



**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΠΡΟΙΟΝΤΩΝ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ**



Ενεργειακή διαχείριση παραπροϊόντων ΕΕΛ Λάρισας

Λεμονίδης Ι., Σαμαράς Π.

Εισαγωγή

- Η εξοικονόμηση ενέργειας ένας από τους σημαντικότερους στόχους αειφορίας.
European Green Deal (EGD) identified the production and use of energy account for more than 75% of the EU's greenhouse gas emissions, and decarbonizing the EU's energy system is critical to reach the 2030 climate objectives and the EU's long-term strategy of achieving carbon neutrality by 2050
- Σημαντική συμβολή της επεξεργασίας αποβλήτων στο ενεργειακό αποτύπωμα.
Alignment of the Directive with the European Green Deal (EGD): Additional efforts are needed in the wastewater sector to: reduce its GHG emissions (34,45 million tonnes CO₂e/year - around 0,86% of the total EU emissions), decrease its energy consumption (around 0,8% of the total energy use in the EU) and make it more circular by improving sludge management (recast of the 1991 Urban Wastewater Treatment Directive)

Παραγωγή Ενέργειας σε ΕΕΛ

- Αναερόβια χώνευση ιλύος.
- Γνωστή τεχνολογία με σημαντικά πλεονεκτήματα- κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών.
- Θεωρείται ότι συμβάλλει στην κυκλική οικονομία.

Παρόλα αυτά: λειτουργία ΕΕΛ με υψηλή κατανάλωση ενέργειας



Διερεύνηση εναλλακτικών πρώτων υλών για συν-χώνευση



Στόχοι

Γενικός στόχος:

Ενεργειακή αξιοποίηση παραπροϊόντων ΕΕΛ με στόχο τη μετατροπή της από καταναλωτή σε μονάδα μηδενικής ενέργειας (ή και παραγωγό!).

Ειδικοί στόχοι:

- Διερεύνηση παραπροϊόντων με ενεργειακό περιεχόμενο.
- Χαρακτηρισμός των ιδιοτήτων.
- Προσδιορισμός του δυναμικού παραγωγής μεθανίου (biochemical methane potential BMP).

Δείγματα παραπροϊόντων ΕΕΛ

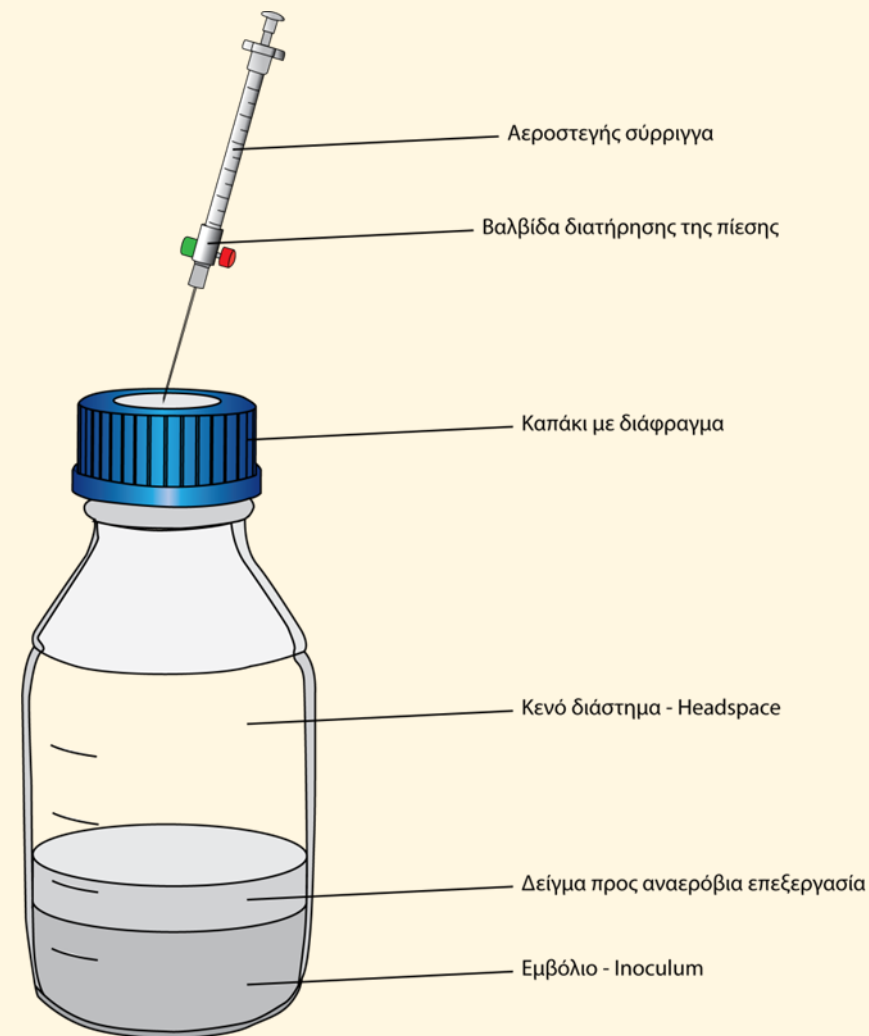
No	Δυναμικότητα σχεδιασμού, m³/day	Δείγματα	Σύμβολο
1	8400	Εσχαρίσματα, μηχανική σχάρα 6 mm	ASC
		Επιπλέοντα	AFL
2	11400	Εσχαρίσματα, μηχανική σχάρα 3 mm	KSC
		Επιπλέοντα	KFL
3	23400	Εσχαρίσματα, μηχανική σχάρα 50 mm	LSCC
		Εσχαρίσματα, μηχανική σχάρα 30 mm	LSCF
		Εσχαρίσματα, μηχανική σχάρα 50 mm, υποδοχή βοθρολυμμάτων	LSCST
		Επιπλέοντα	LFL
4	155150	Εσχαρίσματα, μηχανική σχάρα 10 mm	TSC
		Επιπλέοντα	TFL
		Εσχαρίσματα ιλύος από πρωτοβάθμια καθίζηση, μηχανική σχάρα 5 mm	TPS
		Εμβόλιο	I

Χαρακτηρισμός δειγμάτων

- ☐ Ολικά στερεά (TS) – Πτητικά στερεά (VS)
- ☐ Chemical Oxygen Demand (COD)
- ☐ Άζωτο, οργανικό και ανόργανο
- ☐ Φώσφορος
- ☐ Λίπη και έλαια
- ☐ Περιεκτικότητα σε ίνες
- ☐ Δυναμικό παραγωγής μεθανίου (BMP).

Δυναμικό παραγωγής μεθανίου (BMP)

- Αντιστοιχεί στη μέγιστη ποσότητα μεθανίου που μπορεί να παραχθεί κατά την αναερόβια χώνευση ενός δείγματος.
- Δείγμα και 'εμβόλιο' τοποθετούνται σε φιάλες με συγκεκριμένη αναλογία.
- Η παραγωγή του αερίου καταγράφεται σε σταθερή θερμοκρασία στους 37°C.
- Η παραγωγή μεθανίου υπολογίζεται ως αθροιστική ποσότητα του αερίου με το χρόνο ανά g VS.



Δείγματα μικροσωματιδίων

- Δείγματα σωματιδίων με διαφορετική διάμετρο συλλέχθηκαν από την ΕΕΛ Λάρισας, με κόσκινα που εγκαταστάθηκαν μετά την σχάρα 30 mm.

