



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



Analytical
Chemistry
Laboratory

Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού
ΓΓΕΤ – ΕΥΔΕ-ΕΤΑΚ

Ε. Π. Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ II), ΠΕΠ Μακεδονίας – Θράκης, ΠΕΠ Κρήτης και Νήσων Αιγαίου, ΠΕΠ
Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας – Ηπείρου, ΠΕΠ Αττικής

Σύγκριση της επεξεργασίας λυμάτων με εφαρμογή μεμβρανών με τη συμβατική

«Νέες διεργασίες για την αντιμετώπιση της ρύπανσης σε βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (FOUL-MEM)»
(Δράση «ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ II» 11ΣΥΝ_8_1084)



Μανασσής Μήτρακας , Δρ. Χημικός Μηχανικός
Επίκουρος Καθηγητής Χημικών Μηχανικών ΑΠΘ





Εξέλιξη τεχνολογίας μεμβρανών

Η εκρηκτική εξέλιξη – βελτίωση των τεχνολογικών χαρακτηριστικών των μεμβρανών είχε ως side-effects:

1. Την - πάση θυσία? -αναζήτηση πελατών (!) με αποτέλεσμα την:

- Διόγκωση (υπερβολική) των πλεονεκτημάτων τους και
- Υποβάθμιση των μειονεκτημάτων

2. Ως ελκυστικό τεχνολογικά θέμα έκρυβε «citations» άρα:

- Έκρηξη των δημοσιεύσεων στο συγκεκριμένο πεδίο, οι οποίες
- πρέπει να συμφωνούν –κατά κανόνα – με τα πλεονεκτήματα?

Προς άρση παρεξηγήσεων:

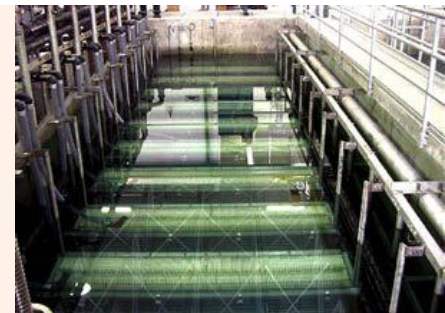
«Κάθε τεχνολογία έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα»





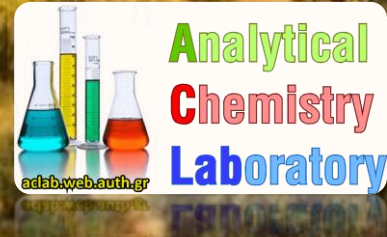
Εφαρμογές μεμβρανών

- Πολλές – που συνεχώς διευρύνονται. Ενδεικτικά:
- Επεξεργασία νερού- σημαντική βελτίωση της ποιότητας
- Βιομηχανία τροφίμων -
 - καινοτόμα προϊόντα
 - παραλαβή χρήσιμων συστατικών από ρεύματα απόρριψης
- Επεξεργασία αποβλήτων
 - Big - business
 - Παρακολούθημα της βιολογικής επεξεργασίας
 - Αντικατάσταση της καθίζησης





ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΚΟΛΙΝΔΡΟΥ 1981





Πλεονεκτήματα MBR σε σχέση με τη συμβατική επεξεργασία

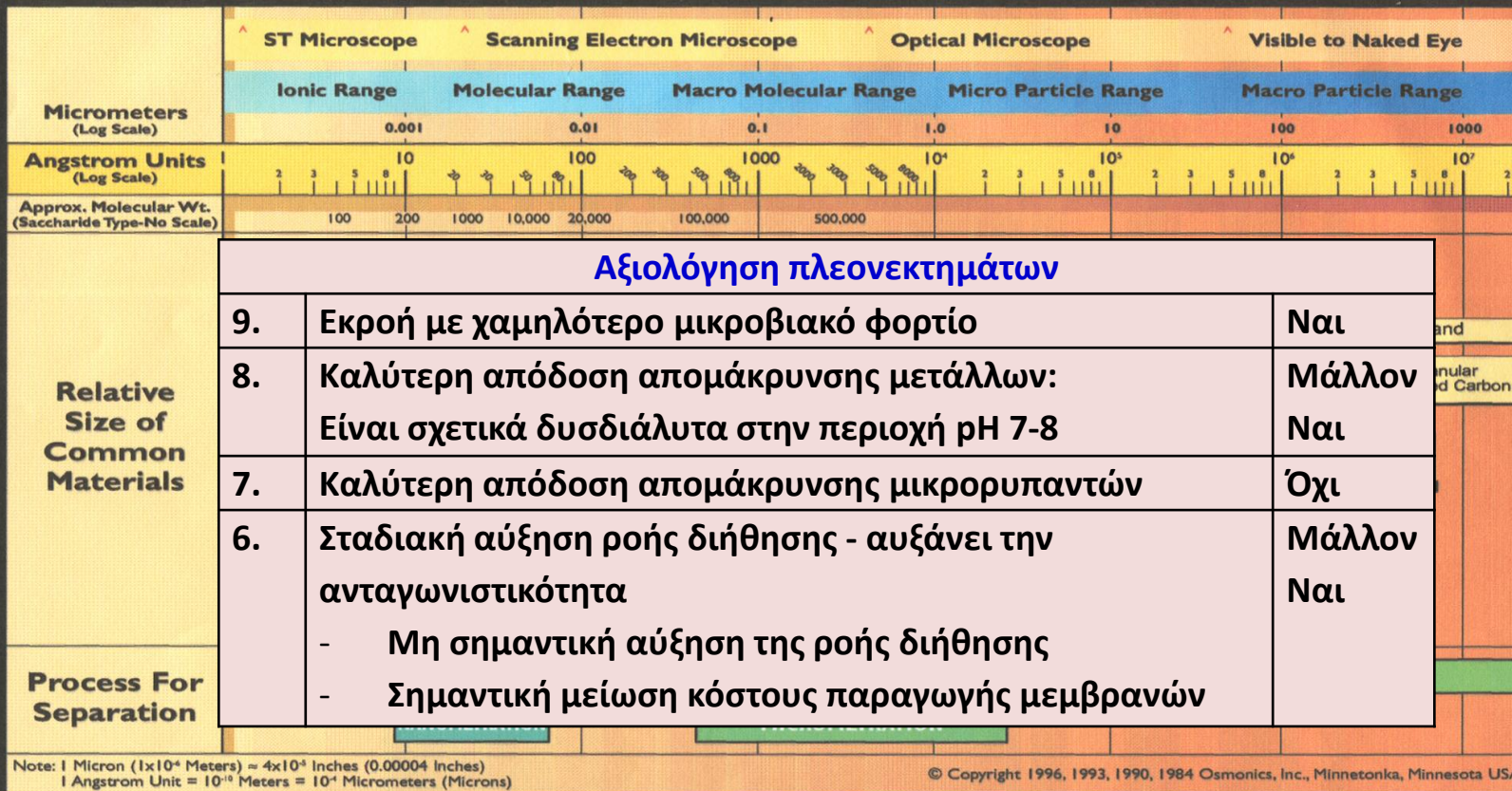
1. Καλύτερη ποιότητα εκροής
2. Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας
3. Μικρότερες απαιτήσεις γηπέδου
4. Δεν απαιτείται δευτεροβάθμια καθίζηση
5. Βέλτιστη επιλογή για μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές
6. Σταδιακή αύξηση ροής διήθησης - αυξάνει την ανταγωνιστικότητα
7. Καλύτερη απόδοση απομάκρυνσης οργανικών μικρορυπαντών
8. Καλύτερη απόδοση απομάκρυνσης βαρέων μετάλλων
9. Εκροή με χαμηλότερο μικροβιακό φορτίο (αποστειρωτική διήθηση?)
10. Χαμηλότερη κατανάλωση χημικών για απολύμανση
11. Επεξεργασία αποβλήτων με υψηλό φορτίο-διακύμανση φορτίου
12. Χαμηλότερη περίσσειας λάσπης
13. Εύκολη μετατροπή/αναβάθμιση (modular design)
14. Χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε SS, BOD, COD, TP/ PO_4^{3-} , NH_3 , NO_3)
15. Απουσία οσμών





