



ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

.

:

...

, 2009



ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΕ

•
:
.....
μ
..... μ μ
.....

.....

μ

. . .

Copyright ©

. μ 2009

μ . All rights reserved.

, μ μ , μ μ ,
μ μ μ μ ,
, μ μ . μ

μ μ μ μ

μ μ μ μ μ μ
μ μ . μ μ
μ μ μ μ μ . μ μ
μ μ μ μ μ μ μ μ ,
μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ

μ μ 2008 - 2009

. ,
 , μ μ

, 2009

GRADUATE THESIS: "BASIC METHODS OF ENERGY MANAGEMENT"
STUDENT: ALKISTIS A. KRIMPENI
SUPERVISOR: DR. PSARRAS JOHN, PROFESSOR, DEPT. OF ELECTRICAL
AND COMPUTER ENGINEERING, N.T.U.A
ACADEMIC YEAR: 2008-2009

STRACT

Energy Management is widely recognized as an integral part of the Total Management of a business unit, aimed at identifying the most suitable and realistic ways to optimize the unit's energy behavior as well as suggesting, designing and implementing improvement activities within the unit. Energy Management includes Methods of Monitoring and Targeting (M&T Methods). M&T Methods deal with the collection, study, definition and analysis of information about the energy consumption of a unit. The basic method that is used in the M&T processes is the creation and evaluation of diagrams that show the relation between consumed energy and driving factors for a certain period of time. Depending on the needs of the unit these diagrams are created either for the total unit or for each department separately. The basic diagrammatic methods are the following: diagrams of consumed energy related to production, diagrams of special energy consumption related to production, CUSUM diagrams and control diagrams.

The purpose of this study is to illustrate and underline the need for systematic Energy Management in industrial units, with Energy Audit constituting a methodology for their more efficient operation as well as enhanced environmental protection. As a case study, the energy behavior of a big industrial unit in Thessaloniki that produces stainless sinks and stainless cooking devices, was examined.

For this study data on production units, buildings, energy purchase, energy consumption and use of equipment were collected from the audit process. The conclusion of this detailed analysis is that the unit consumes 53% electrical energy, 39% LPG and 8% diesel for heating.

From the creation and evaluation of basic M&T diagrams, the correlation between energy consumption and production, special energy consumption and production, special energy consumption and model prices, became clear. Furthermore variable CUSUM was calculated. The above conclusions define the level of energy consumption of the unit.

Based on the conclusions of the diagrammatic methods, certain actions of energy improvement are suggested. These are related to building infrastructure, electrical equipment, lighting facilities and facilities used for heating and air conditioning. In addition to the basic and conventional interventions, particular emphasis was attributed to alternative activities for energy behavior improvement such as the use of photovoltaic systems, of natural gas, the installation of system of co-production of heat and electricity and systems of automation and central control.

Finally, some of the proposed actions of energy improvement are evaluated. Three basic indicators are calculated: Net Present Value (NPV) , Internal Rate of Return (IRR)and Discount Back Period (DPB).These indicators are compared for all the suggested investments and it is decided which of them are best for the unit.

This study has identified and validated the need for ongoing controls, so that optimal energy behavior is guaranteed in the unit at all times. The industrial unit is required to constantly monitor developments in automation systems, new materials, ways for the insulation of the building infrastructure and the respective equipment, heating – air conditioning systems, lighting and the area of new technologies. In this light, the prospect for permanent staff being employed in the field of energy management in the unit becomes evident. Alternatively, an automated system may be utilized to better manage energy consumption, incorporating new technological developments. Nonetheless, it was concluded that the industrial unit in question is in absolute need of a permanent Energy Manager if it is to minimize pointless overspending, bungling and experimentation.

KEY WORDS:

M&T Methods, Special Energy Consumption, CUSUM Diagram, Control Diagram, Energy Audit, Actions of Energy Improvement ,Economic Indicators , Net Present Value (NPV) , Internal Rate of Return (IRR), Discount Back Period (DPB).

.....	1
.....	5
.....	7
.....	9
.....	10

1

and Targeting)	(Monitoring	
1.1		15
1.2		18
1.3		18
1.4		19
1.5 &		20
1.6 &		20
1.7 &		21
1.7.1 1		21
1.7.2 2		22
1.8 M&T		26
1.8.1 $\mu\mu$ μ -		26
1.8.2 $\mu\mu$ -		27
1.8.3 $\mu\mu$ CUSUM		28
1.8.4 $\mu\mu$		32

2

.....	
2.1	34
2.2	35

2.2.1		.....	35
2.2.2		.....	36
2.3		.....	39
2.4	&	.....	43
2.4.1	$\mu\mu$	μ -	
	μ	.....	44
2.4.1.1	$\mu\mu$	μ	
	μ	.....	44
2.4.1.2	$\mu\mu$	μ μ μ	
	μ	.....	47
2.4.2	$\mu\mu$	CUSUM μ	
		.....	50
2.4.2.1	$\mu\mu$	μ	
	μ	.....	50
2.4.2.2	$\mu\mu$	μ μ μ	
	μ	.....	53
2.4.3	$\mu\mu$	μ μ μ μ	
		.....	56
2.4.3.1	$\mu\mu$	μ	
	μ	.....	57
2.4.3.2	$\mu\mu$	μ μ μ	
	μ	.....	58

3

3.1		.....	62
3.1.1	μ μ	.....	62
3.2		.....	63
3.2.1		.....	63
3.2.1.1		μ	63
3.2.2		μ	64
3.2.2.1		μ	64
3.2.2.2		μ	65

3.2.2.3		.....	66
3.2.3	μ	.....	67
3.2.3.1		μ	67
3.2.3.2		μ	68
3.2.3.3		.....	69
3.2.4	μ	.....	70
3.2.4.1		μ	70
3.2.4.2		μ	72
3.2.4.3		.....	73
3.3		.....	73
3.3.1		μ	74
3.3.2		μ μ	74
3.3.3		.....	74

4

.....		
4.1		.....	78
4.1.1		μ	79
4.1.1.1		(Net Present Value, NPV)	80
4.1.1.2		μ (Internal Rate of Return, IRR)	81
4.1.1.3		μ (Discounted Payback period, DPB)	82
4.1.2		.....	82
4.1.3		.....	83
4.1.4	μ	.....	84
4.2		.....	85
4.2.1	1 :	μ	85
.....		μ μ	85
4.2.2	2 :	μ	90

4.2.3	3 :	.....	93
4.2.4	4 : μ	μ	98
4.2.5	5 :	μ μ	103
4.2.6	6 :	μ	107
4.2.7	7 :	.....	112

5

5.1

.....	117
.....	123

μμ

μμ 1.1	μ								.....	23
	μ	μ	μ		μ	μ				
μμ 1.2	μ								.....	24
	μ	μ	μ		μ	μ				
μμ 1.3	μ								.....	25
	μ	μ	μ		μ	μ				
μμ 1.4								μ		
			μ	μ	μ				.....	27
μμ 1.5								μ		
			μ	μ	μ				.....	28
μμ 1.6					μ		μ	μ		
			μ	μ	μ				.....	30
μμ 1.7						μ		μ	μ	
					μ	μ	μ		.....	30
μμ 1.8			μ		CUSUM		μ	μ	μ	.....
										31
μμ 1.9										
					μ	μ	μ	μ	.....	32
μμ 2.1	μ	μ							2008	.....
										40
μμ 2.2				μ						
	μ								.....	41
μμ 2.3				μ					μ	.....
										42
μμ 2.4				μ					μ	
	μ								.....	43
μμ 2.5				μ				μ		
	μ								.....	45
μμ 2.6				μ				μ		
	μ								.....	45
μμ 2.7				μ				μ		
	μ								.....	46
μμ 2.8									μ	
				μ					.....	47
μμ 2.9						μ				.....
										48

μμ 2.10	μ			μ	49
μμ 2.11	μ				49
μμ 2.12	μ	μ	μ μ		51
μμ 2.13	μ		μ μ		51
μμ 2.14	μ	μ	CUSUM		52
μμ 2.15		μ	μ μ		54
μμ 2.16	μ		μ μ		54
μμ 2.17		μ	CUSUM		55
μμ 2.18	μ			μ	58
μμ 2.19	μ			μ	60
μμ 4.1 4.2			NPV	DPB	90
μμ 4.3 4.4		1	NPV	DPB	93
μμ 4.5 4.6		2	NPV	DPB	97
μμ 4.7 4.8		3	NPV	DPB	102
μμ 4.9 4.10		4	NPV	DPB	107
μμ 4.11 4.12		5	NPV	DPB	111
μμ 4.13 4.14		6	NPV	DPB	115

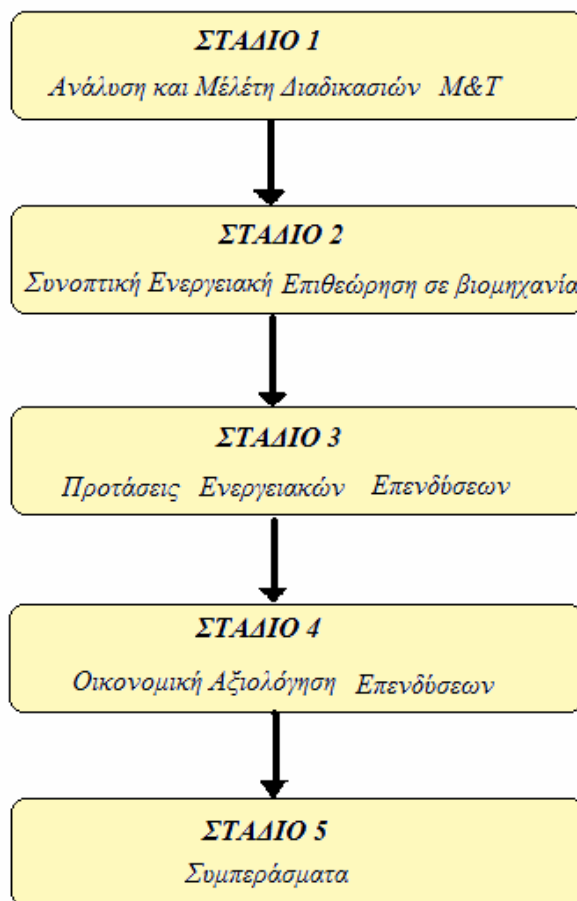
2.1	μ μ	2008	.....	39
2.2	μ	2008.	.....	40
2.3		2008.....	.....	41
2.4	μ	2008.	.....	42
2.5	μ	μ ,	2008	44
2.6		μ ,	2008	48
2.7	μ	μ , μ μ	μ	50
2.8		μ μ μ	μ CUSUM	53
2.9			μ	57
2.10		μ	.....	59
2.11	μ		.....	59
3.1		μ μ	.....	69
3.2		μ	.....	70
4.1	μ	1	.....	87
4.2	μ	1	.....	88
4.3		NPV DPB 1	.....	89
4.4	μ	2	.....	91
4.5	μ	2	.....	92
4.6		NPV DPB 2	.....	93

4.7	μ			3	.....	95
4.8	μ			3	.....	96
4.9		NPV	DPB	3	.....	97
4.10	μ			4	.....	100
4.11	μ			4	.....	101
4.12		NPV	DPB	4	.....	102
4.13	μ			5	.....	105
4.14	μ			5	.....	106
4.15		NPV	DPB	5	.....	107
4.16	μ			6	.....	109
4.17	μ			6	.....	110
4.18		NPV	DPB	6	.....	111
4.19	μ			7	.....	113
4.20	μ			7	.....	113
4.21		NPV	DPB	7	.....	114
5.1	μ				.....	120

μ

μ 1.1		M&T	17
μ 1.2	μ	μ M&T	19
μ 1.3	μ μ	μ	22
μ 2.1		.....	37
μ 2.2		μ μ inzug	38
μ 2.3		μ μ inzug	56
μ 4.1	μ	μ μ	98
μ 4.2	μ	μ μ	99

μ μ



μ

1:

Monitoring Targeting

μ
μ
μ
μ

& ,

μ μ

2:

μ

μ

μ

μ μ

μ

μ

μ

2008

μ

μμ

μ

μ μ

μ

μ

3:

μ

μ ,

μ

μ

- μ

4:

μ

μ

μ

μ

5:

μ

μ

μ

μ

μ

- μ , μ , μ .
- μ , μ , μ , μ .
- **1** μ μ μ μ μ . M&T,
- **2** μ μ μ μ , μ , 2008 μ , μ μ μ μ μ μ .
- **3,** μ μ μ μ , μ .
- **4** μ .
- **5** μ μ .