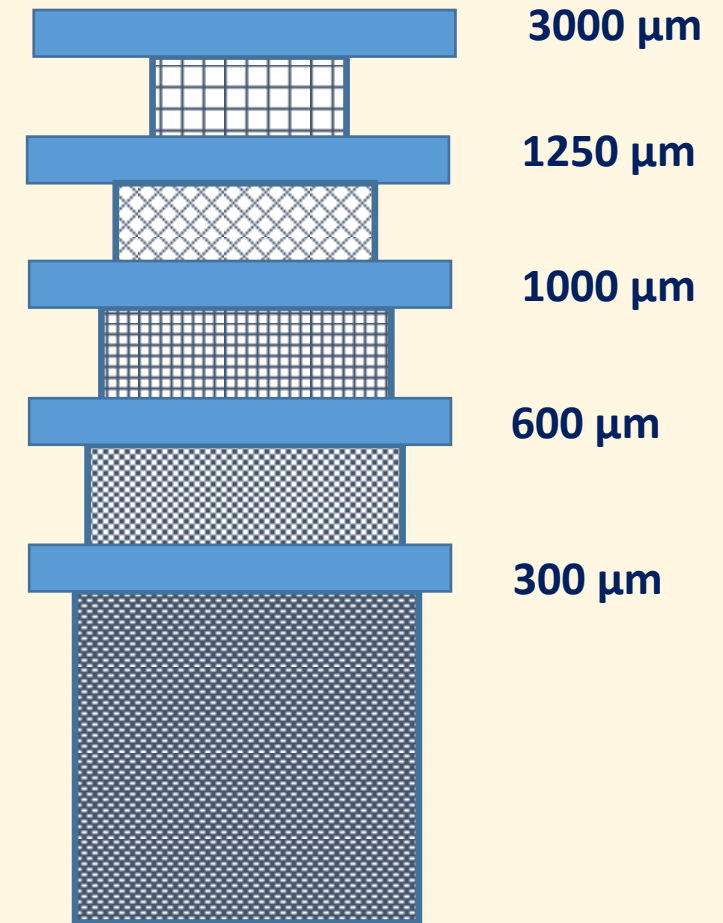
- Τα απόβλητα τροφοδοτούνταν σε κόσκινα με πόρους 3000 μm , 1250 μm , 1000 μm , 600 μm and 300 μm .

Προέκυψαν δύο είδη δειγμάτων:

A μεμονωμένα: 3000-1250 μm , 1200-1000 μm 1000-300 μm

B σωρευτικά: >3000 μm , > 1250 μm , 1000 μm , 600 μm , 300 μm

- Για κάθε ομάδα δειγμάτων μετρήθηκε το δυναμικό παραγωγής μεθανίου.



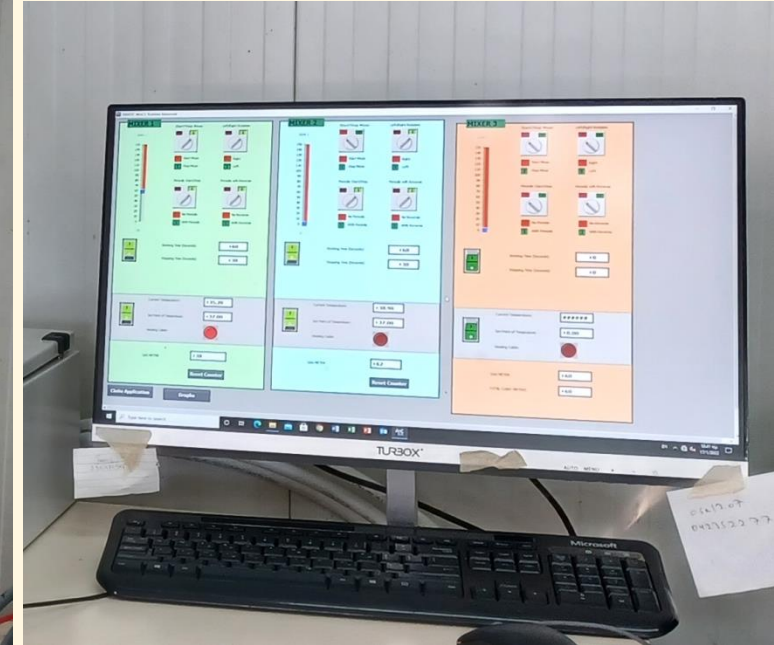
Κατασκευή και λειτουργία εργαστηριακών αντιδραστήρων

