

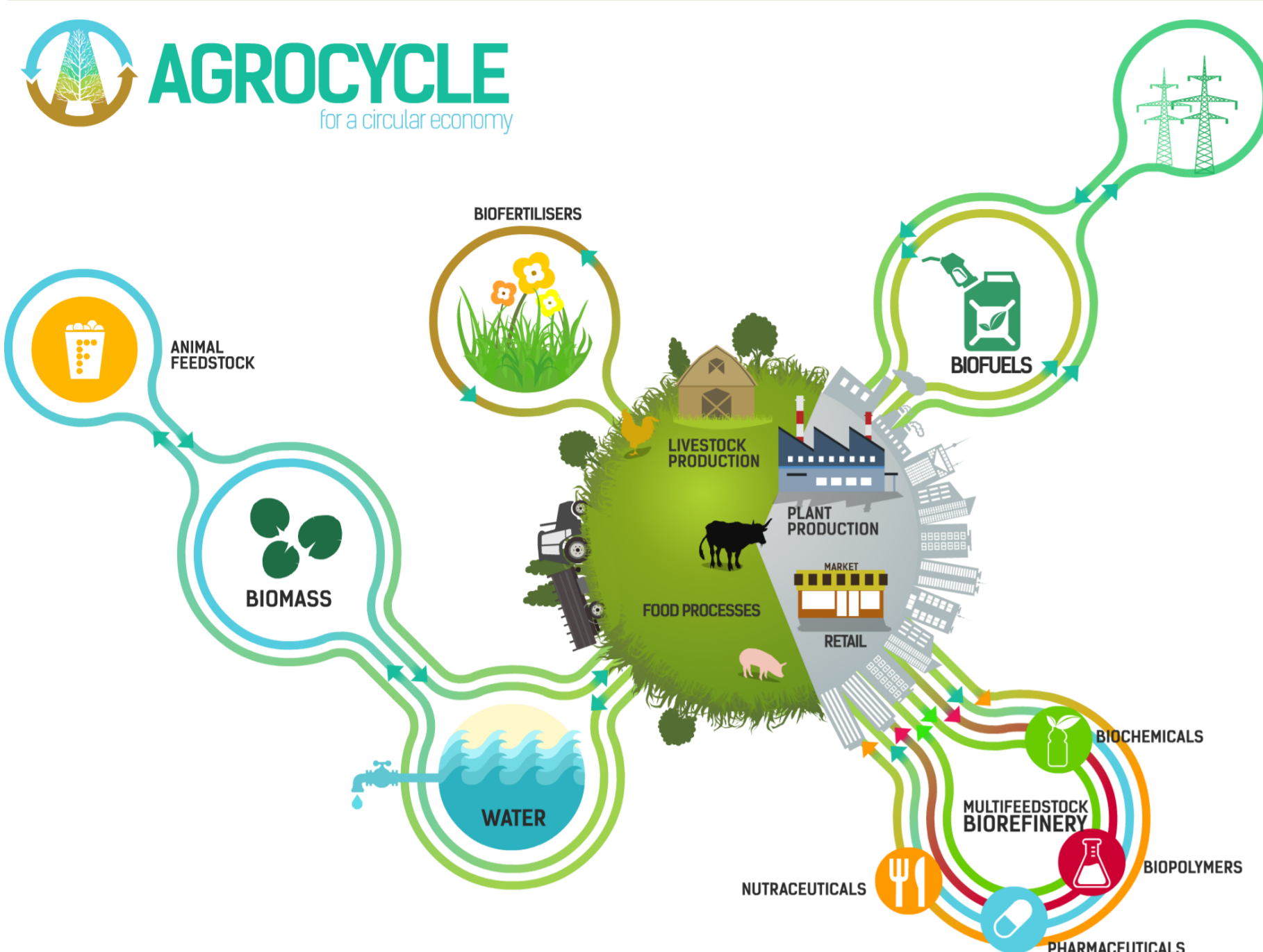
# ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΓΡΟ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