1

E

K

(&T)

1.1

Monitoring and Targeting (M&T),

:

- M&T
- H
-
-
-
-

Monitoring and Targeting μ :

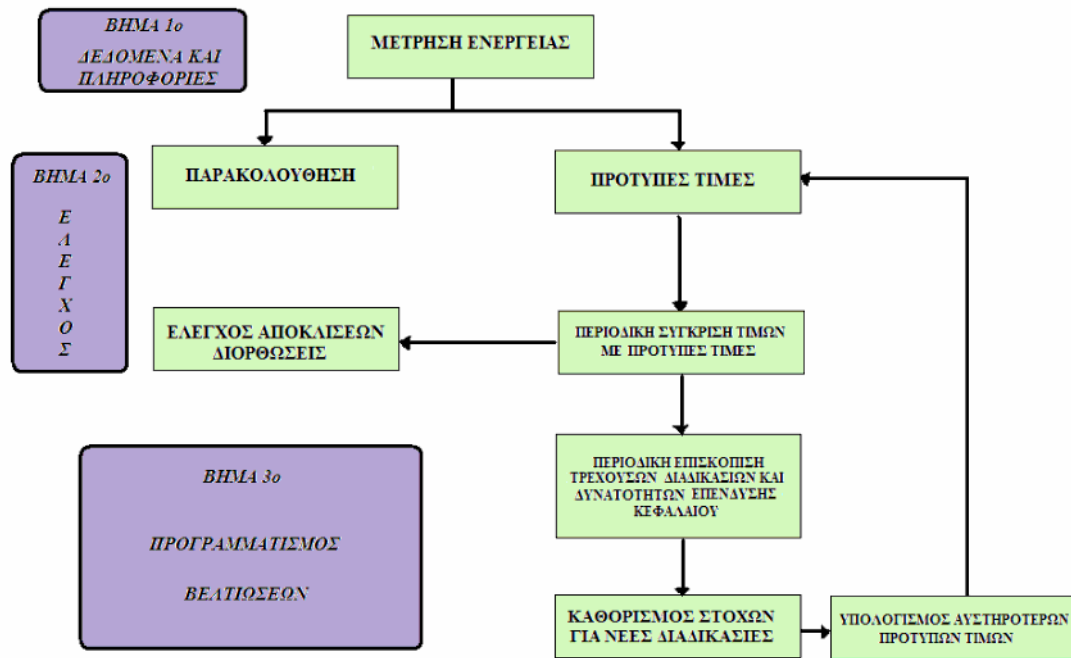
- μ ($\mu \mu$).
- $\mu \mu \mu$
- $\mu \mu \mu \mu$
- $\mu \mu \mu \mu \mu$
- $\mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu$
- $\mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu$
- $\mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu \mu$

μ
M&T.

μ

μ

μ



μ 1.1 :

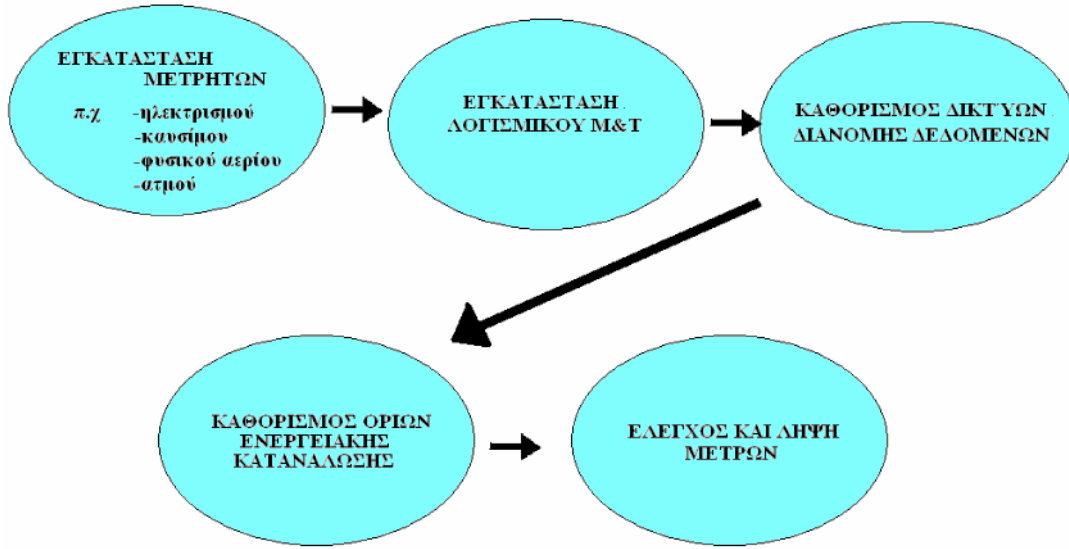
M&T

1.2

- μ : μ
- μ , μ
- μ μ μ μ μ μ .
- μ μ , μ μ μ .
- μ μ μ , μ μ .

1.3

μ μ μ , μ μ μ μ , μ μ , μ , μ , μ , μ , μ .
 μ μ μ μ μ μ μ μ μ M&T .



μ 1.2 : μ

μ

M&T

μ μ μ μ μ
μ μ (spreadsheet) μ
μ μ μ μ μ
, , ,
μ μ μ μ μ μ
μ μ μ μ μ μ

1.4

- μ : μ &
- μ μ μ μ
- . μ μ
- μ μ

- μ .
- μ μ μ .
- .
- μ .

1.5

&

μ M&T management μ

μ μ .

: μ , μ μ μ

μ μ μ μ μ ,

μ .

: μ μ μ μ μ

μ μ μ μ .

: μ , μ μ

μ μ μ μ .

1.6

&

- μ μ & μ
- μ μ μ μ μ μ

μ μ 5% μ 20%

- μ μ .
- μ & μ μ μ .
- μ μ μ μ .
- μ μ μ μ .
- μ μ μ μ μ μ μ μ .

1.7 &

M&T,

μ .

1.7.1 1

μ μ .

(onitoring) μ .







μ μ μ μ .

μ μ μ μ μ μ .

μ μ μ μ μ μ μ μ .

μ μ μ μ μ μ μ μ .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΠΕΡΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΒΔΟΜΑΔΑ 6/ -12/3/08

ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΑ ΤΜΗΜΑΤΑ	ΚΟΣΤΗ (ευρώ)	ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ(kwh)	400	26%	
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ 2 ΥΓΡΑΕΡΙΟ (tn)	30	2%	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟ(tn)	19	170%	
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ(kwh)	17	0%	
Μ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ 1 ΥΓΡΑΕΡΙΟ (tn)	-30	2%	
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ 3 ΥΓΡΑΕΡΙΟ (tn)	-98	17%	

μ 1.3: μ μ μ

μ

μ

.

μ μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

1.7.2

2

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

.

μ

(argeting).

μ

μ

μ

μ

μ

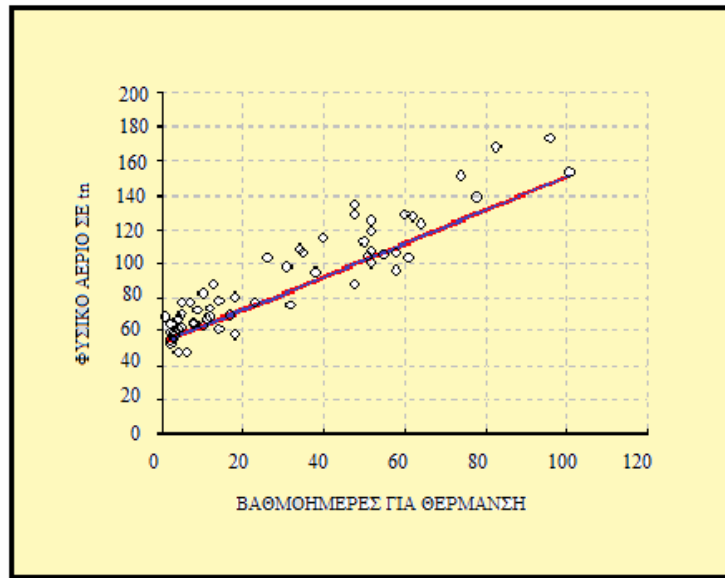
μ

μ

.

μμ . μ μ & μμ -
μ μ μ μ μ μ μ μ
μ . μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ
15,5 C.

1

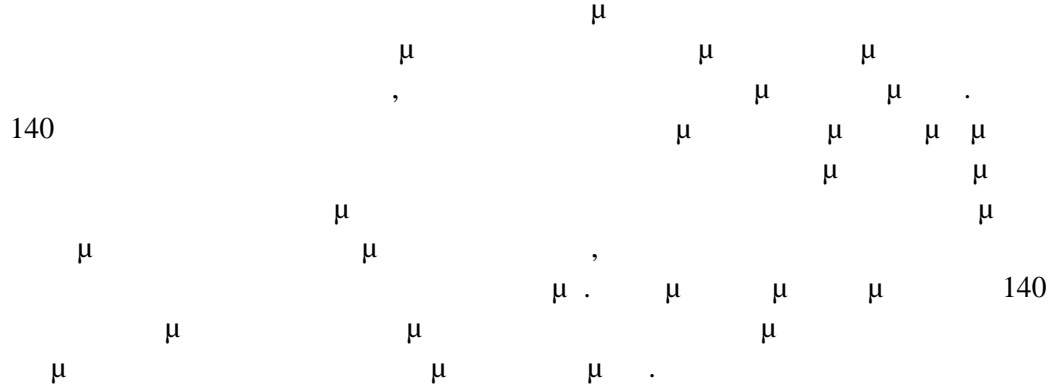


μμ 1.1 : μ μ μ μ μ μ . μ μ

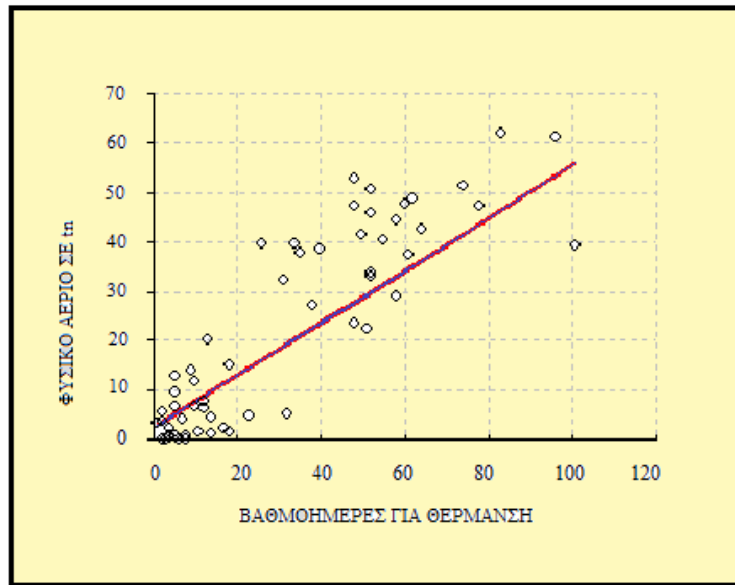
μμ μ μ μ μ μ μ μ
μ μ . μ μ μ μ μ

μ μ μ μ μ . μ μ μ
60 , μ μ μ μ
μ μ μ μ μ μ μ
μ μ μ μ μ μ μ μ
μ . μ μ μ

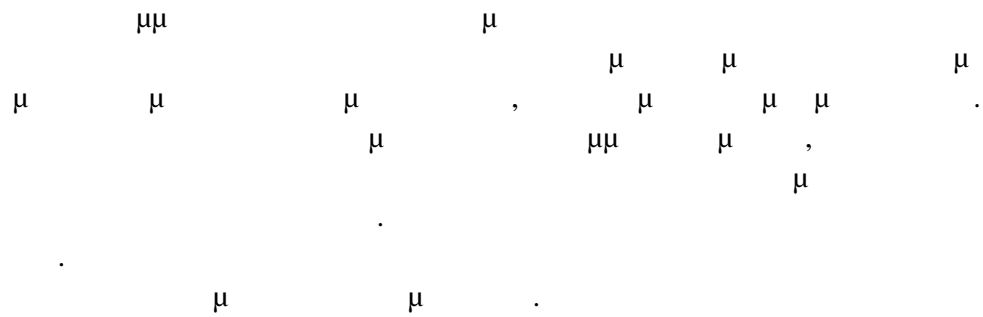
μ 2



3



μμ 1.3 : μ



1.8

M&T

1.8.1

$\mu\mu$

μ

–



μμ 1.4:

$y = 422,1x + 289470$
 $R^2 = 0,7619$

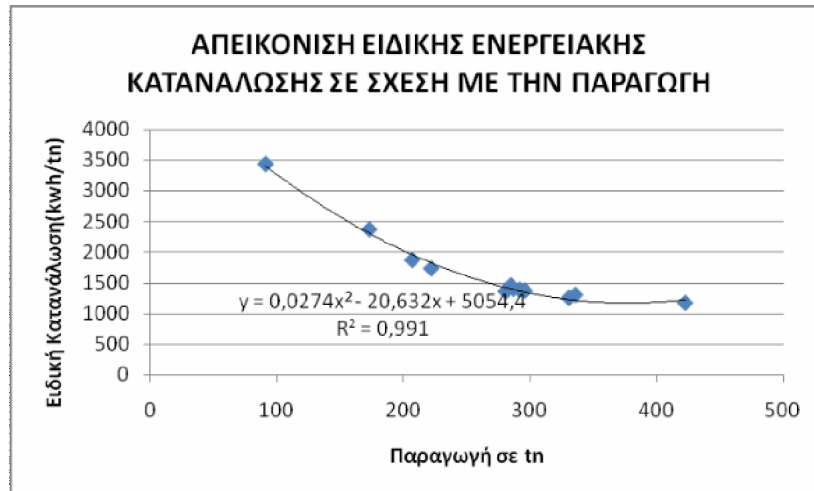
Η γραμμή παραγωγής (y) είναι η συνάρτηση που περιγράφει την κατανάλωση ενέργειας (σε kwh) ως προς την παραγωγή (σε tn). Η τιμή 289.470 kwh αντιπροσωπεύει τον άξονα y (intercept) της γραμμής παραγωγής, δηλαδή την κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για να παραχθούν 0 tn. Η τιμή 422,1 είναι ο συντελεστής που πολλαπλασιάζεται με την παραγωγή (x) για να υπολογιστεί η κατανάλωση ενέργειας (y).

1.8.2

μμ

Η γραμμή παραγωγής (y) είναι η συνάρτηση που περιγράφει την κατανάλωση ενέργειας (σε kwh) ως προς την παραγωγή (σε tn). Η τιμή 289.470 kwh αντιπροσωπεύει τον άξονα y (intercept) της γραμμής παραγωγής, δηλαδή την κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για να παραχθούν 0 tn. Η τιμή 422,1 είναι ο συντελεστής που πολλαπλασιάζεται με την παραγωγή (x) για να υπολογιστεί η κατανάλωση ενέργειας (y).

μ μ μ μ



μμ 1.5:

μ μ μ

μ

μμ

μ

μ μ 330 420

μ

μ

μ

μ

μ

1.8.3 μμ CUSUM

μ

μμ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

CUSUM μ :

1) $\mu \mu$. μ

2) μ μ . μ

3) CUSUM. , μ μ

4) $\mu\mu$ μ CUSUM .

A μ $\mu\mu$ CUSUM μ μ μ :

• CUSUM , μ μ . μ μ . μ μ μ μ .

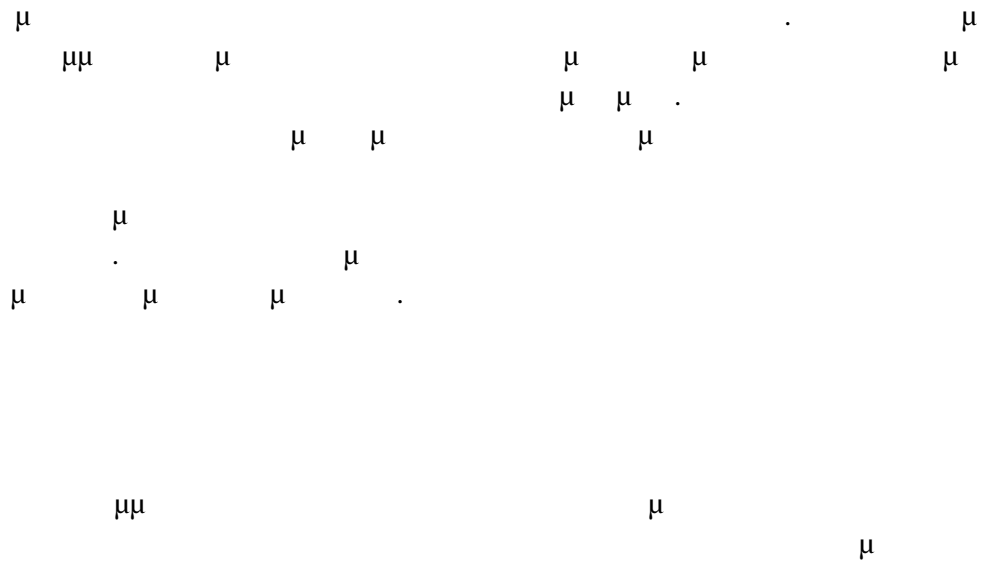
• CUSUM () μ , () μ μ .

• CUSUM μ .

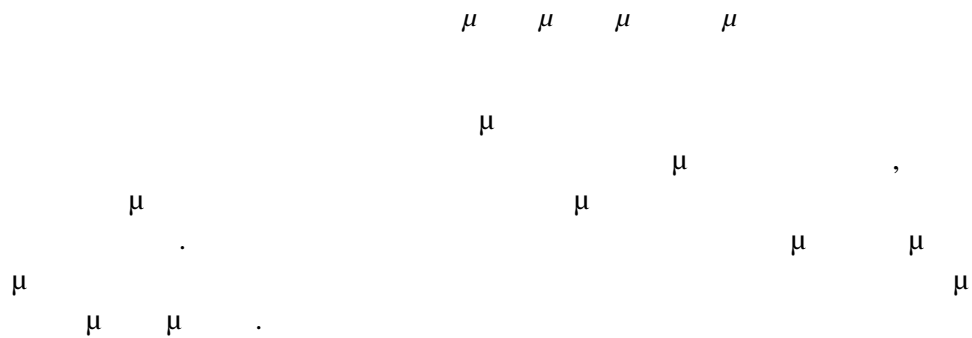
• μ CUSUM μ . μ μ .

μ μ μ μ μ μ . μ μ μ .

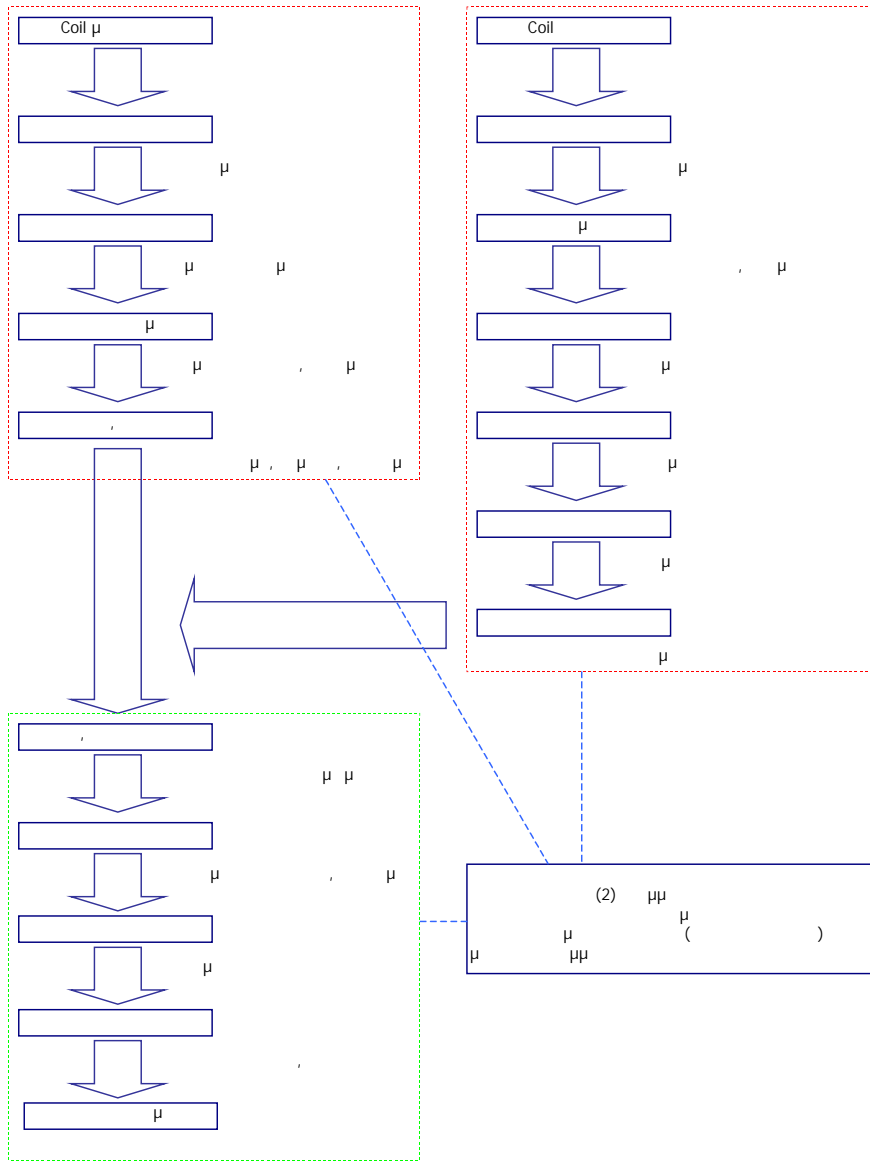
1.8.4 μμ



μμ 1.9:



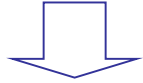
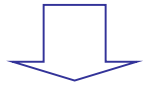
2



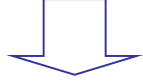
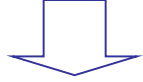
μ 2.1:

μ Einzug μ $\mu\mu$ μ $\mu\mu$ μ
 μ () μ μ μ
 μ μ 2 μ
 μ μ , μ
 μ μ .

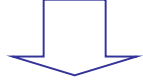
Coil



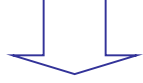
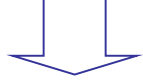
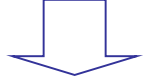
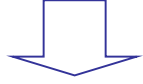
μ



μ



μ



μ

μ

1

$\mu\mu$, 1 μ

2

, μ μ

μ

μ

μ

μ 2.2:

μ

μ inzug.

μ

,

μ

μ

$\mu\mu$

μ

,

μ

/

μ

$\mu\mu$

$\mu\mu$

μ

μ

.

μ

μ

μ

μ

$\mu\mu$

$\mu\mu$

μ

.