Μέτρηση βιοαερίου

Εισαγωγή
δείγματος

Αναερόβιος
αντιδραστήρας

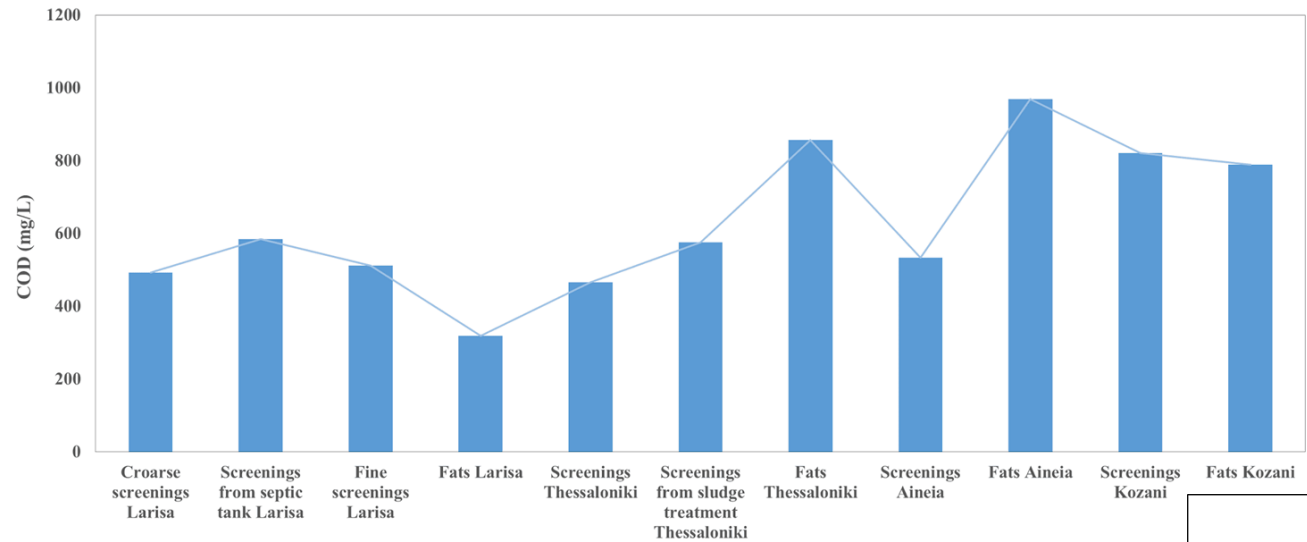
Έξοδος
χωνεμένου
υπολείμματος



Κατασκευή και λειτουργία πιλοτικού αντιδραστήρα

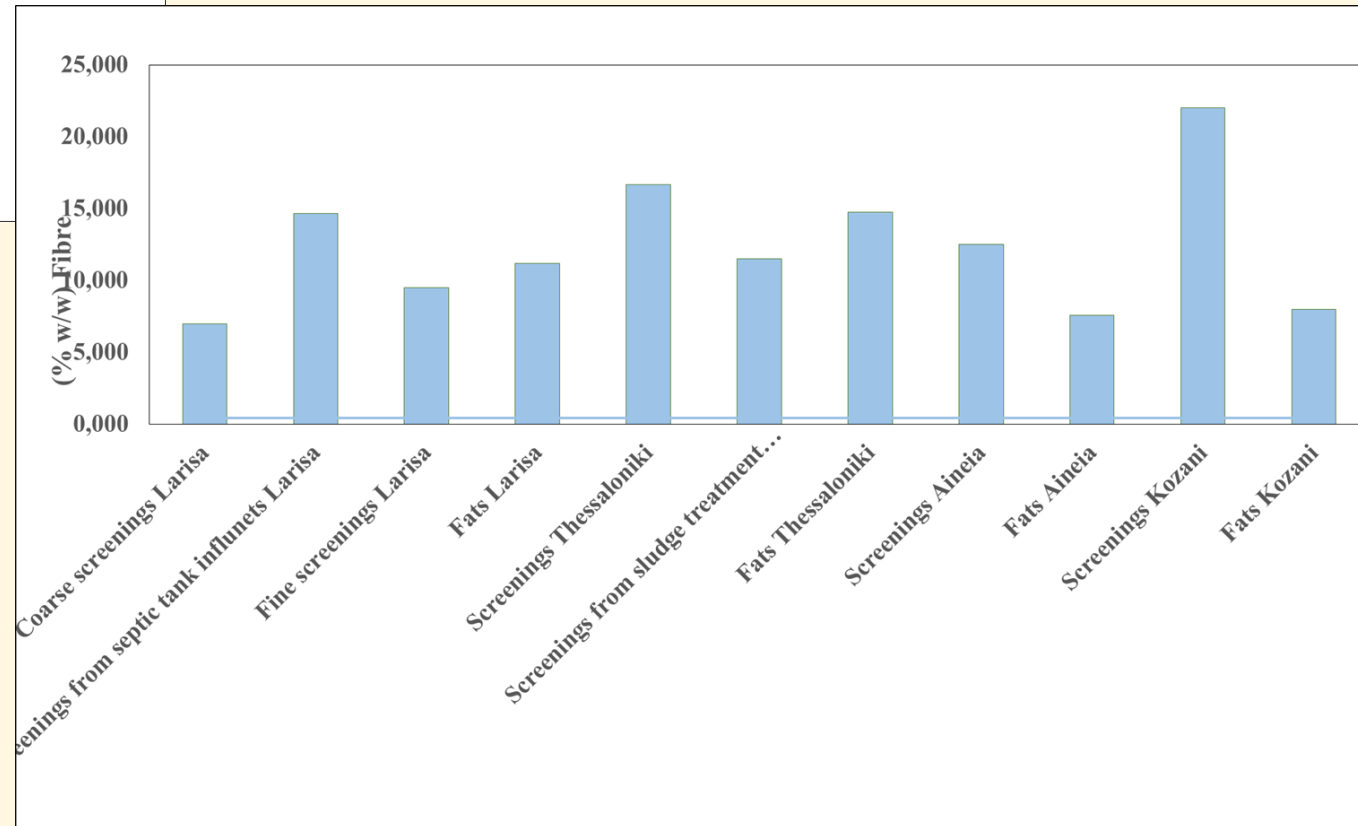


Αποτελέσματα και συζήτηση

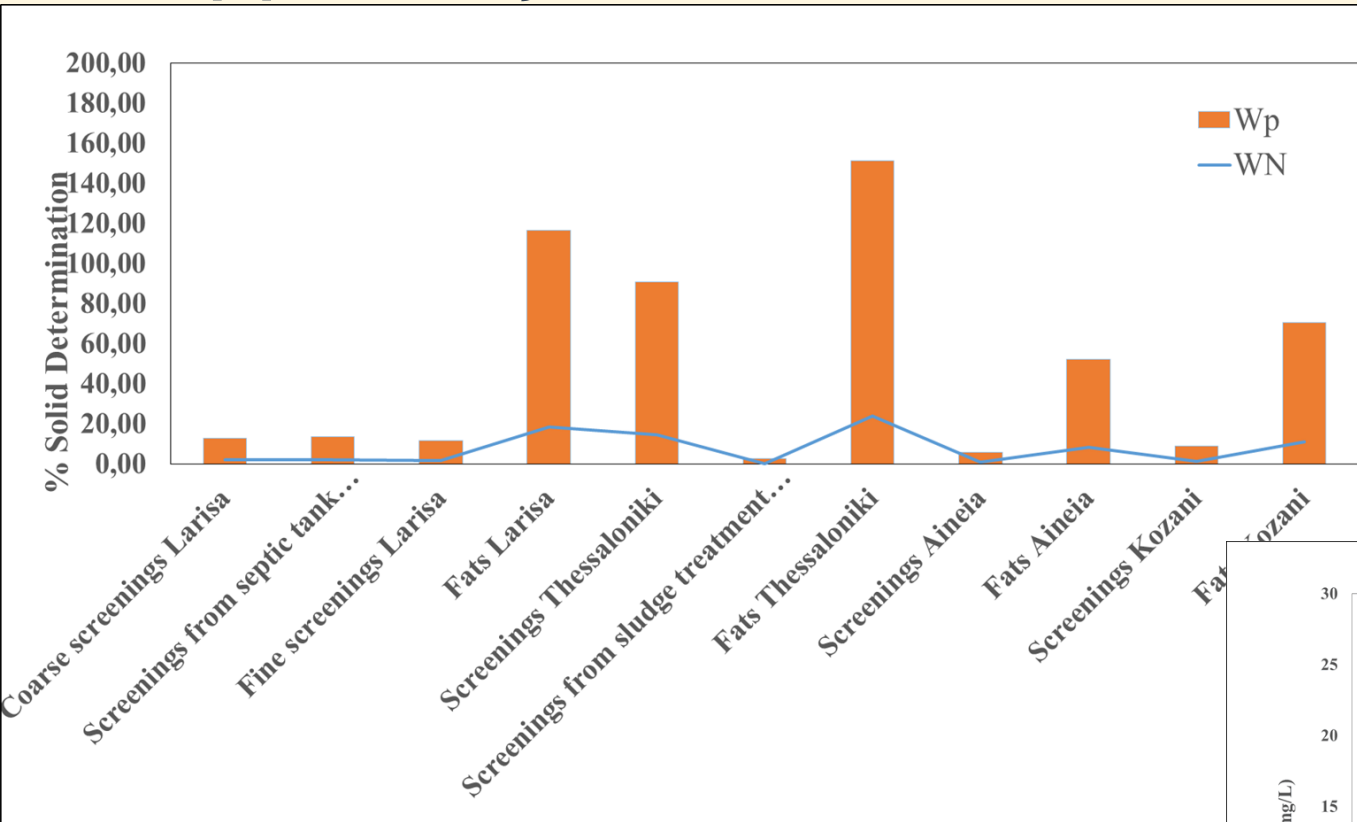


Chemical Oxygen Demand (COD)

