th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2017
4. A.T. Tzallas, N. Giannakeas, K. Zoulis, M. G. Tsipouras, E.Glavas, K. D. **Tzamourta**, L. G. Astrakas, S. Konitsiotis “EEG classification and Short-Term Epilepsy Prognosis using Brain Computer Interface Software”, 30th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2017

## Συνέδρια της ημεδαπής

1. **Tzamourta** K. D., Giannakeas N., Tzallas A.T., Afrantou T., Ioannidis P., Grigoriadis N., Tsalikakis D. G., and Tsipouras M. G. “ALZHEIMER’S DISEASE SEVERITY ASSESSMENT FROM EEG”, *8th Panhellenic Conference on Biomedical Engineering*, 2019<sup>8</sup>



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Ερωτήσεις?