2.3

μ : , 2008 μ :

Είδος Καταναλισκόμενης Ενέργειας	Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας	Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας(ΤΙΠ ή τσ
Ηλεκτρική ενέργεια	5.950.000 kwh	511,70
Υγραέριο(LPG)	316,2 tn	377,86
Πετρέλαιο Θέρμανσης	77.000 lt	70,61
ΣΥΝΟΛΟ		960,17

2.1: μ μ

2008

Η μ μ :

- 1 kwh= $86 \cdot 10^{-6}$ T
- 1 lit μ = 0,8375 kg μ
- 1 tn μ = 1,095
- 1 tn (LPG) = 1,195

μ μ

μμ :



μμ 2.1 : μ μ

2008

μ

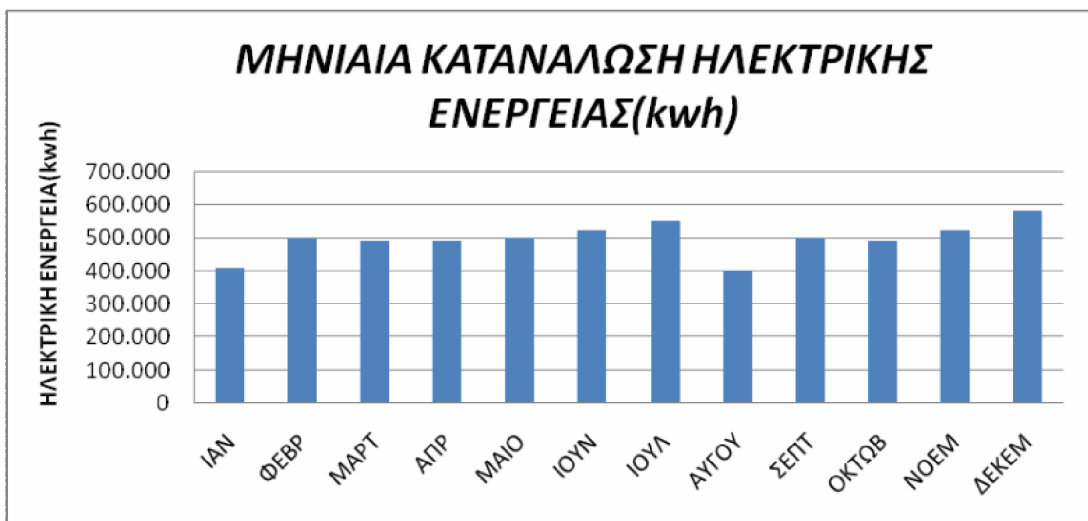
ΜΗΝΕΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΤΙΠ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	410.000	35,26
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	500.000	43,00
ΜΑΡΤΙΟΣ	490.000	42,14
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	490.000	42,14
ΜΑΙΟΣ	500.000	43,00
ΙΟΥΝΙΟΣ	520.000	44,72
ΙΟΥΛΙΟΣ	550.000	47,30
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	400.000	34,40
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	500.000	43,00
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	490.000	42,14
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	520.000	44,72
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	580.000	49,88
ΣΥΝΟΛΟ	5.950.000	511,70

2.2 :

μ μ

2008.

μμ :



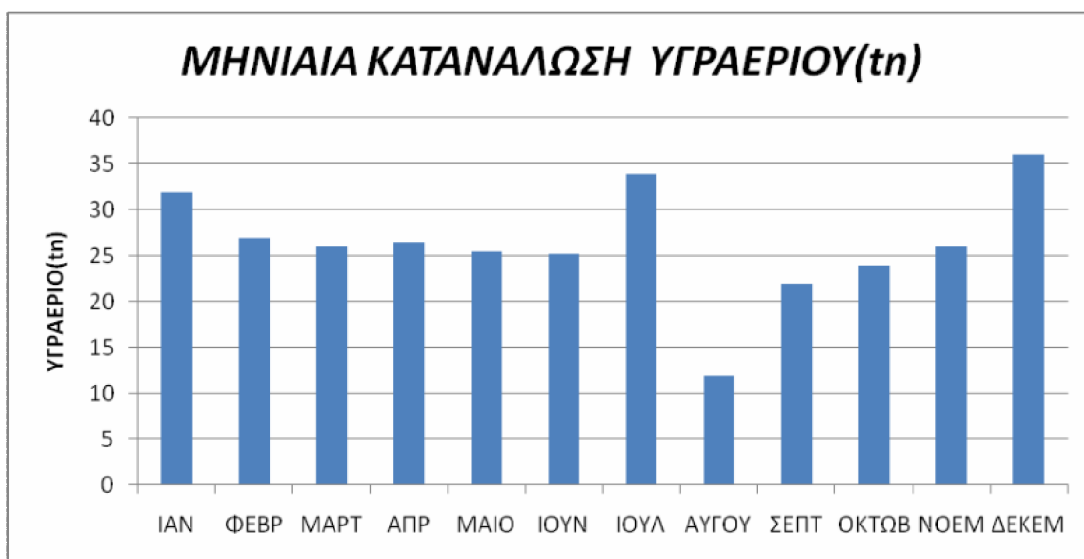
μμ 2.2: μ μ .

(LPG)

ΜΗΝΕΣ	ΥΓΡΑΕΡΙΟ (tn)	ΥΓΡΑΕΡΙΟ (ΤΙΠ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	32	38,240
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	27	32,265
ΜΑΡΤΙΟΣ	26	31,070
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	26,5	31,667
ΜΑΙΟΣ	25,5	30,472
ΙΟΥΝΙΟΣ	25,2	30,114
ΙΟΥΛΙΟΣ	34	40,630
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	12	14,340
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	22	26,290
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	24	28,680
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	26	31,070
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	36	43,020
ΣΥΝΟΛΟ	316,2	377,859

2.3: μ μ 2008.

μμ :



μμ 2.3 : μ μ .

ΜΗΝΗΣ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (lt)	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (ΤΙΠ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	16.000	14,673
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	14.000	12,839
ΜΑΡΤΙΟΣ	12.000	11,005
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	10.000	9,171
ΜΑΙΟΣ	0	0
ΙΟΥΝΙΟΣ	0	0
ΙΟΥΛΙΟΣ	0	0
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0	0
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0	0
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	7.000	6,419
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	8.000	7,336
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	10.000	9,171
ΣΥΝΟΛΟ	77.000	70,614

2.4: μ μ μ
2008.

2.4.1

2.4.1.1

2008:

ΜΗΝΕΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ (ΤΙΠ)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (tn)	ΕΙΔΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (ΤΙΠ/ tn)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	73,50	47	1,564
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	75,26	49	1,537
ΜΑΡΤΙΟΣ	73,21	44	1,664
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	73,81	43	1,717
ΜΑΙΟΣ	73,47	38	1,933
ΙΟΥΝΙΟΣ	74,83	39	1,919
ΙΟΥΛΙΟΣ	87,93	64	1,374
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	48,74	33	1,477
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	69,29	45	1,540
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	70,82	51	1,389
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	75,79	55	1,378
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	92,90	71	1,308

2.5:

μ

μ

2008

μμ

μ :



μμ 2.5:

μ

μ

μ

μ

:



μμ 2.6:

μ

μ

μ

μμ

μ

μμ

μ

μ

μ

μ

48,74

(

)

33

μ

μμ :



μμ 2.7:

μ

μ

μ

μ

46,346

/μ

μ

μ

μ

(

μ

),

μ

,

μ

μ

μ

μ)

0 tn

μ

($R^2=0,7329$)

μ

,

$R^2=1$

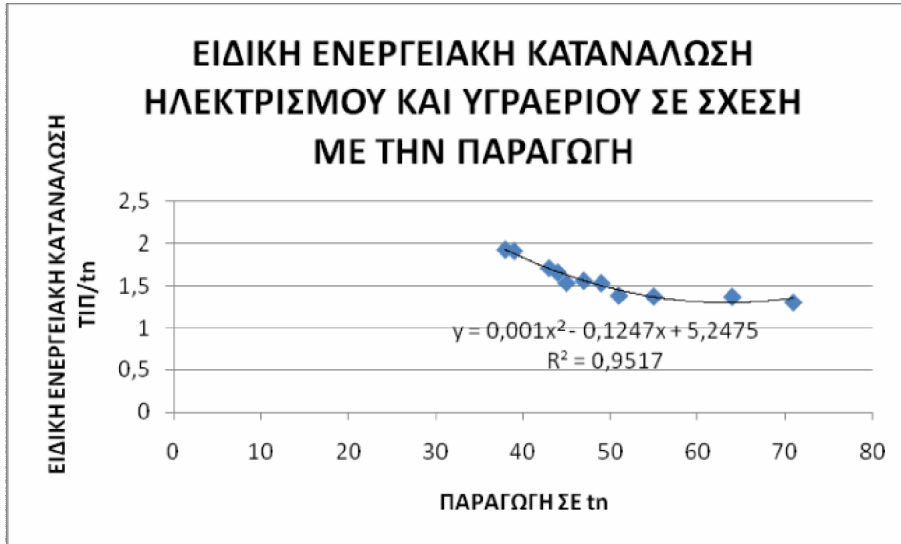
μ

μ

μ

μ

μ



μμ 2.8:

μ

μ

μ

μμ

μ

μ

μ

65

72

μ

μ

,

μ

,

μ

μ

2.4.1.2

μμ

μ

μ

μ

μ

μ

,

μ

2008.

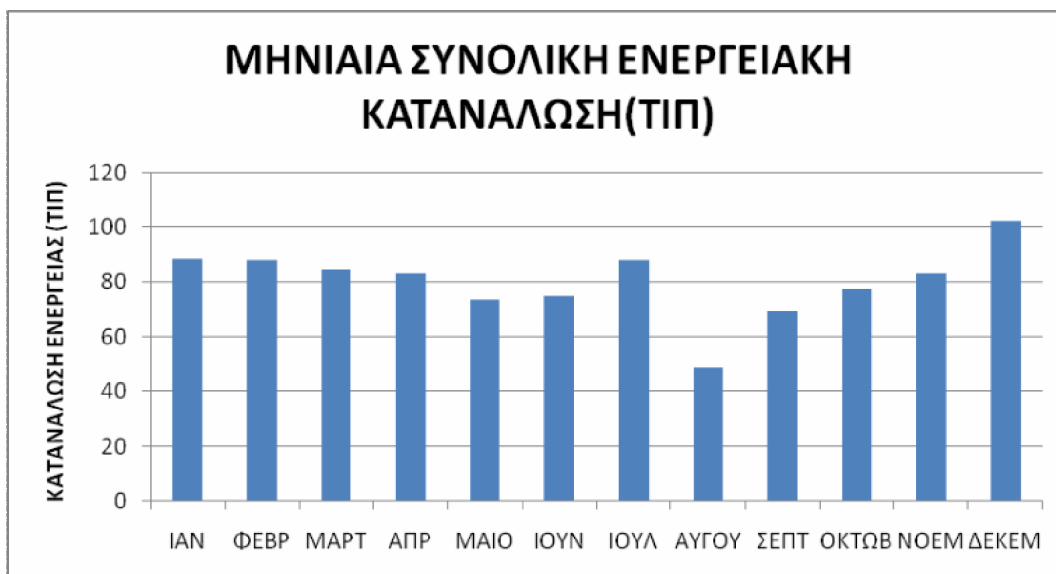
ΜΗΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ(ΤΙΠ)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ(tn)	ΕΙΔΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (ΤΙΠ/ tn)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	88,173	47	1,876
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	88,104	49	1,798
ΜΑΡΤΙΟΣ	84,214	44	1,913
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	82,978	43	1,929
ΜΑΙΟΣ	73,473	38	1,933
ΙΟΥΝΙΟΣ	74,834	39	1,919
ΙΟΥΛΙΟΣ	87,930	64	1,374
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	48,740	33	1,477
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	69,290	45	1,539
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	77,239	51	1,515
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	83,127	55	1,512
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	102,071	71	1,438

2.6:

μ , 2008

μμ

μ :



μμ 2.9:

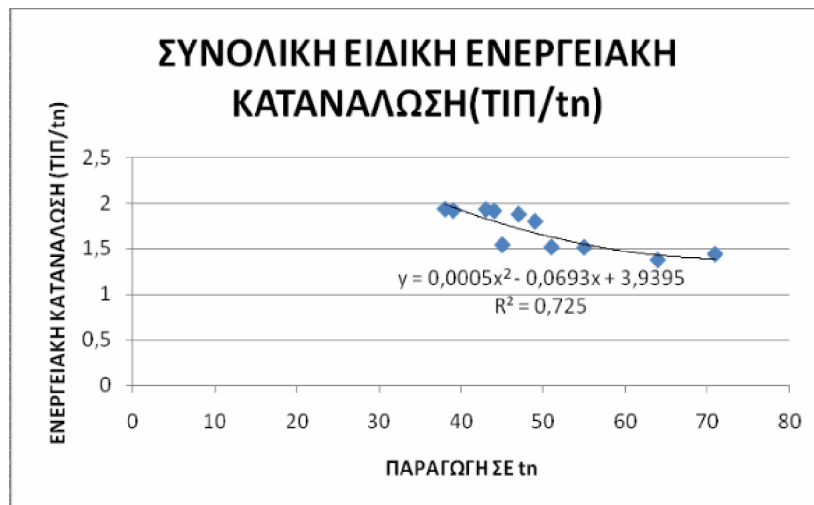
μ

μ
μ (33, 48,74)



μμ 2.10: μ μ μ

49,242 /μ
μμ
μ μ μ



μμ 2.11: μ

2.4.2

μμ

CUSUM

μ

2.4.2.1

μμ

μ

μ

μ

μ

μ

,

μ

μ

μ

μ

μ

CUSUM.