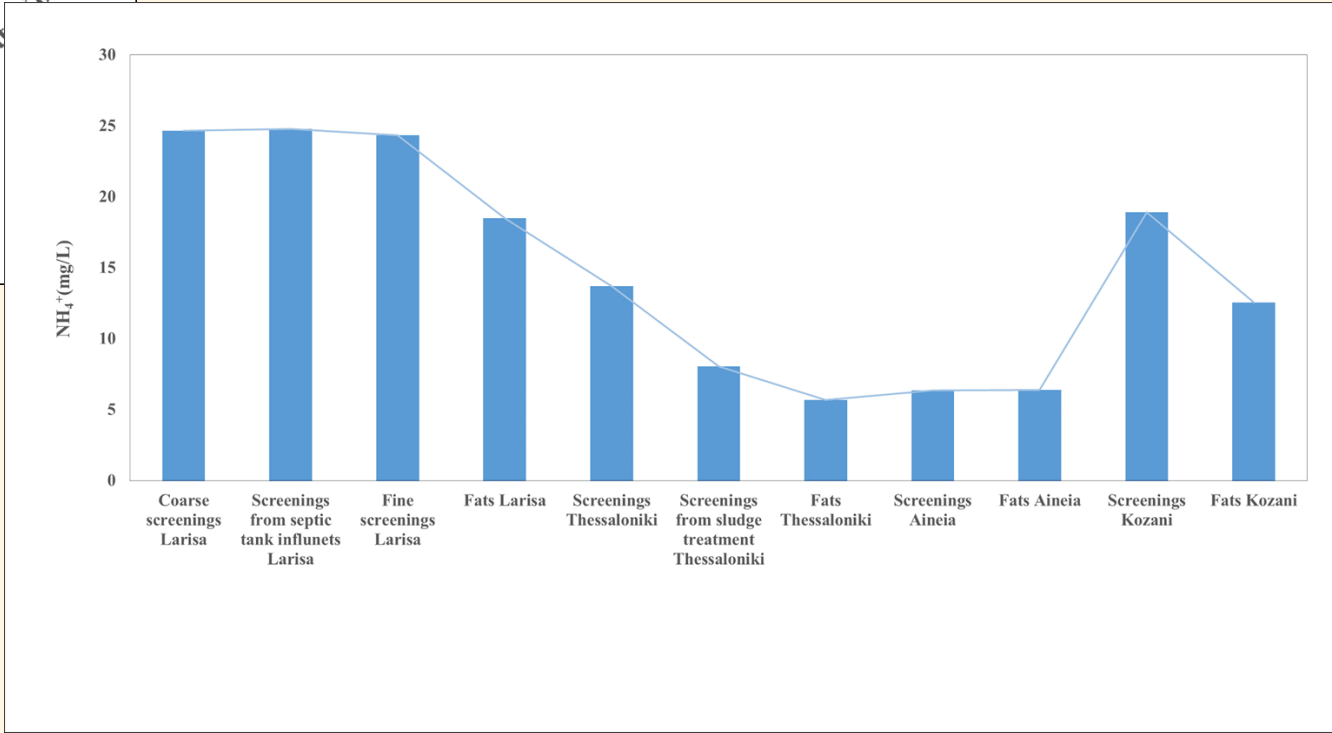
Ίνες



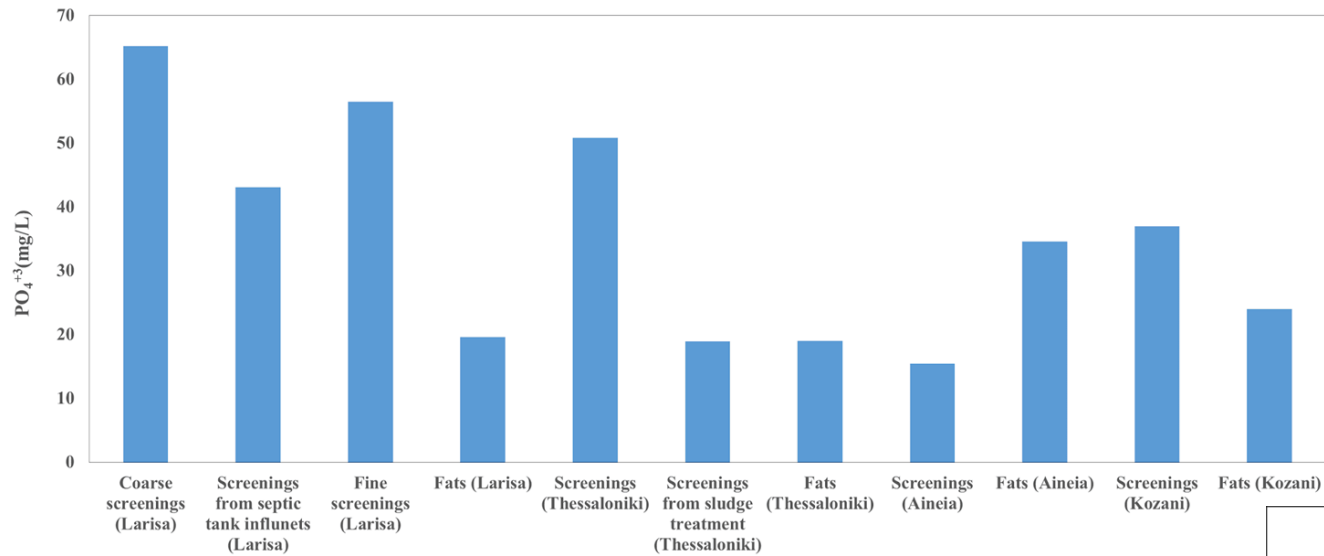
Οργανικό άζωτο



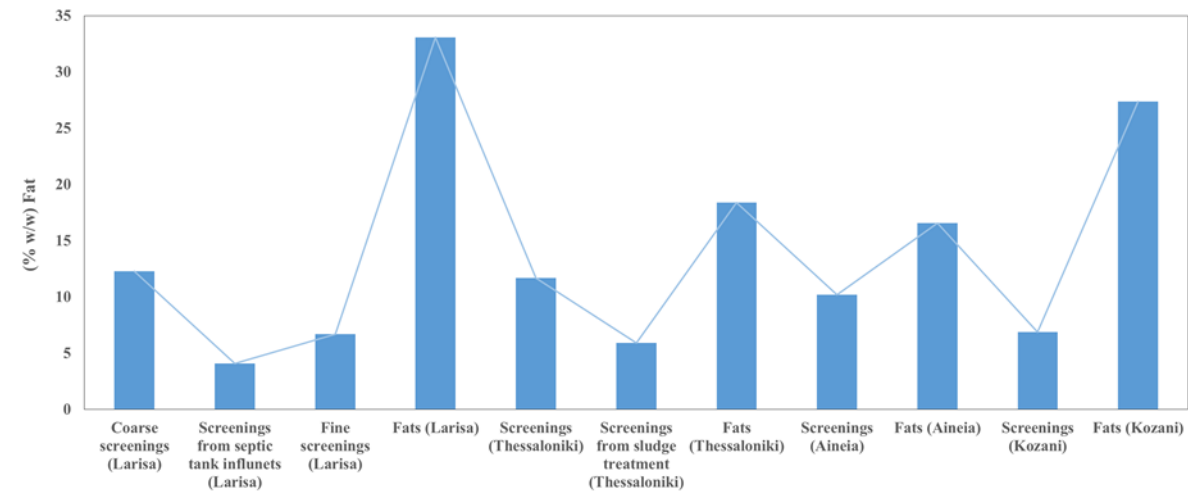
Ανόργανο άζωτο



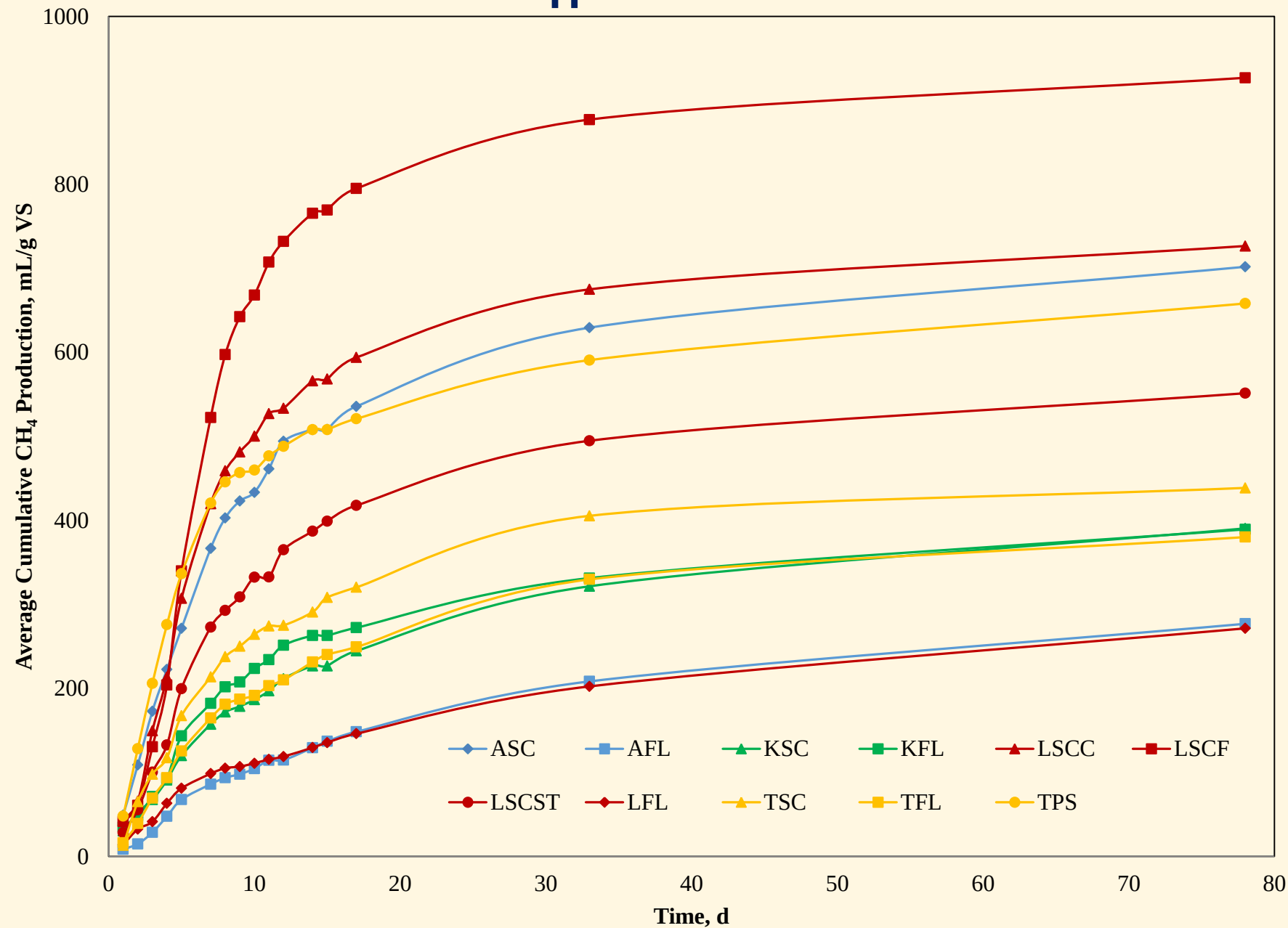
