



---

# Current Technologies & Future Direction of Water Leakage Detection

Research & Background



# Water Leakage: The importance

– Έρευνα 2016: Περίπου 4% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (39 δισ. \$)



24% Water Leakage



12% Water Leakage



10% Water Leakage

## The Effect:

1. Income Reduction (μείωση εσόδων)
2. Water cost (αύξηση κόστος νερού)
3. Structure Damage (δομικές ζημιές)
4. Contamination (μόλυνση δικτύου)



# The Reason – Τα αίτια

---

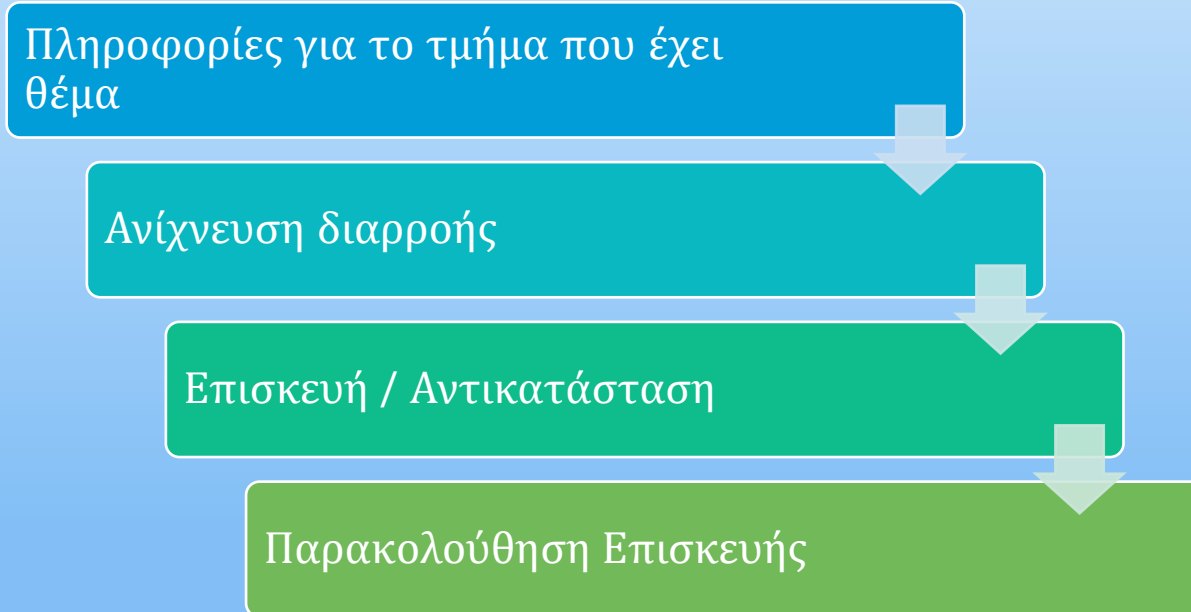
Απώλειες  
στην γραμμή  
μεταφοράς

Στην σύνδεση  
εξυπηρέτησης

Υπερχείλιση  
δεξαμενών  
αποθήκευσης



# General Solution – Βασική Ιδέα



Data Collection



Data Processing



Leak Detection



# Background – Ιστορικό Τεχνολογιών

## Παλαιότερη Τεχνική: Ραβδί Ακρόασης

✓ Ανίχνευση από την επιφάνεια

✗ Ακρίβεια  $\Leftrightarrow$  Εμπειρία Χειριστή (μικρή διαρροή  
ή θόρυβος υποβάθρου)



# Κύρια Ερευνητικά Ερωτήματα:



Πως εξελίχθηκε η έρευνα;



Τι Sensors χρησιμοποιούνται;



Ποιοι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται;



Ποιες τεχνολογίες επικοινωνίας χρησιμοποιούνται;