Σ.Ι. ΠΑΤΣΙΟΣ, Κ.Ν. ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ, Μ. ΑΤΖΙΑΡΑΣ, Σ.Τ. ΜΗΤΡΟΥΛΗ, Α.Ι. ΚΑΡΑΜΠΕΛΑΣ



**ΕΚΕΤΑ**  
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ  
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

## ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ & ΣΤΟΧΟΙ



Ανάπτυξη και πιλοτική επίδειξη περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών μεμβρανών για την αξιοποίηση αγρο-βιομηχανικών αποβλήτων μέσω:

- της ανάκτησης βιοδραστικών ουσιών υψηλής αξίας (π.χ. πολυφαινόλες),
- της παραγωγής βιοαερίου κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία, και
- της ανακύκλωσης νερού μέσω προχωρημένης αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας με μεμβράνες (MBR)

Δοκιμές διαφόρων εμπορικά διαθέσιμων μεμβρανών για ανάκτηση και συμπύκνωση πολυφαινόλων από υγρά απόβλητα οινοποίησης σε εργαστηριακή και πιλοτική κλίμακα

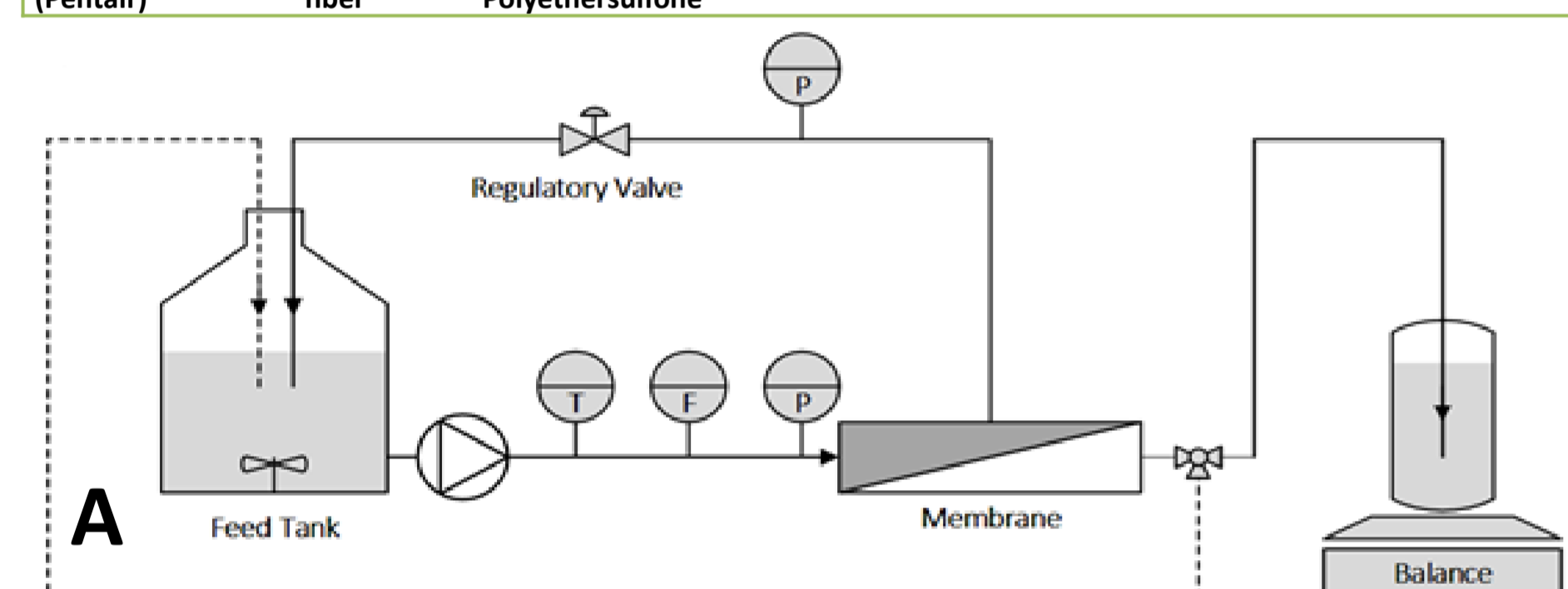
Ανάπτυξη μεθόδου διαχείρισης υγρών αγρο-βιομηχανικών αποβλήτων δύο σταδίων (εν σειρά αναερόβιος βιοαντιδραστήρας διαλείποντος έργου - anSBR και αερόβιος βιοαντιδραστήρας μεμβρανών - aMBR), και επιδεικτική λειτουργία σε εργοστάσιο επεξεργασίας φρούτων (χυμοποίηση/κομποστοποίηση).