Φώσφορος



Λίπη και έλαια

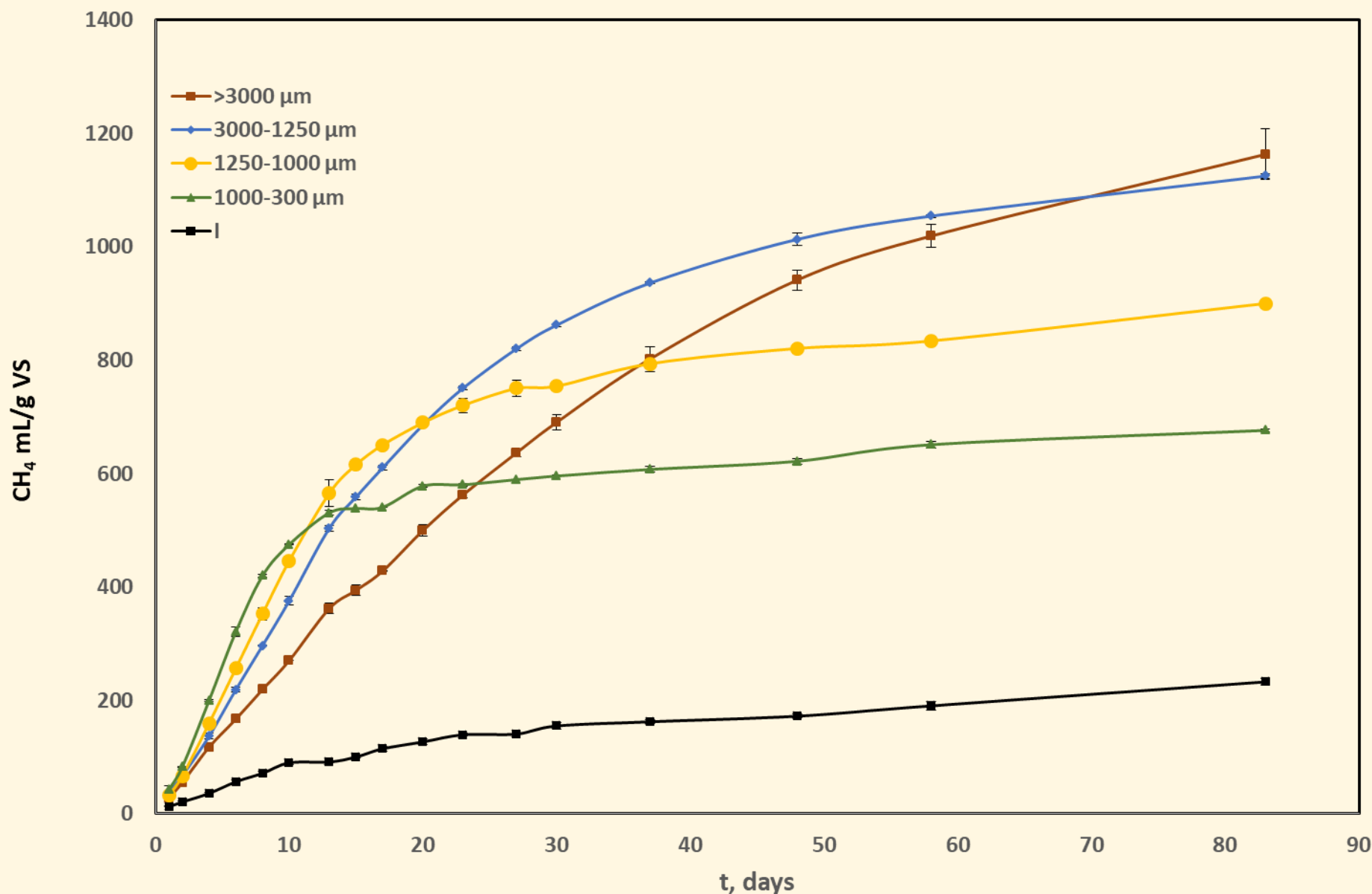


BMP δειγμάτων από ΕΕΛ



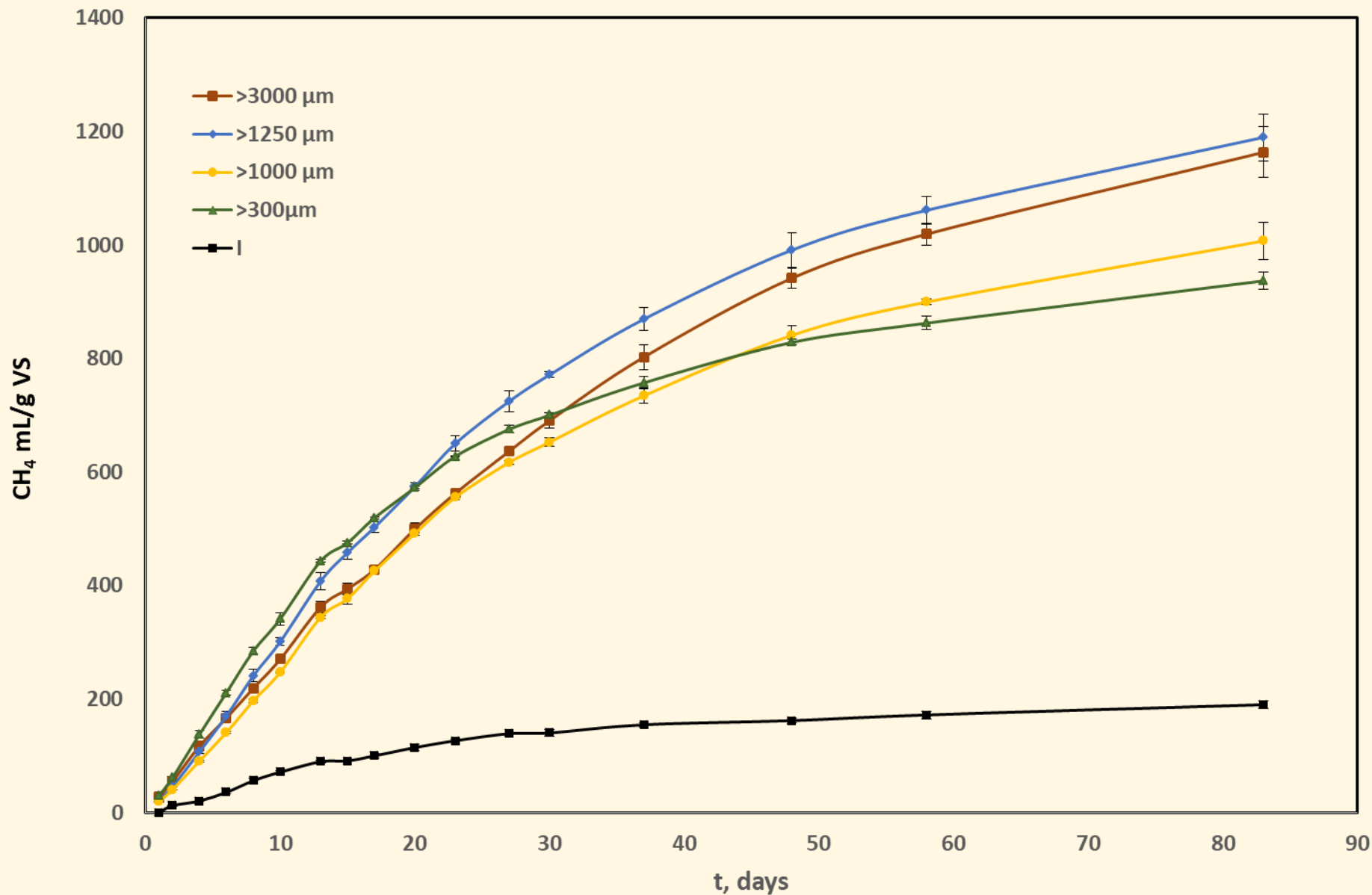
Υψηλό BMP για
την ΕΕΛ Λάρισας
που φτάνει μέχρι
900 mL CH₄/g VS

