



Τμήμα Χημικών Μηχανικών- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Παραγωγή και Επεξεργασία Λάσπης

Επεξεργασία ενεργού λάσπης

$$P_{ss} = SS_{NV} + (P_V) - P_e$$

Όπου:

$SS_{NV} = f m_{ss}$, η εισερχόμενη μάζα μη αποικοδομήσιμων στερεών

f : ποσοστό των στερεών που δεν είναι αποικοδομήσιμο [0,1 – 0,5 → 0,3]

m_{ss} : kg/d εισερχόμενων αιωρούμενων στερεών,

$P_V = YF - k_d M$: ημερήσια παραγωγή ενεργού λάσπης, kg VSS/d [ΔX_V]

Y : συντελεστής παραγωγής κυτταρικής ουσίας, kg VSS/kg BOD₅ {a}

k_d : ρυθμός ενδογενούς αναπνοής, d⁻¹ {b}

F : αφαιρούμενο BOD₅ kg/d,

$M = VX_V$: μάζα πτητικών στον αντιδραστήρα kg MLVSS

V : Όγκος του αντιδραστήρα, m³

X_V : Συγκέντρωση πτητικών στερεών στον αντιδραστήρα, kg/m³

$P_e = QX_e$: στερεά απομακρυνόμενα μαζί με τα επεξεργασμένα απόβλητα, kg/d

Q : ημερήσια παροχή αποβλήτων, m³/d

X_e : συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στο ρεύμα εξόδου, kg/m³

Επεξεργασία ενεργού λάσπης

Ηλικία λάσπης

$$\theta_c = \frac{VX_V}{YF - k_d VX_V} = \frac{\text{kgMLVSS}}{\text{παραγόμεν} \circ \text{απτητικά}} / \text{ημέρα}$$

$$\frac{1}{\theta_c} = Y \cdot U - k_d$$

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d \theta_c}$$

Y_{obs} = kg παραγόμενη/ kg BOD₅ απομακρυνόμενο = 0,2 +

$$\sqrt{\frac{\text{kgBOD}_5/d}{\text{kgMLSS}}}$$

$$\Delta X_V = P_V = Y_{obs} \cdot F$$

Επεξεργασία ενεργού λάσπης

Επίδραση διάφορων παραμέτρων [1]

- **Νιτροποίηση**

$$Y_{\text{total}} = Y + Y_N$$

Y_N : Συντελεστής παραγωγής νιτροβακτηρίων

τυπική τιμή {0,15 mg VSS/mg N (org. + inorg.) removed

Επειδή όμως η νιτροποίηση απαιτεί χαμηλής φόρτισης βιολογική επεξεργασία η διεργασία παράγει γενικά μικρότερη ποσότητα λάσπης από τη συμβατική.

Επεξεργασία ενεργού λάσπης

Επίδραση διάφορων παραμέτρων [2]

■ Είδος αποβλήτων

Το είδος των αποβλήτων επηρεάζει, όπως φαίνεται και στον πίνακα τις τιμές των συντελεστών Y και k_d και συνεπώς επηρεάζει την ειδική απόδοση παραγόμενης λάσπης kg VSS/kg BOD_5

Απόβλητα	k' $\frac{d \text{ (mg/L BOD)}}{\text{mg / L MLVSS}}$	α (βάση BOD_5) Y	β $\eta\mu^{-1}$ k_d	d	b
1. Οικιακά λύματα	0,017-0,03	0,5-0,73	0,075-0,125	0,3-0,52	0,05-0,14
2. Γάλα	0,017	0,667	0,073	0,414	0,064
3. Φρούτα και λαχανικά	0,068	0,60	0,115	—	—
4. Ζυθοποιΐα	—	0,56	0,10	0,48	0,142
5. Διύλιση πετρελαίου	0,074	0,49-0,62	0,10-0,16	0,40-0,77	(0,142-0,227)*
6. Χημικά-πετροχημικά	0,0029-0,018	0,31-0,72	0,05-0,18	0,31-0,76	(0,07-0,256)*
7. Φαρμακευτικά	0,018	0,72-0,77	—	0,46	—
8. Παραγωγή χαρτοπολτού (Kraft) και λεύκανση	—	0,5	0,08	0,65-0,8	0,12
9. Συντελεστής θερμοκρασίας: $k'_T = k_{20} \cdot \Theta^{T-20}$, όπου $\Theta = 1,0-1,04$					
10. Οργανική φόρτιση: $OL = \frac{24S_o}{Xt} = 0,2 - 0,5 \text{ kg BOD}_5/\eta\mu.\text{ανά kg MLSS}$					
* Υπολογίστηκε σαν γινόμενο: $1,42 \times 6$					

Επεξεργασία ενεργού λάσπης

Επίδραση διάφορων παραμέτρων [3]

■ Επίδραση του διαλυμένου οξυγόνου

Γενικά όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στην περιοχή 0,5 έως 3 mg/L μειώνεται η καθαρή παραγωγή βιολογικής λάσπης, καθώς αυξάνεται η ενδογενής αναπνοή.

Κάτω από τις ίδιες συνθήκες λειτουργίας η διαφορά στην παραγωγή λάσπης μεταξύ δύο συστημάτων που λειτουργούν με 0,5 mg/L και 2 mg/L, αντίστοιχα, είναι μετρίσιμη.

Επεξεργασία ενεργού λάσπης

Επίδραση διάφορων παραμέτρων [4]

■ Επίδραση της θερμοκρασίας

Μεταβολή της θερμοκρασίας από 10 στους 18 °C διπλασιάζει την ταχύτητα μιας χημικής και πρότυπης βιολογικής καλλιέργειας.