# Πως εξελίχθηκε η Έρευνα;

Πρώτες Μέθοδοι – Ακουστικοί /  
Ανθρώπινη Εμπειρία



Μικροεπεξεργαστές -> Αυτοματοποίηση



Οπτική & Θερμική  
Ανίχνευση  
(IoT, ML algorithms)



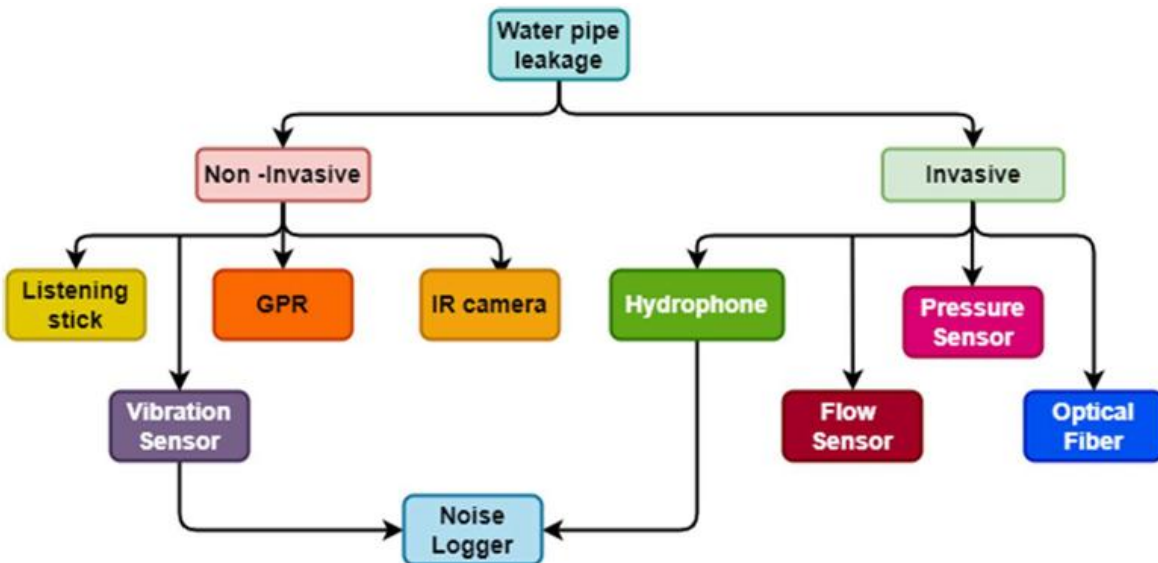
Εσωτερικά:  
Διαφορά πίεσης, Ροής

Εξωτερικά:  
Ακουστική, Θερμική, Δονητική  
Παρατήρηση





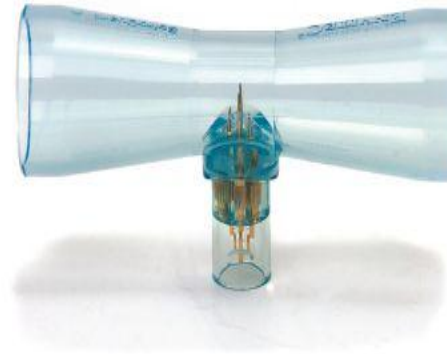
# Τι Sensors χρησιμοποιούνται;



Hydrophone



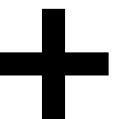
Flow Sensor



Pressure Sensor



Optical Fiber





Vibration  
Sensor



IR Camera



GPR



Noise Logger



## Μη Επεμβατικές (Mounted the Pipe):

- Vibration Sensor (Κίνηση νανοδομών πυριτίου)
- Thermal / IR Camera (Ψηφιακή Επ. Εικόνας)
- GPR (Εκπομπή & Ανάκλαση Ραδιοκυμάτων)
- Noise Logger (Ποικιλία αισθητήρων / Ακουστικός και ήχος δόνησης)