BMP μεμονωμένων κλασμάτων σωματιδίων με διαφορετικές διαστάσεις (A)



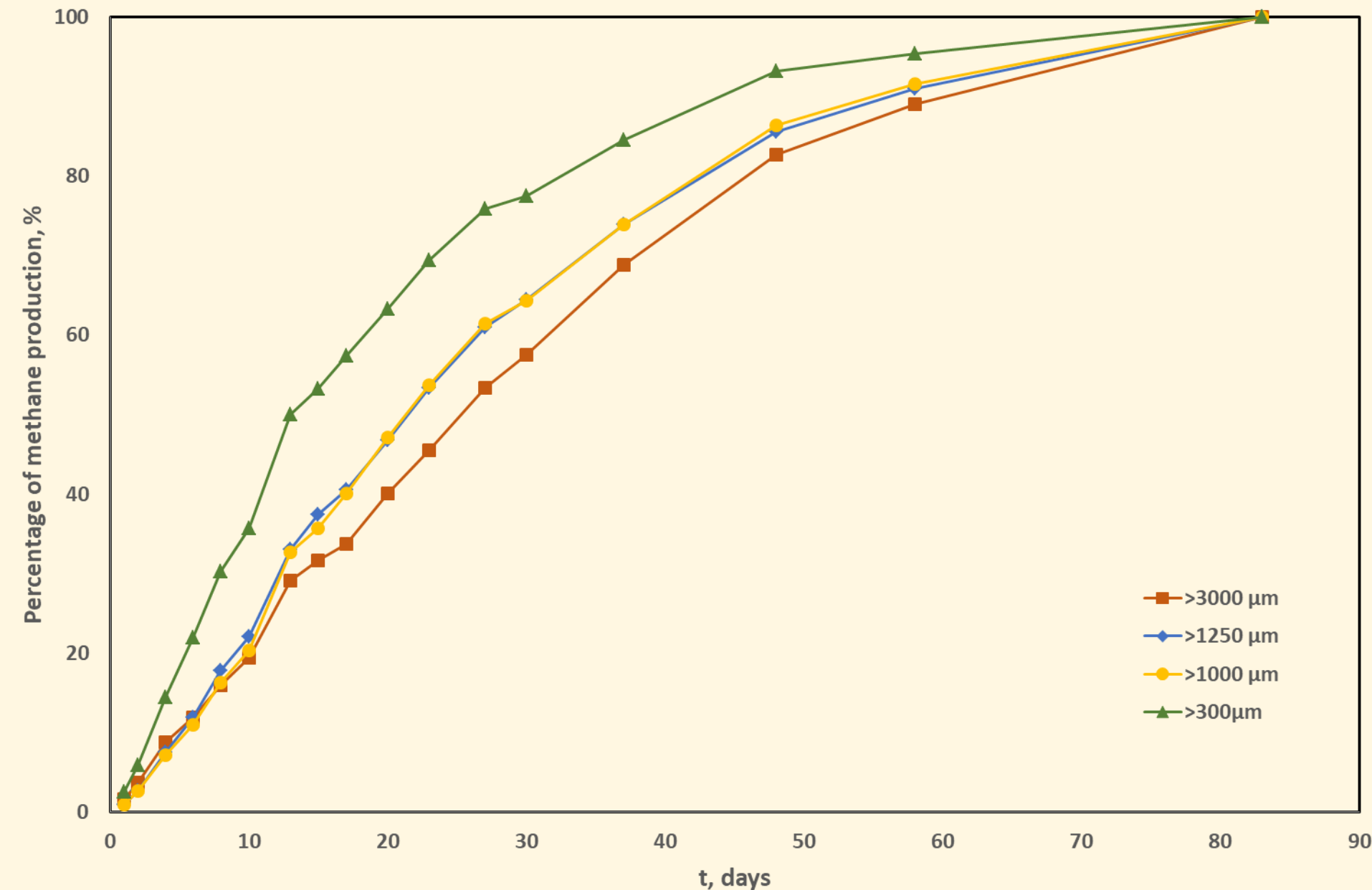
Υψηλό BMP για το κλάσμα 3-1.25 mm
>900 mL net CH₄/g VS