Στην πράξη όμως η επίδραση της θερμοκρασίας στους συντελεστές Y και k_d δεν είναι τόσο σημαντική.

1. Στην περιοχή 15-22 °C δεν απαιτείται καμία διόρθωση στον υπολογισμό παραγόμενης λάσπης
2. Στην περιοχή 10-15 °C η τιμή του Y πρέπει να αυξηθεί (25% για αστικά λύματα) ενώ η τιμή του k_d παραμένει σταθερά.
3. Σε θερμοκρασίες κάτω από 10 °C η παραγωγή λάσπης αυξάνεται γενικά σε ποσοστό που δεν είναι προβλέψιμο με ακρίβεια.
4. Σε θερμοκρασίες πάνω από 22 °C η παραγωγή λάσπης μειώνεται, αλλά ο σχεδιασμός γίνεται συνήθως με τα δεδομένα της περιοχής 15-22 °C και θεωρείται ως συντηρητικός.

Επεξεργασία ενεργού λάσπης

Επίδραση διάφορων παραμέτρων [5]

■ Επίδραση της ειδικής φόρτισης {U}

Η τιμή του συντελεστή U επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή λάσπης, όπως προκύπτει και από την εξίσωση:

$$P_v = YF - \frac{k_d F}{C[F/M]}$$

[C ~0,9]

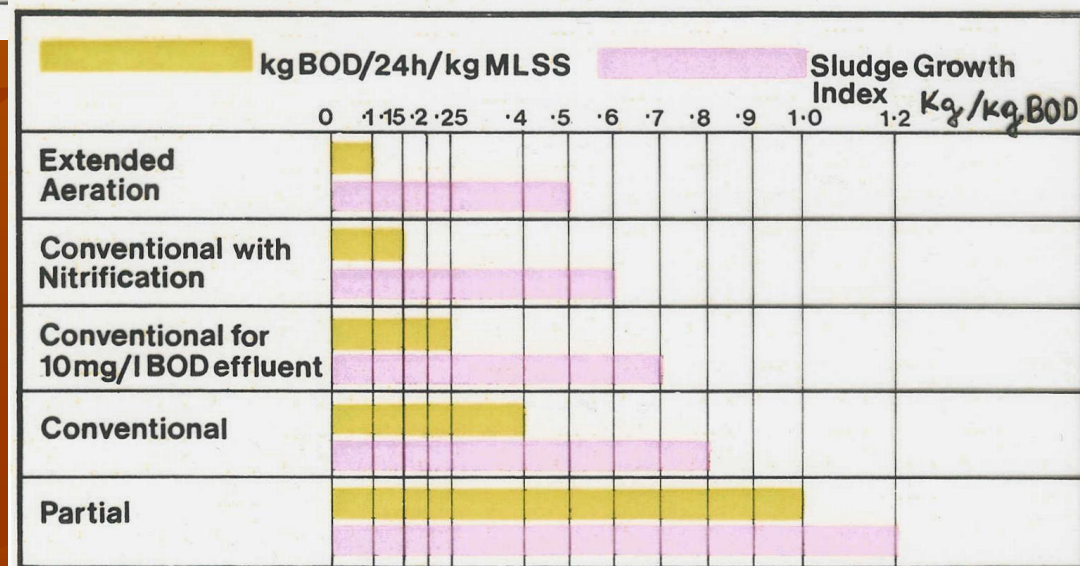
Σύμφωνα με την εξίσωση η παραγωγή βιολογικής λάσπης

Αυξάνεται καθώς αυξάνεται το βιολογικό φορτίο που καταναλώνεται και η τιμή του **{U}**

Μειώνεται καθώς αυξάνεται η μάζα των M/O στο σύστημα δηλαδή καθώς αυξάνεται ή ηλικία της λάσπης.

Επίδραση της παραμέτρου F/M {U} 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						



Βιολογικό φίλτρο

- Όπως και στην επεξεργασία ενεργού λάσπης:

$$P_{ss} = SS_{NV} + P_V - P_e$$

Όπου:

$$P_V = Y'F - k'_d A_m$$

Y' : συντελεστής παραγωγής κυτταρικής ουσίας, kgVSS/kg BOD₅

k'_d : ρυθμός ενδογενούς διαπνοής, d⁻¹

F : αφαιρούμενο BOD₅ kg/d,

A_m : Ολική επιφάνεια πληρωτικού υλικού, m²

Τυπικές τιμές για αστικά λύματα [0,5 – 1 kg BOD₅/m³d] :

$$Y' \sim 0,8 - 0,9 \text{ kgVSS/ kg BOD}_5$$

k'_d : επηρεάζεται από αντίστροφα από την επιφάνεια του πληρωτικού και το ύψος

για $H \sim 6\text{m}, 90 \text{ m}^2/\text{m}^3, \quad k'_d = 0,2$

$H \sim 3\text{m}, 90 \text{ m}^2/\text{m}^3, \quad k'_d = 0,3$

$H \sim 6\text{m}, 130 \text{ m}^2/\text{m}^3, \quad k'_d = 0,32$

Η λάσπη του βιολογικού φίλτρου καθιζάνει καλύτερα από την ενεργό λάσπη και η συγκέντρωσή της μετά την καθίζηση κυμαίνεται μεταξύ 3 και 5%.

ΑΕΡΟΒΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [1]

- Παραμονή σε συνθήκες αερισμού για >8 μέρες

- Ισχύς αερισμού επαρκής για ανάδευση

Επιφανειακός αερισμός : 10 -30 W/m³

Διάχυση αέρα : 1 – 3 m³/m²h

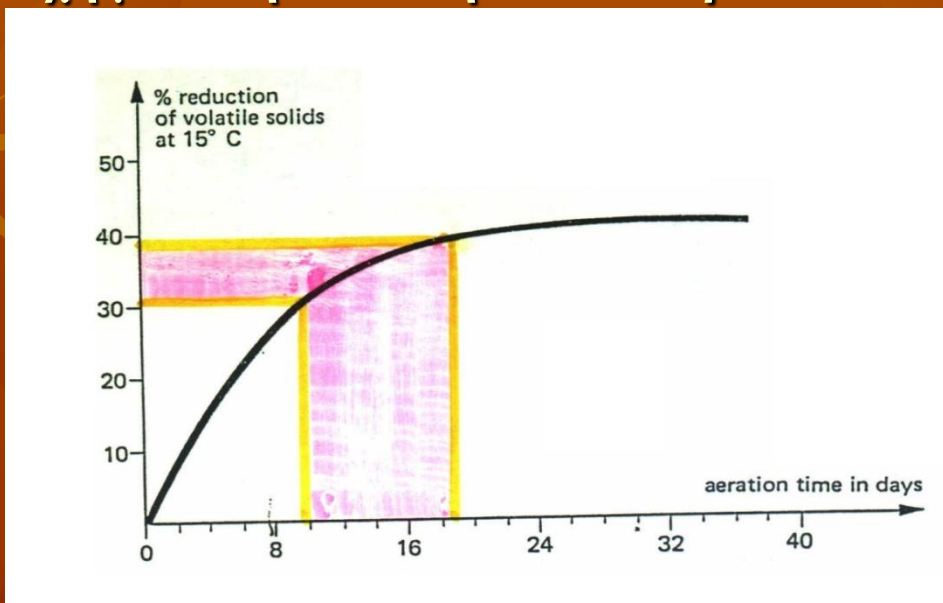
Γενικά αύξηση της συγκέντρωσης οξυγόνου δεν επιταχύνει την σταθεροποίηση

Η πύκνωση της λάσπης πριν την αερόβια σταθεροποίηση για δεδομένες εγκαταστάσεις αυξάνει το χρόνο παραμονής και ευνοεί τη διεργασία

Η απαίτηση οξυγόνου σπάνια υπερβαίνει τα 0,6 kg O₂/kg Organic matter

Η μείωση των ολικών στερεών κυμαίνεται μεταξύ 30 και 35%

με αντίστοιχη μείωση των πτητικών στερεών σε ποσοστό 35 έως 45%



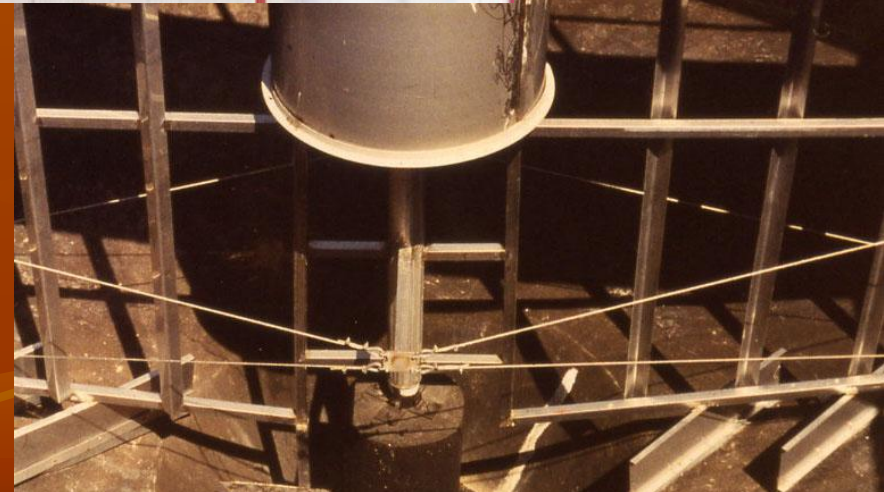
ΑΕΡΟΒΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [2]



Στοιχεία Σχεδιασμού Πυκνωτών

Τυπός	Φόρτιση, kgSS/m²d	Πιθανή πύκνωση, g/L
Πρωτογενής, Σύμφωνα με VSS που περιέχονται	80-120	100
Πρωτογενής + ενεργός, Σύμφωνα με VSS που περιέχονται	50-70	50-70
Ενεργός λάσπης	25-30	50-70
Απομάκρυνση CO₃²⁻	400	150-250
Καταβύθιση με μεταλλικά υδροξειδία	15-25	30-40