H

μ

μ

μ

μ

.

μ

μ

μ

μ

μ

:

μ

μ

= 0,6063*

+46,346

μμ

μ

μ

.

μ

CUSUM

μ

μ

μ

μ

μ

.

:

ΜΗΝΕΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (ΤΙΠ)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΕ tn	ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (ΤΙΠ)	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΤΙΠ)	CUSUM
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	73,50	47	73,113	0,387	0,387
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	75,26	49	74,738	0,526	0,914
ΜΑΡΤΙΟΣ	73,21	44	70,674	2,536	3,450
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	73,807	43	69,861	3,946	7,396
ΜΑΙΟΣ	73,472	38	65,797	7,675	15,071
ΙΟΥΝΙΟΣ	74,83	39	66,610	8,224	23,295
ΙΟΥΛΙΟΣ	87,93	64	86,930	0,999	24,295
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	48,74	33	61,733	-12,993	11,301
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	69,29	45	71,487	-2,197	9,104
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	70,82	51	76,364	-5,544	3,561
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	75,79	55	79,615	-3,825	-0,264
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	92,90	71	92,620	0,281	0,016
ΣΥΝΟΛΟ	889,56				

2.7:

μ

μ

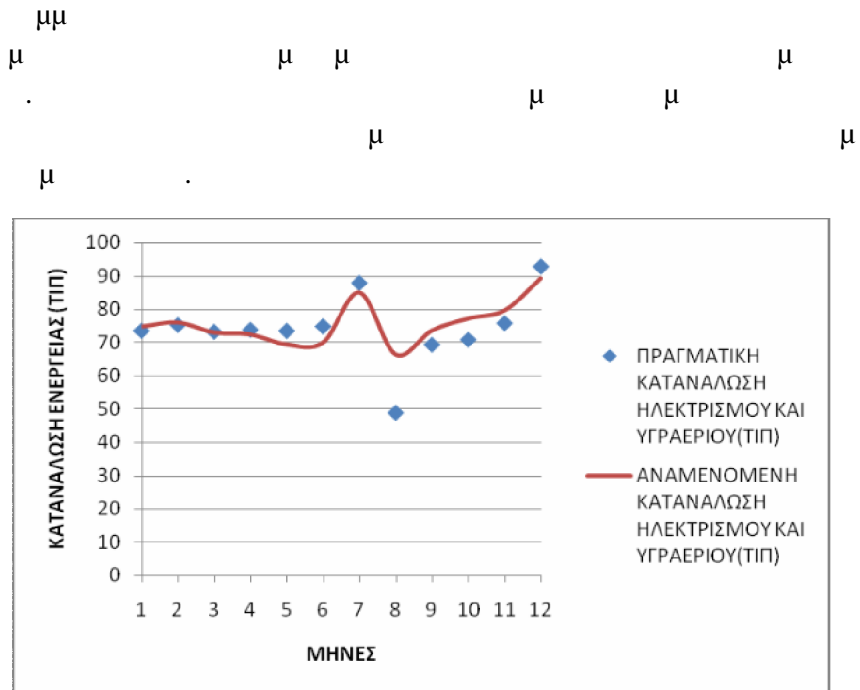
μ

μ

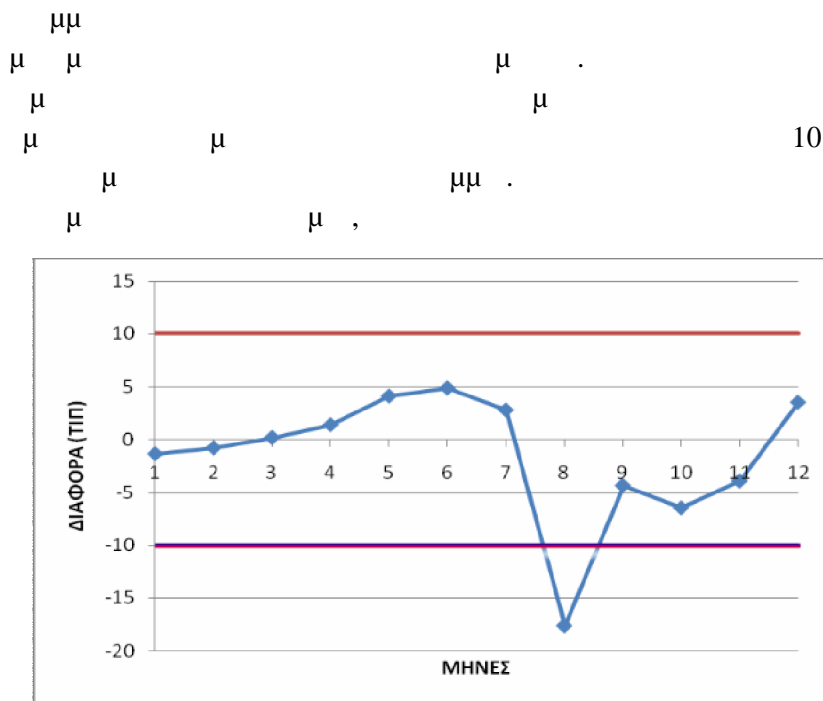
,

μ

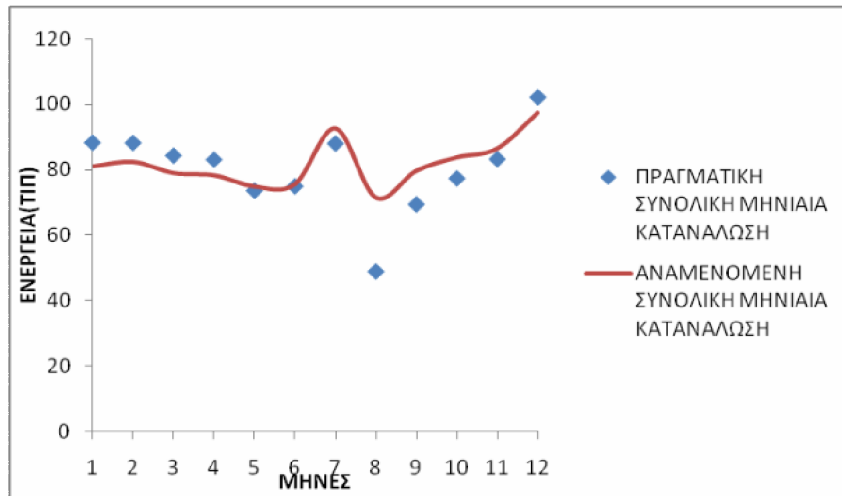
CUSUM



μμ 2.12: μ μ μ μ

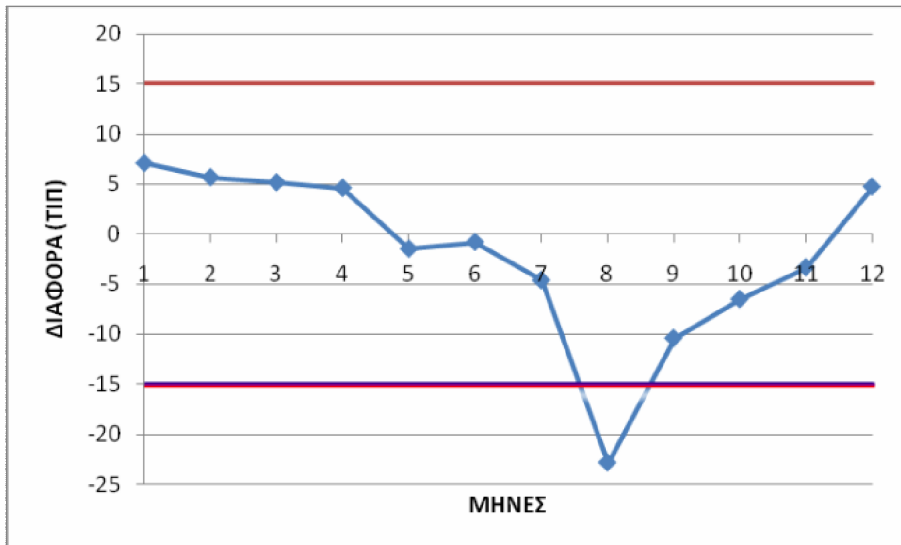


μμ 2.13: μ μ μ μ



μμ 2.15: μ μ μ

μμ
μ μ
μ μ
μ μ 15
μ μ
μ μ μ μ



μμ 2.16: μ μ μ μ

μ μ μ μ μ μ

2.4.3
μ

μμ

μ

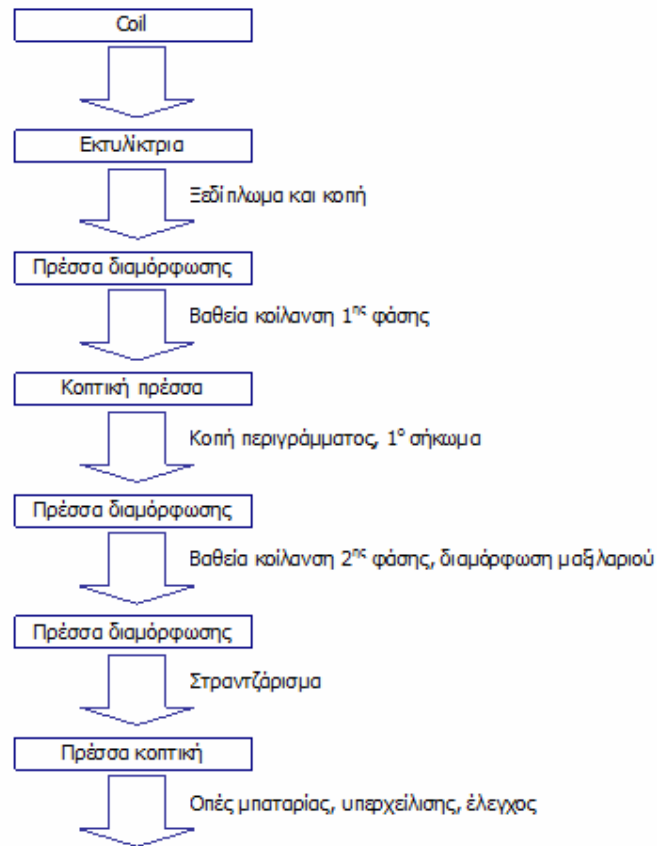
μμ

μ μμ

μ μ Einzug.

& μ μ μ

:



μ 2.3:

μ μ
μ inzug

μ

μ

μ μμ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

2.4.3.1

$\mu\mu$ μ μ
 μ ,
 μ $\mu\mu$
 μ μ
 μ μ) . T μ μ
 μ μ μ
 μ μ μ
 μ μ μ =0,8 /tn.

ΜΗΝΕΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΤΙΠ)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ (ΤΙΠ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΤΙΠ)	ΜΟΝΟΚΟΜΑΤΟΙ ΝΕΡΟΧΥΤΕΣ (tn)	ΕΙΔΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (ΤΙΠ/tn)	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΑΠΟ ΠΡΟΤΥΠΗ ΤΙΜΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (%)
ΙΑΝ	5,289	5,736	11,025	11,75	0,938	-0,138	-16,27
ΦΕΒ	6,45	4,839	11,289	12,25	0,921	-0,121	-14,30
ΜΑΡ	6,321	4,660	10,981	11,00	0,998	-0,198	-23,33
ΑΠΡ	6,321	4,750	11,071	10,75	1,029	-0,229	-27,04
ΜΑΙ	6,45	4,571	11,021	9,50	1,160	-0,360	-42,36
ΙΟΥΝ	6,708	4,517	11,225	9,75	1,151	-0,351	-41,32
ΙΟΥΛ	7,095	6,094	13,189	16,00	0,824	-0,024	-2,86
ΑΥΓ	5,16	2,151	7,311	8,25	0,886	-0,086	-10,13
ΣΕΠ	6,45	3,943	10,393	11,25	0,923	-0,123	-14,57
ΟΚΤ	6,321	4,302	10,623	12,75	0,833	-0,033	-3,90
ΝΟΕ	6,708	4,661	11,368	13,75	0,827	-0,026	-3,15
ΔΕΚ	7,482	6,453	13,935	17,75	0,785	0,014	1,76
ΣΥΝ	76,755	56,679	133,434				

2.9:

,
 μ .

