

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**



**ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ  
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ.Κ.ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

**ΘΕΜΑ:  
ΗΛΙΑΚΗ ΑΦΛΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΚΟΥ  
ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ**

**ΠΕΠΠΑ ΦΛΩΡΑ  
Α.Μ:02101088  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ  
ΑΘΗΝΑ  
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2007**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1ο ΜΕΡΟΣ: ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....</b>	<b>3</b>
1.1	.....3
1.2	.....3
<b>2ο ΜΕΡΟΣ: ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ</b>	<b>5</b>
2.1	.....5
2.2	.....6
2.3	.....9
2.4	.....17
<b>3ο ΜΕΡΟΣ: ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ.....</b>	<b>19</b>
3.1	.....19
3.2	.....19
3.3	.....23
3.4	.....33
3.5	.....37
3.5.1 Ηλιακός αποστακτήρας μιας βαθμίδας ( <i>single-effect</i> ).....	37
3.5.2 Πολυβάθμιος ηλιακός αποστακτήρας ( <i>multi-effect</i> )...ί	.....38
3.5.3 Κεκλιμένοι	.....38
3.6	.....41
3.7	.....44
3.8	.....45
<b>4ο ΜΕΡΟΣ: ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ.....</b>	<b>48</b>
4.1	.....48
4.2	.....48
4.3	.....49
4.3.1 Ελλάδα: Η πρώτη πλωτή μονάδα αφαλάτωσης στον κόσμο	.....57
4.4	.....58
4.5	.....65

4.6	...ί	..69
4.7	ί	.72

## **5ο ΜΕΡΟΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ**

<b><u>ΕΛΛΑΔΑ</u></b> .....		<b>78</b>
5.1	ί ί	.....78
5.2	ί ί ί ί ί ί	.....79
5.2.1 Έργα σε λειτουργία του Ομίλου Vector	ί ί ί ί ί ί	.....80
5.2.2 Μονάδες Αντίστροφης Όσμωσης στα Ελληνικά Νησιά	ί ί ί ί	.81
5.3	ί ί ί ί ί ί ί ί ί	.....82

## **6ο ΜΕΡΟΣ: ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ**

<b><u>ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑ</u></b> .....		<b>86</b>
6.1.	Gbί	ί .86
6.2.	Gdί	ί 86
6.3.	G <sub>T</sub>	ί ί ί 87
6.4.		ί ί ί ί ί ί ί ί ί .97
6.5	b ( ) g ( )	ί .99
6.6.	ί ί	..101
6.7.	ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί	102
6.8	ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί	115
6.9	ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί ί	.143

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**.....**145**



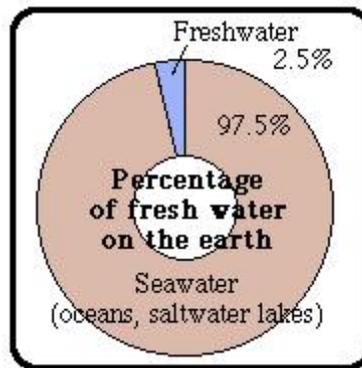
Πίνακας 1.2.1 Εκτιμήσεις των πιθανών παροχών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα

Πηγή ενέργειας	ώρα: Quads/έτος	kJ/έτος	kWh/έτος	MW	toe/έτος
Ηλιακή ακτινοβολία, στη γήινη επιφάνεια	10 έως 20	$5.4 \times 10^{18}$	$1.5 \times 10^{18}$		$1.3 \times 10^{14}$
Γεωθερμική ενέργεια πιθανά αποθέματα προσιτά αποθέματα		$8 \times 10^{27}$ $1.4 \times 10^{26}$	$2.22 \times 10^{24}$ $3.90 \times 10^{22}$		$1.57 \times 10^{20}$ $2.75 \times 10^{18}$
Υδραυλική ενέργεια πιθανά αποθέματα προσιτά αποθέματα	3 έως 4		$44.4 \times 10^{22}$ $2.9 \times 10^{22}$		$3.12 \times 10^{19}$ $2.05 \times 10^{18}$
Λιολική ενέργεια	10 έως 40			$6.05 \times 10^6$	
Βιομάζα: φυτική απορρίμματα	2 έως 10 2 έως 10	$2.9 \times 10^{12}$	$8.2 \times 10^8$		$5.7 \times 10^4$
Θερμική ενέργεια Ωκεανών	0 έως 20			$2.7 \times 10^8$	
Ενέργεια παλιρροιών	$\ll 1.0$			$3.0 \times 10^3$	
Ενέργεια κυμάτων*	$\ll 1.0$				
Βάθμωση αλμυρότητα.	$\ll 1.0$				

## 2ο ΜΕΡΟΣ: ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

### 2.1 Αφαλάτωση για την παραγωγή πόσιμου νερού

3%.



Σχήμα 2.1.1 Κατανομή του νερού στην γη

αφαλάτωση

αφαλάτωση

( ),  
 πρώτη ύλη

## 2.2 Ιστορία και παραδείγματα αφαλάτωσης σε παγκόσμια κλίμακα

1675

20

2

9000  
 18.700.000 m<sup>3</sup> / d

Αυστραλία:

New South Wales 0,3%.

Cooper Pedy 3,8 km<sup>2</sup>.

1966

Πίνακας 2.2.1 Εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, χωρητικότητας μεγαλύτερης των 10 m<sup>3</sup> που λειτουργούν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Τοποθεσία	νερό τρο-φοδότησ.	τεχνολογία αφαλάτωσης	χωρητι. m <sup>3</sup> /d	τεχνολογία αναναώσ.	χαρακτηριστικά
Bouzreah, Αλγερία	αλμυρό	αντίστροφη ώσμωση	20,0	φωτοβολταϊκά	2.74 kW-peak
El-Hamrawein Αίγυπτος	αλμυρό	αντίστροφη ώσμωση	80.0	φωτοβολταϊκά	25.9 kW
CEN, Cada-rach, Γαλλία	αλμυρό	αντίστροφη ώσμωση	60.0	επίπεδοι συλλέκτες	
Borkum Island, Γερμανία	θαλάσσιο	μηχανική επανασυμπίε.	7,2 - 48	αιολική,	45 kW, maximum
Ruegen Island, Γερμανία	θαλάσσιο	μηχανική επανασυμπίε.	48- 360	αιολική,	300 kW, maximum
Trisai Center, Ιταλία	αλμυρό	θερμική επανασυμπίεση	184.4	επίπεδοι συλλέκτες	25.000 m <sup>2</sup>
Cituis, Δυτική Ιάβα	θαλάσσιο	αντίστροφη ώσμωση	36	φωτοβολταϊκά	19.2 kW-peak
Takami Island Ιαπωνία	θαλάσσιο	16-βαθμίδες MES	16	επίπεδοι συλλέκτες	
Kuwait,	θαλάσσιο	12-βαθμίδες MSF	100.0	παραβολικές σκάφ.	220 m <sup>2</sup>
Κατάρ	θαλάσσιο	MSF	20,0	ηλιακή λίμνη	
Platforma Al-meria, Ισπανία	θαλάσσιο	14-βαθμίδες MED	172.8	παραβολικές σκάφ.	2672 m <sup>2</sup>
Almeria, Ισπανία	θαλάσσιο	αντίστροφη ώσμωση	60.0	φωτοβολταϊκά	836 m <sup>2</sup>
Umm-Al Nar, Abu-Dabi,	θαλάσσιο	18-βαθμίδων MEB	100-120	συλλέκτες κενού	1862 m <sup>2</sup>
El-Paso, Texas, USA	αλμυρό	24-βαθμίδων MEB	19,0	ηλιακή λίμνη	3355 m <sup>2</sup>
<b>Υπό κατασκευή</b>					
Λιβύη	αλμυρό	αντίστροφη ώσμωση	1000	φωτοβολταϊκά	
Λιβύη	θαλάσσιο	ME	500	παραβολικοί συλλέκτες	
Λιβύη	αλμυρό	αντίστροφη ώσμωση	2000	αιολική	

2,4%.  
Ανταρκτική: Davis Basis 70 m

70 lt

30

10 lt

Λιβύη: Tobruk

10

ΗΠΑ:

Ισραήλ:

m<sup>3</sup>

.Kogan

1,8

Kogan- Rose :

Τουρκμενία:

Karakum,

488.100 km<sup>2</sup>

350.000 km<sup>2</sup>.

H

C,	250	-32	C.	+49
<i>Ιαπωνία:</i>				
1995	6300	11.000		
	7,4			
		2.2.1		
		10 m <sup>3</sup>		

### 2.3 Μέθοδοι αφαλάτωσης

δύο κύριοι τρόποι :

- 1) Μέθοδοι θερμικής απόσταξης-
- 2) Μέθοδοι με μεμβράνες-

#### 1) Μέθοδοι θερμικής απόσταξης

59,4%	100	4000 m <sup>3</sup> / d.	76%	4000 m <sup>3</sup> / d
-------	-----	--------------------------	-----	-------------------------

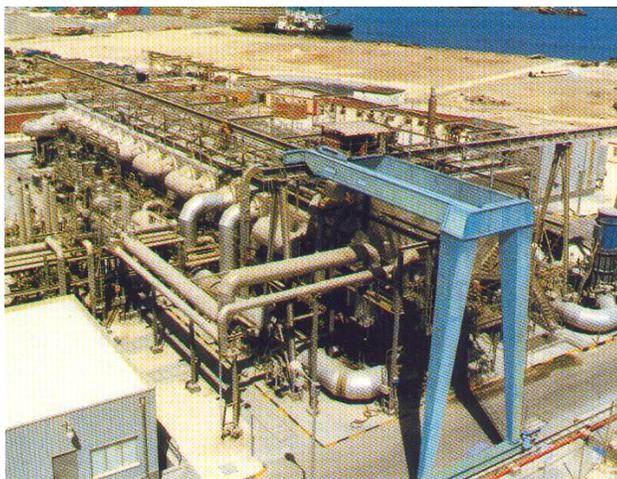
2326 KJ (1000Btu)

73 C. A

( ) .

:

**1) Πολυβάθμια Εκτόνωση (Multi-Stage Flushing, MSF)- Πολυδιάστατοι αποστακτήρες άμεσων εξατμίσεων (ΠΑΕ)**



Σχήμα 2.3.1 Πολυδιάστατοι αποστακτήρες άμεσων εξατμίσεων (ΠΑΕ)

**2) Πολυβάθμια Εξάτμιση (Multiple Effect Distillation, MED)- Αποστακτήρες πολλαπλών διαβαθμίσεων (ΠΔ)**



Σχήμα 2.3.2 Αποστακτήρες πολλαπλών διαβαθμίσεων (ΠΔ)

**3) Εξάτμιση με Επανασυμπίεση Ατμών (Vapour Compression, VC)-  
Αποστακτήρες με συμπίεση ατμού (ΣΑ)**



Σχήμα 2.3.3 Αποστακτήρες με συμπίεση ατμού (ΣΑ)

4) *Ηλιακή Απόσταξη (Solar Distillation) Ηλιακοί αποστακτήρες (ΗΑ)*



*Σχήμα 2.3.4 Ηλιακοί αποστακτήρες (ΗΑ)*

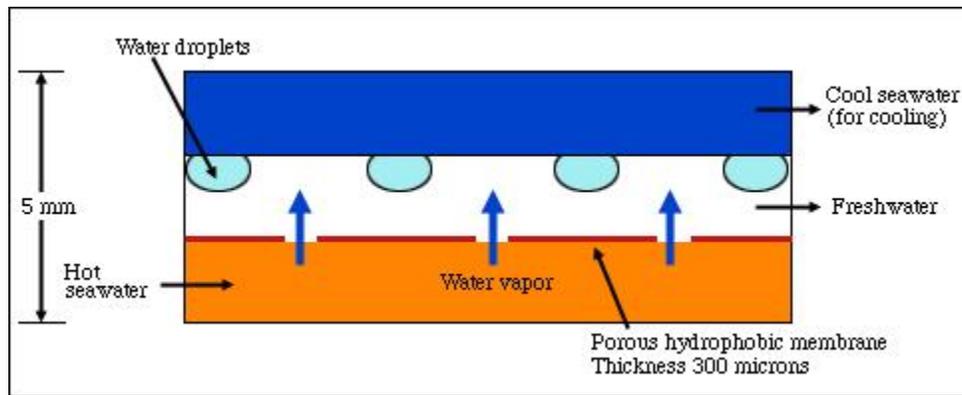
2) Μέθοδοι με μεμβράνες

7kWh      5000lt

1 ½ -2

200.

KWh/m<sup>3</sup> .



