

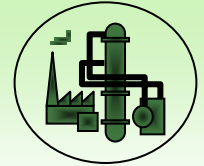
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Χημικών Μηχανικών
Εργαστήριο Τεχνολογίας Χημικών Εγκαταστάσεων

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΡΜΑΡΩΝ

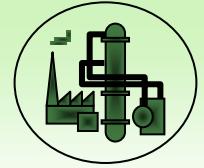
Γεώργιος Σ. Νικολαΐδης

Υπεύθυνος Καθηγητής: Σ.Β. Παράς
Επιβλέπουσα: Α.Α. Μουζά

Το πρόβλημα



- Κατά τη διαδικασία κοπής και κατεργασίας του μαρμάρου στις μονάδες επεξεργασίας του, παράγεται ως παραπροϊόν μεγάλη ποσότητα λάσπης (**μουργκάνα**).
- Το παραπροϊόν αυτό μετά από μια αρχική απομάκρυνση νερού απορρίπτεται. Η συνήθης πρακτική είναι να θάβεται σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις.
- Η διαδικασία αυτή συνεπάγεται:
 - ✓ σημαντική χρηματική επιβάρυνση (αγορά γης, μεταφορικά)
 - ✓ περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω μεταβολής της σύστασης του εδάφους.

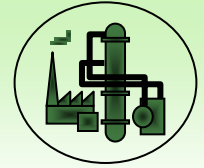


Ο προσδιορισμός του βέλτιστου τρόπου διαχείρισης των υγρών αποβλήτων μονάδων επεξεργασίας μαρμάρων

Η “**μουργκάνα**”, η οποία αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκκο CaCO_3 , είναι πρώτη ύλη για πλακίδια, ζωοτροφές, χρώματα κλπ.

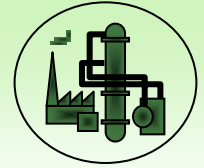
Διερευνάται λοιπόν η οικονομικότητα μιας μονάδας παραγωγής CaCO_3 από “μουργκάνα”.

Περιεχόμενα



- Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης
- Συλλογή αντιπροσωπευτικών δειγμάτων και ανάλυση πρώτης ύλης
- Χρήσεις προϊόντος
- Σχεδιασμός μονάδας απόληψης σκόνης CaCO_3
- Μελέτη οικονομικότητας
- Συμπεράσματα
- Προτάσεις - Σχόλια

Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης



✓ 950,000m³ παραγόμενο μάρμαρο στην Ελλάδα, με ολοένα αυξανόμενη τάση

✓ Στο νομό Θεσσαλονίκης λειτουργούν σήμερα 7 κύριες μονάδες κατεργασίας

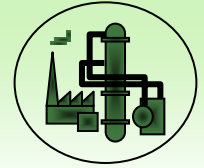
μαρμάρων, οι οποίες παράγουν “μουργκάνα” περιεκτικότητας

περίπου 20% σε νερό.



✓ Η συνολική ποσότητα των αποβλήτων, που προέρχονται από μονάδες που βρίσκονται σε μια περιοχή ακτίνας 30 km, εκτιμάται σε **150 tn/day**.

✓ Με την προϋπόθεση ότι το προϊόν CaCO_3 έχει τα κατάλληλα ποιοτικά χαρακτηριστικά και ανταγωνιστική τιμή, η **ζήτηση** της εγχώριας αγοράς είναι τόσο μεγάλη ώστε δεν υπάρχει πρόβλημα διάθεσής του.



Συλλογή και ανάλυση δειγμάτων

- ✓ Χημική ανάλυση τυπικού δείγματος

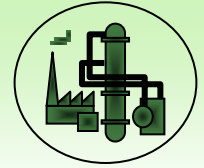
ουσία:	CaCO₃	MgCO ₃	SiO ₂	άλλα
%κ.β.:	95.4	4.1	0.2	0.3



- ✓ Κοκκομετρία τυπικού δείγματος μετά τον ξηραντήρα

Διάμετρος κόκκων μm	Κατανομή κόκκων, %
00 - 40	95.0
40 - 60	3.0
60 - 160	1.7
> 160	0.3