ΞΕΣΤΡΟ ΠΑΧΥΝΤΗ

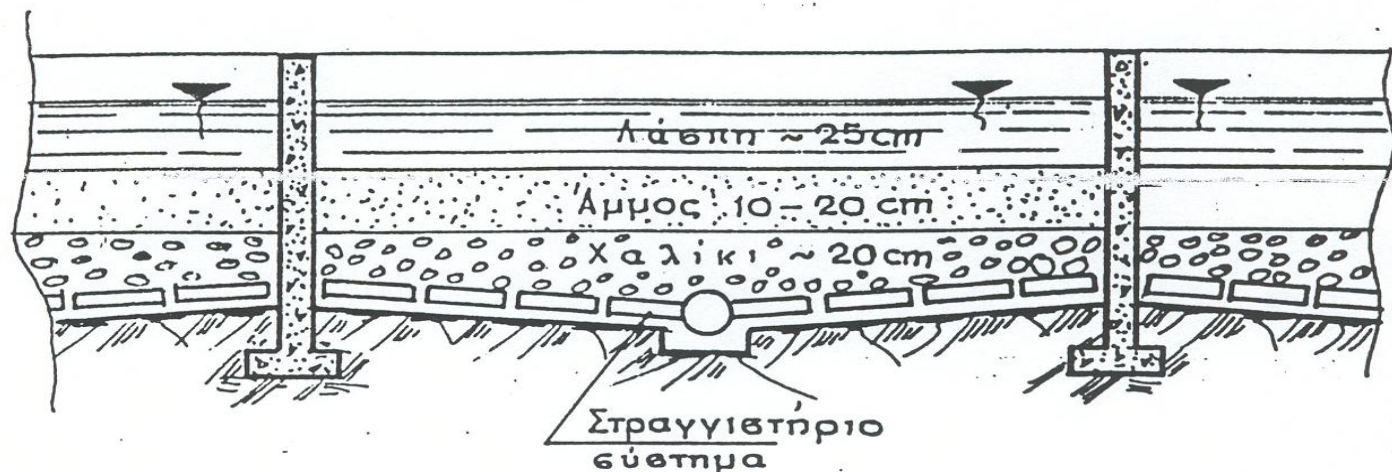


ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [1]

■ Ξηραντικές κλίνες

Προέλευση χονεμένης λάσπης	Ανοικτή m ² /άτομο	Σκεπασμένη m ² /άτομο	Φορτίο λάσπης Kg/m ² year	Ποσότητα kg στεγνής λάσπης
Πρωτοβάθμια	0,10 - 0,14	0,07 – 0,10	130	85
Πρωτοβάθμια και βιολογικό φίλτρο	0,12 – 0,16	0,10 – 0,12	110	110
Πρωτοβάθμια και ενεργός λάσπη	0,16 – 0,23	0,12 – 0,14	75	135

8.35 Τυπική μορφή αμμοκλίνης (εγκάρσια τομή)



• Βιολογική λάσπη σταθεροποιημένη

• Μεσογειακό κλίμα

0,5 kg στερεά/m²d

Ξηραντική κλίνη λάσπης



ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [2]

■ Μηχανική αφυδάτωση

Φιλτρόπρεσσα [5-25 mg/L πολυηλεκτρολύτη]

Υψηλότερη συγκέντρωση στερεών στην αφυδατωμένη λάσπη
Χαμηλότερη απαίτηση πολυηλεκτρολύτη
Ασυνεχής λειτουργία

Ταινιοφιλτρόπρεσσα [50-150 mg/L πολυηλεκτρολύτη]

Συνεχής λειτουργία
Υψηλή κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη
Απόδοση επηρεαζόμενη από τη συγκέντρωση τροφοδοτούμενης λάσπης