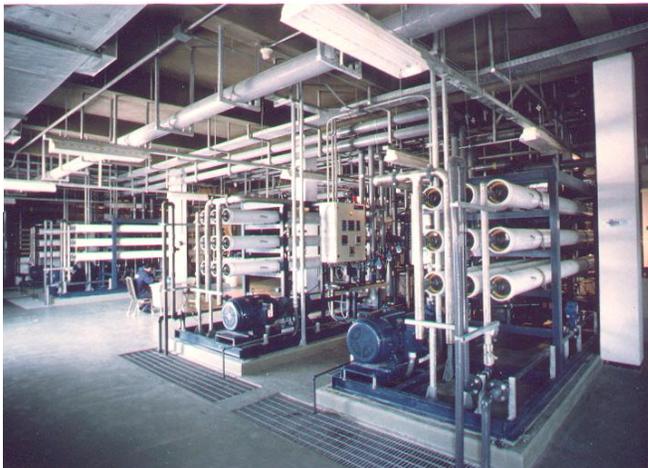
Σχήμα 2.3.5 Μηχανισμός της μεθόδου με μεμβράνες

:

1) Αντιστροφή όσμωση (ΑΩ) -(Reverse Osmosis, RO): 32,6%

4000 m<sup>3</sup> / d 19,5% 100 4000 m<sup>3</sup> / d

(α) χωρίς ανάκτηση ενέργειας  
(β) με ανάκτηση ενέργειας (ΑΩ-ΑΕ)



*Σχήμα 2.3.6 Εγκατάσταση αντίστροφης όσμωσης*



*Σχήμα 2.3.7 Μονάδα Αντίστροφης Οσμωσης Θαλασσινού Νερού, 1.5 κ.μ./ημ., ΚΑΠΕ*



Σχήμα 2.3.8 Μονάδα Αντίστροφης Οσμωσης Υφάλμωρου Νερού, 400 κ.μ./ημ., Riyadh, K.S.A.

2) Ηλεκτροδιάλυση (ΗΔ) -(Electrodialysis, ED/EDR ):

2,3 %

4000 m<sup>3</sup> / d

5,7%

100

4000 m<sup>3</sup> / d



Σχήμα 2.3.9 Εγκατάσταση ηλεκτροδιάλυσης

:

*Υβριδικές μέθοδοι:**Ψύξη:*

Soleras

Yabu

210 m<sup>3</sup>/d

:

,

,

.

.

,

.

.

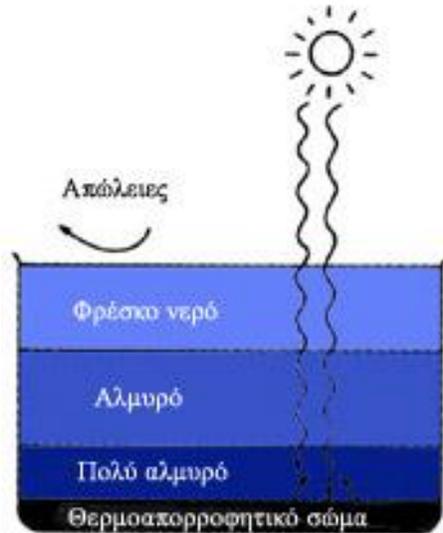
,

.

.

.

## 2.4 Ηλιακή αφαλάτωση



Σχήμα 2.4.1 Γενικός Μηχανισμός της αφαλάτωσης

1870



### 3ο ΜΕΡΟΣ: ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ

#### 3.1 Αρχή λειτουργίας

,  
 ,  
 (still) , (basin)  
 ,  
 ( cover).  
 ,  
 ,  
 ( gutters ).

#### 3.2 Παραδείγματα ηλιακής απόσταξης σε παγκόσμια κλίμακα

Χιλή:  
 1872 Carlos Wilson Las Salinas  
 Antofagasta. 1.400 m 120 km  
 14%.  
 60  
 1,20 m x 60 cm,  
 22.500 1m  
 4,6  
 8.000 kcal m2  
 35%..  
 60 C  
 Coya Sur 1951  
 10 44.000

m2.

236.000

1955

800

35

Phoenix

Tucson

8

R.P Lappala

Dr. Telkes

Bjorkston

Lappala

Αίγυπτος:

Theodor Ziem

Ziem

ΗΠΑ:

William Rhodes

Maria Telkes.

Σοβιετική Ένωση:

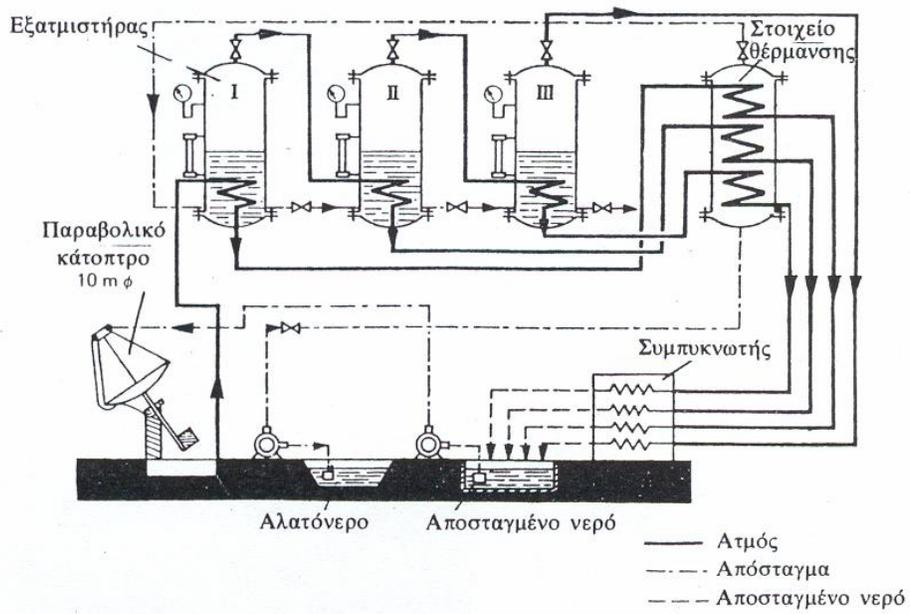
baum

Baum

« »

Σχήμα 3.2.1

3

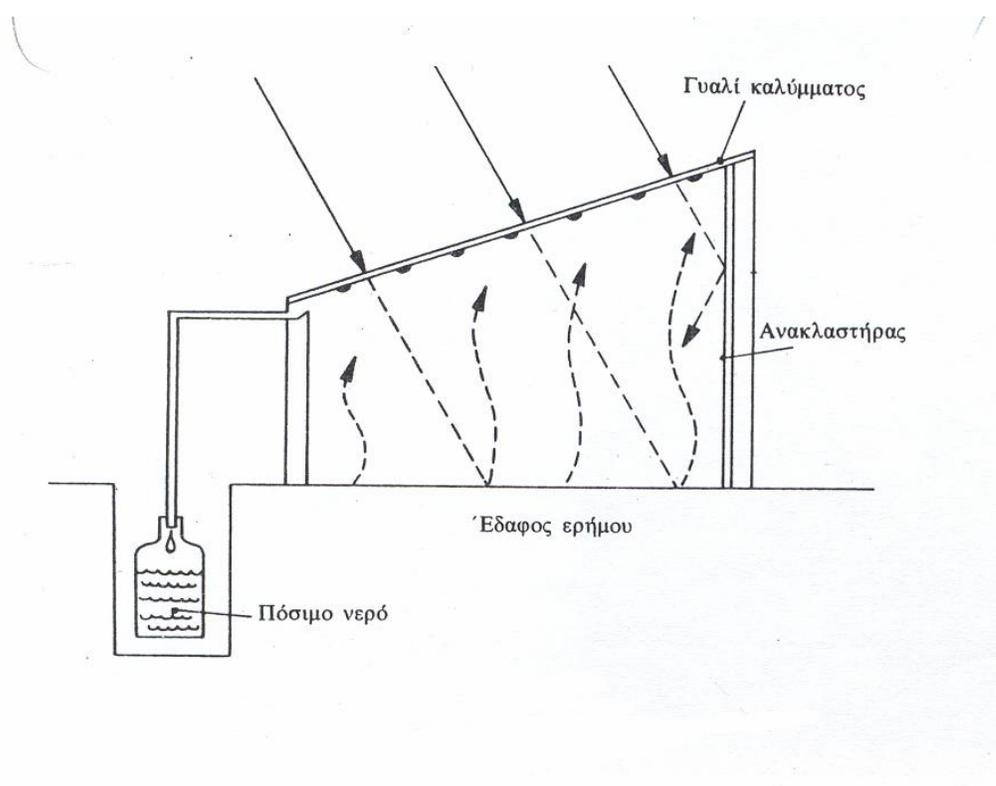


Σχήμα 3.2.1 Εγκατάσταση αφαλάτωσης 3 βαθμίδων

Γαλλία:

:

Αποστακτήρας του Kobayashi:



Σχήμα 3.2.2 Ηλιακός αποστακτήρας του Kobayashi

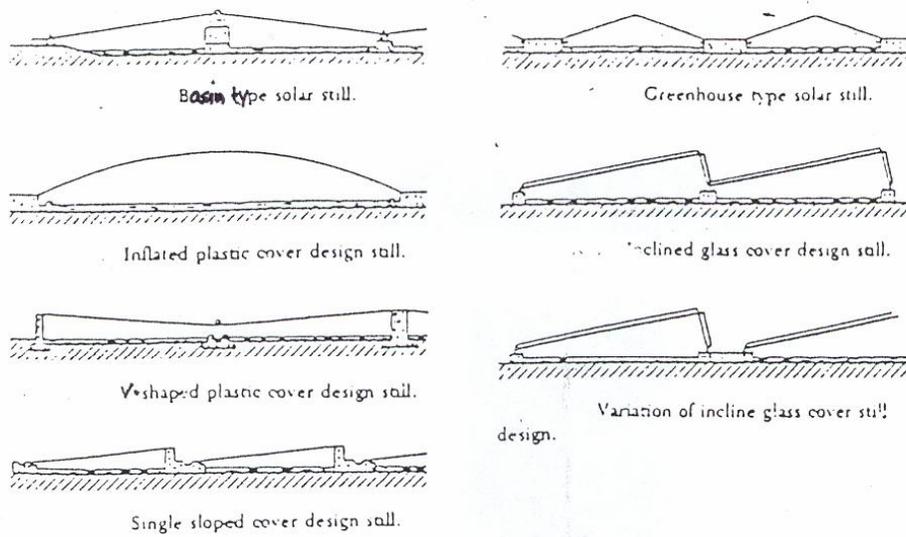
Kobayashi  
Kawasaki :

3.3 Ηλιακοί αποστακτήρες

1m 3m 50m.

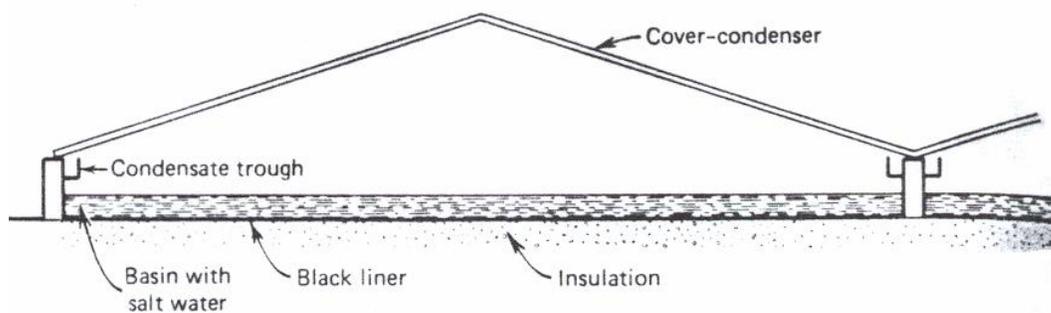
(capital cost).