BMP σωρευτικών κλασμάτων σωματιδίων



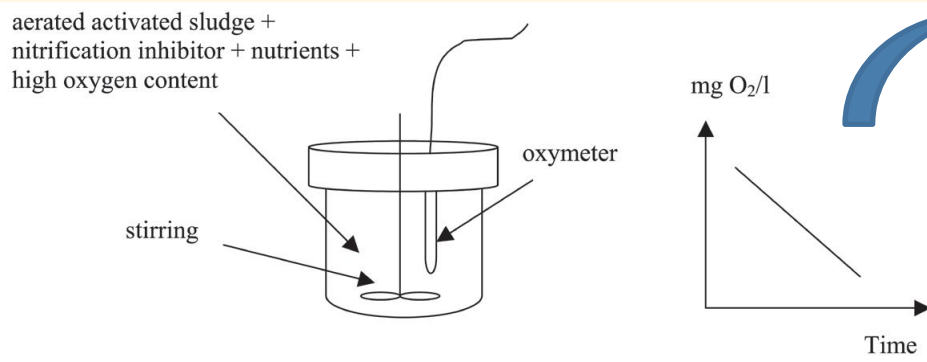
Υψηλό BMP για το κλάσμα >1.25 mm

Ρυθμός παραγωγής μεθανίου ως ποσοστό του συνολικού

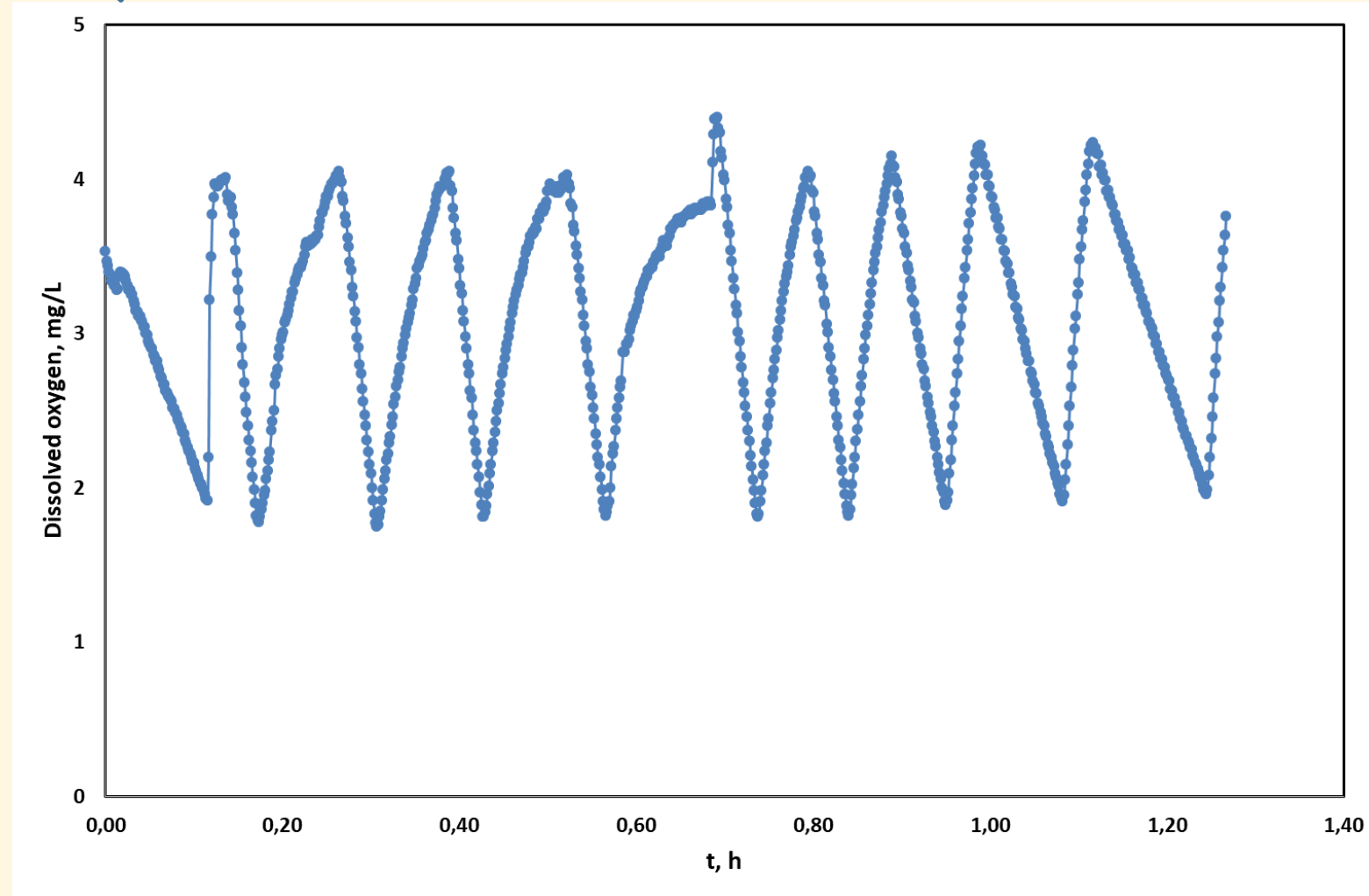


80% του συνολικού
μεθανίου σε 30
ημέρες για το
κλάσμα >0.3 mm

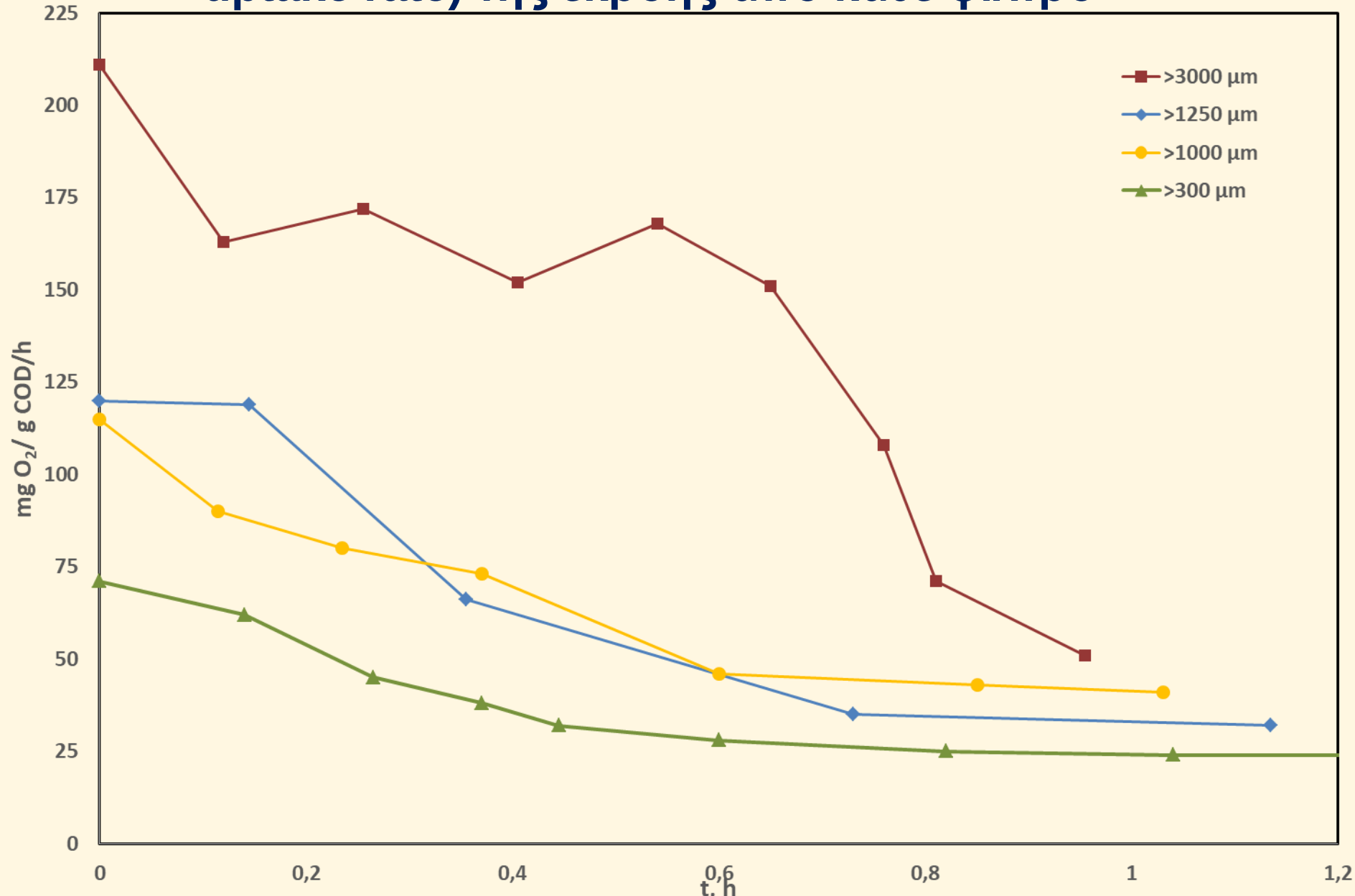
Υπολογισμός ειδικού ρυθμού κατανάλωσης οξυγόνου (Specific oxygen uptake rate, SOUR)