Λιγότερο Δαπανηρές



Ευκολία εφαρμογής / replace



Ακρίβεια σε μικρές Διαρροές



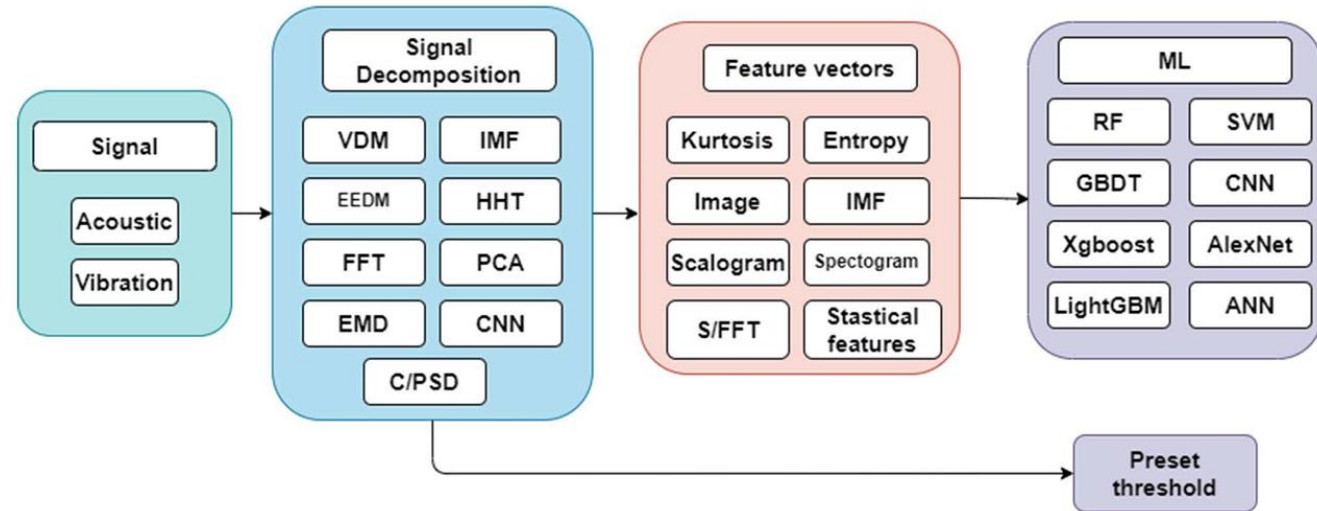
# Ποιοι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται;

Επεξεργασία  
Σήματος &  
Threshold

ML Classifier

Σημείωση:

Καμία από τις Image Detection methods δεν χρησιμοποιεί ML



?

Γιατί να μην τροφοδοτήσουμε στον  
ML ταξινομητή το ακατέργαστο  
σήμα;

# Ποιοι αλγόριθμοι υπερτερούν;

## Σημαντική τάση προς τους ML αλγορίθμους

1. Ακρίβεια
2. Ευελιξία στη χρήση  
διαφορετικών Δεδομένων
3. Μείωση Ανθρώπινης Παρέμβασης

## Κύρια Μοντέλα

1. SVM (Support Vector Machines)
2. Neural Networks (CNN)
3. Random Forest





# Επικοινωνία

## – Γενικά Κριτήρια:

- Power Consumption
- Nodes Distance
- Sampling Frequency

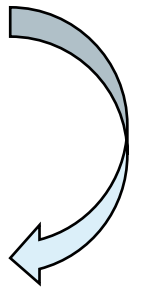
## – IoT Technology 36%

– WiFi 35%

– Nb-IoT 25%

– LoRa 15%

– Other 25%



# Συγκεκριμένα Κριτήρια:

Κριτήριο	LoRA	NB-IoT	WiFi
Απόσταση	Μεγάλη (15χλμ.)	Μεσαία	Μικρή
Κατανάλωση	Πολύ Χαμηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Επεκτασιμότητα	Πολύ Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή
Κόστος	Χαμηλό	Μέτριο	Χαμηλό
Περιβ. Επίδραση	Αποδοτικό	Αποτελεσματικό	Επηρεάζεται από εμπόδια (Δέντρα)