( operation costs)

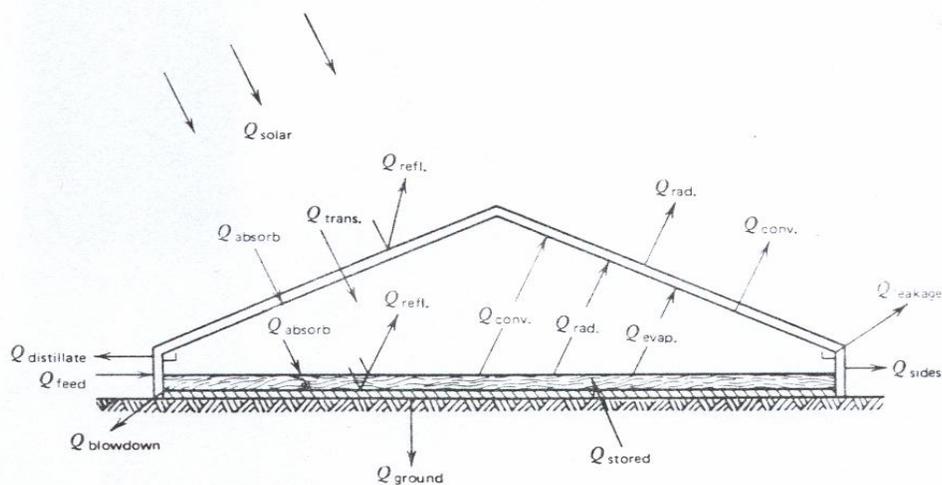


Σχήμα 3.3.1 Διάφορα σχέδια πειραματικών ηλιακών αποστακτήρων

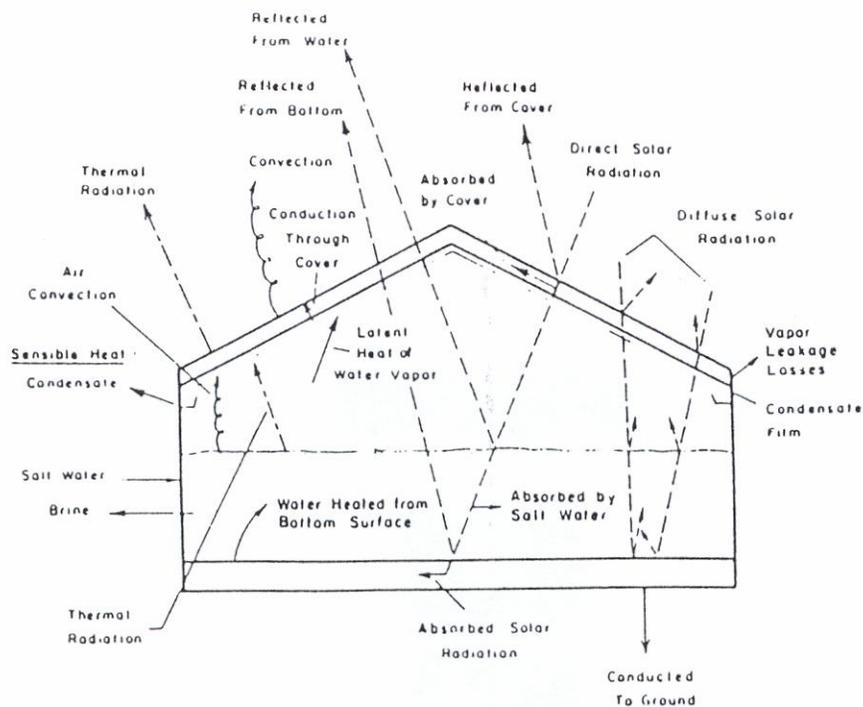
(basin type).



Σχήμα 3.3.2 Ηλιακός αποστακτήρας τύπου λεκάνης οροφής



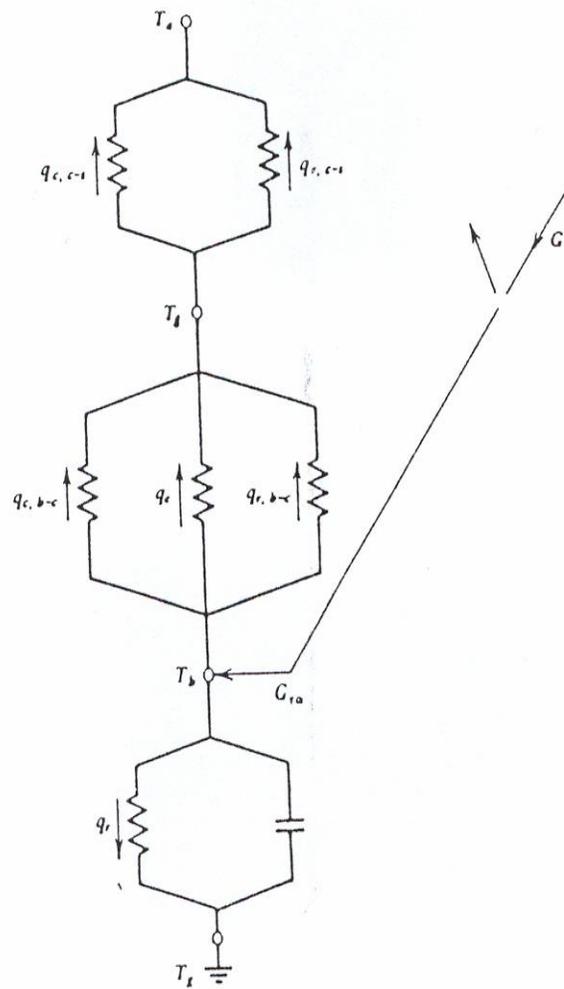
Σχήμα 3.3.3 Ο μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας σε αποστακτήρα τύπου λεκάνης οροφής (Talbert et al 1970)



Σχήμα 3.3.4 Σχηματική αντιπροσωπευτική τομή της λεκάνης του ηλιακού αποστακτήρα και διάγραμμα κύριας ενεργειακής ροής

- Ηλιακή ακτινοβολία σημαντικά μικρότερη από 2 μικρά
- Θερμική ακτινοβολία σημαντικά μεγαλύτερη από 2 μικρά

Q<sub>evap</sub>,



Σχήμα 3.3.5 Βασικό θερμικό δίκτυο σε αποστακτήρα τύπου λεκάνης

:

$$\begin{aligned}
 G\tau\alpha &= q_e + q_{r,b-g} + q_{c,b-g} + q_k + (mCp)_b \frac{dT_b}{dt} = \\
 G\tau a &= q_e + q_{r,b-g} + q_{c,b-g} + q_k + (mCp)_b \left( \frac{\Delta T_b}{\Delta t} \right) \quad (3.3.1)
 \end{aligned}$$

e,r,c,k / b g  
 , .  
 .  
 ,  
 ,  
 .  
 :

$$q_e + q_{r,b-g} + q_{c,b-g} = q_{c,g-a} + q_{r,g-a} \quad (3.3.2)$$

A

$$q_e + q_{r,b-g} + q_{c,b-g} = \left( \frac{1}{\cos \beta} \right) q_{c,g-a} + q_{r,g-a} \quad (3.3.3)$$

qe

∅

b, Tc, qe

. Dunkle ανταλλαγή ακτινοβολίας ανάμεσα στην λεκάνη και το κάλυμμα, το qr,b-c :

$$q_{r,b-g} = 0.9\sigma (T_b^4 - T_g^4) \quad (3.3.4)$$

:

$$hc' = 0.884 \left[ T_b - T_g + \left( \frac{p_{wb} - p_{wg}}{2016 - p_{wb}} \right) T_b \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3.3.5)$$

μεταφορά θερμότητας μεταξύ λεκάνης και καλύμματος :

$$q_{c,b-g} = hc'(T_b - T_g) \quad (3.3.6)$$

Η μεταφορά θερμότητας από την εξάτμιση-συμπύκνωση :

$$q_e = 9.15 \times 10^{-7} hc'(p_{wb} - p_{wg}) h_{fg} \quad (3.3.7)$$

:

$$\dot{m}_D = 9.15 \times 10^{-7} hc'(p_{wb} - p_{wg}) \left( \frac{kg}{m^2 \text{ sec}} \right) = \left( \frac{q_e}{h_{fg}} \right) 3600 \left( \frac{kg}{m^2 \text{ hr}} \right) \quad (3.3.8)$$

$m_D$      $kg/m^2$      $h_{fg}$      $J/kg$

πυκνότητα παροχής θερμότητας με συναγωγή από το κάλυμμα προς το περιβάλλον :

$$q_{c,g-a} = h_{c,g-a} (T_g - T_a) (W/m^2) \quad (3.3.9)$$

$h_{c,g-a}$   
( $W/m^2$ )     $g$     ( )

πυκνότητα παροχής θερμότητας με ακτινοβολία από το κάλυμμα προς το περιβάλλον :

$$q_{r,g-a} = \varepsilon_g \sigma (T_g^4 - T_a^4) (W/m^2) \quad (3.3.10)$$

Η διαφυγή θερμότητας προς το έδαφος

:

$$q_k = U_g(T_b - T_a) \quad (3.3.11)$$

$U_g$

(3.3.1)

b

(3.3.8).

*αποδοτικότητα*

$$ni = \frac{q_e}{G} \quad (3.3.12)$$

O

$$ni = \frac{m_p h_{fg}}{G} \quad (3.3.13)$$

$m_p$

(

$m_D$ )

$h_{fg}$

Πίνακας συμβόλων:

G :	(W/m <sup>2</sup> )	
c :	= 0.9-0.95	
:	= 0.9-0.95	
q <sub>e</sub> :	-	(W/m <sup>2</sup> )
q <sub>r,b-g</sub> :		(W/m <sup>2</sup> )
q <sub>c,b-g</sub> :		(W/m <sup>2</sup> )
q <sub>r,g-a</sub> :		(W/m <sup>2</sup> )
q <sub>c,g-a</sub> :		(W/m <sup>2</sup> )
q <sub>k</sub> :		(W/m <sup>2</sup> )
m :	, m = z (kg/m <sup>2</sup> )	
:	(kg/m <sup>3</sup> )	
z:		
C <sub>p</sub> :		(Wh/KgK).
T <sub>b</sub> :		
( )		
t :	( . 1hr)	
:		
b :		t
T :		t
U <sub>g</sub> :		, U <sub>g</sub> = K/L
K :		
L :	(0.03-0.05m)	
h <sub>c,g-a</sub> :		(W/m <sup>2</sup> K).
T <sub>g</sub> :		
g :		
:	Stefan-B ltzman (=5.6697 x 10 <sup>-8</sup> )	(W/m <sup>2</sup> K)
p <sub>wb</sub> :		b (mmHg)
p <sub>wg</sub> :		g (mmHg)
h <sub>fg</sub> :	J/Kg	

Πίνακας 3.3.1 Μεγάλοι ηλιακοί αποστακτήρες τύπου λεκάνης

Country	Location	Date Built	Basin Size	Cover <sup>a</sup>	Purpose <sup>b</sup>
Australia <sup>c</sup>	Muresk I <sup>d</sup>	1963	4,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Muresk II <sup>d</sup>	1966	4,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Muresk IV	1971	2,513 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Muresk Mk VI	1973	1,960 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Coober Pedy <sup>d</sup>	1966	34,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Coober Pedy Mk VI <sup>d</sup>	1972	4,900 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Caiguna <sup>d</sup>	1966	4,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Caiguna Mk VII <sup>e</sup>	1972	400 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Hamelin Pool <sup>d</sup>	1966	6,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Griffith <sup>d</sup>	1967	4,450 ft <sup>2</sup>	G	E
	Griffith Mk VI <sup>d</sup>	1970	2,513 ft <sup>2</sup>	G	E
	Griffith Mk VII	1972	1,504 ft <sup>2</sup>	G	E
	Townsville	1971	2,513 ft <sup>2</sup>	G	E
	Darwin Mk VI	1972	980 ft <sup>2</sup>	G	WS
Mt. Derrimut Mk VI	1972	490 ft <sup>2</sup>	G	WS	
Cape Verde Islands	Santa Maria do Sal <sup>d</sup>	1965	8,000 ft <sup>2</sup>	P	WS
Chile	Las Salinas <sup>d</sup>	~1872	48,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Quillagua	1968	1,076 ft <sup>2</sup>	G	
Greece	Symi II <sup>d</sup>	1964	28,920 ft <sup>2</sup>	P	E, WS
	Symi II <sup>d</sup>	1968	27,924 ft <sup>2</sup>	P	WS
	Aegina <sup>d</sup>	1965	16,040 ft <sup>2</sup>	P	E, WS
	Aegina II <sup>d</sup>	1968	15,766 ft <sup>2</sup>	P	WS
	Salamis <sup>d</sup>	1965	4,180 ft <sup>2</sup>	P	E, WS
	Patmos	1967	93,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Kimolos	1967	27,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Nisyros	1969	22,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Fiskardo	1971	23,628 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Kionion	1971	25,776 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Megisti	1973	27,150 ft <sup>2</sup>	G	WS
India	Bhavnagar	1965	4,050 ft <sup>2</sup>	G	E
Mexico	Natividad Island,	1969	1,024 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Baja California				
Pakistan	Gwadar I	1969	3,286 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Gwadar II	1972	97,433 ft <sup>2</sup>	G	WS
Spain	Las Marinas <sup>d</sup>	1966	9,350 ft <sup>2</sup>	G	WS
Tunisia	Chakmou	1967	4,730 ft <sup>2</sup>	G	WS
	Mahdia	1968	14,000 ft <sup>2</sup>	G	WS
USA	Daytona Beach, Florida				
	Original Deep Basin <sup>d</sup>	1959	2,450 ft <sup>2</sup>	G	E
	Second Deep Basin <sup>d</sup>	1961	2,650 ft <sup>2</sup>	G	E
	Large Inflated Plastic <sup>d</sup>	1959	2,330 ft <sup>2</sup>	P	E
	Church World Service <sup>d</sup>	1963	1,600 ft <sup>2</sup>	P	E
USSR	Bakharden, Turkmenia <sup>d</sup>	1969	6,450 ft <sup>2</sup>	G	E, WS
	Bukhara region, Uzbek				
	SSR <sup>f</sup>	1975	5425 ft <sup>2</sup>	G	E
West Indies	Petit St. Vincent	1967	18,400 ft <sup>2</sup>	P	WS
	Haiti	1969	2,400 ft <sup>2</sup>	G	WS

<sup>a</sup> G = glass, P = plastic.