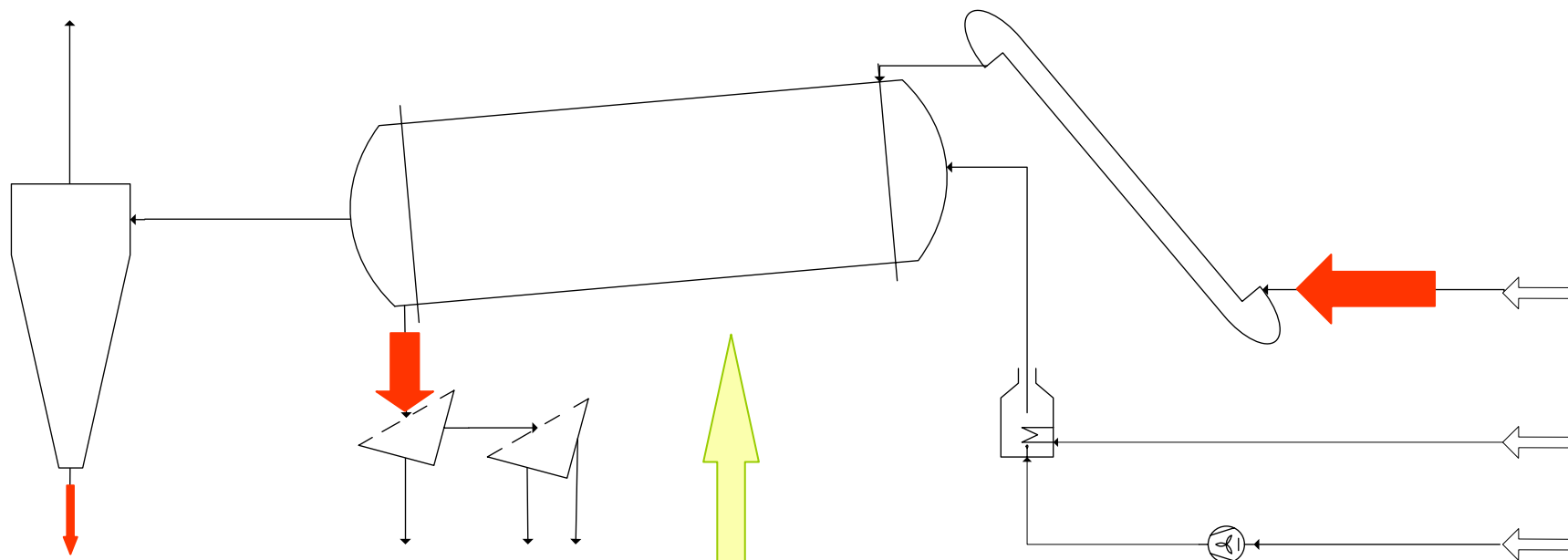
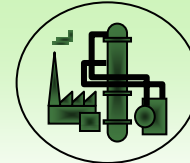
Χρήσεις CaCO_3 ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του



Μέγεθος κόκκων, μm	Χρήσεις
2000 – 100	Αδρανή για στέγες κατοικιών, σκυρόδεμα
800 – 300	Καθαρισμός υδάτων
500 – 20	Υαλουργία και χημικές βιομηχανίες, άμμος ορنيθοτροφείων
≤ 2	Βελτιωτικό εδαφών, χαρτοβιομηχανίες
≈ 1	Πληρωτικό υλικό

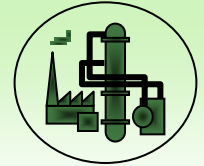
Χρήση	Κοκκομετρία	Σύσταση / Άλλα Χαρακτηριστικά
Πληρωτικό υλικό	$\approx 1\mu\text{m}$	-
Χαρτοβιομηχανία	30 - 98% $< 2\mu\text{m}$	95 - 97% CaCO_3
Τσιμεντοβιομηχανία	-	$> 65\% \text{CaCO}_3$, $< 5\% \text{MgCO}_3$
Βελτιωτικό εδαφών	$\approx 2\mu\text{m}$	pH ≈ 6
Συμπλήρωμα ζωοτροφών	$< 30\mu\text{m}$	98 - 98.5% CaCO_3
Καθαρισμός υδάτων	300 - 800 μm	85 - 95% CaCO_3 , $< 5\% \text{MgCO}_3$
Υαλουργία	-	$> 54.85\% \text{CaCO}_3$, $< 0.1\%$ υγρασία

