

# Ενεργειακή Αξιοποίηση της Ιλύος Βιολογικών Καθαρισμών

Τεχνολογικές Δυνατότητες και  
Οφέλη για Κοινωνία και Περιβάλλον

Καθηγητής Νικόλαος Σ. Μουσιόπουλος  
Εντ. Αντιπρόεδρος Διεθνών Σχέσεων ΕΕΔΣΑ

# Σημασία Ενεργειακής Αξιοποίησης

Ανάκτηση ενέργειας από τα απόβλητα = κεντρικός πυλώνας της **κυκλικής οικονομίας**

Περιβαλλοντικό πρόβλημα μετατρέπεται σε πολύτιμο πόρο.

Ειδικά για την **ιλύ (λυματολάσπη)** των βιολογικών καθαρισμών, η ενέργεια που περιέχεται σε αυτήν μπορεί να καλύψει σημαντικό μέρος των αναγκών των ίδιων των εγκαταστάσεων ή/και να διατεθεί σε τοπικά δίκτυα.

# Τι είναι η ιλύς και γιατί μας ενδιαφέρει;

**Ιλύς** = στερεό υποπροϊόν που προκύπτει από τον καθαρισμό των αστικών λυμάτων. Παραδοσιακά θεωρούνταν άχρηστη.

Διαθέτει όμως **υψηλό οργανικό φορτίο**, με ενεργειακό περιεχόμενο παρόμοιο με αυτό του λιγνίτη.

Χρήσεις εκτός ενεργειακής αξιοποίησης: Γεωργία, εδαφικές εφαρμογές, αποκατάσταση εδαφών, παραγωγή δομικών ή άλλων υλικών, κομποστοποίηση.

# Βασικές Μέθοδοι Ανάκτησης Ενέργειας

**Αναερόβια Χώνευση:** Μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν την ιλύ σε περιβάλλον χωρίς οξυγόνο, παράγοντας **βιοαέριο**. Το βιοαέριο αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

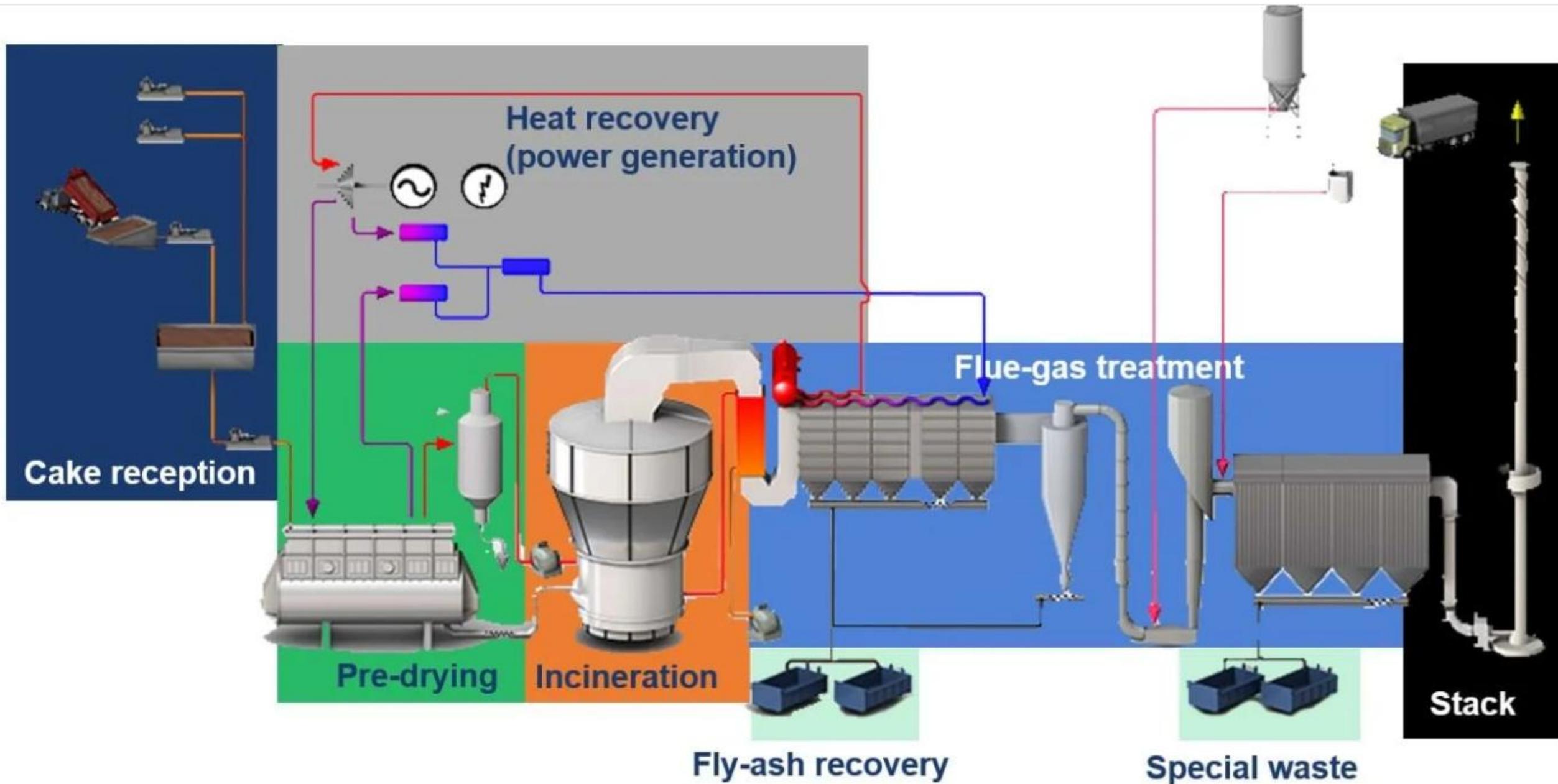
**Θερμική Επεξεργασία (Αποτέφρωση):** Η απευθείας καύση της αποξηραμένης ιλύος για την παραγωγή ενέργειας. Η μέθοδος αυτή επιτυγχάνει τη μεγαλύτερη μείωση του όγκου των αποβλήτων.