<sup>b</sup> E = experimental, WS = water supply.

<sup>c</sup> Australia stills of Mk VI and Mk VII types constructed with bottom insulation under part or all of stills.

<sup>d</sup> No longer operating.

<sup>e</sup> Waste heat also supplied.

<sup>f</sup> Multiple-ledge tilted type.

$Q_e$ ,

*δύο κατευθύνσεις:*

)

)

### 3.4 Τμήματα των συστημάτων ηλιακής απόσταξης

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

- 5.
- 6.
7. ( , )

### ***1. Γενικά χαρακτηριστικά των ηλιακών αποστακτηρίων***

10-20 ,

.  
.  
.  
. Η

### ***2. Διαφανές κάλυμμα***

45 m/sec),

(0.3-3 m )

85%

3 m.

10%

( 80 C.  
100%),

### ***3. Διάταξη εξάτμισης***

0.95.  $\emptyset$

### ***4. Πλαίσιο του ηλιακού αποστακτηρίου***

$\emptyset$

### **5. Υλικά στεγανοποίησης**

45m/sec.

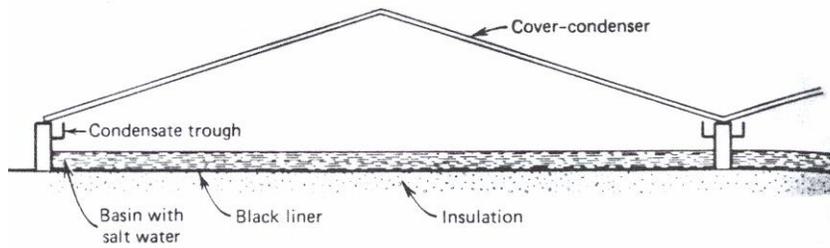
### **6. Μονώσεις**

80 C

**7. Βοηθητικά εξαρτήματα (σωληνώσεις, αντλίες και δεξαμενές αποθήκευσης)**

### 3.5 Τύποι ηλιακών αποστακτήρων

#### 3.5.1 Ηλιακός αποστακτήρας μιας βαθμίδας (single-effect)



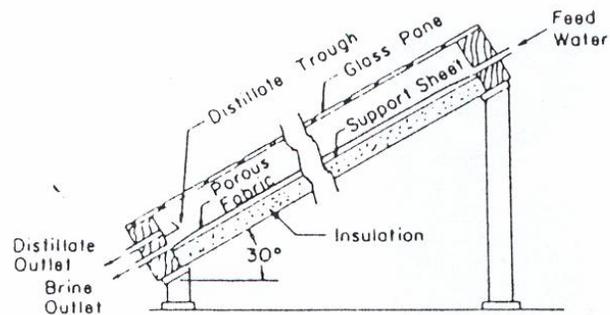
Σχήμα 3.5.1.1 Ηλιακός αποστακτήρας μιας βαθμίδας

### 3.5.2 Πολυβάθμιος ηλιακός αποστακτήρας( multi-effect)

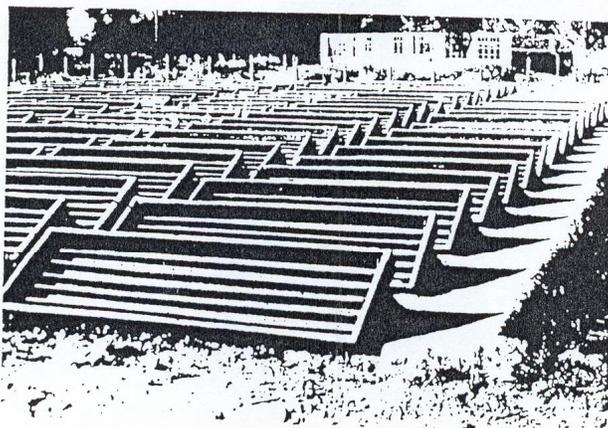
### 3.5.3 Κεκλιμένοι αποστακτήρες

, ( ).

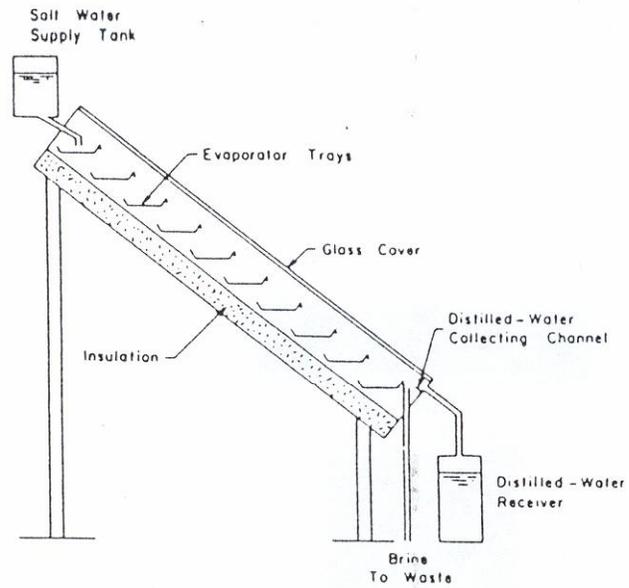
(wick) , .



Σχήμα 3.5.3.1 Σχηματική αντιπροσωπευτική τομή κεκλιμένου αποστακτήρα με ύφασμα.



Σχήμα 3.5.3.2 Κεκλιμένος ηλιακός αποστακτήρας με πολλαπλά ράφια Ε.Ε.Σ.Δ



Σχήμα 3.5.3.3 Σχηματική αντιπροσωπευτική τομή κεκλιμένου αποστακτήρα με πολλαπλά ράφια

-----

### 3.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία και την απόδοση των ηλιακών αποστακτήρων

2 4,5 l/m<sup>2</sup>

- Κλιματολογικές παράμετροι:

A) Ηλιακή ακτινοβολία:

B) Θερμοκρασία του περιβάλλοντος:

Γ) Ταχύτητα του αέρα:

- Επίδραση διαφόρων κατασκευαστικών και άλλων παραμέτρων στην απολαβή του ηλιακού αποστακτήρα και τεχνικές αύξησης της απολαβής:

1)

29%,

2)

10 25

25-30%

3)

4)

5)

6)

7)

8)

Los Angeles H.R. Hay

Office of Saline Water ( )

Batelle Memorial Institute

9)

34%,  
48%.

10)

33-35%.

11)

28%.

12)

13)

- *Εκτός από τις κατασκευαστικές μετατροπές, η απολαβή έχει αποδειχτεί ότι αυξάνεται και στις ακόλουθες περιπτώσεις:*

-

,

,

-

,

,

,

63%.

### 3.7 Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα εγκατάστασης των ηλιακών αποστακτήρων

*Μειονεκτήματα:*

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

*Πλεονεκτήματα:*

- 1)
- 2)

- 3)
- 4)

- 5)
- 6)

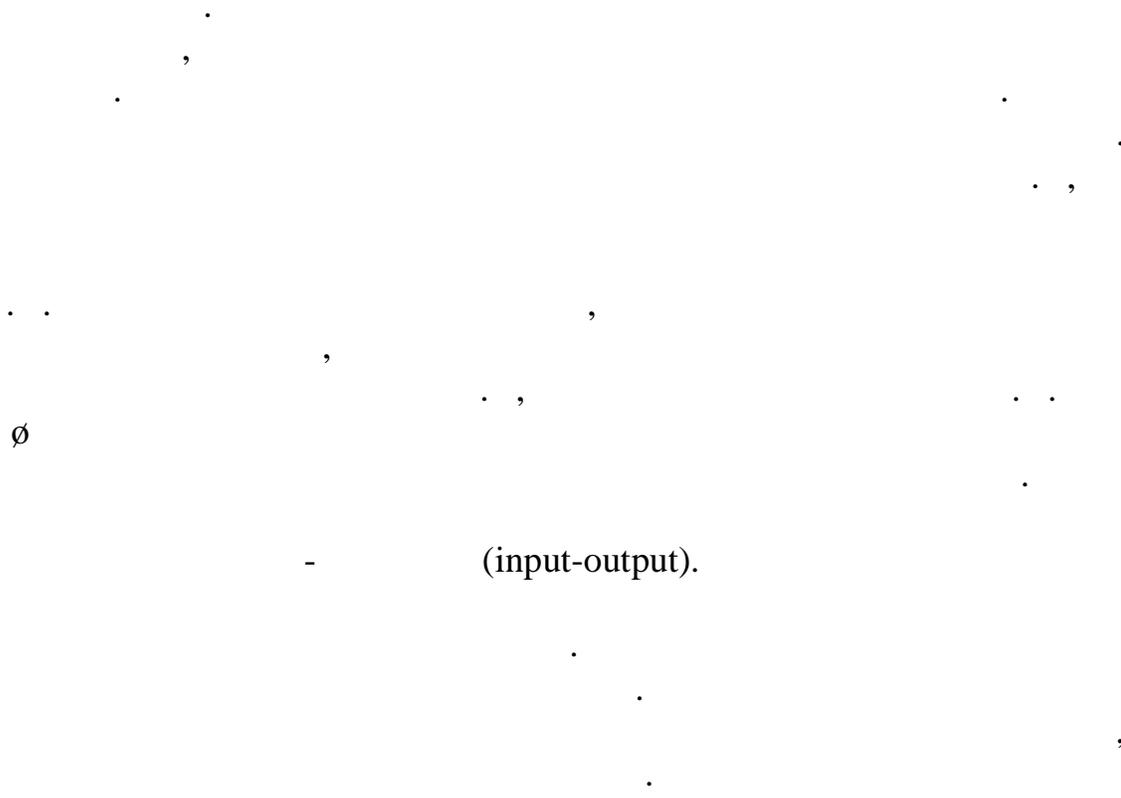
- 7)
- 8)
- 9)
- 10)

10-20

*Συμπεράσματα:*

( )

### 3.8 Μέθοδος πρόσπτωσης απολαβής



- (input-output).

### Πειραματική διάταξη-μεθοδολογία

,

,

.

.

,

«

»

.

,

.

.

.

-

(

),

.

.

,

.

,

.

.

.

,

.

***Συμπεράσματα:***

input-output

day-by-day

## 4ο ΜΕΡΟΣ: ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ

### 4.1 Γενικά

- 
- 
- 
- 
- 

### 4.2 Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

5.

6.

7.

( , )

8.

### 4.3 Πλωτός Αυτοδύναμος Ηλιακός Αποστακτήρας ( Π.Α.Η.Α )

*Πλωτός Αυτοδύναμος Ηλιακός Αποστακτήρας ( . . . )*

, , , ,

*η ηλιακή απόσταξη με την βοήθεια προθερμασμένου αέρα,*

« »

( .

).

« »

.

,

,

.

,

,

.