OSMONICS

The Filtration Spectrum



Osmonics, Inc.
Corporate Headquarters
5951 Clearwater Drive • Minnetonka, Minnesota 55343-8990 USA
Toll Free: 800/848-1750 Fax: 612/933-0141

Osmonics Asia/Pacific, Ltd.
Bangkok, Thailand Fax: 011-66-2-39-18183
Tokyo, Japan Fax: 011-81-48-622-6309

Osmonics Europa, S.A.
LeMee Sur Seine (Paris), France
Fax: 011-331-64-37-9211





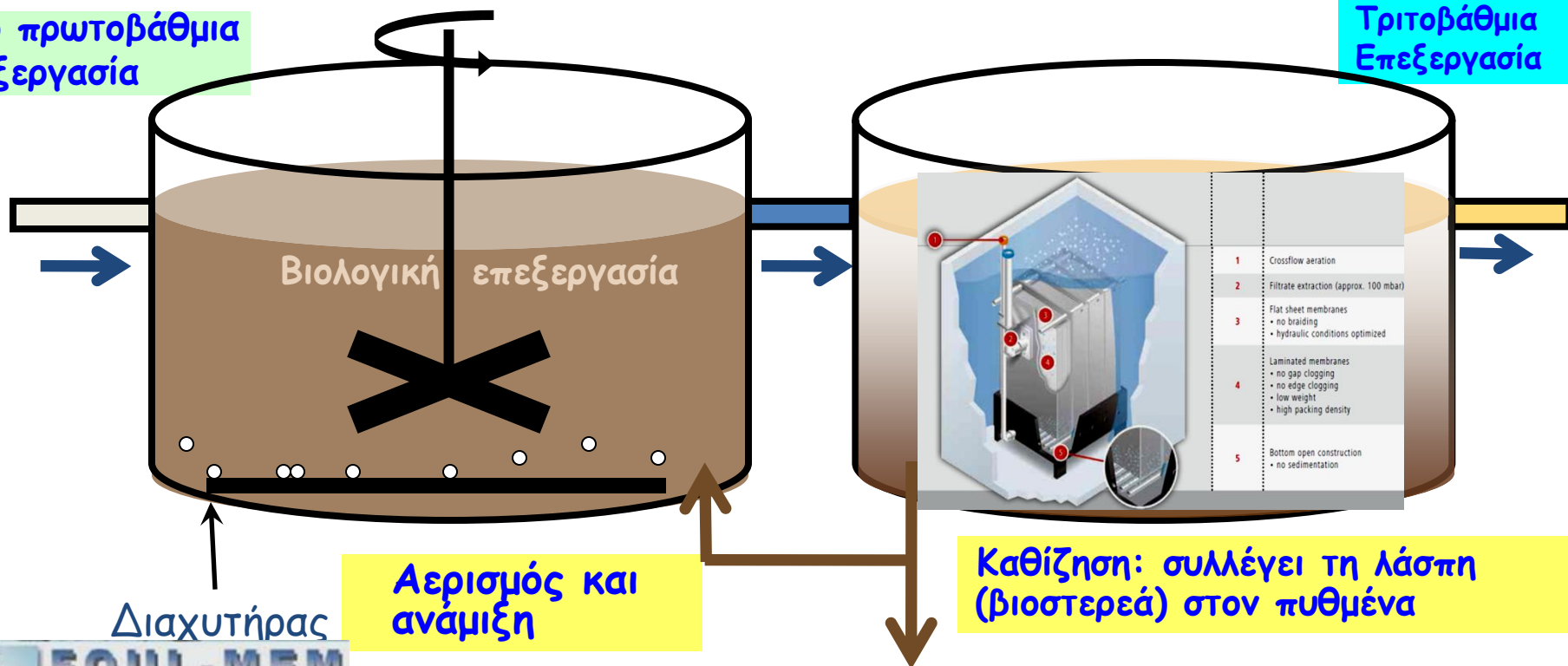
Αξιολόγηση πλεονεκτημάτων

3.	Μικρότερες απαιτήσεις γηπέδου (για να καλυφθεί μέρος του κόστους μεμβρανών)	Ναι
4.	Δεν απαιτείται δευτεροβάθμια καθίζηση Η ορθολογιστική διαχείριση αέρα επιβάλλει εξωτερική δεξαμενή μεμβρανών & ανακυκλοφορία λάσπης	Μάλλον Ναι
13.	Εύκολη μετατροπή/αναβάθμιση (modular design)	Μάλλον Ναι



Analytical
Chemistry
Laboratory

Από πρωτοβάθμια
επεξεργασία





Απαίτηση 100-140 m³/h αέρα
για διήθηση 6-8 m³/h.