μμ
μ μ μ μ
μ



μμ 2.18:

μ

μ

μ

μ

0,8 /tn

μ

0,78 / tn.

μ

2.4.3.2

μμ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μμ

μ

μ Einzug,

μ

μ

(

μ

–

μ = 0,8 /tn.

μ

–

μ

), μ = 0,9 /tn

μ

μ

μμ

ΜΗΝΕΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ(ΤΙΠ)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ(ΤΙΠ)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ(ΤΙΠ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ(ΤΙΠ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5,289	5,736	3,668	14,693
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	6,45	4,839	3,209	14,499
ΜΑΡΤΙΟΣ	6,321	4,66	2,751	13,732
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	6,321	4,75	2,292	13,363
ΜΑΙΟΣ	6,45	4,57	0	11,02
ΙΟΥΝΙΟΣ	6,708	4,517	0	11,225
ΙΟΥΛΙΟΣ	7,095	6,094	0	13,189
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	5,16	2,151	0	7,311
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	6,45	3,943	0	10,393
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	6,321	4,302	1,604	12,227
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	6,708	4,66	1,834	13,202
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	7,482	6,453	2,292	16,227
ΣΥΝΟΛΟ	76,755	56,678	17,653	151,087

2.10 :

ΜΗΝΕΣ	ΜΟΝΟΚΟΜΜΑΤΟΙ ΝΕΡΟΧΥΤΕΣ(tn)	(/tn)	(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	11,75	1,25	-0,354
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	12,25	1,183	-0,283
ΜΑΡΤΙΟΣ	11	1,248	-0,348
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	10,75	1,243	-0,343
ΜΑΙΟΣ	9,5	1,16	-0,363
ΙΟΥΝΙΟΣ	9,75	1,151	-0,351
ΙΟΥΛΙΟΣ	16	0,824	-0,024
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	8,25	0,886	-0,086
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	11,25	0,923	-0,123
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	12,75	0,959	-0,059
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	13,75	0,96	-0,067
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	17,75	0,914	-0,014

2.11 :

μμ
 μ μμ
 μ



μμ 2.19: μ
 μ

μ μ μ
 μ μ μ μ μ
 μ , =0,8 /tn μ
 μ = 0,9 /tn μ
 μ .

3

3.1

- $\mu : \mu$
- $\mu : \mu$
- $\mu : \mu$
- $\mu : \mu$

3.1.1 μ

- μ
- μ
- μ
- μ

3.2

$\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$

3.2.1

$\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$
 $\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$
 $\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$
 $\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$

3.2.1.1

μ

- $\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$
- $\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$
- $\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$
- $\mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad \mu$

μ . μ

μ , μ μ μ

4%.

○ μ , μ , 85-90%

μ μ . μ μ

μ μ .

μ μ (μ μ) .

μ μ μ

μ μ

3.2.2.3

μ μ μ

μ : μ μ . μ

- μ μ . μ μ
- μ μ
- μ μ
- μ , μ μ μ
- μ μ μ .
- μ μ μ .
- μ μ , μ μ μ
- μ .
- μ , μ ,
- μ μ μ
- μ μ μ
- μ μ μ .

μ : μ μ

ο μ .
ο μ μ
ο μ μ .
μ
μ μ μ
μ μ μ 20 -
μ 30%.
μ μ μ μ
μ .

3.2.3 μ

μ μ μ μ ,
μ μ ,
μ μ μ μ
μ μ μ μ
μ μ μ μ μ , 3%
86% .

3.2.3.1 μ

μ μ μ μ .
μ μ μ μ
μ μ μ μ
μ :
• μ μ μ

- μ μ .
- μ μ () μ μ .
- μ , μ μ .
- , , , μ μ .

3.2.3.2 μ

- μ μ μ μ μ μ ,
- μ μ μ :
- μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ .
 - μ μ , , , μ (dimmers) .
 - μ 26mm, μ μ μ 38 mm μ μ 8% .
 - μ μ μ μ (compact) μ μ 2.000 h μ μ 70-80% μ .
 - μ μ μ 8.000 h μ 1000 h, μ μ .

- μ .
 - μ μ μ .
- , μ
- .

3.2.4.2 μ

μ μ μ μ μ μ

μ μ μ μ μ

μ μ μ μ μ

μ μ μ μ μ

- μ μ μ μ , μ μ
- . μ
- μ μ μ μ μ
- .

μ μ μ / . μ

μ μ μ μ μ

μ μ μ μ μ μ μ μ

μ μ μ

μ μ μ μ μ

μ , μ μ μ μ μ

μ μ μ μ μ

, μ μ

, μ μ

μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ

1,5% 15%

, ,

- μ μ μ μ μ
- μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ

- μ LonWork μ LonTalk. μ Cibus. "Neuron" chip, μ LonWork μ router LonWork μ μ .

- (controllers) μ μ :
 - μ .
 - — . $\mu\mu$ μ μ .

- μ μ 220 V AC / 24 V DC, μ 24 V DC .

- μ SCADA. μ , μ , μ , μ , μ . μ , μ , μ , μ , μ , μ , μ , μ . 20 50 %.

4

4.1.1

μ

μ

.

μ

μ (),

μ

(

μ

).

μ

μ μ

,

,

.

μ

μ

μ

, μ

μ

μ

.

μ

:

-

(Net Present Value NPV):

NPV>0.

-

μ (Equivalent Annual Value EAV):

EAV>0.

-

(Future Value FV):

FV>0.

-

μ (Internal Rate of Return IRR): μ

μ

NPV

.

-

μ (Discount Back Period DPB):

μ

μ

,

μ

μ

.

μ

,

μ

μ

μ

.

$$\text{ΚΠΑ} = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi^* \left(f_t - \frac{K_0}{T} \right)}{(1+d)^t} \right]$$

f_t :

: μ
: μ , μ μ
 μ .

4.1.1.2 μ (Internal Rate of Return, IR R)

μ () μ ,
 , μ ,
 μ μ μ μ . μ μ
 μ , μ
 μ d μ
:

$$\text{ΚΠΑ} = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{F_t}{(1+d)^t} \right] = 0$$

$$\text{ΚΠΑ} = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi^* \left(f_t - \frac{K_0}{T} \right)}{(1+d)^t} \right] = 0$$

μ μ μ μ μ μ μ ,

μ μ , . . . μ

4.1.1.3 μ (Discounted Payback period, DPB)

μ μ (),

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{F_t}{(1+d)^t} \right] = 0$$

:

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi^* \left(f_t - \frac{K_0}{T} \right)}{(1+d)^t} \right] = 0$$

4.1.2

μ μ : μ

- μ
- μ μμ
- μ μ
- μ μ (μ)
- μ μ
- μ μ
-

μ , μ .
 μ :
 • : μ μ ,
 • μ : μ μ μ
 μ μ μ μ μ μ
 • μ : μ μ μ μ μ μ

4.1.3

μ , μ μ , μ μ
 μ , μ μ / μ μ
 :

- I.
- II.
- III.

μ μ μ (NPV, EAV, IRR, DPB .)
 μ μ μ μ () ,
 μ , μ :

$$A\Sigma\Delta = \sum_{i=1}^3 \{(\Delta\text{ΕΙΚΤΗΣ})_i * (\text{ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ})_i\}$$

3: (1: , 2: ,) = NPV EAV IRR

4.1.4 μ

- (Self-Financing):
- (Debt Financing):
- (Third Party Financing):
- ESCO (Energy Savers Company)
- Build-Operate-Transfer:

Η επένδυση κοστίζει 40.000 €, οπότε η τρέχουσα αξία της επένδυσης είναι 40.000 €. Η αξία των μετρητών που εισπράττειται το χρόνο είναι 5.000 €, με επιβάρυνση 10-15%. Η διάρκεια της επένδυσης είναι 20 έτη. Η αξία των μετρητών που εισπράττειται το χρόνο είναι 5.000 €, με επιβάρυνση 10-15%. Η διάρκεια της επένδυσης είναι 20 έτη. Η αξία των μετρητών που εισπράττειται το χρόνο είναι 5.000 €, με επιβάρυνση 10-15%. Η διάρκεια της επένδυσης είναι 20 έτη.

- Η διάρκεια της επένδυσης είναι 20 έτη : $T = 20$
- Ο επιτοκισμός είναι 5% : $d = 5\%$
- Η αρχική επένδυση είναι 40.000 € : $K_0 = 40.000$
- Η αξία των μετρητών που εισπράττειται το χρόνο είναι 5.000 € : $F_t = 5.000$
- Η επιβάρυνση είναι 10-15% : $\varphi = 0,15$
- Η αρχική επένδυση είναι 40.000 € : $K_0 = 40.000$

NPV ()

:

$$\text{ΚΠΑ} = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * \left(f_t - \frac{K_0}{T} \right)}{(1+d)^t} \right] = -40.000 + \sum_{t=1}^{20} \left[\frac{5.000 - 0,15 * \left(5.000 - \frac{40.000}{20} \right)}{(1+0,05)^t} \right] \quad ()$$

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΑΘΑΡΟ ΟΦΕΛΟΣ(ευρώ)
1	3761,90
2	3582,76
3	3412,15
4	3249,68
5	3094,92
6	2947,55
7	2807,19
8	2673,51
9	2546,20
10	2424,95
11	2309,48
12	2199,50
13	2094,76
14	1995,01
15	1900,01
16	1809,54
17	1723,37
18	1641,30
19	1563,14
20	1488,71
ΣΥΝΟΛΟ	49225,73

4.1:

μ

I

():

$$= -40.000 + 49.225,73 = 9225,73 \quad 9.226 \quad \Rightarrow \quad =9.226$$

IRR (EBA)

$$\mu \quad \mu \quad \text{IRR} \quad \mu$$

$$\mu \quad d \quad .$$

$$\diamond \quad \mu \quad \mu \quad \mu \quad (0,05)$$

$$\mu \quad (9.226).$$

❖ μ μ μ μ
 ❖ μ μ μ μ :
 $k_v = k_{v-1} - \text{ΚΠΑ}_{v-1} \frac{k_{v-2} - k_{v-1}}{\text{ΚΠΑ}_{v-2} - \text{ΚΠΑ}_{v-1}}$.
 μ μ μ μ
 μ .
 :

ΒΗΜΑ	IRR(ΕΒΑ)	ΚΠΑ
1ο	0,05	9225,73
2ο	0,07	1.846
3ο	0,075004	267
4ο	0,07585	9
5ο	0,07588	0

4.2 : μ l

IRR= 0,07588 \Rightarrow IRR =7,59%

DPB ()

DPB :

$$\text{ΚΠΑ} = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = 0$$

μ μ

:

$$\sum_{t=1}^N \left[\frac{1}{(1+d)^t} \right] = \frac{1 - (1+d)^{-N}}{d}$$

:

$$ΚΠΑ = -K_0 + \left[f_t - \varphi * \left(f_t - \frac{K_0}{T} \right) \right] * \left[\frac{1 - (1 + d)^{-N}}{d} \right] = 0 \Rightarrow = 14,467797 \Rightarrow$$

= 14,5 .

14,46 , DPB =14,5.

μ μ

μμ

0% μ 40% μ NPV DPB

μ μ

μ 10% μ

0

0,9* 0.