Πολυκατοικία με WiFi  
(WiFi)

Αγροκτήματα (LoRA)

IoT – Κύριο Κριτήριο

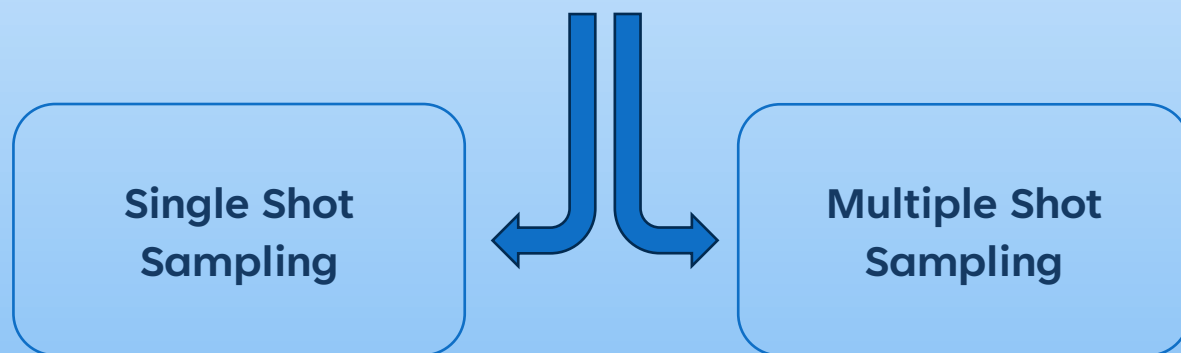


Κατανάλωση και ευρεία  
Επικοινωνία



# Πειράματα & Αξιολόγηση

1. Η θέση του Σωλήνα
2. Το τμήμα του Σωλήνα που εξετάζεται
3. Συλλογή Δεδομένων

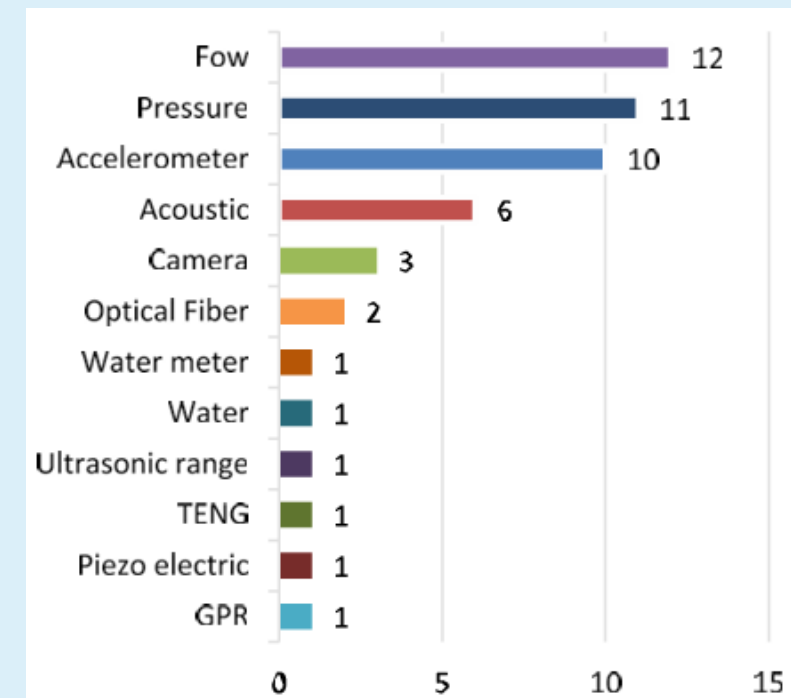


Εντοπισμός Διαρροής:

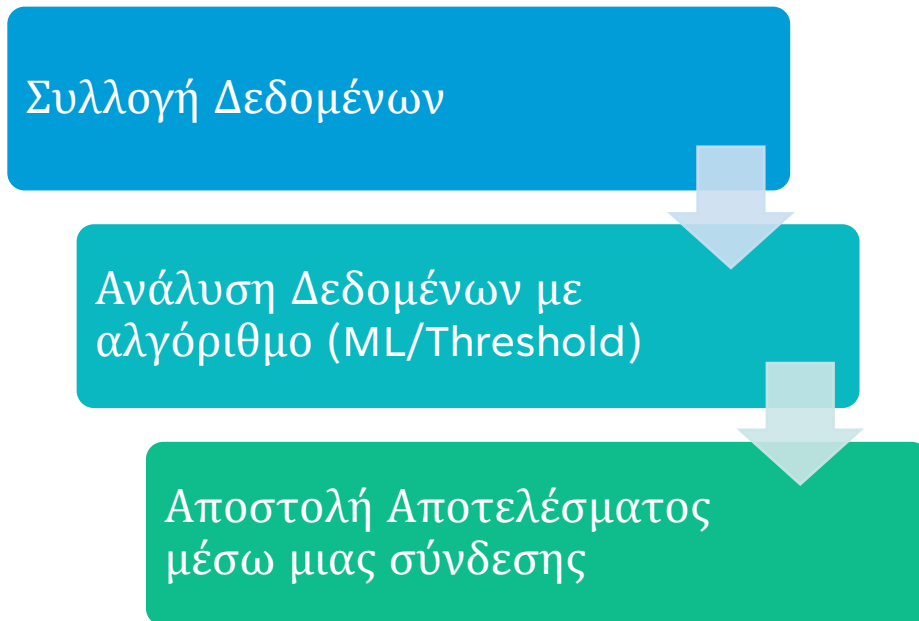
*Χρόνος Άφιξης, Διαφορά έντασης ήχου*

Πλεονέκτημα: GPR, IR/Thermal Camera

Αισθητήρες που  
χρησιμοποιήθηκαν:



# Σύνοψη



- Αισθητήρες Ροής, Πίεσης πιο Ιδανικοί (Προς το παρόν)

- Τάση προς αισθητήρες κραδασμών, επιτάχυνσης

- ML algorithms > Απόδοση

- Δημοφιλέστερη επιλογή επικοινωνίας: WiFi





# Μελλοντική Κατεύθυνση



Περισσότερες εφαρμογές  
με κόμβους αισθητήρων  
με ML ενσωματωμένα

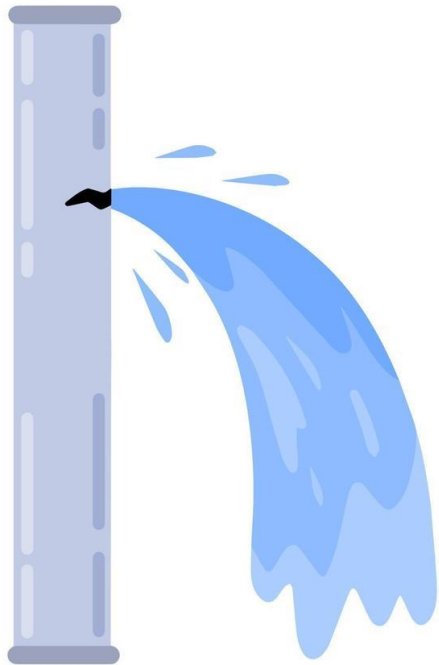
Over-the-air ενημερώσεις

Ανίχνευση σε πραγματικό  
χρόνο

ML σε Images (πχ  
δεδομένα από θερμική  
κάμερα)



*Ευχαριστώ για  
την προσοχή σας*



- Βιβλιογραφία:
- A Review on Current Technologies and Future Direction of Water Leakage Detection in Water Distribution Network
- Mohammed Rezwanul Islam and Deepika Mathur