Analytical
Chemistry
Laboratory

Parameters	BC10F-C10-UP150 ¹⁾	BC50F-C25-UP150	BC100F-C25-UP150	BC400F-C100-UP150 ²⁾	BC XL-1 ²⁾
Membrane surface	10 m ²	50 m ²	100 m ²	400 m ²	1900 m ²
Frame material	PVC	PE	PE	PE	Stainless Steel 1.4571
Cassette material	-	PVC	PVC	PVC	Stainless Steel 1.4571
Dimensions [mm]	610 x 154,5 x 1610	702 x 694 x 1563	702 x 1270 x 1563	1152 x 1298 x 2763 ²⁾	2100 x 2800 x 2650 ²⁾
Operating pressure	-30 to -400 mbar	-30 to -400 mbar	-30 to -400 mbar	-30 to -400 mbar	-30 to -400 mbar
Max. Backwash pressure	150 mbar	150 mbar	150 mbar	150 mbar	150 mbar
Max. operating temperature	40 °C	40 °C	40 °C	40 °C	40 °C
pH-range	2 – 11	2 – 11	2 – 11	2 – 11	2 – 11
Max. air flow rate (Vn) ³⁾	6 m ³ /h	30 m ³ /h	60 m ³ /h	140 m ³ /h	665 m ³ /h
Recommended content suspended solids (SS) ⁴⁾	12 g/L	12 g/L	12 g/L	12 g/L	12 g/L

Note: (1) Only for piloting purposes // (2) Excluding base frame // (3) Vn is the volume flow rate at standard conditions according to DIN ISO 2533:1979-12 //

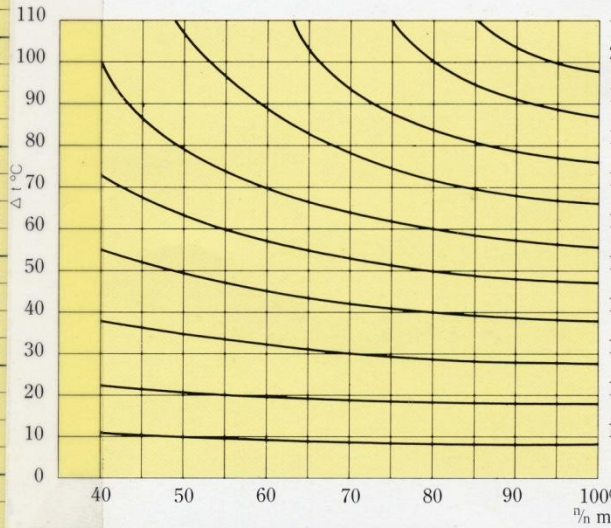
(4) Other concentrations possible. Please consult your MICRODYN-NADIR representative

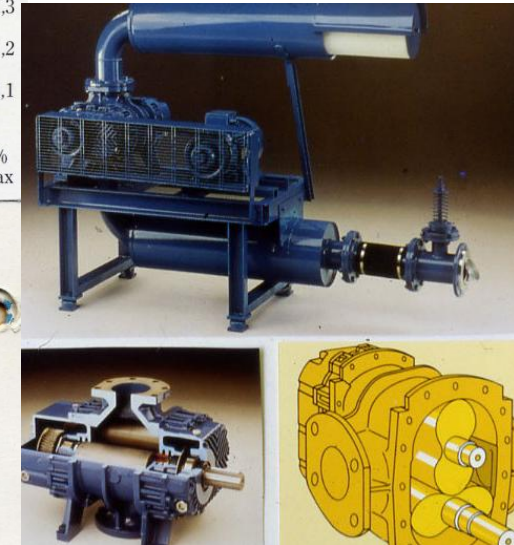
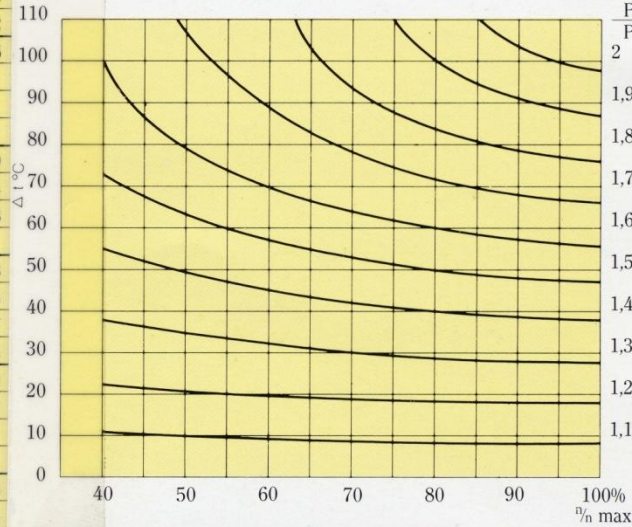


Ημερίδα Foul-Mem

02 Ιουνίου 2015, Κ.Ε.Δ.Ε.Α. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

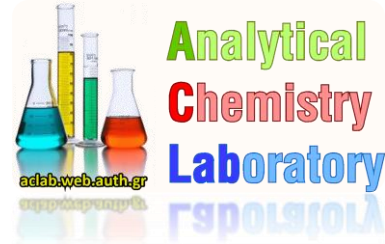
Χαρακτηριστικά συμπιεστών αέρα - Blowers