**Πυρόλυση και Αεριοποίηση:** Μετατροπή ιλύος σε βιο-έλαιο, αέριο σύνθεσης και βιο-εξανθράκωμα. Αυτά τα προϊόντα αποθηκεύονται εύκολα και μπορούν να υποκαταστήσουν ορυκτά καύσιμα.

# Anaerobic Digestion for Sewage Sludge Management



# Sludge Incineration Process



# Οφέλη για Κοινωνία και Περιβάλλον

**Ενεργειακή Αυτονομία:** Οι μονάδες βιολογικού καθαρισμού μπορούν να γίνουν ενεργειακά ουδέτερες (μείωση κόστους λειτουργίας).

**Μείωση Ρύπων:** Με χρήση της ιλύος ως καυσίμου εκλύονται πολύ λιγότερα αέρια θερμοκηπίου σε σχέση με φυσικό αέριο ή πετρέλαιο.

**Προστασία Δημόσιας Υγείας:** Η σωστή θερμική επεξεργασία εξαλείφει τους παθογόνους μικροοργανισμούς και περιορίζει την ανάγκη για υγειονομική ταφή της λάσπης.

**Ανάκτηση Πόρων:** Πέρα από την ενέργεια, οι μέθοδοι αυτές επιτρέπουν την ανάκτηση πολύτιμων θρεπτικών συστατικών, όπως ο φωσφόρος (γεωργία).

**Η αναερόβια χώνευση υπερτερεί για παραγωγή ενέργειας και μείωση όγκου σε μεσαίες/μεγάλες εγκαταστάσεις, ενώ η θερμική επεξεργασία προσφέρεται για μέγιστη μείωση όγκου και εξάλειψη παθογόνων, αλλά με υψηλότερο κόστος.**

<b>Χαρακτηριστικό</b>	<b>Αναερόβια Χώνευση</b>	<b>Θερμική Επεξεργασία</b>
<b>Ενεργειακό Ισοζύγιο</b>	Παραγωγή ενέργειας (Βιοαέριο)	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (συνήθως)
<b>Λειτουργικό Κόστος</b>	Χαμηλό/Μέτριο	Υψηλό
<b>Μείωση Όγκου</b>	40 - 50%	> 80-90% (Τέφρα)
<b>Τελικό Προϊόν</b>	Βιοστερεά (λίπασμα)	Τέφρα (αδρανές υλικό)
<b>Κατάλληλο για</b>	Μικρές/Μεσαίες/Μεγάλες ΕΕΛ	Μεγάλες ΕΕΛ

# Πλεονεκτήματα Θερμικής Επεξεργασίας

**Μεγάλη μείωση όγκου και βάρους:** Επιτυγχάνεται μείωση έως και 90%, μειώνοντας δραστικά το κόστος μεταφοράς και ταφής.

**Καταστροφή οργανικών ρύπων:** Εξαλείφονται παθογόνοι οργανισμοί, ιοί και οργανικές τοξικές ενώσεις.

**Ανάκτηση ενέργειας:** Η θερμότητα που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση της ιλύος ή την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

**Παραγωγή αδρανούς υπολείμματος:** Η τέφρα που προκύπτει είναι σταθερή και μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή δομικών υλικών (π.χ. από την τσιμεντοβιομηχανία).

# Μειονεκτήματα Θερμικής Επεξεργασίας

**Υψηλό κόστος:** Απαιτούνται σημαντικές κεφαλαιουχικές επενδύσεις και λειτουργικά έξοδα (καύσιμα για την ξήρανση).

**Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:** Πιθανή εκπομπή αέριων ρύπων (διοξίνες, φουράνια, βαρέα μέταλλα), απαιτώντας ακριβά συστήματα καθαρισμού καυσαερίων.

**Ενεργοβόρα διαδικασία:** Απαιτείται υψηλή περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (ξηρανση) πριν την καύση, κάτι που καταναλώνει ενέργεια.