Φυγόκεντρος

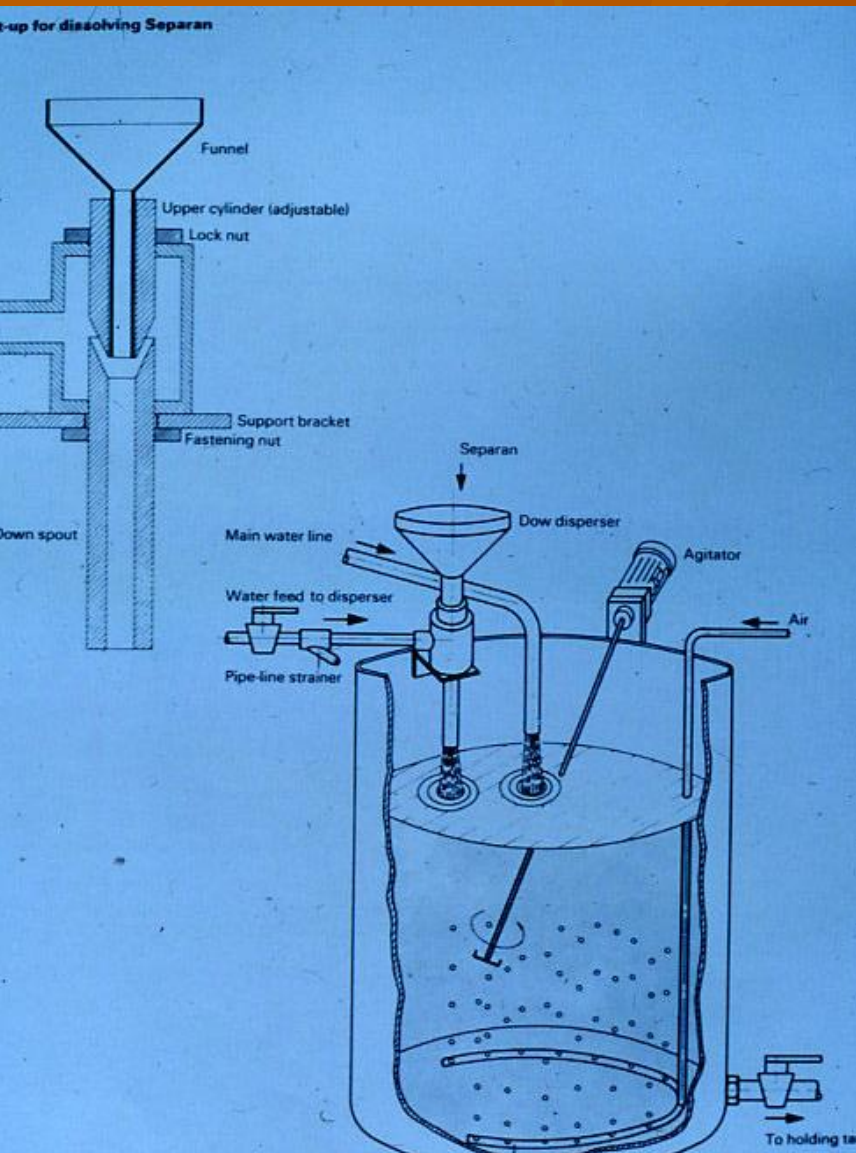
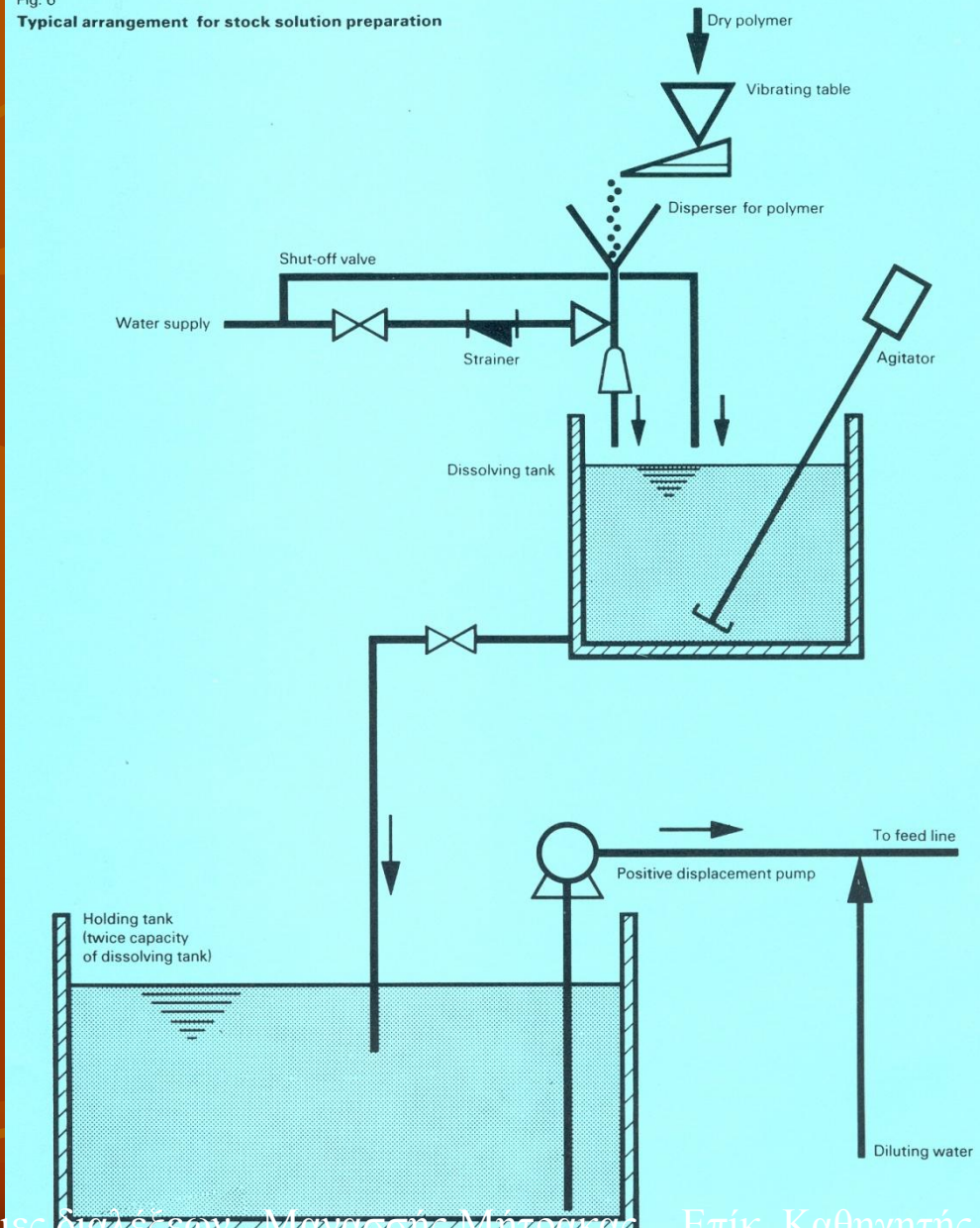
Συνεχής λειτουργία
Υψηλή απόδοση
Τεχνολογικός εξοπλισμός που απαιτεί εξειδικευμένη συντήρηση

Σε όλες τις περιπτώσεις απαιτείται η τροποποίηση των χαρακτηριστικών της λάσπης με την προσθήκη 1 – 3 γραμμάρια πολυηλεκτρολύτη αν κιλό ξηρών συστατικών

ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [3]

■ Παρασκευή πολυηλεκτρολύτη

Fig. 6
Typical arrangement for stock solution preparation



ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [4] Αντλίες



SEEPEX-Pumpen der Baugröße 200-6LBN zur Förderung von Rücklaufschlamm in der Kläranlage der Stadt Xanten.

Ein Foto Die Dru



SANITARY DESIGN
 NO ROTORS
 NO SEALS
 NO PACKING
 NO MOTORS
 NO HEAT GENERATION
 RUNS DRY
 VARIABLE SPEED

USDA ACCEPTED
 FOOD MASTER



SEEPEX-Pumpe der Baugröße 35-6LBN mit SEEPEX-Macerator und vorgeschaltetem Grobfeststoffabscheider als SEERATOR-Aggregat auf gemeinsamer transportabler Grundplatte.