										P1 = Pressione in aspirazione - suction pressure P2 = Pressione di mandata - discharge pressure P2/P1 = Rapporto di compressione - compression ratio										Allowance ± 5%												
Tolleranza ± 5%																																
Modello Type	Bocche Outlets Ø mm	giri al minuto Rpm	100		200		300		400		500		600		700		800		900		1000											
			m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW	m³/h	kW										
RB 30	80	1450	135	0,67	120	1,2	105	1,7	95	2,3	86	2,8	80	3,4																		
		2200	228	0,96	210	1,8	198	2,5	188	3,3	177	4,1	170	4,8	165	5,6																
		2850	310	1,35	290	2,2	280	3,2	267	4,2	257	5,2	250	6,4	245	7,1	235	8,1	230	9,2												
		3800	428	1,7	408	3	398	4,3	388	5,6	375	6,9	367	9	362	9,5	355	11	350	12	345	13,3										
RB 40	80	1450	190	0,9	172	1,5	156	2,2	142	2,8	130	3,5	Average values of the temperature increase of the gas according to the compression ratio and to the blower speed.																			
		2200	308	1,4	293	2,4	277	3,3	264	4,3	250	5,3																				
		2850	410	1,8	395	3	380	4,3	365	5,6	352	6,9																				
		3800	560	2,4	540	4	528	5,8	515	7,4	500	9,2																				
RB 41	100	1450	260	1,2	235	2,1	215	2,9	200	3,7	190	4,6																				
		2200	420	1,8	395	3	375	4,4	360	5,7	350	7																				
		2850	560	2,2	535	3,9	515	5,6	500	7,4	490	9																				
		3800	760	3	735	5,3	715	7,4	700	9,6	690	12																				
RB 50	100	1450	310	1,5	290	2,4	275	3,1	260	4	250	4,9																				
		2200	490	2,2	470	3,4	450	4,7	440	6,1	425	7,4																				
		2850	645	2,7	625	4,5	610	6,1	600	8	580	9,8																				
		3200	730	3	710	5	690	7	675	9	660	11																				
RB 60	100	1450	410	1,7	390	3	370	4,3	350	5,5	335	6,8																				
		2200	660	2,8	640	4,6	620	6,5	600	8,5	585	10,5																				
		2850	870	3,6	850	6	830	8,6	810	11	795	13,7																				
		3200	980	4	960	7	940	9,7	920	12,5	905	15,5																				
RB 61	125	1450	490	1,9	465	3,4	440	4,9	420	6,4	400	7,9																				
		2200	780	3	735	5,3	710	7,6	690	10	670	12,2																				
		2850	1030	4	1005	7	980	10	960	13	940	16																				
		3200	1170	4,5	1145	7,8	1120	11,2	1100	15	1080	18																				
RB 70	125	960	380	1,9	340	2,9	315	4,2	295	5,6	275	6,8																				
		1450	620	2,7	575	4,7	550	6,5	530	8,5	510	10,5																				
		2000	880	3,7	840	6,5	810	9,2	790	12	770	14,5											755	17	740	19,5	730	22,1	720	25	710	28
		2500	1120	4,8	1075	8,1	1050	11,3	1030	15	1010	18											995	22	980	25	965	28,6	955	32	945	35
RB 80	150	* 2850	1285	5,8	1250	9,5	1230	13	1205	17	1185	21	1165	25	1150	28,5	1135	32	1125	36,5	1110	39,5										
		960	580	2,3	540	4,2	500	5,9	480	7,8	460	9,6	450	12,2																		
		1450	930	3,7	890	6,5	855	9,3	830	12,3	810	15	790	18	770	21	750	23,6														
		2000	1320	5,6	1280	9,2	1245	13,3	1225	17,1	1205	21	1185	25,2	1165	29	1140	32,5														
RB 81	150	2500	1680	7	1650	12,2	1605	16,8	1585	22	1565	27	1545	32	1525	36,5	1500	41,5														
		* 2850	1910	8	1865	14	1830	19,5	1805	25	1781	30,5	1755	36	1735	41,5	1715	47														
		960	770	3	720	5,3	675	7,5	640	10	600	12,3																				
		1450	1190	4,8	1140	8,5	1090	12	1050	15,5	1020	19,2																				
RB 90	150	2000	1690	7	1640	12	1590	17,3	1550	22	1520	26,5																				
		2500	2140	8,9	2090	15,1	2040	21,5	2000	28	1970	34																				
		* 2850	2450	10,2	2400	17,5	2360	25,5	2315	31	2285	39																				
		960	800	3,2	740	5,7	700	8,3	665	11	630	13,5	600	16	575	18,6	550	21,5														
RB 90	150	1450	1280	5	1220	9	1180	12,5	1145	16,6	1110	21	1080	24,5	1055	28	1030	32	1010	36,1	990	40										
		1800	1630	6,1	1570	11	1530	15,6	1495	21	1460	25,5	1430	30,2	1405	35	1380	40	1360	44,5	1340	49,5										
		2200	2020	7,4	1960	13,3	1920	19,2	1885	25	1850	31	1820	37	1795	42,8	1770	48,7	1750	54,5	1740	60,5										