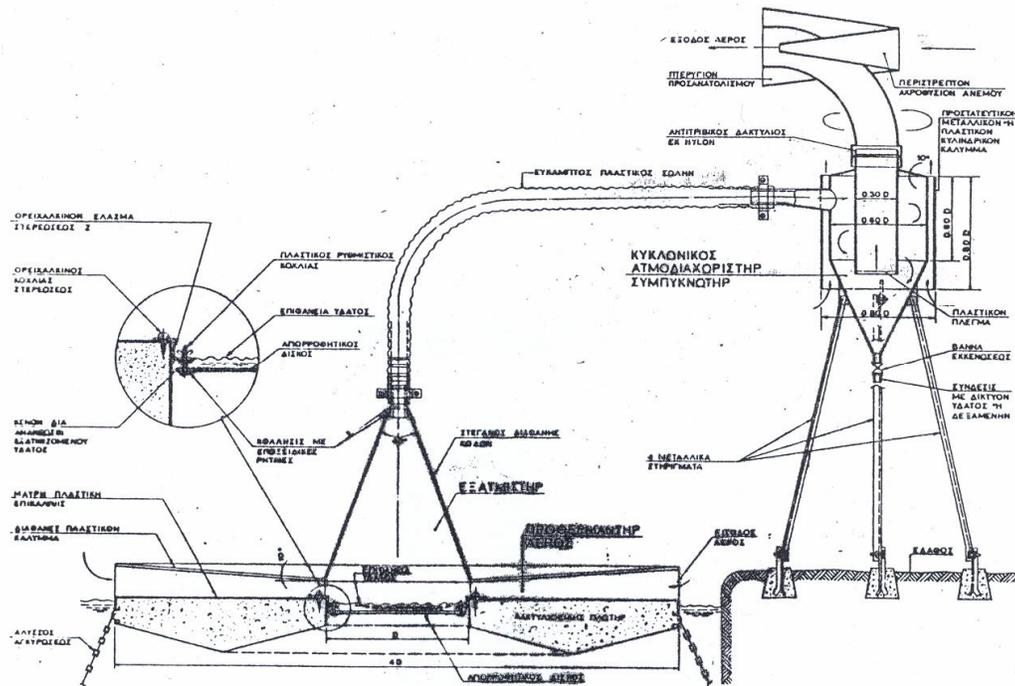
.

. . .

( ),  $\emptyset$

Περιγραφή της συσκευής και λειτουργία

4.3.1



Σχήμα 4.3.1 Γενική διάταξη Πλωτού Αυτοδύναμου Ηλιακού Αποστακτήρα φυσικού ελκυσμού

. . . . .

:

)

)

**Πλωτό τμήμα:**

.

.

.

**Σταθερό τμήμα:**

.

(

-

)

.

,

.

.

.

**Λειτουργία:**

.

,

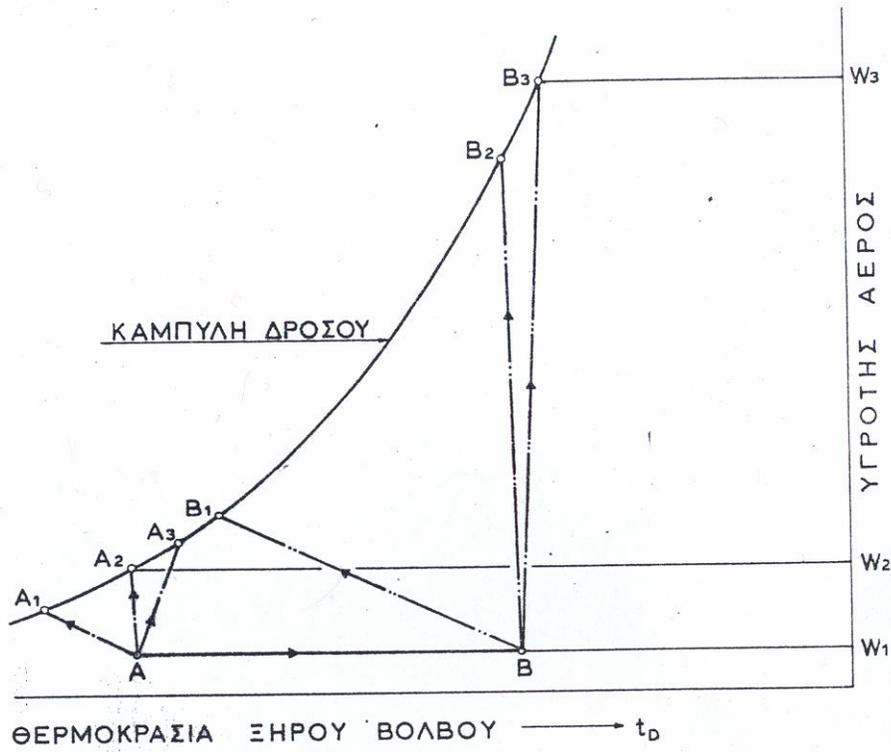
,

.Ο

.

,

Ψυχομετρικός χάρτης



ΑΑ<sub>1</sub>, ΒΒ<sub>1</sub> ΙΣΕΝΘΑΛΠΙΚΗ, ΟΤΑΝ  $t_w = t_{ow}$

ΑΑ<sub>2</sub>, ΒΒ<sub>2</sub> ΟΤΑΝ  $t_w = t_{od}$

ΑΑ<sub>3</sub>, ΒΒ<sub>3</sub> ΟΤΑΝ  $t_w = t_{od}$

Σχήμα 4.3.2 Πορεία εξατίσεως στο ψυχομετρικό διάγραμμα αέρος

4.3.2

- 1) : ( )  
 2) :

1, 2, 3

1, 2, 3

 $t_w$ 

. . . .

**Κατασκευαστικά στοιχεία-υπολογισμοί**

4 :

- 1)  
 2)  
 3)  
 4)

**Προθερμαντήρας αέρος:**

0.17 lt/s/ m<sup>2</sup>0.425 lt/ s / m<sup>2</sup>

0.65

**Κύριος εξατμιστήρας:**

,  $Re > 5 \cdot 10^5$ .

6 m/sec

10 m/sec.

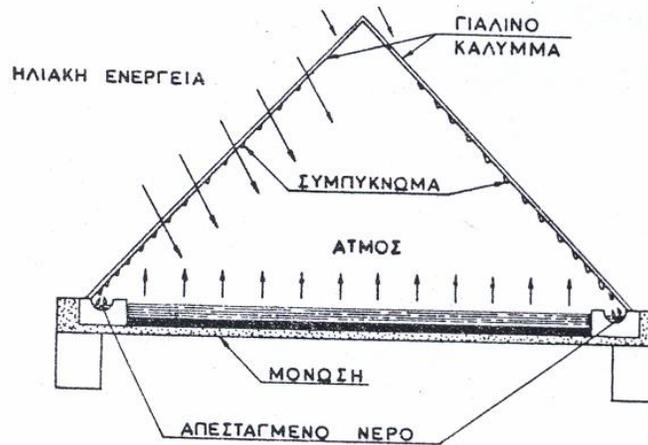
**Συμπυκνωτήρας:****Περιστρεπτό ακροφύσιο ανέμου:**

βαθμός απόδοσης . . . . 6 :

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)

6

Σύγκριση με συνήθη ηλιακό αποστακτήρα



Σχήμα 4.3.3 Συνήθης ηλιακός αποστακτήρας

Ενέργεια	Ποσοστόν επί τοις % 'Ηλιακής Ενέργειας	
	Συνήθης Ηλιακός Αποστακτήρ	Π.Α.Η.Α.
'Εξατμηση	32	78
'Απώλειαι στό έδαφος	2	-
'Ανακλώμενη ακτινοβολία	12	12
'Ηλιακή ακτινοβολία απορροφουμένη από τό κάλυμμα καί τό φύλμ συμπύκνωσης	10	10
'Ακτινοβολία από τό νερό στην δεξαμενή	25	-
'Εσωτερική κυκλοφορία αέρος	7	-
"Αδηλοι απώλειες, (έπανεξάτμηση του συμπυκνώματος)	12	-
Σύνολον	100	100

Σχήμα 4.3.4 Συγκριτικός ισολογισμός ενέργειας ηλιακών αποστακτήρων

• . . . . , kg/m<sup>2</sup>,

• ,

• , . . . . .

• . . . . ∅

• ,

• ( , ,

)

• ,

• ,

- , , . , , .
- , , , , .

**4.3.1 Ελλάδα: Η πρώτη πλωτή μονάδα αφαλάτωσης στον κόσμο**



, , .

( )

, , .

( )

, .

( )

, .

, .

, .

#### 4.4 Ηλιακή αφαλάτωση δια καταιωνισμού και αντλίας θερμότητας

*αντλία θερμότητας νερού-αέρος* .

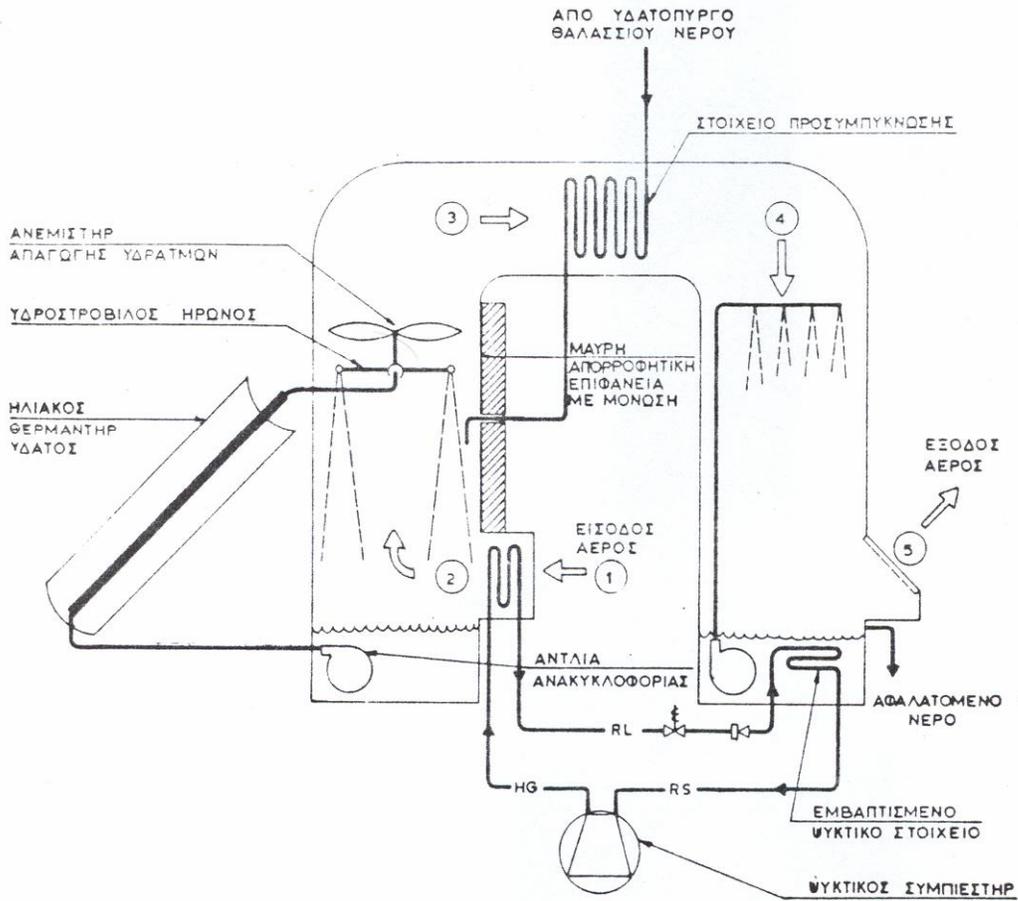
watts , megawatts. , kilo-

*καταιωνισμού.*

*σύστημα*

*Στόχος και πλεονέκτημα*

**Περιγραφή της εγκατάστασης και λειτουργία**



Σχήμα 4.4.1 Σχηματική παράσταση της εγκατάστασης

,  
( 1),  
( R-12 R-22)

( 2)  
( 3)

( - 4)

( 5)

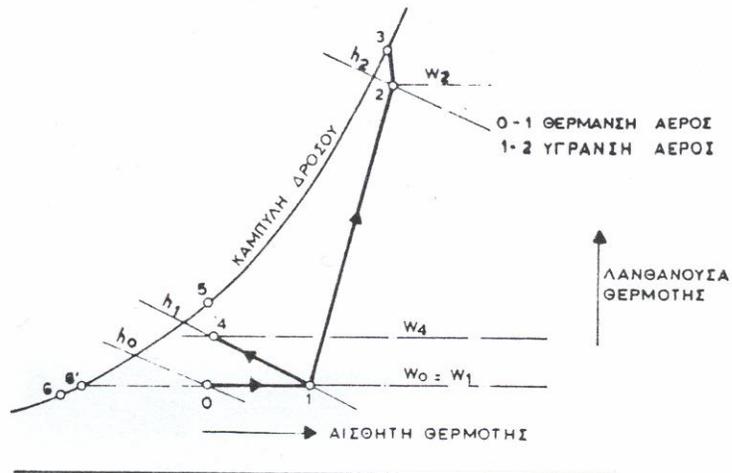
**Κατασκευαστικά στοιχεία – υπολογισμοί**

- 
- 
- 
- 
- 

( )

### Ψυχομετρική ανάλυση

1) Λειτουργία με ηλιοφάνεια και αντλία θερμότητας:



Σχήμα 4.4.2 Ψυχομετρική παράσταση της διεργασίας με αντλία θερμότητας  
 Α) 0123 με ηλιοφάνεια  
 Β) 014 χωρίς ηλιοφάνεια

0 =

0-1 =

= 5 15 C.

