



# Σχεδιασμός και βελτιστοποίηση περιβαλλοντικών συστημάτων I

*Μάθημα 7<sup>ο</sup>*

*(Αξιολόγηση Επενδυτικών Σχεδίων-  
Οικονομικοί Όροι)*

**Δρ. Ιψάκης Δημήτρης**

*Χημικός Μηχανικός, Έκτακτο Διδακτικό Προσωπικό ΠΔΜ*



# Εισαγωγή

- Μία από τις βασικές αρχές της οικονομικής διαχείρισης (*financial management*) είναι πως η αξία του χρήματος μεταβάλλεται με τον χρόνο.
- Ο κυριότερος λόγος της μείωσης της αξίας του χρήματος είναι ο πληθωρισμός.
- Οι έννοιες που θα συζητήσουμε είναι:
  - **Απλό και Σύνθετο Επιτόκιο (V)**
  - **Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)**
  - **Δείκτης Κερδοφορίας (PI)**
  - **Ισοδύναμο Ετήσιο Κόστος και Ισοδύναμο Πάγιο Κεφάλαιο**



# Απλό Επιτόκιο (V)

$$V_t = V_o (1 + \varepsilon * t)$$

Αξία χρηματικού ποσού  
στον χρόνο  $t=1,2,3,\dots$

Αρχικό χρηματικό ποσό  
στον χρόνο  $t=0$

Επιτόκιο, %



*Δηλαδή, εάν επενδυθούν  $V_o=1000\text{€}$  με επιτόκιο  $\varepsilon=10\%$  τότε στον χρόνο  $t=10$ ,  $V_t=V_{10}=V_o(1+0.1*10)=2000\text{€}$*



# Σύνθετο Επιτόκιο (V)

$$V_t = V_o (1 + \varepsilon)^t$$

Αξία χρηματικού ποσού  
στον χρόνο  $t=1,2,3,\dots$

Αρχικό χρηματικό ποσό  
στον χρόνο  $t=0$

Επιτόκιο, %



*Δηλαδή, εάν επενδυθούν  $V_o=1000\text{€}$  με επιτόκιο  $\varepsilon=10\%$  τότε στον χρόνο  $t=10$ ,  $V_t=V_{10}=V_o(1+0.1)^{10}=2593.7 \text{ €}$*

*Επομένως, το σύνθετο επιτόκιο λαμβάνει υπόψη όχι μόνο την αρχική χρηματική αξία ( $V_o$ ) αλλά και όλες τις επόμενες ( $V_{1\dots t-1}$ )*



# Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value)

- Κάθε επένδυση συνεπάγεται μία αρχική δαπάνη η οποία επιφέρει μία συνεχή (ιδανικά πάντα μιλάμε) ροή εσόδων για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
- Προκειμένου να δούμε αν η επένδυση επιφέρει κέρδη ή ζημίες θα πρέπει οι χρηματικές ροές (cash flows, CFs) να αναχθούν στο ίδιο χρονικό σημείο.
- Το αποτέλεσμα αυτό καλείται **Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV).**

$$NPV = \sum_{k=0}^n \frac{CF_k}{(1 + \rho)^k}$$

Η χρηματική ροή

Απαιτούμενος ρυθμός επιστροφής  
(rate of return).

Κάποιες φορές αναφέρεται και ως  
εσωτερικός ρυθμός επιστροφής  
(internal rate of return, IRR)

Η χρονική περίοδος k (1,2,3..)

Για k=0 το CF περιλαμβάνει μόνο την δαπάνη  
(δηλαδή την αγορά του εξοπλισμού, Total C<sub>BM</sub>)



# Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value)

$$NPV = \sum_{k=0}^n \frac{CF_k}{(1 + \rho)^k}$$

Η χρηματική ροή

Απαιτούμενος ρυθμός επιστροφής  
(rate of return).

Κάποιες φορές αναφέρεται και ως  
εσωτερικός ρυθμός επιστροφής  
(internal rate of return, IRR)

Η χρονική περίοδος  $k$  (1,2,3..)

Για  $k=0$  το  $CF$  περιλαμβάνει μόνο την δαπάνη  
(δηλαδή την αγορά του εξοπλισμού,  $Total C_{BM}$ )

- **$NPV > 0$  Το εγχείρημα πρέπει να προχωρήσει καθώς θα έχουμε κέρδη.**
- **$NPV < 0$  Το εγχείρημα πρέπει να απορριφθεί καθώς θα έχουμε ζημία.**
- **$NPV = 0$  Το εγχείρημα είναι οριακά αποδεκτό.**



# Δείκτης Κερδοφορίας (Profitability Index, PI)

$$PI = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+\rho)^k}}{CF_0}$$

Η χρηματική ροή για τις  
χρονικές περιόδους k (1,2,3..)