Διάγραμμα ροής της Μονάδας



Η βασική συσκευή είναι ο ξηραντήρας

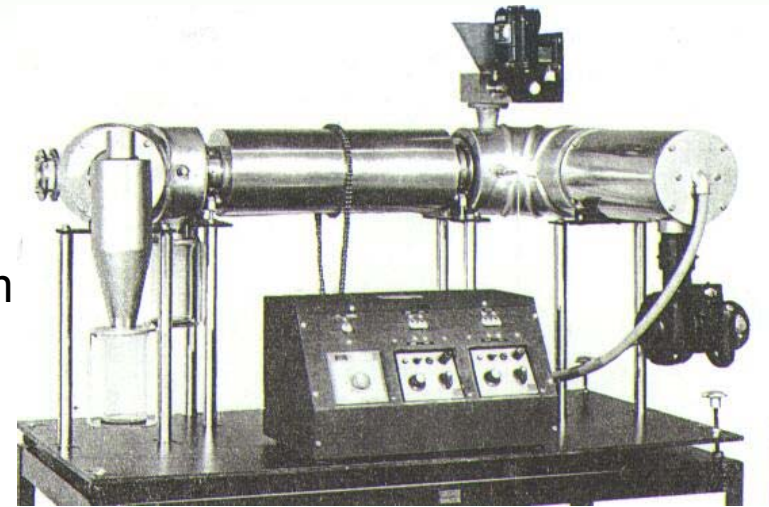
Σχεδιασμός του ξηραντήρα

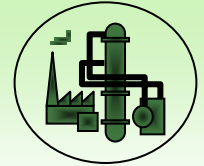


- ✓ Σε πιλοτικό ξηραντήρα με:
 - Ομορροή στερεού - αέρα
 - Κλίση τύμπανου: 2%
 - Ταχύτητα περιστροφής τύμπανου: 2 rpm
 - Θερμοκρασία αέρα: 180°C

- ✓ Μετρήθηκαν
 - Χρόνος παραμονής
 - Ποσοστό υγρασίας τελικού προϊόντος

- ✓ Υπολογίσθηκαν
 - Ο μέσος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας
 - Η κρίσιμη υγρασία του υλικού
 - Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του **βιομηχανικού** ξηραντήρα





Εξετάσθηκαν **δύο** σενάρια

- **Σενάριο 1**

Δημιουργία **μιας** μεγάλης κεντρικής μονάδας στην περιοχή όπου βρίσκονται οι μονάδες επεξεργασίας μαρμάρου, που θα συλλέγει και θα επεξεργάζεται τη “μουργκάνα” όλων των μονάδων της περιοχής.

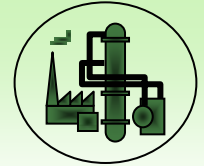
Η μονάδα θεωρείται ότι λειτουργεί σε **24**ωρη βάση.

- **Σενάριο 2**

Δημιουργία **πολλών μικρών** μονάδων **επιτόπιας** κατεργασίας εγκατεστημένων στους χώρους των μονάδων επεξεργασίας μαρμάρου.

Η μονάδα θεωρείται ότι λειτουργεί επί **8**ωρο.

Μελέτη Οικονομικότητας

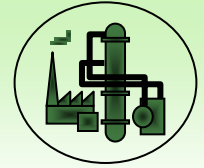


Ως κριτήριο για την οικονομικότητα επελέγη το *Κέρδος Εγχειρήματος, V*

Δεδομένα

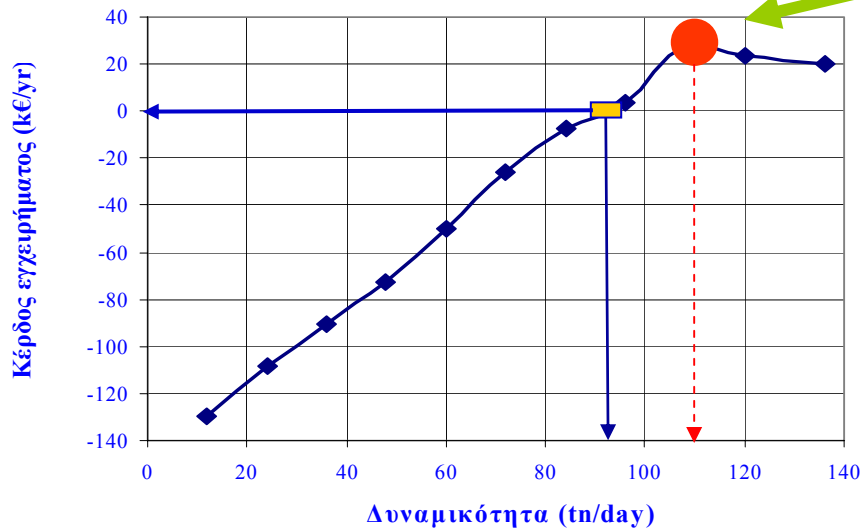
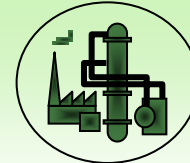
- | | |
|--|------------|
| ▪ Διάρκεια ζωής της εγκατάστασης | = 10χρόνια |
| ▪ Συντελεστής γραμμικής απόσβεσης | = 10% |
| ▪ Συντελεστής απόσβεσης για φορολογικούς σκοπούς | = 10% |
| ▪ Ενιαίος φορολογικός συντελεστής | = 40% |
| ▪ Αποδεκτή απόδοση κεφαλαίου | = 10% |
- ✓ Η τιμή αγοράς της πρώτης ύλης μπορεί να θεωρηθεί **μηδενική**.
 - ✓ Στο Σενάριο 1 στο κόστος συμπεριλαμβάνονται τα **μεταφορικά** της πρώτης ύλης.
 - ✓ Εξετάσθηκε το ενδεχόμενο **αγοράς της πρώτης ύλης** έναντι μικρού τιμήματος, το ύψος του οποίου καθορίζεται με οικονομικά κριτήρια.