**SOUR μέτρο της
απαίτησης σε
οξυγόνο κατά τον
ακόλουθο αερισμό**

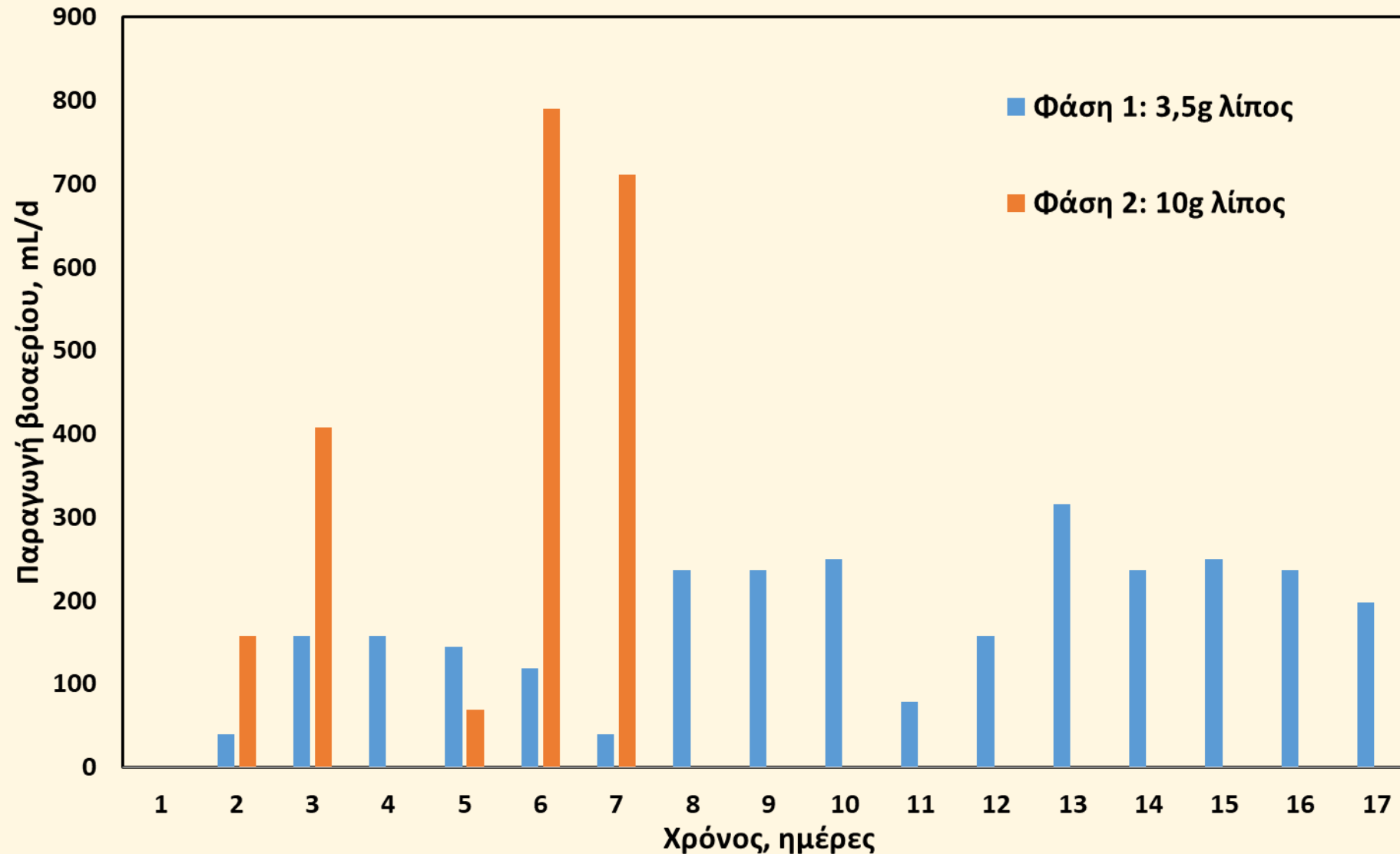


Ειδικός ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου (specific oxygen uptake rate) της εκροής από κάθε φίλτρο



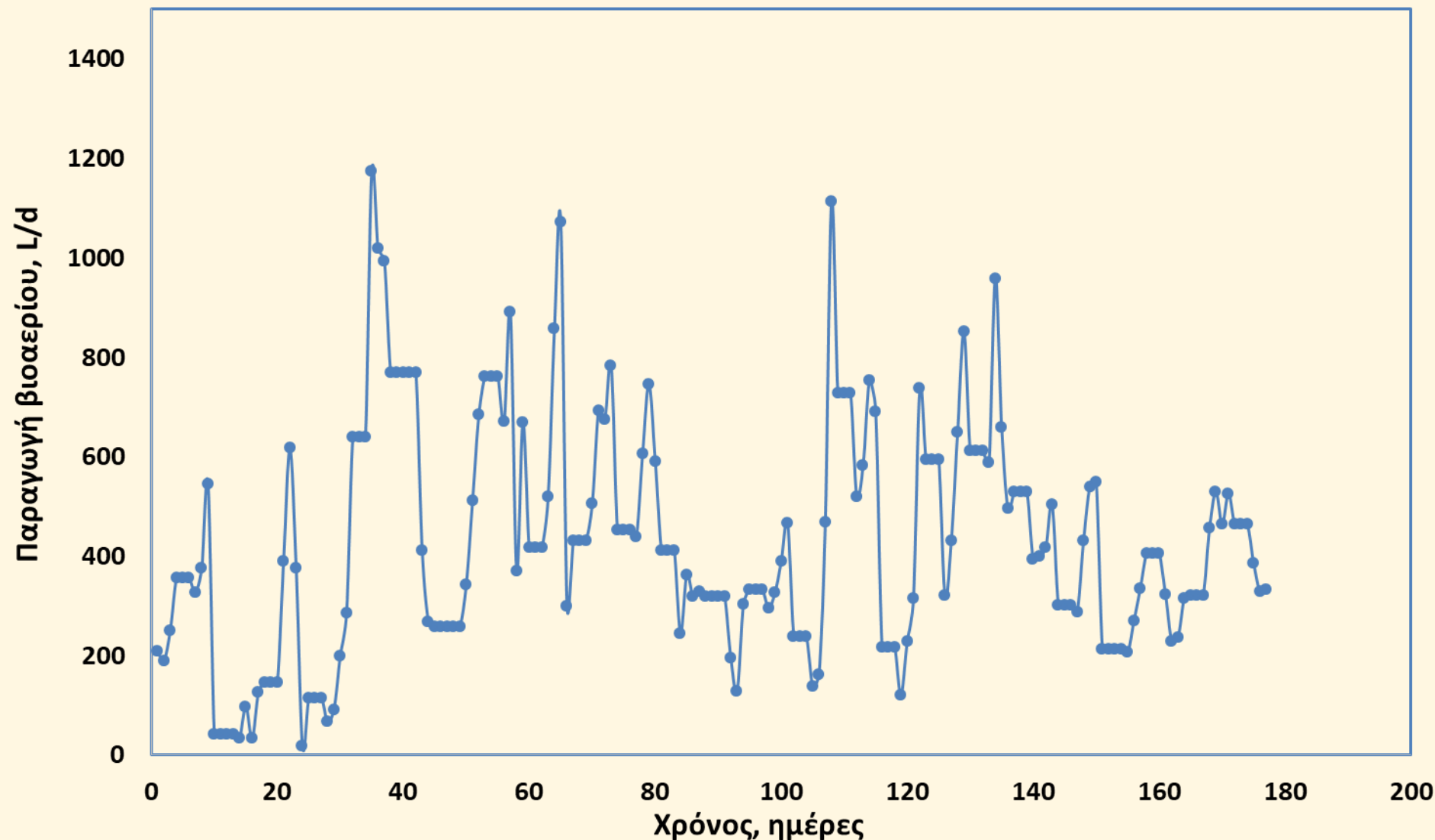
Εκροή από
μεγαλύτερο κόσκινο
απαιτεί περισσότερο
οξυγόνο για
διάσπαση ενώσεων
από την εκροή που
προέρχεται από το
μικρότερο κόσκινο

Ημερήσια παραγωγή βιοαερίου από εργαστηριακούς αντιδραστήρες σε δύο φορτίσεις



Μεγαλύτερη
φόρτιση =
μεγαλύτερη
παραγωγή
μεθανίου, συχνή
αστοχία

Ημερήσια παραγωγή βιοαερίου από πιλοτικό αντιδραστήρα



Μεγάλη
διακύμανση
στην παραγωγή
βιοαερίου-δε
διακρίνεται
επίδραση λόγω
μικρών αλλαγών
στη φόρτιση

Συμπεράσματα

- Εσχαρίσματα και επιπλέοντα από την πρωτοβάθμια επεξεργασία παρουσιάζουν σημαντικό δυναμικό παραγωγής βιοαερίου.
- Υψηλό δυναμικό παραγωγής παρουσιάζουν επίσης τα στερεά σωματίδια από μικροκόσκινα με μέγεθος $>1,25$ mm.
- Μεγαλύτερα σωματίδια, υψηλότερο BMP, με χαμηλό ρυθμό και μεγάλη απαίτηση σε αερισμό της εκροής. Μικρότερα σωματίδια, χαμηλό BMP αλλά με μεγάλο ρυθμό παραγωγής.
- Η αξιοποίηση των μικροσωματιδίων επιφέρει επιπλέον οφέλη στο επόμενο στάδιο του αερισμού λόγω μείωσης των αναγκών σε οξυγόνο.



Η ερευνητική αυτή εργασία έχει χρηματοδοτηθεί από την ΕΕ και Ελληνικούς εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία, στο πλαίσιο της προκήρυξης Ερευνώ-Δημιουργώ-Καινοτομώ με κωδικό έργου Τ1ΕΔΚ-00284 και τίτλο Ενεργειακή Ανάλυση και Βελτιστοποίηση Λειτουργίας Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων με Σκοπό τη Μείωση του Ενεργειακού Αποτυπώματος και των Εκπομπών Αερίου του Θερμοκηπίου

Ευχαριστώ για την προσοχή σας