1-2 =

h<sub>2</sub>

)

2

(

1-2

2

1-2

W = W<sub>2</sub> - W<sub>1</sub>.

(

2-3 =

3

3-5 =

5-6 =

1 C

**2) Λειτουργία με αντλία θερμότητας χωρίς ηλιοφάνεια (συννεφιά-νυχτα)**

0-1 =

1

1-4 =

4-6 =

4-6



5=

∅

,

*συμπεράσματα:*

•

•

.

,

•

•

•

•

,

-

,

.

.

.

### 4.5 Αφαλάτωση με μηχανική συμπίεση υγρού αέρα

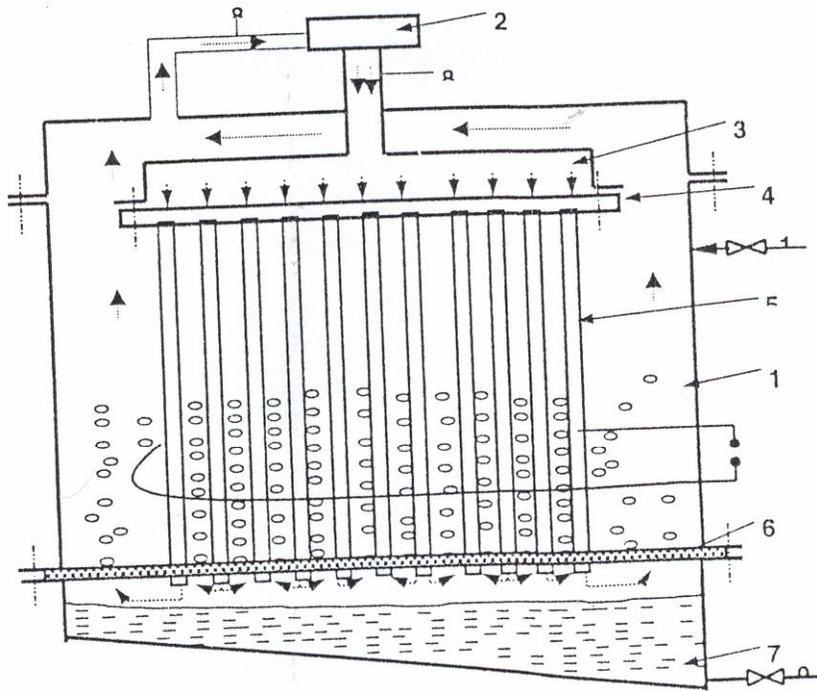
(MVC) ,

2000 m<sup>3</sup>/d .

(Falling film evaporator)

( , )  
( )  
).

### Περιγραφή της διαδικασίας



Σχήμα 4.5.1 Σχηματική απεικόνιση της πειραματικής διάταξης

- 1.Θαλασσινό νερό 2.Συμπιεστής 3. Διανομέας αέρα 4.Αυλοφόρος πλάκα 5.Αυλοί  
6.Πορώδες διάφραγμα 7. Καθαρό νερό 8.Θερμοστοιχεία τύπου K 9.Χειροκίνητη βαλβίδα  
εξαγωγής 10.Χειροκίνητη βαλβίδα εισαγωγής

:

•  
•  
•

25  
 2mm  
 10 m  
 0.006 -0.23 bar,  
 0 1 bar  
 5.5 ó 2.2 m<sup>3</sup> /h

)  
 )  
 )  
 )

( , ).

ev ,

psat

*Πειραματικά αποτελέσματα και συμπεράσματα*









Περιγραφή της εγκατάστασης:

(modules) ,

Χλωριούχο νάτριο (Αλάτι)

35.000 ppm

Περιγραφή της εγκατάστασης και της μεθόδου

modules ,

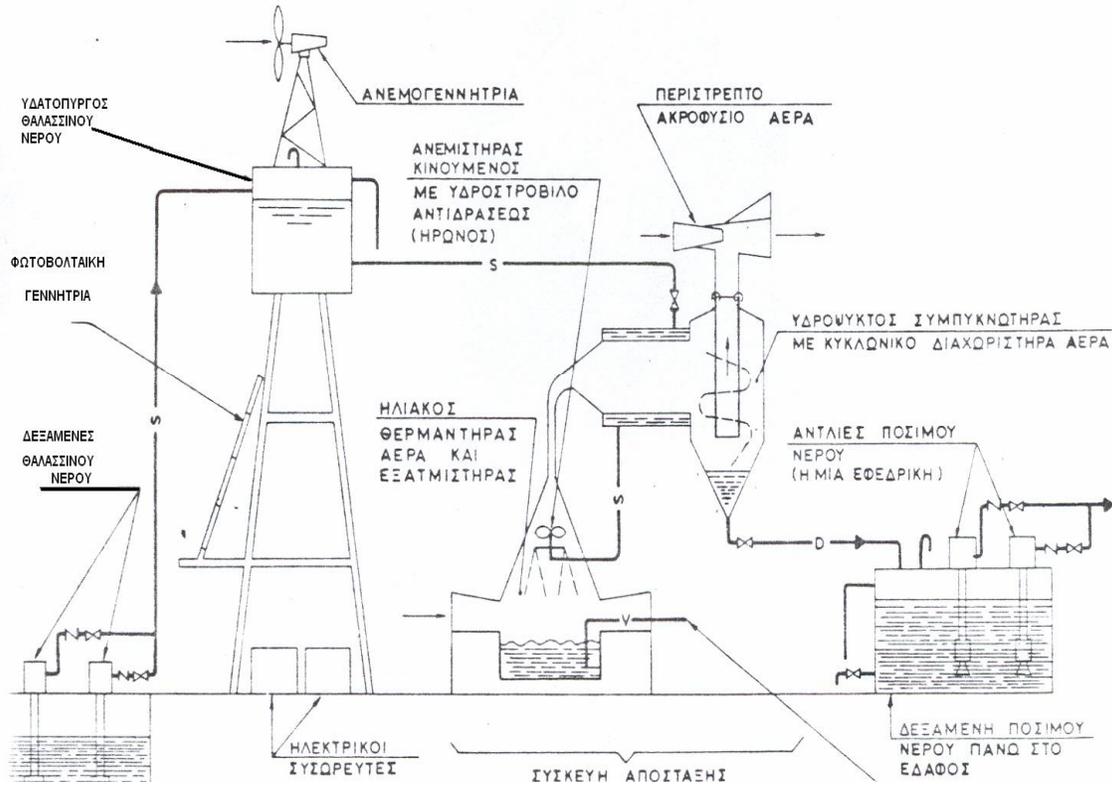
modules ,

Υπολογισμοί

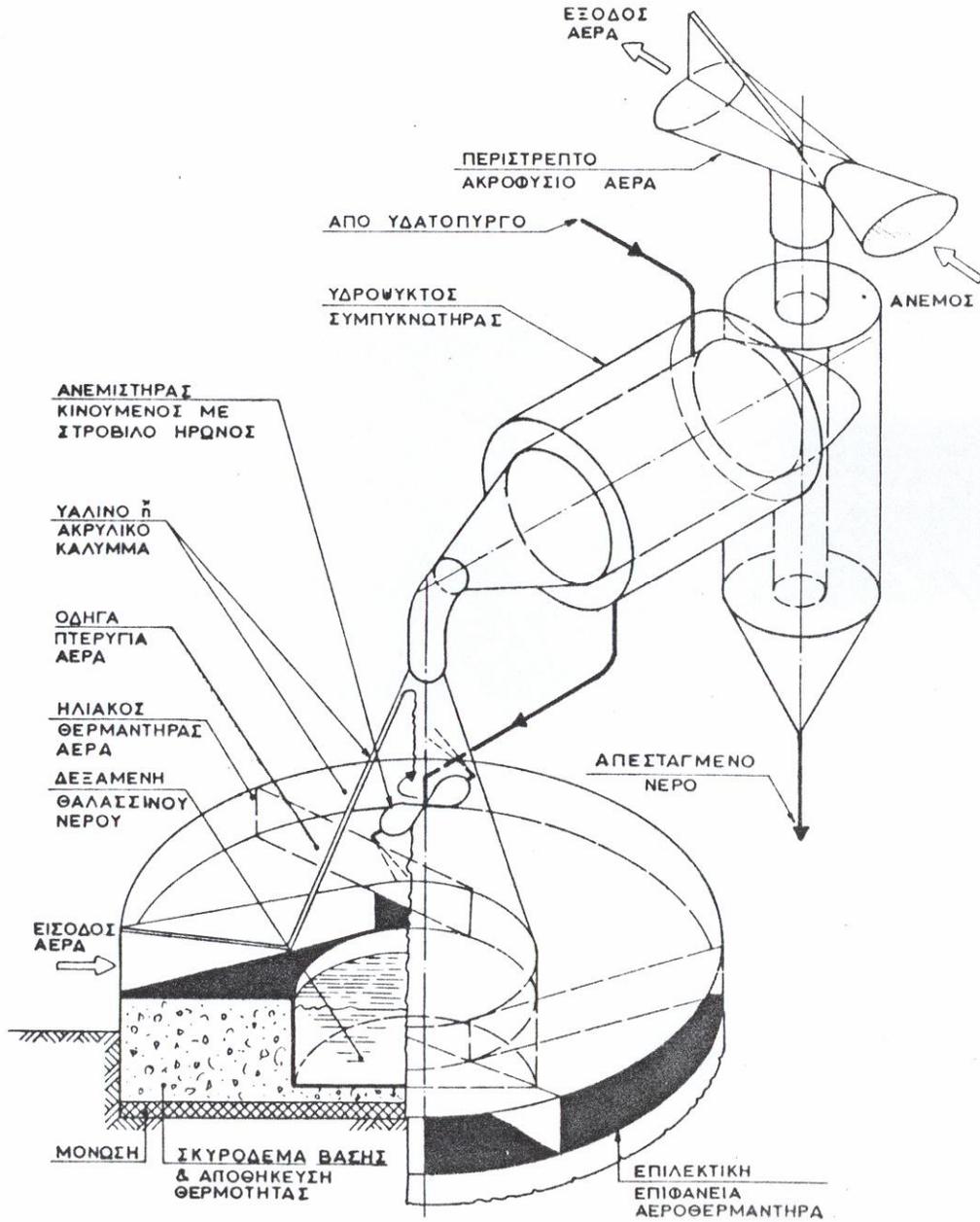
Παράμετροι υπολογισμού είναι:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

- :
- 1) 0,1 m/sec 10 m/sec
  - 10
  - 2) 10 C
  - 2
  - 3) 0,1 m/sec 10
  - m/sec
  - 10 C
  - 20
  - 4) 30 C
  - 5,7
  - 50 C



Σχήμα 4.7.1 Σχηματική παράσταση εγκατάστασης



Σχήμα 4.7.2

Συμπεράσματα

- 1) , :
- 2) ,
- 3) -
- 4) - .
- 5) m2
- 6) [
- 7) ,



Eurostat,

38%

**5.2Η πρόοδος της αφαλάτωσης στην Ελλάδα**

26,4%.

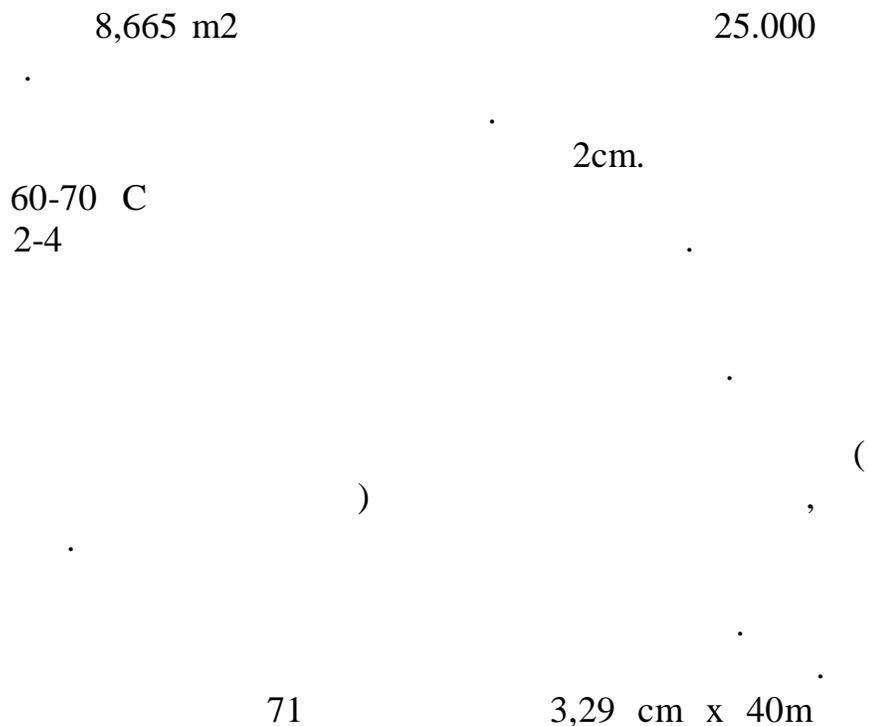
339

2.450 m2.