Για k=0 το CF περιλαμβάνει μόνο την δαπάνη

Ουσιαστικά, το PI πρέπει να είναι  
μεγαλύτερο ή ίσο το 1.....



# Ισοδύναμο Ετήσιο Πάγιο Κόστος/Κεφάλαιο (CC)

- Ο μηχανολογικός εξοπλισμός απαιτεί δέσμευση κεφαλαίων για την αγορά τους. Βέβαια, μετά το τέλος της περιόδου χρήσης τους έχουν μικρή υπολειμματική αξία (περίπου 10%).
- Επιπλέον κατά την διάρκεια λειτουργίας τους, υπάρχει και ένα **λειτουργικό κόστος το οποίο και αυξάνει με την παλαίωση του εξοπλισμού.**
- Για να εξεταστεί η αντικατάσταση ενός μηχανολογικού εξοπλισμού **θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το πάγιο και το λειτουργικό κόστος.**

$$CC = \left\{ P - SV_n \cdot \left[ \frac{1}{(1 + \varepsilon)^n} \right] \right\} \cdot \frac{\varepsilon(1 + \varepsilon)^n}{(1 + \varepsilon)^n - 1}$$

Ισοδύναμο ετήσιο πάγιο κεφάλαιο

Τιμή αγοράς εξοπλισμού

Υπολειμματική Αξία στο Έτος n

Επιτόκιο (ε) και έτος (n)





# Ισοδύναμο Ετήσιο Λειτουργικό Κόστος (OC)

- Ο μηχανολογικός εξοπλισμός απαιτεί δέσμευση κεφαλαίων για την αγορά τους. Βέβαια, μετά το τέλος της περιόδου χρήσης τους έχουν μικρή υπολειμματική αξία (περίπου 10%).
- Επιπλέον κατά την διάρκεια λειτουργίας τους, υπάρχει και ένα **λειτουργικό κόστος το οποίο και αυξάνει με την παλαίωση του εξοπλισμού.**
- Για να εξεταστεί η αντικατάσταση ενός μηχανολογικού εξοπλισμού **θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το πάγιο και το λειτουργικό κόστος.**

$$OC = \left\{ \sum_{k=1}^n OC_k \left[ \frac{1}{(1+\varepsilon)^k} \right] \right\} \cdot \frac{\varepsilon(1+\varepsilon)^n}{(1+\varepsilon)^n - 1}$$

Ισοδύναμο ετήσιο  
λειτουργικό κόστος



$$EUAC = CC + OC$$

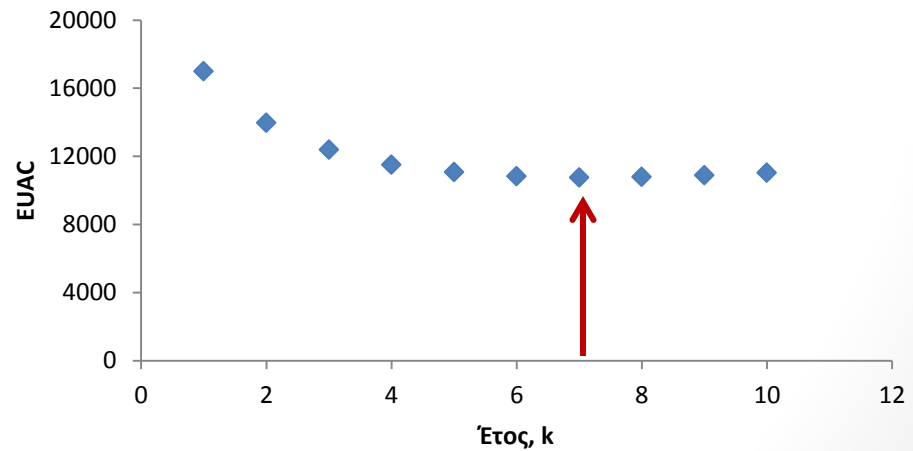
Επιτόκιο ( $\varepsilon$ ) και έτος ( $k, n$ )

# Παράδειγμα 5.8 σελ. 118

Έτος, k	CC	OC	ΕΥΑC
1	13000	4000	17000
2	9976.744	4000	13976.74
3	8039.597	4345.572	12385.17
4	6754.975	4757.003	11511.98
5	5892.153	5178.664	11070.82
6	5227.62	5592.354	10819.97
7	4762.027	5990.63	10752.66
8	4420.577	6370.133	10790.71
9	4161.693	6729.357	10891.05
10	3960.415	7067.75	11028.17