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά μεμβρανών στα πειράματα ανάκτησης πολυφαινόλων

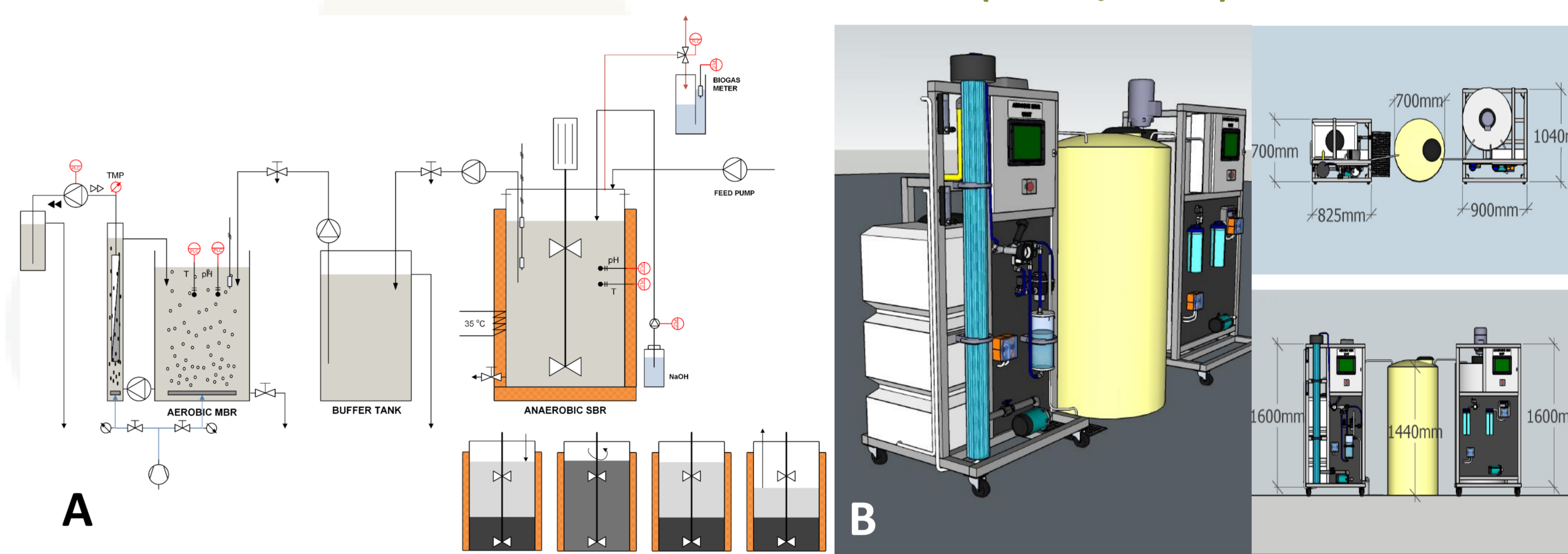
Model (Company)	Type	Material	pH operating range	max operating pressure (bar)	max operating temperature (°C)	Typical pore size/rejection
GR61PP (Alfa Laval)	UF flat sheet	Polysulfone (PS)	1 - 13	10	75	20,000 Da
NF270 (Dow Filmtec)	NF flat sheet	Poly(piperazine)	3 - 10	41	45	97.0 % MgSO <sub>4</sub>
HFW1000 (Pentair)	NF hollow fiber	Modified Polyethersulfone	3 - 11	6	40	1,000 Da