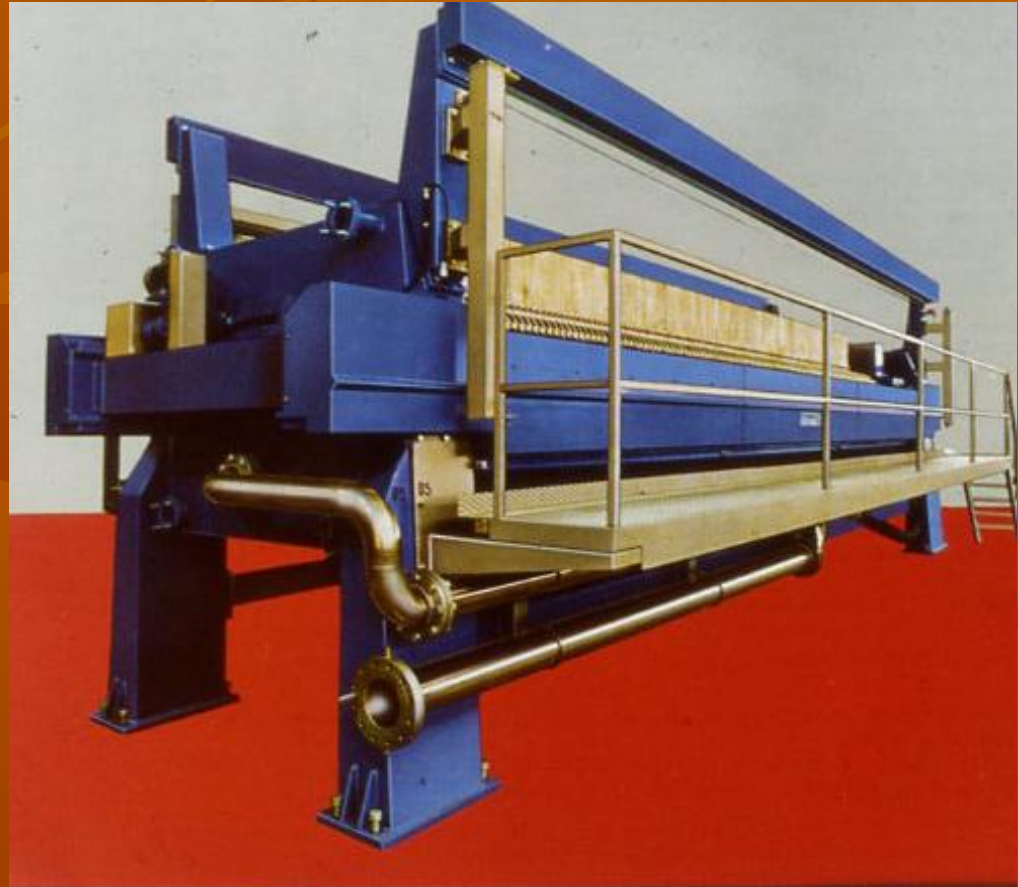
Hier gezeigt im Einsatz zum Absaugen, Mischen und Zerkleinern von hoch eingedicktem Schlamm mit Lederabfällen aus einer Schlammgrube der Koninklijke Nederlandse Lederfabrik Oisterwijk und anschließendem Transport des homogenisierten Schlammes zur Konditionierung.

Einsatzdaten:

Fördermenge:	26 m ³ /h
Drehzahl Pumpe:	270 min ⁻¹
Drehzahl Macerator:	960 min ⁻¹
Saughöhe:	max. 8,5 m WS
Druckhöhe:	max. 6 bar
Motorleistung Pumpe:	11,0 kW
Motorleistung Macerator:	7,5 kW

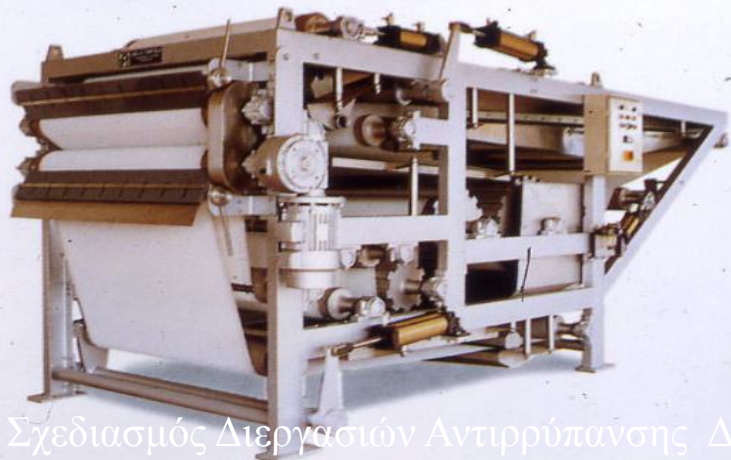


ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [4] φίλτρόπρεσσεσες



Frame type / Gestellgröße		500/30		500/50		500/60
Number of plates / Plattenanzahl	m²	20	30	40	50	60
Filtering area / Freie Filterfläche	m²	8	12	16	20	24
Cake thickness / Kuchenstärke	mm	25	25	25	25	25
Volume / Presseninhalt	l	100	150	200	250	300
SIZE A / ABMESSUNG A	mm	1680		2525		2950
SIZE B / ABMESSUNG B	mm	2150		3000		3420

ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [5] ταινιοφιλτρώπρες



ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [6] ταινιοφιλτρόπρεσσεσες

BELT FILTER PRESSES



For municipal and industrial sludge dewatering.