**Διαχείριση τέφρας:** Παρά την αδρανοποίηση, η τέφρα ενδέχεται να περιέχει συγκεντρωμένα βαρέα μέταλλα που απαιτούν ειδική διαχείριση.

# Σκοπιμότητα ενεργειακής αξιοποίησης ιλύος στην Ελλάδα

- **Ανάγκη για Εναλλακτική Διαχείριση:** Άνω του 50% της ιλύος καταλήγει σε ΧΥΤΑ.
- **Υψηλό Ενεργειακό Περιεχόμενο Ιλύος:** Η ιλύς είναι πολύτιμη πηγή ενέργειας.
- **Τεχνολογικές Επιλογές:** Η αναερόβια χώνευση για παραγωγή βιοαερίου είναι η πιο κοινή μέθοδος, ενώ η απευθείας αποτέφρωση της αφυδατωμένης ιλύος εμφανίζει το υψηλότερο ενεργειακό ισοζύγιο σε ελληνικές συνθήκες.
- **Πρώθηση Θερμικών Μεθόδων:** Αυξανόμενη τάση προς την ηλιακή ξήρανση, η οποία κρίνεται ως ενδεδειγμένη λύση για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας.
- **Προοπτικές για Μικρές Μονάδες:** Σε αντίθεση με αστικά κέντρα, όπου ήδη εφαρμόζεται ξήρανση, η πρόκληση έγκειται στις μικρότερες ΕΕΛ, όπου εκτός της ηλιακής ξήρανσης προκύπτει ως αποδοτική οικονομικά και η ασβεστοποίηση.

# Σκοπιμότητα ενεργειακής αξιοποίησης ιλύος στην Ελλάδα

## Οφέλη:

- 1.Μείωση κόστους λειτουργίας:** Η παραγωγή ενέργειας μειώνει το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (που αποτελεί μεγάλο μέρος των λειτουργικών εξόδων, ~13%).
- 2.Περιβαλλοντική συμμόρφωση:** Μειώνονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και αποφεύγεται ή τουλάχιστον περιορίζεται η ταφή.
- 3.Παραγωγή βιοαερίου/θερμότητας:** Δυνατότητα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

## Προκλήσεις:

- Υψηλό επενδυτικό κόστος:** Οι τεχνολογίες ανάκτησης απαιτούν σημαντική αρχική κεφαλαιουχική επένδυση.
- Ανάγκη για εξειδικευμένο προσωπικό:** Απαιτείται τεχνογνωσία για την αποδοτική λειτουργία των συστημάτων.

# Κίνητρα για την ενεργειακή αξιοποίηση ιλύος

## Χρηματοδοτικά Εργαλεία

- **Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας (RRF):** Χρηματοδοτούνται έργα για τον εκσυγχρονισμό εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων με έμφαση στη θερμική επεξεργασία και την ενεργειακή αναβάθμιση.
- **ΕΣΠΑ 2021-2027:** Το πρόγραμμα «Περιβάλλον και Κλιματική Αλλαγή» περιλαμβάνει προσκλήσεις για την ολοκλήρωση υποδομών λυμάτων και την ολιστική διαχείριση πόρων, με προϋπολογισμούς εκατοντάδων εκατομμυρίων €.
- **Αναπτυξιακός Νόμος (Ν. 4887/2022):** Προβλέπει ενισχύσεις (επιχορηγήσεις, φορολογικές απαλλαγές) για επενδύσεις στην **πράσινη μετάβαση**, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα και της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας (ΣΗΘΥΑ).

# Κίνητρα για την ενεργειακή αξιοποίηση ιλύος

## Θεσμικό Πλαίσιο & Πολιτικές

- **Νόμος 4819/2021:** Θεσπίζει τη χρήση μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων (όπως τα υπολείμματα ιλύος) ως **δευτερογενούς καυσίμου** για τη βιομηχανία, μειώνοντας την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα.
- **Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ 2020-2030):** Θέτει ως στόχο τη μείωση της υγειονομικής ταφής κάτω από το 10% έως το 2030, ωθώντας τις ΔΕΥΑ προς την ενεργειακή αξιοποίηση της λάσπης.
- **Προτεραιότητα σε ΑΠΕ:** Οι μονάδες που συνδυάζουν περιβαλλοντικές υποδομές με παραγωγή ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές (π.χ. βιοαέριο) τυγχάνουν ευνοϊκής μεταχείρισης στις αδειοδοτήσεις και τη σύνδεση στο δίκτυο.

# Κίνητρα για την ενεργειακή αξιοποίηση ιλύος

## Οικονομικά Κίνητρα για Μονάδες

- **Πώληση Ενέργειας:** Οι βιολογικοί καθαρισμοί έχουν το δικαίωμα να πωλούν το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν από το βιοαέριο στο δίκτυο, δημιουργώντας έσοδα που καλύπτουν τα έξοδα λειτουργίας τους.
- **Μείωση Τέλους Ταφής:** Η ενεργειακή μετατροπή μειώνει δραστικά τον όγκο της λάσπης, απαλλάσσοντας τους δήμους από το αυξανόμενο κόστος του "τέλους ταφής" απορριμμάτων.