Σχήμα 1. Πιλοτικό σύστημα εφαιπτομενικής UF/NF διήθησης. Α) Σχηματική παράσταση, Β) Φωτογραφία



### ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (anSBR/aMBR)



Σχήμα 2. Πιλοτικό σύστημα anSBR/aMBR. Α) Σχηματική παράσταση, Β) Τρισδιάστατο μηχανολογικό σχέδιο

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Πίνακας 2. Σύνοψη πειραμάτων ανάκτησης πολυφαινολικών ενώσεων από υγρά απόβλητα οινοποίησης.

Μεμβράνη	Τροφοδοσία	VCf	Ελάττωση ανηγμένης ροής @ 40 L/m <sup>2</sup>	EC (mS/cm)	TOC (mg/L)	TPH (mg GAΕ/L)	Σάκχαρα (mg/L)	EC <sub>50</sub> (ml sample/mg DPPH')
GR61PP	Τροφοδοσία	1,6	72%	2,37	2428	142,1	399	6,20
	Διήθημα			2,18	1386	40,8	45	n.a.
	Συμπύκνωμα			2,44	2421	181,3	537	1,41
NF270	Τροφοδοσία	1,8	25%	2,37	2428	142,1	399	6,20
	Διήθημα			0,91	777	13,3	4	n.a.
	Συμπύκνωμα			3,33	2725	215,9	701	1,40
HFW1000	Τροφοδοσία	5,4	37%	2,37	2428	142,9	399	6,20
	Διήθημα			1,95	1837	41,6	23	6,90
	Συμπύκνωμα			3,05	3250	378,2	1730	1,40

- Υψηλή απόδοση συγκράτησης πολυφαινολών (TPH) φτάνοντας σε ποσοστό συγκράτησης 71,3%, 90,6%, και 70,9% για τις μεμβράνες GR61PP, NF270, και HFW1000, αντίστοιχα.
- Παρόμοιες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας EC<sub>50</sub> ίσες με 1,41, 1,40 και 1,40 ml sample/mg DPPH', για τις μεμβράνες GR61PP, NF270 και HFW1000, αντίστοιχα.
- Η μεμβράνη νανοδιήθησης (HFW1000), έχει καλή συμπεριφορά ως προς την εμφραξη κατά τη διήθηση υγρών αποβλήτων οινοποίησης και χαμηλή πίεση λειτουργίας (1,5bar).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Ικανοποιητική ανάκτηση πολυφαινολικών ενώσεων από υγρά απόβλητα οινοποίησης μέσω διήθησης με μεμβράνες NF | Συμπύκνωμα με ικανοποιητική αντιοξειδωτική ικανότητα λόγω πολυφαινολικών βιοδραστικών ενώσεων.
- Πολύ υψηλή απομάκρυνση οργανικού φορτίου υγρών αποβλήτων επεξεργασίας φρούτων σε βιολογική διεργασία δύο σταδίων (anSBR/aMBR) | Υψηλής ποιότητας διήθημα κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση για άρδευση ή άλλες δευτερεύουσες χρήσεις.
- Καινοτόμες τεχνολογίες μεμβρανών μπορούν να βρουν εφαρμογή σε περιβαλλοντικά βιώσιμες διεργασίες συνδυάζοντας την αξιοποίηση υγρών αγρο-βιομηχανικών αποβλήτων και την προστασία του περιβάλλοντος.