μ NPV DPB.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	NPV(ευρώ)	DPB(έτη)
0%	9.226	14,46
10%	12.353	12,77
20%	15.481	11,16
30%	18.609	9,61
40%	21.736	8,11

4.3: NPV DPB I

NPV()

:

$$\text{ΚΠΑ} = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = -450 + \sum_{t=1}^{20} \left[\frac{185 - 0,35 * (185 - \frac{450}{20})}{(1+0,05)^t} \right] \quad (\text{I})$$

20

μ :

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΑΘΑΡΟ ΟΦΕΛΟΣ(ευρώ)
1	122,02
2	116,21
3	110,67
4	105,40
5	100,38
6	95,60
7	91,05
8	86,72
9	82,59
10	78,65
11	74,91
12	71,34
13	67,94
14	64,71
15	61,63
16	58,69
17	55,90
18	53,23
19	50,70
20	48,28
ΣΥΝΟΛΟ	1596,72

4.4:

μ

2

$$= -450 + 1596,72 = 1146,72 \quad 1147 \quad \Rightarrow \quad =1.147$$

IRR(EBA)

μ

ΒΗΜΑ	IRR(EBA)	ΚΠΑ
1ο	0,05	1146,72
2ο	0,07	907
3ο	0,145815	371
4ο	0,19824	179
5ο	0,247107	62
6ο	0,273166	15
7ο	0,281654	2
8ο	0,282731	0,053887
9ο	0,282766	0,000196
10ο	0,282767	0

4.5 : μ 2

$$IRR = 0,282767 \Rightarrow IRR = 28,28\%$$

DPB ()

DPB

:

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = 0 \Rightarrow$$

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{185 - 0,35 * (185 - \frac{450}{20})}{(1+0,05)^t} \right] = 0 \Rightarrow = 3,95$$

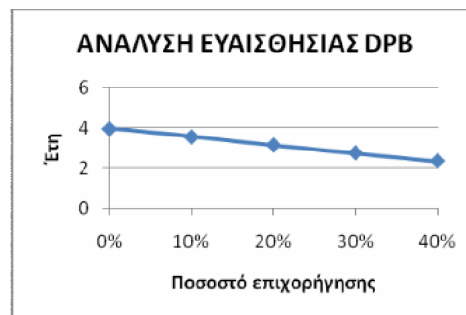
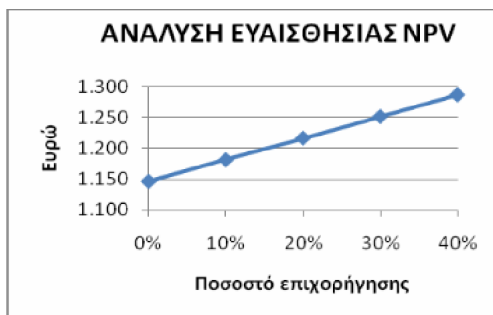
3,9 , DPB = 3,9.

0% μ 40%. μ NPV DPB

ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	NPV(ευρώ)	DPB(έτη)
0%	1.147	3,95
10%	1.182	3,55
20%	1.217	3,15
30%	1.252	2,75
40%	1.287	2,35

4.6: NPV DPB 2

μμ :



μμ 4.3 4.4:

NPV DPB

2

4.2.3 3 :

μ 50% μ μ μ cos <0,7, μ

() .

μ μ μ μ .

μ cos μ .

soft-starters μ μ .

μ μ μ 3 -4 ' .

μ soft-starter μ μ .

μ μ μ 3 μ μ .

μ 2500 .

μ μ μ

7 500 .

1000 .

μ :

- : d=5%
- O μ : =35%
- μ : =20
- : =0%
- μ : F_t=1000
- μ : K₀=7500

NPV()

μ NPV() :

$$KPIA = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = -7.500 + \sum_{t=1}^{20} \left[\frac{1.000 - 0,35 * (1.000 - \frac{7.500}{20})}{(1+0,05)^t} \right]$$

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΑΘΑΡΟ ΟΦΕΛΟΣ (ευρώ)
1	744,04
2	708,61
3	674,87
4	642,73
5	612,12
6	582,98
7	555,21
8	528,78
9	503,6
10	479,61
11	456,78
12	435,02
13	414,31
14	394,58
15	375,79
16	357,89
17	340,85
18	324,62
19	309,16
20	294,44
ΣΥΝΟΛΟ	9736,10

4.7: μ 3

μ :

$$= -7.500 + 9736,10183 \Rightarrow = 2.236$$

IRR(EBA)

d :

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right]$$

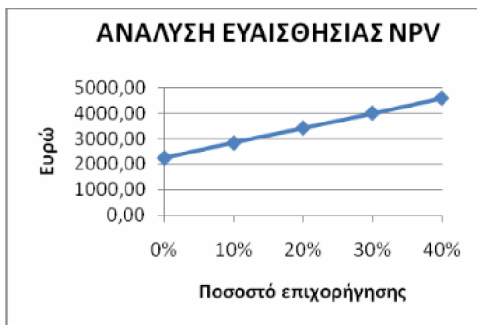
13,4 , DPB =13,4.

μ NPV DPB
0% μ 40%.

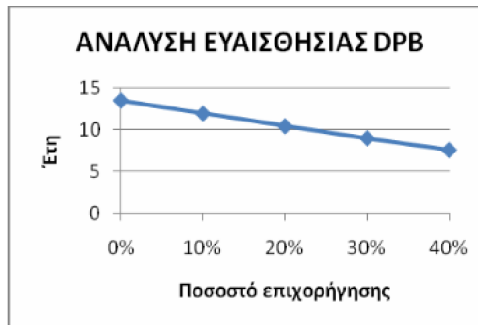
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	NPV(ευρώ)	DPB(έτη)
0%	2236,00	13,40
10%	2823,00	11,86
20%	3.409	10,37
30%	3.995	8,95
40%	4.582	7,56

4.9: NPV DPB 3

μμ :



μμ 4.5 4.6:



NPV DPB

3

4.2.4

4 : μ

μ

μ

μ

)

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

μ

12 K μ

μ

μ

μ

μ

:

μ

μ

tlas Copco

GA 45

45 kW

tlas Copco

GA 37

37 kW

μ

(

μ)

μ :

μ μ μ	μ (kW)
2-8-2008	20,83
3-8-2008	31,24
4-8-2008	28,04
μ	26,70

μ 4.1:

μ

μ

μ

μ :

				4.224	h
μ	μ	μ	:	26,70	kW
			μ :	112.781	kWh
		μ	:	109.398	kWh
			:	3.383	kWh
			μ :	0,06	/kWh
μ	μ	:		203	

μ Atlas Copco 345

, μ :

μ :

μ μ

Atlas Copco

345

45 kW

μ μ μ	μ (kW)
2-8-2008	45,71
μ	45,71

μ 4.2:

μ

μ

μ

μ :

				4.224	h
μ	μ	μ	μ :	45,71	kW
			μ :	0,70	
	μ	μ	μ :	32	kW
			μ :	135.168	kWh
		μ	:	131.113	kWh
			:	4.055	kWh
			μ :	0,06	/kWh
μ	μ	:		243	

1800 ,

446 .

- μ : $d=5\%$
- O μ : $=35\%$
- μ : $=20$
- μ : $=0\%$
- μ : $F_t = 446$
- μ : $o=1800$

NPV()

μ NPV() :

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \phi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = -1800 + \sum_{t=1}^{20} \left[\frac{446 - 0,35 * (446 - \frac{1800}{20})}{(1+0,05)^t} \right]$$

20 μ :

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΑΘΑΡΟ ΟΦΕΛΟΣ (ευρώ)
1	306,09
2	291,51
3	277,63
4	264,41
5	251,82
6	239,83
7	228,41
8	217,53
9	207,17
10	197,31
11	187,91
12	178,96
13	170,44
14	162,32
15	154,59
16	147,23
17	140,22
18	133,54
19	127,18
20	121,13
ΣΥΝΟΛΟ	4005,35

4.10: μ 4

$$\mu = -1800 + 4005,354404 \Rightarrow \mu = 2.205$$

IRR(EBA)

ΒΗΜΑ	IRR (EBA)	ΚΠΑ
1ο	0,05	2205,35
2ο	0,07	1.605
3ο	0,123458	550
4ο	0,151297	197
5ο	0,166901	38
6ο	0,170598	3
7ο	0,170946	3.600
8ο	0,170598	3
9ο	0,170597	3,26047
10ο	0,170952	0,005211

4.11 : μ 4

$$IRR = 0,170952 \Rightarrow IRR = 17,09\%$$

DPB()

DPB :

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = 0 \quad ()$$

$\mu = 20$, μ μ μ ,

() \Rightarrow

$$K_0 = \left(f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T}) \right) * \left[\frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \right] \Rightarrow 1800 = \left(446 - 0,35 * (446 - \frac{1800}{20}) \right) * \left[\frac{1 - (1+0,05)^{-N}}{0,05} \right]$$

$$\Rightarrow = 6,733706$$

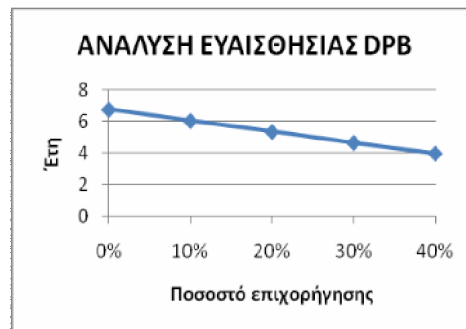
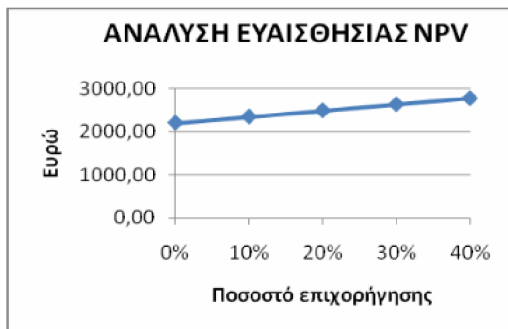
6,74 , DPB = 6,7.

0% μ 40%. μ NPV DPB

ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	NPV (ευρώ)	DPB (έτη)
0%	2205,00	6,73
10%	2346,00	6,02
20%	2.487	5,31
30%	2.628	4,62
40%	2.768	3,93

4.12: NPV DPB 4

μμ :



μμ 4.7 4.8:

NPV DPB

4

μ Atlas Copco 345 :

					4.224	h
			μ :		0,70	kW
	μ	μ	μ :		32	kW
			μ :		135.168	kWh
		μ	μ :		0,90	
μ	μ		μ (6 μ):		60.826	kWh
	μ		2008:		0,04	/kWh
	μ	μ :			2.433	

	μ		μ	μ	μ	μ :
		μ	μ	μ	μ	2.800
	μ	μ	μ	μ	μ	1.500
	μ	μ	μ	μ	μ	590
	μ	μ	μ	μ	μ	440
	μ	μ	μ	μ	μ	590
	μ	μ	μ	μ	μ	5.920

17.760 ,

μ μ 4.463 .