Μελέτη Οικονομικότητας



- Τα στάδια που ακολουθήθηκαν για τους υπολογισμούς ήταν:
 - Υπολογισμός του πάγιου κόστους και των λειτουργικών εξόδων των συσκευών.
 - Με βάση το μηχανολογικό εξοπλισμό εκτιμάται η συνολική πάγια επένδυση και οι συνολικές δαπάνες λειτουργίας.
 - Εκτίμηση των εσόδων για τη συγκεκριμένη κάθε φορά δυναμικότητα.
 - Με τη βοήθεια των συντελεστών υπολογίζονται τα καθαρά κέρδη
 - Εκτίμηση των οικονομικών κριτηρίων με βάση τους γνωστούς τύπους.

Μελέτη Οικονομικότητας

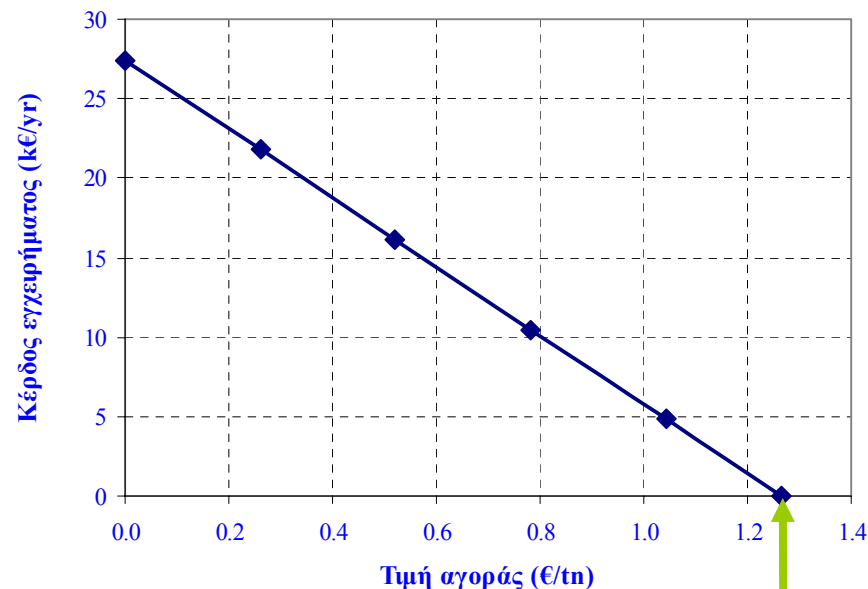


ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

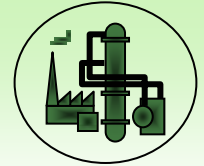
110 tn/day

$$I_F \approx 930,000 \text{ €}$$

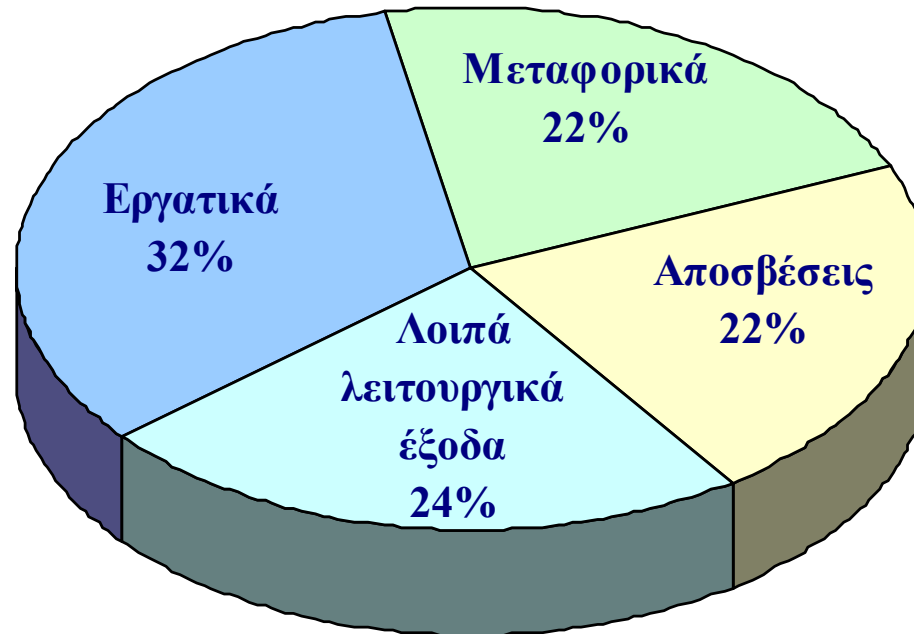
Απορρίπτεται το δεύτερο σενάριο



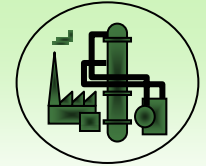
Μέγιστη τιμή αγοράς πρώτης ύλης



Ετήσιες δαπάνες



- Το υψηλό κόστος των μεταφορικών, περιορίζει την ακτίνα συλλογής της μουργκάνας στα 30km, δηλαδή στο νομό Θεσσαλονίκης.

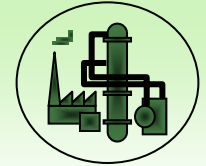


Μηχανολογικός εξοπλισμός



- Οι κυκλώνες και ο ξηραντήρας αποτελούν το 55% του κόστους του μηχανολογικού εξοπλισμού.
- Το κόστος των υπολοίπων συσκευών δεν επηρεάζεται έντονα από τη δυναμικότητα

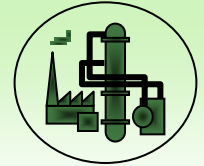
Οικονομικά στοιχεία



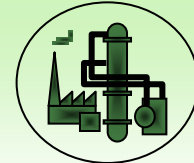
- Για ημερήσια δυναμικότητα 110tn και $s = 21\text{€}/\text{tn}$

Μέγεθος	Τιμή	Εξίσωση
Πάγια επένδυση, I_F	930 k€	-