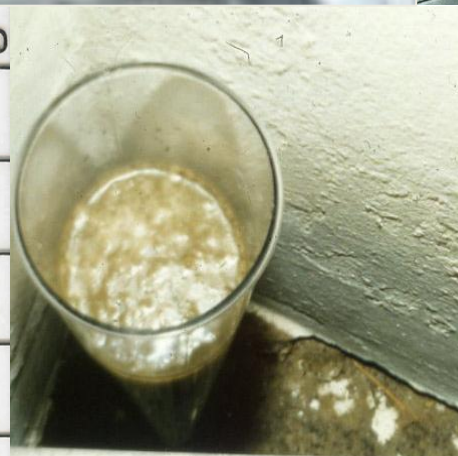
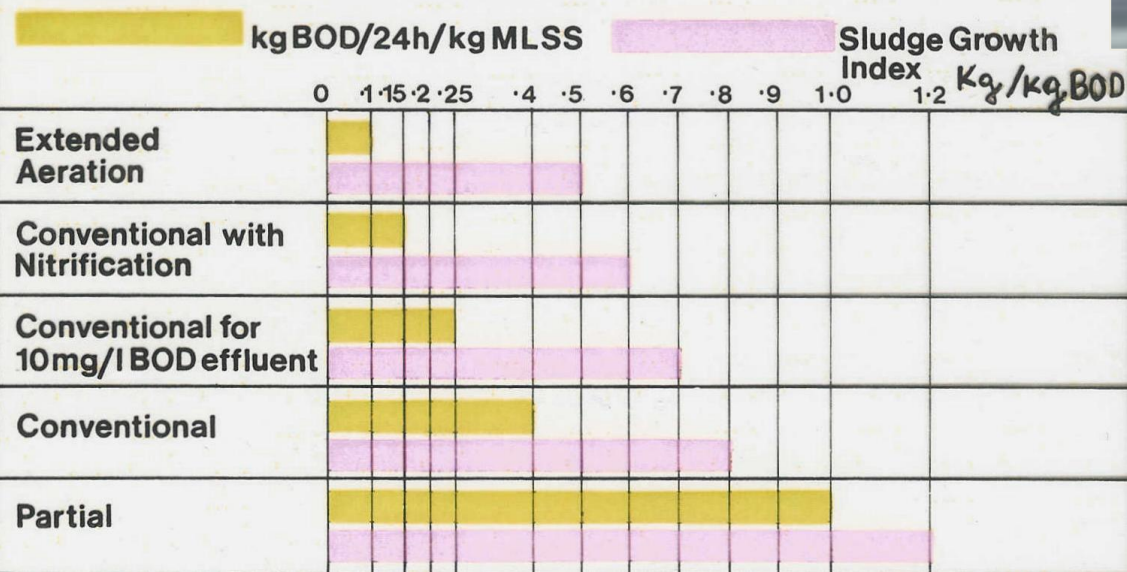
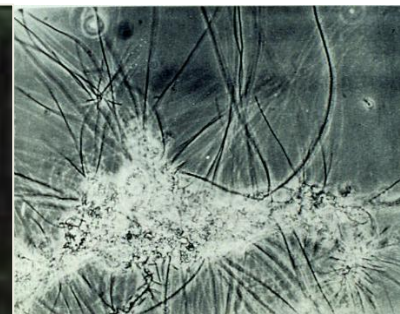


ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MBR ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ



Επίδραση της παραμέτρου F/M στην ειδική
κατανάλωση οξυγόνου και παραγωγή λάσπης

Mode of Treatment	O ₂ /24h(kg)					
	BOD/24h applied (kg)					
	0	0.55	0.85	1.25	1.65	2.0
Partial High Rate						
Conventional for 20 mg/l BOD effluent						
Conventional for 10 mg/l BOD effluent						
Conventional with nitrification		*mg/l N oxidised x 4.57 = additional mg/l O ₂ required				
Extended Aeration						



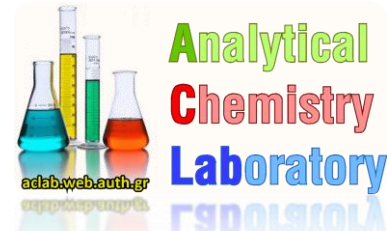


Αξιολόγηση πλεονεκτημάτων MBR

12.	Χαμηλότερη περίσσειας λάσπης	Όχι
2.	Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας ➤ Χοντρή φυσαλίδα για μεμβράνες ➤ Χαμηλότερη μεταφορά μάζας O_2 – Υψηλότερα $\rightarrow m^3$ αέρα/ m^3 , kg MLSS/ m^3 .	OXI
14.	➤ Χαμηλότερα SS, ➤ BOD, COD, NH_4^+ , NO_3^- ➤ TP/ PO_4^{3-} (ειδικά σε πολύ μεγάλη ηλικία λάσπης $\rightarrow$ μείωση βιολογικής απομάκρυνσης)	NAI OXI OOOXI
6.	Επεξεργασία αποβλήτων με υψηλό φορτίο-διακύμανση ➤ Εξαρτάται από τη δυνατότητα κάλυψης O_2 και $\uparrow Q$	Όχι
15.	Απουσία οσμών	Όχι
1.	Καλύτερη ποιότητα εκροής (αισθητικά ναι)	Εξαρτάται
5.	Βέλτιστη επιλογή για μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές	Εξαρτάται
10	Χαμηλότερη κατανάλωση χημικών για απολύμανση	Εξαρτάται



Μειονεκτήματα MBR



Έμφραξη

Αντιστρεπτή

- Διήθηση μέσα από πλακούντα
- Επηρεάζεται από τη φύση του πλακούντα,
- Οι ιδιότητες του οποίου σχετίζονται από τη βιολογική διεργασία

Τρόποι αντιμετώπισης:

- Αερισμός μεμβρανών (+ σφουγγαράκια)
- Backflush/relaxation
- Προσθήκη κροκιδωτικών
- Υποκρίσιμες συνθήκες διήθησης
- **Βελτιστοποίηση βιολογικής διεργασίας**
 - Ηλικία λάσπης 20 ± 5 μέρες
 - Πλήρης νιτροποίηση
 - $DO \rightarrow 2-4 \text{ mg/L}$