ΕΥΑC



# Ανασκόπηση 7<sup>ου</sup> Μαθήματος

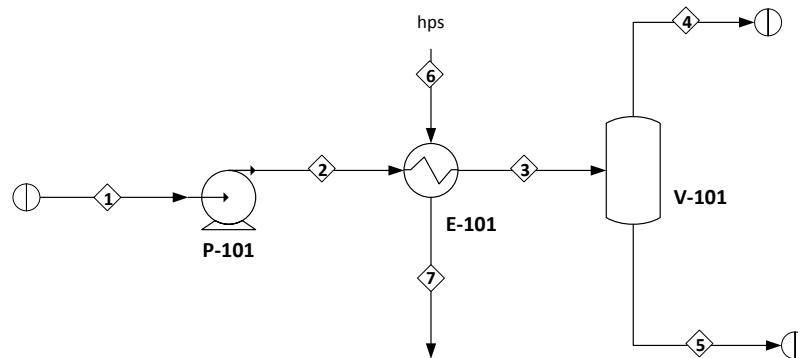


- *Οι έννοιες που αναλύσαμε ήταν:*
  - **Απλό και Σύνθετο Επιτόκιο (V)**
  - **Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)**
  - **Δείκτης Κερδοφορίας (PI)**
  - **Ισοδύναμο Ετήσιο Κόστος και Ισοδύναμο Πάγιο Κεφάλαιο**
- *Παραδείγματα εκτίμησης των παραπάνω οικονομικών όρων.*



# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

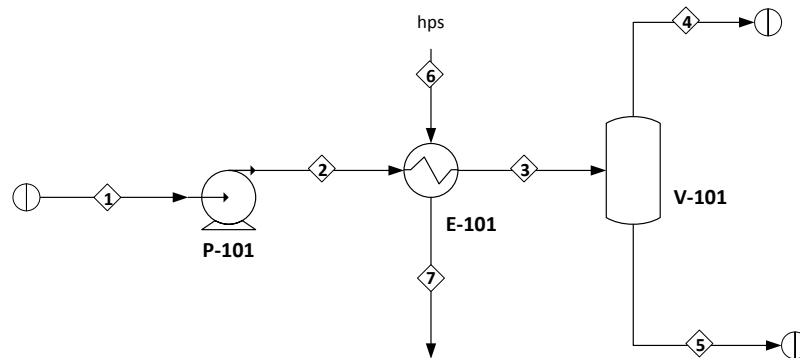


Ρεύμα	1	2	3	4	5	6/hps	7
Θερμοκρασία, οC	25	25.14	80	80	80	254	253.2
Πίεση, atm	1	5	5	5	5	42.5	42.5
Παροχή Μάζας, kg/h	4000	4000	4000	2400	1600	1000	1000
Γραμμομοριακή Ροή, kgmol/h	128.8	128.8	128.8	39.94	88.86	55.5	55.5
Ογκομετρική Παροχή, m <sup>3</sup> /h (STP)	4.588	4.588	4.588	2.985	1.603	1	1
Κλάσματα Μάζας (mass fractions)							
WATER (A)	0.4	0.4	0.4	0	1	1	1
1-PROPANOL (B)	0.6	0.6	0.6	1	0	0	0



# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

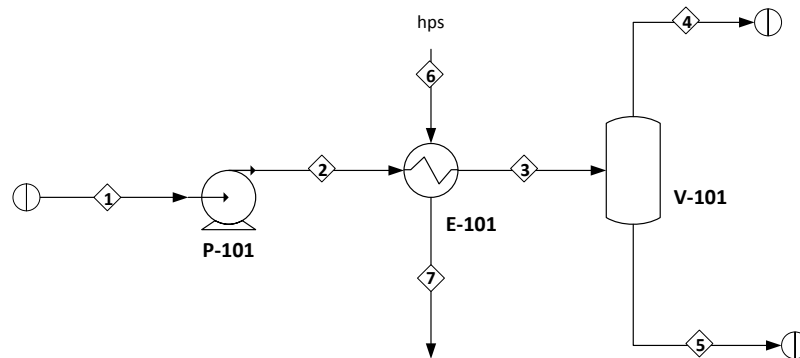


Αντλία	P-101
Ογκομετρική Παροχή, m <sup>3</sup> /h	4.588
Πυκνότητα Ρευστού, kg/m <sup>3</sup>	857.7
Τύπος Αντλίας	Φυγοκεντρική Αντλία 1 βαθμίδας, Στροφές 3600rpm
Υλικό Κατασκευής	SS 304
Θερμοκρασία Εισόδου, οC	25
Θερμοκρασία Εξόδου, οC	25.14
Πίεση Εισόδου, atm	1
Πίεση Εξόδου, atm	5
Μανομετρικό Ύψος, m	48.19



# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

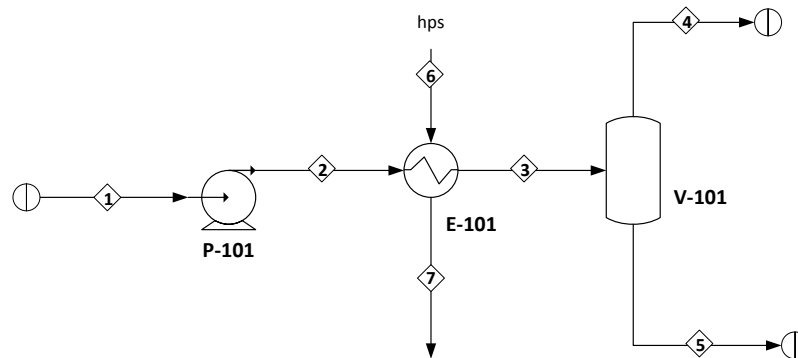


<b>Εναλλάκτης</b>	<b>E-101</b>
Ογκομετρική Παροχή, m <sup>3</sup> /h	4.588
Τύπος Εναλλάκτη	Fixed Head
Επιφάνεια Εναλλαγής Θερμότητας, m <sup>2</sup>	60.32
Υλικό Κατασκευής	SS 304
Θερμοκρασία Εισόδου, οC	25.14
Θερμοκρασία Εξόδου, οC	80
Πίεση Εισόδου, bar	5
Πίεση Εξόδου, bar	5



# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:



## Δοχείο Διαχωρισμού

## V-101

Ογκομετρική Παροχή,  $m^3/h$

4.588

Χρόνος παραμονής,  $h$

0.25

Ύψος,  $m$

3

Διάμετρος,  $m$

0.7

Υλικό Κατασκευής

SS 316 Clad

Πίεση Εισόδου,  $bar$

5

Πίεση Εξόδου,  $bar$

5



# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

- α) Να κοστολογήσετε τον εξοπλισμό που αποτελείται από 1 φυγοκεντρική αντλία, 1 εναλλάκτη κελύφους-σωλήνων και 1 κατακόρυφο δοχείο πίεσης/διαχωρισμού για το έτος 2005. Θα βρείτε ξεχωριστά το κόστος για κάθε εξοπλισμό στο έτος 2005 και στην συνέχεια θα το αθροίσετε.

**Απάντηση: Total  $C_{BM}$ =71256.4\$**

\*Η επίλυση πραγματοποιήθηκε μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας και αξιοποιήθηκαν δεδομένα από το βιβλίο.





# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

- β) Να προσδιορίσετε το συνολικό πάγιο κόστος επένδυσης (*Total Fixed Capital Investment*) με βάση τους 2 τρόπους που σας δίνονται

**Α' τρόπος:  $Total FCI = 1.2 * Total C_{BM} = 1.2 * 71256.4 = 85507.7\$$**

**Β' τρόπος:  $Total FCI = 424474.6\$$  (βλ. Επόμενη διαφάνεια με τον συνολικό πίνακα)**

\*Η επίλυση πραγματοποιήθηκε μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας και αξιοποιήθηκαν δεδομένα από το βιβλίο.



# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Direct Costs (DC)			
<b>Total Equipment Costs (CBM)</b>	<b>Simulated</b>		<b>71256.44</b>
Installation Costs	47%CBM		33490.53
Instrumentation and Control	36%CBM		25652.32
Piping	68%CBM		48454.38
Insulations	8%CBM		5700.516
Electrical	11%CBM		7838.209
Building and Services	18%CBM		12826.16
Land Improvements	10%CBM		7125.644
Service Facilities	70%CBM		49879.51
Land	6%CBM		4275.387
Indirect Costs (IC)			
Engineering and Supervision	33%CBM		23514.63
Construction Expenses	41%CBM		29215.14
Other Costs (OC)			
Legal Fees	4%CBM		2850.258
Contractor's Fees	22%CBM		15676.42
Contingencies	44%CBM		31352.84
Total Costs			
Fixed Capital Investment (FCI)	DC+IC+OC		369108.4
Working Capital (IW)	15%FCI*		55366.26
<b>Total Fixed Capital Investment (FCI*)</b>	<b>FCI+IW</b>		<b>424474.6</b>





# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

- γ) Να υπολογίσετε το συνολικό κόστος παραγωγής (TPC). Το κόστος πρώτων υλών  $C_{RM}$  (ρεύμα 1) είναι 8\$/kg, οι βοηθητικές παροχές  $C_{UT}$  συνοψίζονται στο ρεύμα 6 που αφορά ατμό υψηλής πίεσης (hrs) με κόστος 16.64\$/t, το σύνολο των εργαζομένων  $C_{OL}$  είναι 5 με ετήσιο μισθό 20000 \$/yr, τα απόβλητα συνοψίζονται στο ρεύμα 5 με κόστος 36\$/t. Η λειτουργία της μονάδας είναι 91.7% του έτους (περίπου 8030hrs δηλαδή).

**A' τρόπος:  $TPC=3.22*10^8$  \$/yr**

**B' τρόπος:  $TPC=2.65*10^8$  \$/yr (βλ. Επόμενη διαφάνεια με τον συνολικό πίνακα)**

\*Η επίλυση πραγματοποιήθηκε μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας και αξιοποιήθηκαν δεδομένα από το βιβλίο.



# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

A. Direct Production Costs			
<b>1. Raw Materials and Utilities</b>	<b>CRM+CUT</b>		<b>2.57E+08</b>
<b>2. Labor</b>	<b>COL</b>		<b>100000</b>
3. Supervision	15%A2	15% of Labor	15000
4. Maintenance	5%IF	5% of FCI	55366.257
5. Operating Supplies	15%A4	15% of Maintenance	8304.9386
6. Laboratory	10%A2	10% of Labor	10000
		1% of the sum (Labor+supervision+maintenance +operating supplies+laboratory)	
7. Overheads	1%(A1-A6)		2572804.2
Total Direct Production Costs (DPC)	Sum of A1-A7		259853225
B. Annual Fixed Costs			
1. Total Taxes	1%IF	1% of FCI	3691.0838
2. Insurances	1%IF	1% of FCI	3691.0838
3. Depreciation	10%IF	10% of FCI	36910.838
4. Contingencies	60%(A2+A3+A4)	60% of the sum ( insurances+ depreciation+contigencies)	102219.75
Total Annual Fixed Costs (AFC)	Sum of B1-B4		146512.76
C. General Costs			
1. Administration	20%A2	20% of Labor	20000
		2% of the sum (Labor+supervision+maintenance +operating supplies+laboratory)	
2. Marketing	2%(A1-A6)		5145608.4
3. Interests	8%(B3)	8% of Depreciation	2952.867
Total General Costs (TGC)	Sum of C1-C3		5168561.3
<b>Total Annual Production Cost (TPC)</b>	<b>DPC+AFC+TGC</b>		<b>2.65E+08</b>



Fixed Capital Investment (FCI)	DC+IC+OC	369108.4
--------------------------------	----------	----------

*Από προηγούμενο  
πίνακα.*





# Άσκηση Κοστολόγησης Διαγράμματος Ροής

Σας δίνεται το παρακάτω διάγραμμα ροής μαζί με τους πίνακες ισοζυγίων μάζας και εξοπλισμού. Καλείστε να απαντήσετε και να λύσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

- δ) Να προσδιορίσετε τους οικονομικούς όρους *Gross Profit* και *Net Profit* για  $t=26\%$  και *NPV* όταν το  $\rho=0.05$  και  $k=20\text{yrs}$ . Η τιμή πώλησης του προϊόντος στο ρεύμα 4 είναι  $18\$/\text{kg}$ .

**Α' τρόπος:**

***Gross Profit*= $0.1*10^8$  \$/yr, *Net Profit* =  $0.25*10^8$  \$/yr, *NPV*( $k=20$ )= $2.28*10^8$  \$**

**Β' τρόπος:**

***Gross Profit*= $0.34*10^8$  \$/yr, *Net Profit*=  $0.81*10^8$  \$/yr, *NPV*( $k=20$ )= $7.53*10^8$  \$**

\*Η επίλυση πραγματοποιήθηκε μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας και αξιοποιήθηκαν δεδομένα από το βιβλίο.



# Σχεδιασμός και βελτιστοποίηση περιβαλλοντικών συστημάτων I

*Μάθημα 7<sup>ο</sup>*

*(Αξιολόγηση Επενδυτικών Σχεδίων-  
Οικονομικοί Όροι) -ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ*

**Δρ. Ιψάκης Δημήτρης**

*Χημικός Μηχανικός, Έκτακτο Διδακτικό Προσωπικό ΠΔΜ*