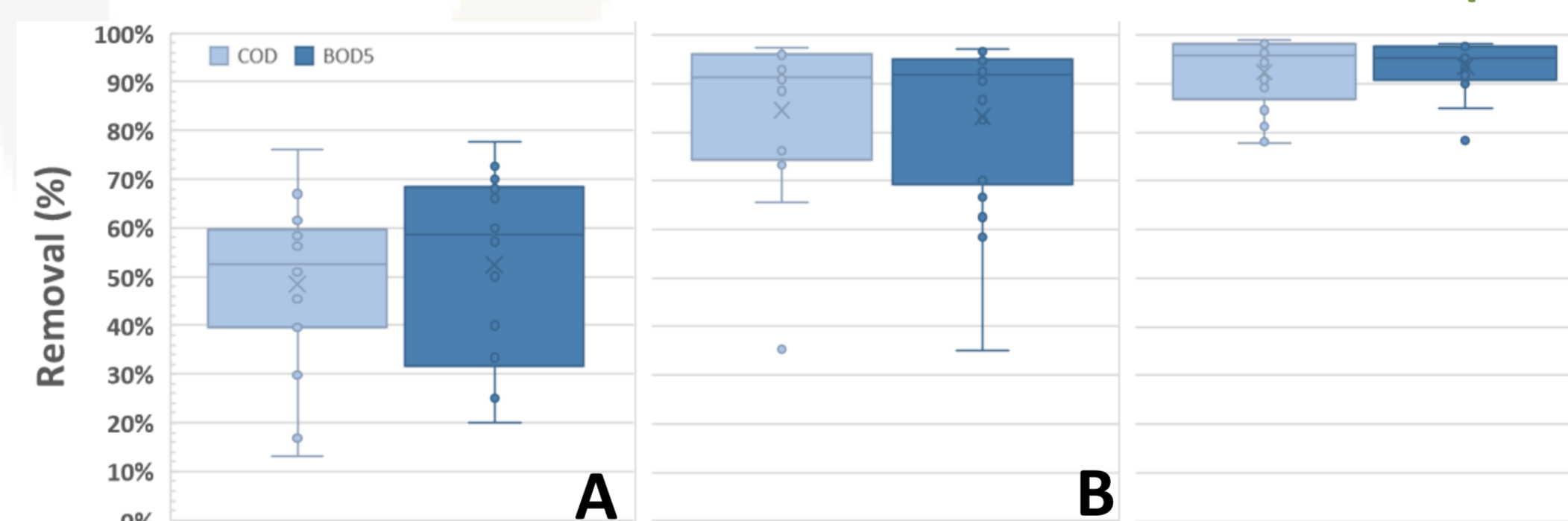
## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου "AGROCYCLE: Sustainable technological solutions for the agricultural value chain, grant agreement No 690142", και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του προγράμματος έρευνας και καινοτομίας "Horizon2020".



Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union

### ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (anSBR/aMBR)



Σχήμα 3. Διαγράμματα box-and-whisker για το ποσοστό απομάκρυνσης COD και BOD<sub>5</sub> Α) anSBR, Β) aMBR, και Γ) συνολικά στο πιλοτικό σύστημα

Πίνακας 3. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις βασικών φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του διηθήματος του συστήματος anSBR/aMBR

Παράμετρος	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
pH	8,49	0,40
Αγωγιμότητα (μS/cm)	1814	557
TSS (mg/L)	0,33	0,66
COD (mg/L)	20,8	11,8
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	13,5	5,7
Total Nitrogen (mg/L)	27,2	16,8
Total Phosphorus (mg/L)	5,8	4,6
Θολότητα (NTU)	0,8	0,5

- Σημαντική μείωση του οργανικού φορτίου (περίπου 50%) στο αναερόβιο στάδιο και πολύ υψηλή συνολική απόδοση απομάκρυνσης οργανικών (> 95%).
- Μέτρια παραγωγή βιοαερίου 0,15 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/g COD, υψηλής μέσης συγκέντρωσης σε CH<sub>4</sub> (62,8%), κατά μέσο όρο.
- Ικανοποιητική απόδοση λειτουργίας της μεμβράνης με μικρή αύξηση της αντίστασης διήθησης.