7,5

15 m2

m2



### 5.2.1 Έργα σε λειτουργία του Ομίλου Vector

#### **N. Θηρασιά 1994**

15kW, 5 m<sup>3</sup> /  
PAS RENA-CT94-0055

#### **N. Σύρος 1997**

kW, 2 ( ).  
Joule (JOR3-CT95-0018)

500

### 5.2.2 Μονάδες Αντίστροφης Οσμωσης στα Ελληνικά Νησιά

Περιοχή	Ημ/νία Εγκατάστασης	Ημερ. Παραγωγή κμ/ημ	Νερό Τροφοδοσίας
Ορνός, Μύκονος	1989	1,200	θαλασσινό
Ερμούπολις, Σύρος	1989 1993 1998/99	1,200 800 960	θαλασσινό
Κίνι, Σύρος	1993	144	θαλασσινό
Οία, Σαντορίνη	1994 1998	400 150	θαλασσινό
Οία, Σαντορίνη			
Θηρασιά	1997	200 l/h	θαλασσινό
Ομηρούπολις, Χίος	2000	600	υφάλμυρο
Νίσυρος	1991	300	θαλασσινό
Ιθάκη	1983	500	θαλασσινό

### 5.3 Μονάδα Αφαλάτωσης Δεκέλειας

1 1997, 20 000  
 000 18 1998, 40

#### Λειτουργία της Μονάδας

500 1 200  
 (pH)  
 17  
 /  
 1 m(1 10<sup>-6</sup> m)  
 5 000  
 160  
 50%.

2 500

**Συνολικό κόστος: US\$ 29.000.000**

**Τεχνικά χαρακτηριστικά**

.	:	40 000	/
.	:	14 600 000	/
.	:	36 000	/
.	:	13 140 000	/
.	:		
.	:		
.	:		40 570 mg/l
.	:	50%	
.	:	3 332	/
.	:	1 666	/
.	:		<500 mg/l

**1. Στάδιο προεπεξεργασίας**

( ).

**2. Στάδιο αντίστροφης όσμωσης**

80

54

20% 70%

**3. Τελικό στάδιο επεξεργασίας**

(pH)



Σχήμα 5.3.1 Μικροφίλτρα



*Σχήμα 5.3.2 Γενική άποψη της Μονάδας Αφαλάτωσης Δεκέλειας*

**6ο ΜΕΡΟΣ: ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ  
ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑ**

= 37.97 °. Η

∅

0

( =0 ).

m<sup>2</sup>.

21

:

**6.1. Υπολογισμός άμεσης ακτινοβολίας οριζοντίου επιπέδου G<sub>b</sub>**

:

$$G_b = M_t + A_t \sin\left(\frac{360}{365} D - P_t\right) \quad (6.1.1)$$

- t, A<sub>t</sub>, P<sub>t</sub> 6.2.1
- D=1-365.  
21, 21,52.80, 111, 141, 172, 202, 233, 264, 294, 325, 355. D :

**6.2. Υπολογισμός Διάχυτης ακτινοβολίας οριζοντίου επιπέδου G<sub>d</sub>**

:

$$G_d = m_t + a_t \sin\left(\frac{360}{365} D - p_t\right) \quad (6.2.1)$$

- m<sub>t</sub>, a<sub>t</sub>, p<sub>t</sub> 6.2.1

Πίνακας 6.2.1

t(hr)	t (kW/m <sup>2</sup> )	At (kW/m <sup>2</sup> )	Pt (degrees)	mt (kW/m <sup>2</sup> )	at (kW/m <sup>2</sup> )	pt (degrees)
07.00	0.007	0.046	86.18	0.048	0.111	81.23
08.00	0.057	0.068	87.31	0.134	0.127	82.45
09.00	0.119	0.104	87.94	0.208	0.133	83.94
10.00	0.191	0.129	88.31	0.261	0.129	85.60
11.00	0.258	0.153	89.35	0.283	0.117	86.05
12.00	0.319	-0.181	-88.88	0.271	0.095	82.71
13.00	0.342	-0.194	-89.18	0.243	0.081	81.95
14.00	0.325	0.183	87.21	0.210	0.083	87.23
15.00	0.269	0.166	86.22	0.176	0.087	89.53
16.00	0.183	0.147	82.10	0.141	-0.085	-88.19
17.00	0.078	0.131	79.85	0.104	-0.079	-88.97
18.00	-0.025	0.114	77.36	0.051	0.091	86.79

**6.3. Υπολογισμός ολικής ακτινοβολίας  $G_T$  κεκλιμένου επιπέδου:**

$$G_T = G_b R_b + G_d \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + (G_b + G_d) \rho \left( \frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad (6.3.1)$$

:

•

$$= 0.2$$

• Rb

•  $\varnothing$ 

Rb

:

$$R_b = \frac{\sin(\delta) \sin(\phi - \beta) + \cos(\delta) \cos(\phi - \beta) \cos(\omega)}{\sin(\delta) \sin(\phi) + \cos(\delta) \cos(\phi) \cos(\omega)} \quad (6.3.2)$$

:

•

$$= 37,97^\circ.$$

•

$$= 37,97^\circ$$



**Ιανουάριος**

Πίνακας 6.3.1

Ιανουάριος μέρα 21η			
t	G <sub>d</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>b</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>T</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
07.00	-0.0486	-0.0486	0.3722
08.00	0.0221	-0.0054	0.0041
09.00	0.0893	0.0231	0.1315
10.00	0.1442	0.0717	0.2694
11.00	0.1767	0.1155	0.3724
12.00	0.1871	0.1485	0.4383
13.00	0.1720	0.1596	0.4485
14.00	0.1339	0.1572	0.4237
15.00	0.0949	0.1179	0.3406
16.00	0.0606	0.0540	0.2168
17.00	0.0296	-0.0345	0.4402
18.00	-0.0322	-0.1202	-0.0320

07.00 08.00

G

0.

16.00. 0.4402 -0.0320

17.00 18.00

G=0.

Πίνακας 6.3.2

Ιανουάριος Μέρα 21η	
t	G <sub>T</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
07.00	0
08.00	0
09.00	0.1315
10.00	0.2694
11.00	0.3724
12.00	0.4383
13.00	0.4485
14.00	0.4237
15.00	0.3406
16.00	0.2168
17.00	0
18.00	0

**Φεβρουάριος**

Πίνακας 6.3.3

Φεβρουάριος μέρα 52η			
t	G <sub>d</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>b</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>T</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
07.00	-0.0074	-0.0193	-0.0682
08.00	0.0683	0.0170	0.0941
09.00	0.1362	0.0569	0.2183
10.00	0.1883	0.1133	0.3498
11.00	0.2163	0.1637	0.4488
12.00	0.2215	0.2031	0.5119
13.00	0.2017	0.2185	0.5194
14.00	0.1613	0.2176	0.4884
15.00	0.1221	0.1739	0.3979
16.00	0.0858	0.1077	0.2788
17.00	0.0535	0.0154	0.0980
18.00	-0.0018	-0.0751	-0.0032

:

Πίνακας 6.3.4

Φεβρουάριος μέρα 52η	
t	G <sub>T</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
07.00	0
08.00	0.0941
09.00	0.2183
10.00	0.3498
11.00	0.4488
12.00	0.5119
13.00	0.5194
14.00	0.4884
15.00	0.3979
16.00	0.2788
17.00	0.0980
18.00	0

**Μάρτιος**

Πίνακας 6.3.5

<b>Μάρτιος μέρα 80η</b>			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	0.0435	0.0012	0.0414
08.00	0.1261	0.0471	0.1768
09.00	0.1963	0.1027	0.3131
10.00	0.2460	0.1699	0.4457
11.00	0.2684	0.2303	0.5444
12.00	0.2647	0.2807	0.6063
13.00	0.2387	0.3019	0.6100
14.00	0.1980	0.2986	0.5688
15.00	0.1600	0.2479	0.4686
16.00	0.1220	0.1748	0.3396
17.00	0.0874	0.0758	0.1798
18.00	0.0385	-0.0219	0.0348

**Απρίλιος**

Πίνακας 6.3.6

<b>Απρίλιος μέρα 111η</b>			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	0.1005	0.0252	0.1123
08.00	0.1917	0.0827	0.2567
09.00	0.2653	0.1572	0.4088
10.00	0.3132	0.2376	0.5461
11.00	0.3295	0.3107	0.6463
12.00	0.3138	0.3760	0.7064
13.00	0.2804	0.4041	0.7050
14.00	0.2414	0.3944	0.6516
15.00	0.2057	0.3346	0.5415
16.00	0.1668	0.2506	0.3988
17.00	0.1290	0.1428	0.2331
18.00	0.0861	0.0356	0.0796

**Μάιος**

Πίνακας 6.3.7

Μάιος μέρα 141η			
t	G <sub>d</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>b</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>T</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
07.00	0.1420	0.0437	0.1572
08.00	0.2400	0.1104	0.3111
09.00	0.3171	0.2000	0.4751
10.00	0.3647	0.2909	0.6173
11.00	0.3765	0.3747	0.7192
12.00	0.3501	0.4534	0.7772
13.00	0.3110	0.4867	0.7712
14.00	0.2753	0.4689	0.7090
15.00	0.2422	0.4013	0.5926
16.00	0.2034	0.3062	0.4397
17.00	0.1627	0.1905	0.2677
18.00	0.1230	0.0754	0.1142

**Ιούνιος**

Πίνακας 6.3.8

Ιούνιος μέρα 172η			
t	G <sub>d</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>b</sub> (kW/m <sup>2</sup> )	G <sub>T</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
07.00	0.1590	0.0527	0.1756
08.00	0.2608	0.1244	0.3354
09.00	0.3406	0.2219	0.5068
10.00	0.3893	0.3185	0.6536
11.00	0.3993	0.4088	0.7581
12.00	0.3659	0.4964	0.8159
13.00	0.3239	0.5323	0.8077
14.00	0.2923	0.5064	0.7401
15.00	0.2617	0.4339	0.6209
16.00	0.2241	0.3299	0.4616
17.00	0.1814	0.2090	0.2853
18.00	0.1413	0.0889	0.1312

Ιούλιος

Πίνακας 6.3.9

Ιούλιος μέρα 202η			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	0.1460	0.0493	0.1641
08.00	0.2474	0.1201	0.3253
09.00	0.3283	0.2159	0.4991
10.00	0.3792	0.3115	0.6495
11.00	0.3906	0.4019	0.7579
12.00	0.3560	0.4910	0.8187
13.00	0.3150	0.5261	0.8124
14.00	0.2870	0.4946	0.7428
15.00	0.2579	0.4218	0.6241
16.00	0.2221	0.3138	0.4616
17.00	0.1790	0.1921	0.2826
18.00	0.1351	0.0718	0.1252

Αύγουστος

Πίνακας 6.3.10

Αύγουστος μέρα 233η			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	0.1059	0.0343	0.1244
08.00	0.2025	0.0984	0.2817
09.00	0.2826	0.1832	0.4515
10.00	0.3364	0.2713	0.6035
11.00	0.3522	0.3554	0.7158
12.00	0.3226	0.4385	0.7831
13.00	0.2861	0.4693	0.7814
14.00	0.2604	0.4362	0.7135
15.00	0.2316	0.3675	0.5989
16.00	0.1979	0.2615	0.4371
17.00	0.1561	0.1436	0.2579
18.00	0.1057	0.0277	0.0973