Αντιστρεπτή
Μη Αντιστρεπτή
Αυξημένο λειτουργικό κόστος

Πλακούντας

- ✓ Μηχανική απόξεση
- ✓ Αυξημένο Πορώδες



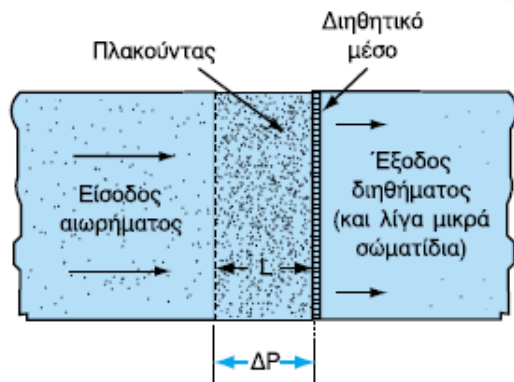
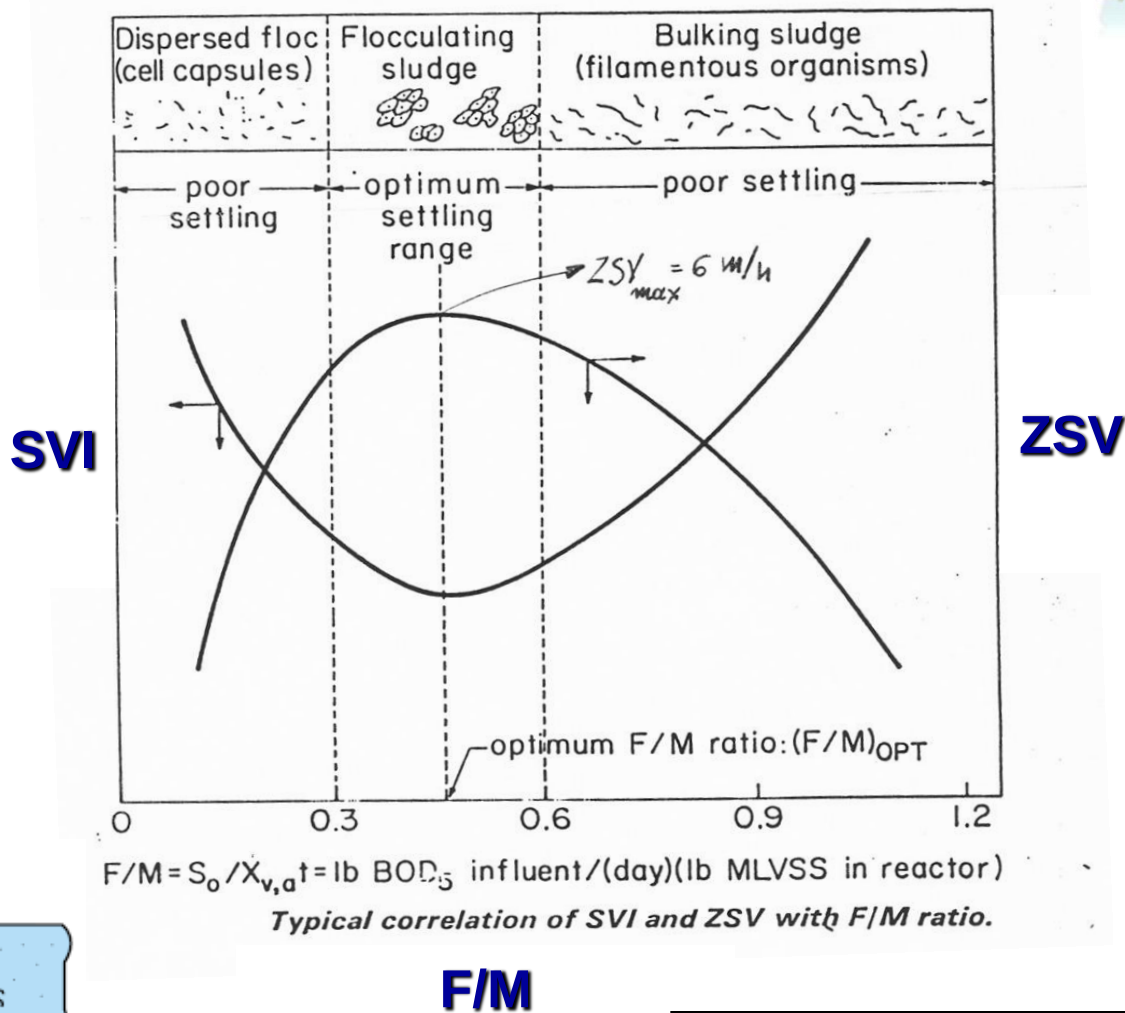


Επίδραση λόγου F/M στην καθίζηση λάσπης



Analytical
Chemistry
Laboratory

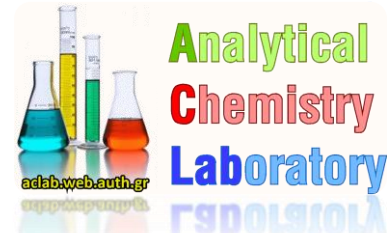
Optimum Settling Conditions of Sludge



$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{\kappa \mu (1 - \varepsilon_o)^2}{\rho g \varepsilon_o^3} (S)^2 u$$



Μειονεκτήματα MBR



Έμφραξη

Μη αντιστρεπτή

- Σχετίζεται με την παρουσία SMP
- Τα SMP στην υγρή φάση δεν αντικατοπτρίζουν την επιφάνεια της μεμβράνης
- Αυξημένη συσχέτιση SMP – έμφραξης σε μικρή ηλικία λάσπης

Τρόποι αντιμετώπισης:

- Βελτιστοποίηση βιολογικής διεργασίας
 - Ηλικία λάσπης 20 ± 5 μέρες
 - Πλήρης νιτροποίηση
 - $DO > 2-4 \text{ mg/L}$
- Πιθανή θετική επίδραση
 - Backflush/relaxation
 - Προσθήκη κροκιδωτικών
 - Υποκρίσιμες συνθήκες διήθησης





ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ

- Η βέλτιστη λειτουργία της βιολογικής διεργασίας διευκολύνει το διαχωρισμό της ενεργούς ιλύος είτε:
 - Είτε με μεμβράνες
 - Είτε με τη συμβατική καθίζηση
- Η μερική αστοχία της βιολογικής διεργασίας στοιχίζει περισσότερο στο MBR
- Αντικρουόμενα βιβλιογραφικά δεδομένα επειδή δεν λαμβάνονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες





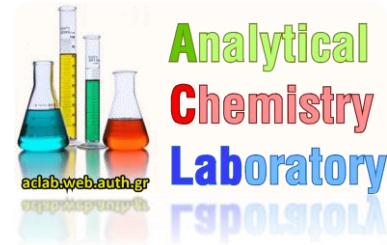
ΣΚΟΠΟΣ

- ✓ Σχεδιασμός μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων παραθαλάσσιου Δημοτικού Διαμερίσματος
 $2.5 \times 10^3 + 2.5 \times 10^3$ ατόμων
- ✓ Σύγκριση παγίου και λειτουργικού κόστους





Δεδομένα Σχεδιασμού Χαρακτηριστικά λυμάτων



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Φάση σχεδιασμού	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
Ισοδύναμος Πληθυσμός	Ι.Π.	2.500	5.000
ΠΑΡΟΧΕΣ			
Μέση ημερήσια παροχή	m ³ /d	400	800
Παροχή σχεδιασμού	m ³ /d	400	800
	m ³ /h	17	34
Μέγιστη ημερήσια παροχή	m ³ /d	520	1040
	m ³ /h	22	44
Παροχή αιχμής	m ³ /h	54	108
	L/h	15	30
ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ			
Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, BOD	kg/d	150	300
	mg/L	375	375
Αιωρούμενα στερεά, SS	kg/d	175	350
	mg/L	437	437
Ολικό άζωτο, TN	kg/d	25	50
	mg/L	62	62
Ολικός φώσφορος, TP	kg/d	6,5	13
	mg/L	16	15
Θερμοκρασία σχεδιασμού	°C	13	22

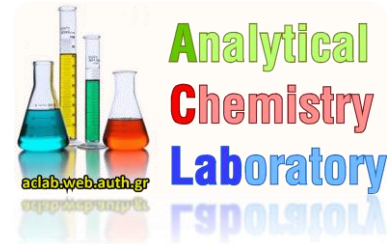
Παράμετρος	Τιμή
BOD ₅	60 g/lK_day
SS	70 g/lK_day
TN	12 g/lK_day
P	2,5 g/lK_day





Δεδομένα Σχεδιασμού

Χαρακτηριστικά εκροής



Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων θα τηρούν τις απαιτήσεις της Εθνικής Νομοθεσίας (ΚΥΑ 5673/400/1997 «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων») Πιο αναλυτικά θα είναι τα παρακάτω:

✓ BOD ₅	: < 10 mg/L
✓ COD	: < 50 mg/L
✓ Αιωρούμενα στερεά SS	: < 10 mg/L
✓ Καθιζάνοντα στερεά σε 2 ώρες σε κώνο Imhoff	: < 0,3 mL/L
✓ Ολικό άζωτο TN	: < 10 mg/L
✓ Αμμωνιακό άζωτο N-NH ₄	: < 2 mg/L
✓ Ολικός φωσφόρος TP	: < 2 mg/L
✓ Λίπη - Έλαια	: < 0,1 mg/L
✓ Θολότητα	: < 2 NTU
✓ Επιπλέοντα στερεά	: 0
✓ Ολικά κολοβακτηριοειδή	: < 100/ 100 mL





Συνοπτική περιγραφή συστήματος επεξεργασίας



Analytical
Chemistry
Laboratory

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων θα περιλαμβάνει:

1. Φρεάτιο εισόδου
2. Μονάδα υποδοχής και προ-επεξεργασίας βοθρολυμάτων
3. Μονάδα εσχάρωσης – εξάμμωσης – απομάκρυνσης λιπών
4. Δεξαμενή και αντλιοστάσιο εξισορρόπησης
5. Μέτρηση παροχής
6. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας ($\Theta_c = 20 \pm 5$ d)
 - Αερόβια βιολογική επεξεργασία - νιτροποίηση – απονιτροποίηση
 - Διαχωρισμός ενεργού ιλύος
 - ✓ MBR – ανακυκλοφορία ιλύος
 - ✓ Δεξαμενή καθίζησης – ανακυκλοφορία ιλύος – fine screening
7. Χημική καταβύθιση φωσφόρου με προσθήκη FeClSO_4
8. Αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος
9. Μονάδα απολύμανσης με χλωρίωση – αποχλωρίωση
10. Δεξαμενή αποθήκευσης καθαρών – φρεάτιο εξόδου
11. Μονάδα επεξεργασίας ιλύος
12. Αντλιοστάσιο στραγγιδίων
13. Κτίριο εξυπηρέτησης εγκατάστασης
14. Διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων





ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ MBR

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	M.M.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
Αριθμός γραμμών σε λειτουργία	No	1	2
Όγκος απονιτροποίησης	m ³	75	150
Όγκος δεξαμενών αερισμού	m ³	150	300
Αερόβιος όγκος μεμβρανών	m ³	90	180
Συνολικός Όγκος αερισμού	m ³	225	450
Συνολικός όγκος βιολ. Βαθμίδας	m ³	315	630
Ογκομετρική φόρτιση (VL)	kgBOD/ m ³ - d	0.476	0.476
Φόρτιση ξηράς ουσίας (F/M)	kgBOD/kgMLSS	0.06	0.06
Υδραυλικός χρόνος παραμονής	hours	18.9	18.9
θ_c	days	22	24
Px	kg/d	126	232

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

✓ Η απαίτηση για $\theta_c \rightarrow 20d$, $X_v \rightarrow 9 \times 10^3$ συνεπάγεται $F/M < 0.1$





Βιολογική επεξεργασία – MBR [2]



Analytical
Chemistry
Laboratory
Γεωργίου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ MBR

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	M.M.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
Εισερχόμενη παροχή	m ³ /d	400	800
Φόρτιση μεμβρανών	m ³ /m ² -d	0.5	0.6
Απαιτούμενη επιφάνεια	m²	800	1333
Αριθμός δεξαμενών	N	1	2
Modules EK400 ανά δεξαμενή	N	3	3
Ενεργός επιφάνεια ανά module	m ² /unit	350	350
Συνολική ενεργός επιφάνεια	m²	1050	2100
Ενεργός επιφάνεια ανά δεξαμενή	m ²	1050	1050
Απαιτούμενη παροχή αέρα	Nm ³ /h/m ²	0.45	0.45
Συνολική παροχή αέρα	Nm³/h	475	850
Απόδοση διάχυσης	%	5	5
Παρεχόμενο οξυγόνο	kgO₂/h	15	29

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ MBR !