Έσοδα από πωλήσεις, S	770 k€/yr	-
Καθαρά κέρδη, P	120 k€/yr	$P = R - e I_F - (R - d I_F)t$
Κέρδος εγχειρήματος, V	30 k€/yr	$V = P - i_m I_F - i I_W$
Αξία εγχειρήματος, W	210 k€	$W = \sum_{t=1}^N \frac{V_t}{(1+i)^t}$
Χρόνος εξόφλησης κεφαλαίου, POT	4 yr	$POT = \frac{I_F}{P + e I_F}$
Ρυθμός απόδοσης κεφαλαίου, ROI	0.11 yr^{-1}	$ROI = \frac{P}{I_W + I_F}$
Εσωτερικό επιτόκιο, τ	19%	$\tau = \frac{M(1+\tau)^N - 1}{I(1+\tau)^N}$

Συμπεράσματα



- Αξιόλογες προοπτικές για τη δημιουργία μιας τέτοιας μονάδας
 - Θετικό κέρδος εγχειρήματος.
 - Θετική αξία εγχειρήματος.
 - Η απόδοση με βάση την αρχική επένδυση, ROI , είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη αποδεκτή απόδοση κεφαλαίων, i_m .
 - Μικρός χρόνος εξόφλησης κεφαλαίου, POT .
 - Το εσωτερικό επιτόκιο, τ , είναι μεγαλύτερο από την ελάχιστη αποδεκτή απόδοση κεφαλαίων, i_m .



- Δημιουργία **αυτόνομης κεντρικής μονάδας** που θα “εξυπηρετεί” τις μονάδες μιας περιοχής ακτίνας 30km
- Βέλτιστη δυναμικότητα μονάδας : 110 **tn/day**
- Μέγιστη τιμή αγοράς της μουργκάνας : 1.3 **€/tn**
- ✓ Τα αποτελέσματα της εργασίας αναμένεται να συμβάλλουν στην **ορθολογική** διαχείριση των υγρών αποβλήτων μονάδων επεξεργασίας μαρμάρων και τη **μείωση** των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- ✓ Στο όφελος από τη δημιουργία μονάδων αξιοποίησης αποβλήτων πέρα από το στενό οικονομικό κέρδος πρέπει να συνυπολογίζει και το “**κοινωνικό κέρδος**” από τη διατήρηση ενός καθαρού περιβάλλοντος.