μ :

- :d=5%
- O μ : =35%
- μ : =20
- : =0%
- μ :F_t =4.463
- μ : o=17.760

NPV()

μ NPV() :

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = -17.760 + \sum_{t=1}^{20} \left[\frac{4463 - 0,35 * (4463 - \frac{17.760}{20})}{(1+0,05)^t} \right]$$

20

μ :

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΑΘΑΡΟ ΟΦΕΛΟΣ (ευρώ)
1	3058,80
2	2913,15
3	2774,43
4	2642,31
5	2516,49
6	2396,65
7	2282,53
8	2173,83
9	2070,32
10	1971,73
11	1877,84
12	1788,42
13	1703,24
14	1622,15
15	1544,90
16	1471,33
17	1401,27
18	1334,54
19	1270,99
20	1210,47
ΣΥΝΟΛΟ	40025,50

4.13: μ

5

μ

:

$$= - 17.760 + 40025,50407 \Rightarrow = 22.266$$

IRR(EBA)

μ :

ΒΗΜΑ	IRR (ΕΒΑ)	ΚΠΑ
1ο	0,05	22265,50
2ο	0,07	16.265
3ο	0,124216	5.610
4ο	0,152759	2.040
5ο	0,169076	401
6ο	0,173063	36
7ο	0,173457	35.521
8ο	0,173063	36
9ο	0,173062	36,07407
10ο	0,173464	0,064777

4.14 : μ 5

$$\text{IRR} = 0,173464 \Rightarrow \text{IRR} = 17,35\%$$

DPB()

DPB :

$$\text{ΚΠΑ} = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * \left(f_t - \frac{K_0}{T} \right)}{(1+d)^t} \right] = 0 \quad ()$$

μ = 20. μ μ μ μ ,

() ⇒

$$K_0 = \left(f_t - \varphi * \left(f_t - \frac{K_0}{T} \right) \right) * \left[\frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \right] \Rightarrow 17.760 = \left(4463 - 0,35 * \left(4463 - \frac{17.760}{20} \right) \right) * \left[\frac{1 - (1+0,05)^{-N}}{0,05} \right]$$

$$\Rightarrow = 6,633175$$

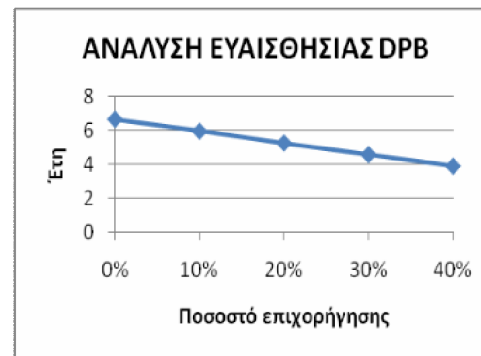
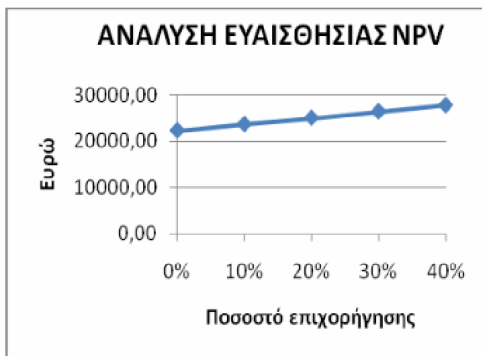
6,63 , DPB = 6,6.

0% μ 40%. μ NPV DPB

ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	NPV (ευρώ)	DPB (έτη)
0%	22266,00	6,63
10%	23654,00	5,93
20%	25.043	5,23
30%	26.432	4,55
40%	27.820	3,88

4.15: NPV DPB 5

μμ :



μμ 4.9 4.10: NPV DPB 5

2.4.6

6 :

μ

μ

μ .

μ

μ

μ

μ

μ

100 lux

μ μ

μ .

μ

μ

40 kW.

μ

μ

200 lux .

58 Watt.

270

μ

μ μ

μ

ballast

112 W

μ

μ

30,24kW.

μ 165 μ :
 μ : 94 / μ
 : 18 / μ
 , , : 53 / μ

$165 \cdot 270 = 44.550$

μ μ μ μ μ μ μ μ
 μ μ μ μ μ μ μ μ
 μ . μ , μ μ μ μ μ μ
 200 lux μ μ μ μ μ μ μ μ
 kW. μ μ μ μ μ μ μ 80

μ μ μ μ :

μ	μ	μ	4.224	h
μ	μ	μ :	80	kW
μ	μ	μ :	337.920	kWh
μ	μ	μ :	30,24	kW
μ	μ	μ :	127.734	kWh
μ	μ	μ :	210.186	kWh
μ	μ	μ :	0,06	/k
μ	μ	μ :	12.612	Wh

- μ :
- μ : d=5%
- O μ : =35%
- μ : =30
- μ : =0%
- μ : $F_t = 12.612$
- μ : $\mu_0 = 44.550$

$$\text{NPV}(\mu) = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \phi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = -44.550 + \sum_{t=1}^{20} \left[\frac{12.612 - 0,35 * (12.612 - \frac{44.550}{30})}{(1+0,05)^t} \right]$$

30 μ :

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΑΘΑΡΟ ΟΦΕΛΟΣ (ευρώ)
1	8302,42
2	7907,07
3	7530,54
4	7171,94
5	6830,42
6	6505,17
7	6195,40
8	5900,38
9	5619,41
10	5351,81
11	5096,97
12	4854,25
13	4623,10
14	4402,95
15	4193,29
16	3993,61
17	3803,43
18	3622,32
19	3449,83
20	3285,55
21	3129,09
22	2980,09
23	2838,18
24	2703,03
25	2574,31
26	2451,73
27	2334,98
28	2223,79
29	2117,89
30	2017,04
ΣΥΝΟΛΟ	134010,11

4.16: μ 6

$$\mu : \\ = -44.550 + 134010,1104 \Rightarrow = 89.460$$

IRR(EBA)

d :

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = 0$$

μ :

ΒΗΜΑ	IRR (ΕΒΑ)	ΚΠΑ
1ο	0,05	89460,11
2ο	0,07	63.626
3ο	0,119259	26.159
4ο	0,15365	0

4.17 : μ β

$$IRR = 0,15365 \Rightarrow IRR = 15,36\%$$

DPB()

DPB :

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = 0 \quad ()$$

μ , =30. μ μ μ

() ⇒

$$K_0 = \left(f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T}) \right) * \left[\frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \right] \Rightarrow 44.550 = \left(12.612 - 0,35 * (12.612 - \frac{44.550}{30}) \right) * \left[\frac{1 - (1+0,05)^{-N}}{0,05} \right]$$

$$\Rightarrow = 6,047694$$

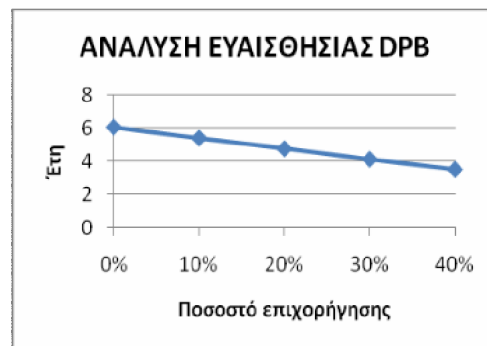
6,05 , DPB = 6,05

0% μ 40%. μ NPV DPB

ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	NPV (ευρώ)	DPB (έτη)
0%	89460,00	6,04
10%	93116,00	5,39
20%	96.772	4,75
30%	100.428	4,12
40%	104.084	3,50

4.18: NPV DPB 6

μμ :



μμ 4.11 4.12:

NPV DPB

6

4.2.7 7 :

- μ , μ
- μ μ μ μ . μ , μ μ
- μ . μ . μ .
- μ μ 4.000 . μ 27.780 ,
- μ : μ :
- μ :d=5%
- O μ : =35%
- μ : =15
- μ : =0%
- μ :F_t=4.000
- μ : μ : μ =27.780

_____ NPV()

μ NPV() :

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \phi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = -27.780 + \sum_{t=1}^{15} \left[\frac{4000 - 0,35 * (4000 - \frac{27780}{15})}{(1+0,05)^t} \right]$$

15 μ :

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΑΘΑΡΟ ΟΦΕΛΟΣ (ευρώ)
1	3093,33
2	2946,03
3	2805,74
4	2672,14
5	2544,89
6	2423,71
7	2308,29
8	2198,37
9	2093,69
10	1993,99
11	1899,04
12	1808,61
13	1722,48
14	1640,46
15	1562,34
ΣΥΝΟΛΟ	33713,13

4.19: μ 7

$$\mu : = - 7.780 + 33713,13 \Rightarrow = 5933$$

IRR(EBA)

μ :

ΒΗΜΑ	IRR (EBA)	ΚΠΑ
1ο	0,05	5933,13
2ο	0,07	1802,505
3ο	0,078728	238,5055
4ο	0,080058	11,26931
5ο	0,080124	0,074558
6ο	0,080125	0

4.20 : μ 7

$$\text{IRR} = 8,01\%$$

_____ DPB()

DPB : _____

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[\frac{f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T})}{(1+d)^t} \right] = 0 \quad ()$$

μ μ μ μ ,

=15.

() ⇒

$$K_0 = \left(f_t - \varphi * (f_t - \frac{K_0}{T}) \right) * \left[\frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \right] \Rightarrow 27.780 = \left(4000 - 0,35 * (4000 - \frac{27.780}{15}) \right) * \left[\frac{1 - (1+0,05)^{-N}}{0,05} \right]$$

⇒ = 11,43580311

11,43 , DPB =11,4.

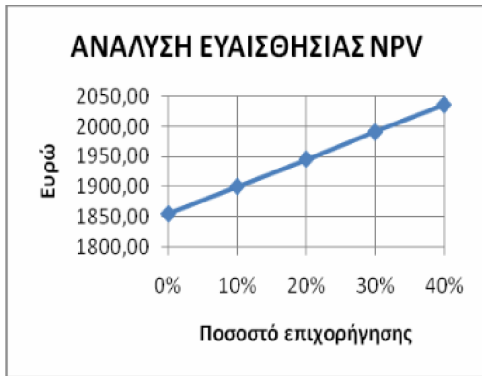
_____ μ NPV DPB

0% μ 40%.

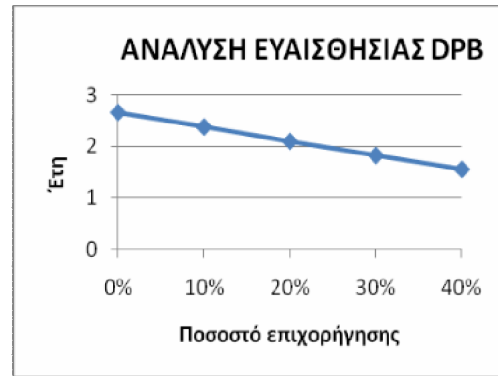
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	NPV (ευρώ)	DPB (έτη)
0%	5933,13	11,43
10%	8711,13	9,95
20%	11489,13	8,58
30%	14267,13	7,29
40%	17045,13	6,07

4.21: NPV DPB 7

μμ :



μμ 4.13 4.14:



NPV DPB

7

5

- - μ μ μ μ μ
 - μ μ μ μ μ
 - μ :
 - ❖ μ μ μ μ μ
 - ❖ μ μ μ μ μ
 - ❖ μ μ μ μ μ
 - ❖ μ μ μ μ μ
 - ❖ μ μ μ μ μ , μ μ μ μ μ
 - μ μ μ μ μ 3%

- - μ μ μ μ μ
 - μ μ μ μ μ
 - μ , 3%
 - 86%
 - ❖ μ μ μ μ μ
 - ❖ μ μ μ μ μ
 - μ μ μ μ μ ()
 - μ μ μ μ μ
 - ❖ μ μ μ μ μ
 - μ μ μ μ μ
 - ❖ μ μ μ μ μ , μ μ μ μ μ
 - μ μ μ μ μ (dimmers)
 - ❖ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ

• $\mu - \mu$
 μ : μ
 ❖ μ , μ
 μ .
 ❖ μ , μ
 μ . μ
 μ 1% μ
 ❖ μ μ μ μ μ μ
 μ μ .
 ❖ μ μ μ μ , μ
 μ .
 ❖ .
 ❖ .
 , μ μ μ
 μ μ .
 ○ μ μ
 ○ μ
 ○ μ μ μ μ μ μ .
 ○ μ μ μ

-

- [1] « μ : », , , 2005
- [2] « μ () μ μ μ », μ , μ . μ , , 2003
- [3] « μ », μ , . , , 2001
- [4] Wikipedia,the free encyclopedia
- [5] Energent Waterloo research and technology park (www.energent.com)
- [6] onitoring and Targeting by Vilnis Vesma(www.vesma.com)
- [7] BESS - Benchmarking and Energy management Schemes in SMEs, ETSU GPG148 report(alpha.cres.gr)
- [8] M&T information Brochure September 2004 By EMPRESS
- [9] Energy conservation – The Indian experience, Department of Power & NPC Publication
- [10] Energy Audit Reports of National Productivity Council
- [11] Cleaner Production – Energy Efficiency Manual prepared for GERIAP, UNEP, BANGKOK by National Productivity Council
- [12] Guide books of The national certification Examination for Energy Managers and energy auditors
- [13] Step 18 Guide 1: Establish a Measuring and Monitoring System ,Energy Map by SEI(sustainable Energy Ireland)
- [14] Effective energy monitoring and targeting ,LM Tech