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	M.M.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
MLSS βιολογικού αντιδραστήρα	kg/m ³	9	9
MLSS στον MBR	kg/m ³	12	12
Λόγος ανακυκλοφορίας, Rs	-	3	3





ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ MBR

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
Οξυγόνου σε συνθήκες πεδίου	kgO ₂ /day	295	808
	kgO ₂ /h	12,3	33,7
Συντελεστής διόρθωσης	-	0,63	0,62
Οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες	kgO ₂ /day	466	1308
	kgO ₂ /h	19,4	54,5
Ειδική ζήτηση οξυγόνου	kgO ₂ /kgBOD	3,2	4,5
Τελική απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, R _{st}	kgO ₂ /day	466	1308
Τελική απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, R_{st}	kgO₂/h	19,4	54,5
Οξυγόνου από μεμβράνες	kgO ₂ /h	15	29
Οξυγόνο δεξαμενής αερισμού	kgO ₂ /h	4	25





ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
Αριθμός γραμμών σε λειτουργία	No	1	2
Όγκος απονιτροποίησης	m^3	144	120
Όγκος δεξαμενών αερισμού	m^3	282	350
Συνολικός Όγκος αερισμού	m^3	425	470
Συνολικός όγκος βιολ. Βαθμίδας	m^3	450	900
Ογκομετρική φόρτιση (VL)	$kgBOD / m^3 d$	0.34	0.34
Φόρτιση ξηράς ουσίας (F/M)	$kgBOD / kgMLSS$	0.08	0.08
Υδραυλικός χρόνος παραμονής	hours	27	27
θ_c	days	22	24
P_x	kg/d	130	238

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ MBR

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
MLSS βιολογικού αντιδραστήρα	kg/m^3	4,5	4,5
MLSS καθίζησης	k/m^3	9	9
Λόγος ανακυκλοφορίας, R_s	-	1	1





ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ MBR

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	M.M.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
Οξυγόνου σε συνθήκες πεδίου	kgO ₂ /day	330	660
	kgO ₂ /h	14	28
Οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες	kgO ₂ /day	520	1066
	kgO ₂ /h	22	45
Ειδική ζήτηση οξυγόνου	kgO ₂ /kgBOD	3,2	4,5
Τελική απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, Rst	kgO ₂ /day	466	1308

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ MBR !

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	M.M.	ΧΕΙΜ.	ΘΕΡΟΣ
MLSS βιολογικού αντιδραστήρα	kg/m ³	4,5	4,5
MLSS καθίζησης	kg/m ³	9	9
Λόγος ανακυκλοφορίας, Rs	-	1	1





Σύγκριση λειτουργικού κόστους



Analytical
Chemistry
Laboratory
Γεωργίου

ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ		
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	MBR	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
	€	€
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	64×10^3	51.5×10^3
ΧΗΜΙΚΑ	17×10^3	14.5×10^3
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	20×10^3	20×10^3
ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ	25×10^3	-
ΑΠΟΣΜΗΣΕΙΣ	5.5×10^3	5.5×10^3
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	24.5×10^3	24.5×10^3
ΣΥΝΟΛΟ	156×10^3	116×10^3





Σύγκριση παγίου κόστους



Analytical
Chemistry
Laboratory
Γεωργίου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΓΙΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

	ΚΟΣΤΟΣ	MBR	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ
Έργα Πολιτικού Μηχανικού	(€)	73×10^3	250×10^3
Έργα Ηλεκτρομηχανολογικά	(€)	382×10^3	170×10^3
ΣΥΝΟΛΟ	(€)	455×10^3	420×10^3

- Η διαφορά στο πάγιο κόστος δεν θεωρείται σημαντική
- Το πάγιο κόστος της βιολογικής βαθμίδας αντιπροσωπεύει το:
 - ✓ 40 -50 % του κόστους εντός γηπέδου
 - ✓ < 35% του συνολικού κόστους
 - Αγωγός προσαγωγής +
 - Διάθεση (υποθαλάσσια) επεξεργασμένων





ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΓΗΠΕΔΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

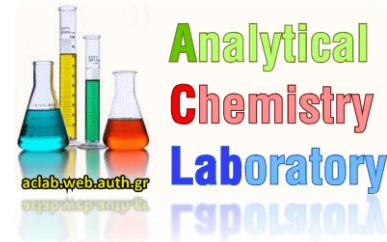
	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	MBR	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ
Βιολογική επεξεργασία	m ²	150	500
Συνολική επιφάνεια γηπέδου	m ²	3 x10 ³	4x10 ³

MBR

- Μικρότερη πραγματική κάλυψη 10-15%
- Μικρότερη απαίτηση γηπέδου > 20%



Executive summary



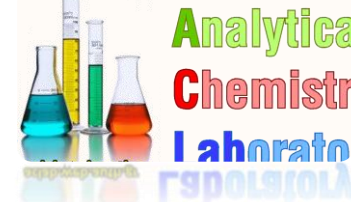
MBR

- Βέλτιστος σχεδιασμός και λειτουργία ➡ άριστη ποιότητα εκροής
- Μικρότερη πραγματική κάλυψη ➡ 10-15%
- Μικρότερη απαίτηση γηπέδου ➡ > 20%

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ✓ Μεγαλύτερο – προς το παρόν – πάγιο κόστος
- ✓ Σημαντικά μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος
- ✓ Απαίτηση καλύτερης επίβλεψης λειτουργίας (labor cost)





Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού
ΓΓΕΤ – ΕΥΔΕ-ΕΤΑΚ

Ε. Π. Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ II), ΠΕΠ Μακεδονίας – Θράκης, ΠΕΠ Κρήτης και Νήσων Αιγαίου, ΠΕΠ Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας – Ηπείρου, ΠΕΠ Αττικής



Ευχαριστίες



Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από εθνικούς πόρους μέσω του Προγράμματος: **ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ II**





Ευχαριστώ για την προσοχή σας...