Model **	Belts width (mm)	Filtering area m ²	Dimensions (mm)	Capacity (m ³ /h)	Washing water (m ³ /h)	Kw *	Weight (ton)
Edom 500	500	3,9	2600x1040x1800	0,5÷2,5	3,5	0,37	0,7
Edom 800	800	6,6	2600x1340x1800	1,5÷4,5	5,5	0,75	0,9
Edom 1000	1000	8,5	2600x1540x1800	3÷6,5	6,5	0,75	1,2
Edom 1200	1200	10,2	2600x1780x1800	4÷9,5	7,5	0,90	1,5

* 1.1 kW air compressor

** Also produced as «R», with total filtrate recovery and wash water recycling.

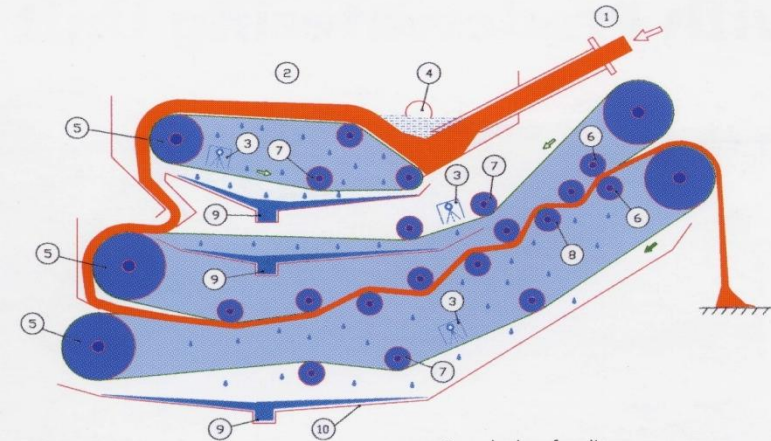
OPTIONAL: - special self-cleaning - no clogging nozzles

- grate and scraper guards in AISI 304 SS.

- special models for food industry.

N-PD L Belt Filter Press

N-PD L SLUDGE FLOW DIAGRAM



1. sludge feeding
2. predewatering zone
3. belt washing system
4. overflow pipe for reject water
5. drive rollers
6. pressing rollers
7. belt steering rollers
8. belt tensioning rollers
9. filtrate discharge
10. filtrate tray (optional)

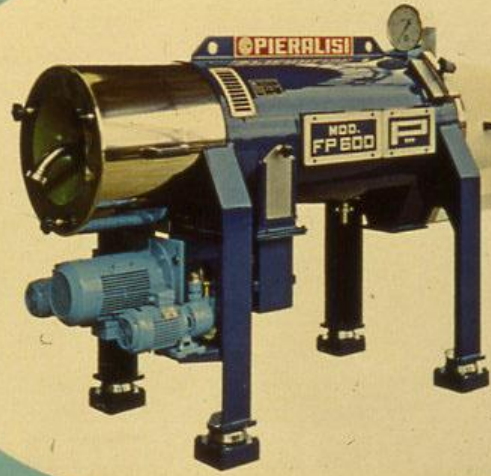
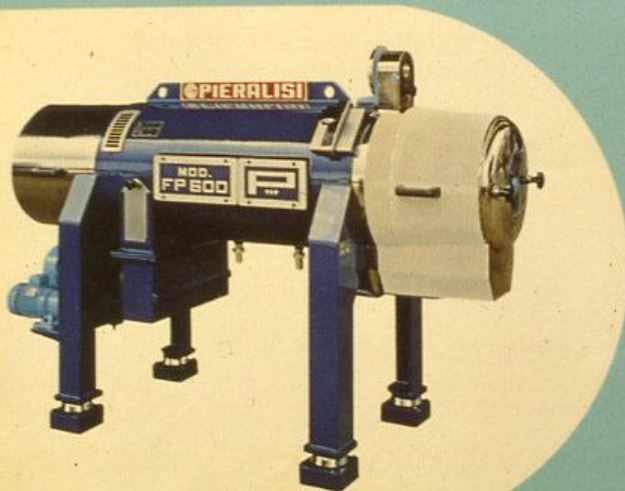
N-PD L DIMENSION CHART

Models	N-PD7L	N-PD11L	N-PD16L	N-PD21L	N-PD26L	N-PD31L
Length mm	3400	3400	3400	3400	3400	3400
Width mm	1450	1900	2400	2900	3400	3900
Height mm	1950	1950	1950	1950	1950	1950
Weight kg	1400	1700	2200	2900	3400	4000
Power kW	0,5	0,5	0,8	1,47	1,47	2,5

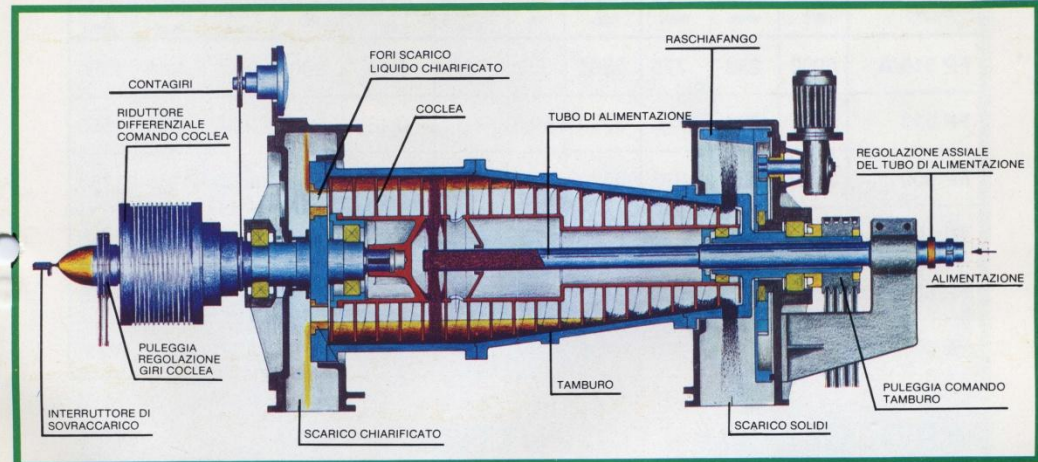
NOTE: The dimensions are given without filtrate tray and mounting bed

ΑΦΥΛΑΤΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ [8] φυγόκεντρα

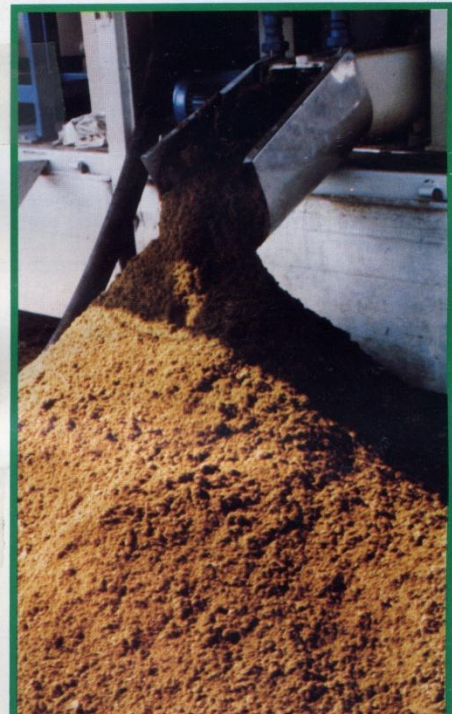
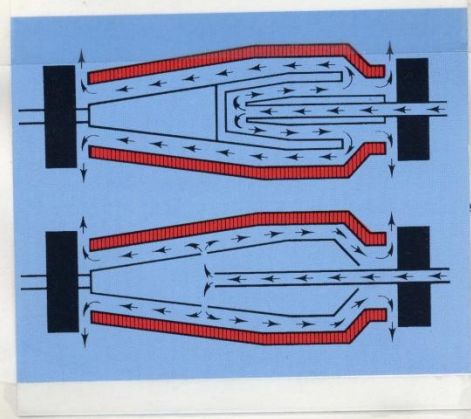
CENTRIFUGAL EXTRACTORS FOR INDUSTRIAL USE



PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DELL'ESTRATTORE CENTRIFUGO



DESCRIZIONE



Τυπικές αποδόσεις συγκράτησης στερεών και αντίστοιχες συγκέντρωση λάσπης διαφόρων διεργασιών επεξεργασίας λάσπης

Διεργασία	Συγκράτηση στερεών, %		Συγκέντρωση στερεών, %	
	Περιοχή	Τυπική	Περιοχή	Τυπική
Παχυντής βαρύτητας				
- Πρωτογενής + ενεργός	80-90	85	3-6	4
- Πρωτογενής λάσπης	85-92	90	4-10	6
Παχυντής επίπλευσης				
- Με χημικά	90-98	92	3-7	5
- Χωρίς χημικά	85-95	90	3-6	4
Διήθηση κενού + χημικά	92-98	96	15-30	20
Φιλτρόπρεσσα + χημικά	90-98	96	20-50	36
Φυγοκέντρωση				
- Με χημικά	80-98	92	10-35	18
- Χωρίς χημικά	50-90	80	10-30	18

Διάθεση ιλύος από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων

- ⇒ Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ΜΚΑ είναι η διάθεση της ιλύος.
- ⇒ Η ΚΥΑ 80568/4225/91 έχει καθορίσει τους όρους και περιορισμούς για τη χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος. Με βάση την ΚΥΑ, η χρήση επιτρέπεται με ορισμένους περιορισμούς
- ⇒ Οι οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στην ιλύ που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

Παράμετροι	Οριακές τιμές (mg/kg ξηράς ουσίας)
Κάδμιο	20-40
Χαλκός	1000-1750
Νικέλιο	300-400
Μόλυβδος	750-1200
Ψευδάργυρος	2500-4000
Υδράργυρος	16-25

Διάθεση ιλύος από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων

Με βάση το άρθρο 5 της ΚΥΑ, απαγορεύεται η χρησιμοποίηση της ιλύος:

- ➔ Σε λειμώνες ή εκτάσεις καλλιέργειας ζωοτροφών, εφόσον οι λειμώνες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για βοσκή ή οι ζωοτροφές πρόκειται να συγκομισθούν πριν από την πάροδο ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος.
- ➔ Σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών κατά την περίοδο της βλάστησης, με εξαίρεση τις καλλιέργειες οπωροφόρων δένδρων.
- ➔ Σε εδάφη που προορίζονται για καλλιέργειες οπωροκηπευτικών, για περίοδο δέκα μηνών πριν από τη συγκομιδή

Στην πραγματικότητα όμως στην Ελλάδα ελάχιστες είναι οι περιπτώσεις όπου η σταθεροποιημένη και ξηρή λάσπη των βιολογικών σταθμών έχει χρησιμοποιηθεί στη γεωργία. Η μέθοδος αυτή συνηθίζεται πολύ σε άλλες χώρες π.χ. στη Γαλλία.