Σεπτέμβριος

Πίνακας 6.3.11

Σεπτέμβριος μέρα 264η			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	0.0496	0.0116	0.0605
08.00	0.1386	0.0652	0.2114
09.00	0.2163	0.1327	0.3698
10.00	0.2727	0.2088	0.5197
11.00	0.2946	0.2818	0.6341
12.00	0.2749	0.3527	0.7077
13.00	0.2452	0.3771	0.7121
14.00	0.2199	0.3468	0.6499
15.00	0.1898	0.2859	0.5439
16.00	0.1578	0.1874	0.3874
17.00	0.1186	0.0768	0.2087
18.00	0.0612	-0.0310	0.0554

Οκτώβριος

Πίνακας 6.3.11

Οκτώβριος μέρα 294η			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	-0.0054	-0.0116	-0.0447
08.00	0.0753	0.0308	0.1274
09.00	0.1496	0.0800	0.2704
10.00	0.2078	0.1434	0.4171
11.00	0.2356	0.2041	0.5312
12.00	0.2275	0.2605	0.6083
13.00	0.2049	0.2784	0.6180
14.00	0.1779	0.2542	0.5651
15.00	0.1456	0.2021	0.4703
16.00	0.1145	0.1143	0.3220
17.00	0.0784	0.0123	0.1139
18.00	0.0152	-0.0864	0.0121

Πίνακας 6.3.12

Οκτώβριος μέρα 294η	
t	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	0
08.00	0.1274
09.00	0.2704
10.00	0.4171
11.00	0.5312
12.00	0.6083
13.00	0.6180
14.00	0.5651
15.00	0.4703
16.00	0.3220
17.00	0.1139
18.00	0.0121

**Νοέμβριος**

Πίνακας 6.3.13

Νοέμβριος μέρα 325η			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	-0.0475	-0.0304	0.2671
08.00	0.0262	0.0025	0.0316
09.00	0.0970	0.0364	0.1680
10.00	0.1554	0.0890	0.3141
11.00	0.1878	0.1388	0.4268
12.00	0.1906	0.1815	0.5030
13.00	0.1739	0.1940	0.5154
14.00	0.1434	0.1782	0.4754
15.00	0.1084	0.1341	0.3911
16.00	0.0771	0.0577	0.2468
17.00	0.0439	-0.0362	0.4100
18.00	-0.0224	-0.1267	-0.0232

Πίνακας 6.3.14

Νοέμβριος μέρα 325η	
t	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	0
08.00	0.0316
09.00	0.1680
10.00	0.3141
11.00	0.4268
12.00	0.5030
13.00	0.5154
14.00	0.4754
15.00	0.3911
16.00	0.2468
17.00	0
18.00	0

Δεκέμβριος

Πίνακας 6.3.15

Δεκέμβριος μέρα 355η			
t	$G_d(\text{kW/m}^2)$	$G_b(\text{kW/m}^2)$	$G_T(\text{kW/m}^2)$
07.00	-0.0630	-0.0387	0.1009
08.00	0.0071	-0.0105	-0.0350
09.00	0.0753	0.0160	0.1082
10.00	0.1326	0.0633	0.2545
11.00	0.1666	0.1070	0.3637
12.00	0.1761	0.1413	0.4352
13.00	0.1620	0.1514	0.4472
14.00	0.1276	0.1434	0.4185
15.00	0.0902	0.1039	0.3376
16.00	0.0578	0.0361	0.1955
17.00	0.0264	-0.0530	0.2413
18.00	-0.0394	-0.1389	-0.0390

Πίνακας 6.3.16

Δεκέμβριος μέρα 355η	
t	G <sub>T</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
07.00	0
08.00	0
09.00	0.1082
10.00	0.2545
11.00	0.3637
12.00	0.4352
13.00	0.4472
14.00	0.4185
15.00	0.3376
16.00	0.1955
17.00	0
18.00	0

#### 6.4. Υπολογισμός θερμοκρασίας περιβάλλοντος T<sub>a</sub>

:

$$T_a(H) = M + \sum_{i=1}^3 C_i \cos\left[i \frac{360}{24}(H - 0.5)\right] + \sum_{i=1}^3 S_i \sin\left[i \frac{360}{24}(H - 0.5)\right] \quad (6.4.1)$$

- 1-24.
- , C<sub>i</sub>, S<sub>i</sub>, 6.4.1

Πίνακας 6.4.1

DAY	M	C1	C2	C3	S1	S2	S3
21 JAN	9.384	-1.6730	0.7110	0.0085	-1.7230	0.5240	-0.2410
21 FEB	10.984	-2.1500	0.7850	-0.1070	-1.7500	0.5780	-0.0724
21 MAR	11.955	-1.8980	0.6510	-0.0097	-1.0840	0.2550	-0.0093
21 APR	15.072	-2.6680	0.7270	0.2690	-1.7630	0.2430	0.2120
21 MAY	20.724	-2.7960	0.7590	0.0926	-1.3440	0.1190	0.3080
21 JUN	26.192	-3.3930	1.1150	0.1560	-2.1960	-0.1390	0.1570
21 JUL	28.080	-3.3590	0.8110	0.2720	-2.0770	0.1340	0.1400
21 AUG	27.880	-3.1130	0.8840	0.0670	-1.9780	0.4860	0.3610
21 SEP	23.236	-3.3100	1.0350	-0.0495	-1.6960	0.4770	0.2210
21 OCT	18.144	-2.6300	1.0850	-0.1440	-1.4270	0.6040	0.1380
21 NOV	11.968	-1.3000	0.6160	-0.2520	-0.3170	0.6290	-0.0490
21 DEC	9.264	-1.1100	0.5210	-0.1520	-0.8810	0.3330	0.0080

:

Πίνακας 6.4.2

Τα (° C)												
	21 JAN	21 FEB	21 MAR	21 APR	21 MAY	21 JUN	21 JUL	21 AUG	21 SEP	21 OCT	21 NOV	21 DEC
1	8.2384	9.4053	10.6140	13.2915	18.7448	23.7866	25.6016	25.7152	20.8950	16.4744	11.1440	8.5006
2	7.8329	9.1839	10.4150	12.9171	18.5683	23.1118	25.0835	25.5749	20.7833	16.4348	11.3843	8.4544
3	7.4721	8.9485	10.1992	12.3979	18.2489	22.4030	24.5153	25.2123	20.5293	16.2356	11.5618	8.3691
4	7.2206	8.7131	10.0228	11.9283	17.9071	21.8774	24.1092	24.7326	20.1986	15.8993	11.5873	8.2196
5	7.1041	8.5246	9.9597	11.7503	17.7567	21.7738	24.0921	24.3798	19.9690	15.5593	11.4384	8.0297
6	7.1256	8.4675	10.0820	12.0377	18.0043	22.2542	24.6002	24.4253	20.0610	15.4218	11.1935	7.8794
7	7.2976	8.6477	10.4381	12.8143	18.7433	23.3313	25.6159	25.0377	20.6402	15.6855	11.0144	7.8804
8	7.6592	9.1550	11.0338	13.9457	19.8988	24.8555	26.9760	26.1989	21.7363	16.4519	11.0782	8.1275
9	8.2610	10.0164	11.8231	15.2043	21.2513	26.5652	28.4426	27.7076	23.2157	17.6685	11.4893	8.6469
10	9.1209	11.1614	12.7108	16.3677	22.5247	28.1746	29.7944	29.2641	24.8219	19.1316	12.2165	9.3707
11	10.1766	12.4211	13.5688	17.2974	23.4936	29.4584	30.8924	30.5884	26.2627	20.5504	13.0897	10.1509
12	11.2689	13.5670	14.2635	17.9590	24.0543	30.2983	31.6901	31.5125	27.3029	21.6428	13.8618	10.8101
13	12.1744	14.3784	14.6856	18.3828	24.2310	30.6794	32.1945	32.0042	27.8234	22.2223	14.3076	11.2063
14	12.6817	14.7117	14.7763	18.5987	24.1214	30.6525	32.4129	32.1226	27.8270	22.2418	14.3124	11.2813
15	12.6762	14.5425	14.5404	18.5919	23.8219	30.2897	32.3234	31.9442	27.4000	21.7809	13.9082	11.0719
16	12.1916	13.9652	14.0428	18.3088	23.3779	29.6609	31.8899	31.5087	26.6591	20.9939	13.2450	10.6820
17	11.3995	13.1506	13.3903	17.7092	22.7862	28.8368	31.1105	30.8173	25.7139	20.0485	12.5160	10.2324
18	10.5401	12.2832	12.7023	16.8276	22.0390	27.9039	30.0624	29.8785	24.6585	19.0828	11.8781	9.8145
19	9.8256	11.5046	12.0823	15.7995	21.1769	26.9707	28.9080	28.7630	23.5854	18.1938	11.4060	9.4687
20	9.3623	10.8854	11.5949	14.8265	20.3076	26.1482	27.8475	27.6237	22.5974	17.4475	11.0971	9.1928
21	9.1267	10.4286	11.2573	14.0940	19.5740	25.5102	27.0388	26.6559	21.7991	16.8911	10.9127	8.9681
22	9.0029	10.0963	11.0436	13.6832	19.0863	25.0551	26.5266	26.0146	21.2644	16.5512	10.8232	8.7837
23	8.8558	9.8397	10.9012	13.5311	18.8595	24.6990	26.2250	25.7345	20.9984	16.4178	10.8279	8.6430
24	8.6014	9.6183	10.6140	13.4637	18.7984	24.3117	25.9672	25.7037	20.9217	16.4286	10.9386	8.5521

**6.5 Υπολογισμός θερμοκρασιών  $T_b$  (λεκάνης) και  $T_g$  (καλύμματος)**

:

$$G_T \tau a = q_e + q_{r,b-g} + q_{c,b-g} + q_k + (mCp)_b \left( \frac{\Delta T_b}{\Delta t} \right) \quad (6.5.1)$$

- $G_T$ :
- :
- :
- $q_e$ :  
(W/m<sup>2</sup>)

=0.9  
=0.9  
-

$$q_e = 9.15 \times 10^{-7} hc' (p_{wb} - p_{wg}) h_{fg} \quad (6.5.2)$$

:

- $hc' = 0.884 \left[ T_b - T_g + \left( \frac{p_{wb} - p_{wg}}{2016 - p_{wb}} \right) T_b \right]^{\frac{1}{3}}$  (6.5.3)

- $P_{wb}$  : b  
(mmHg)

$$p_{wb} = e^{\left[ \frac{C8}{T_b} + C9 + C10 * T_b + C11 * T_b^2 + C12 * T_b^3 + C13 * \ln(T_b) \right]} * 0.00750638 \quad (6.5.4)$$

- $P_{wg}$  : g  
(mmHg)

$$p_{wg} = e^{\left[ \frac{C8}{T_g} + C9 + C10 * T_g + C11 * T_g^2 + C12 * T_g^3 + C13 * \ln(T_g) \right]} * 0.00750638 \quad (6.5.5)$$

:

- C8= -5800.2206
- C9= 1.3914993
- C10= -0.048640239
- C11= 0.41764768\*10<sup>-4</sup>
- C12= -0.14452093\*10<sup>-7</sup>
- C13= 6.5459673

- hfg

b.

- $q_{r,b-g}$ :  

$$q_{r,b-g} = 0.9\sigma(T_b^4 - T_g^4) \quad (6.5.6)$$

- $\sigma$  (Stefan-Boltzmann constant):  

$$\sigma = 5.6697 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2 \text{ K)} \quad (6.5.7)$$

- $q_{c,b-g}$ :  

$$q_{c,b-g} = hc'(T_b - T_g) \quad (6.5.8)$$

- $q_k$ :  

$$q_k = U_g(T_b - T_a) \quad (6.5.9)$$

- $U_g = K/L \quad (6.5.10)$

- $U_g = 0.038 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$

- $L = 0.04 \text{ m}$

- $m = \rho \cdot z \quad (6.5.11)$

- $C_p = 4.184 \text{ J/KgK} = 1.162 \text{ Wh/KgK}$

- $\Delta T_b = T_b^{t+1} - T_b^t \quad t=1 \text{ hr}$

- $T_a = 1$

- $q_e + q_{r,b-g} + q_{c,b-g} = \left(\frac{1}{\cos \beta}\right)(q_{c,g-a} + q_{r,g-a}) \quad (6.5.12)$

•  $q_{c,g-a}$  :

$$q_{c,g-a} = h_{c,g-a} (T_g - T_a) \quad (W/m^2) \quad (6.5.13)$$

•  $q_{r,g-a}$  :

$$q_{r,g-a} = \epsilon_g \sigma (T_g^4 - T_a^4) \quad (W/m^2) \quad (6.5.14)$$

•  $1/\cos = 1/\cos(37.97) = 1.268$

•  $h_{c,g-a} = 15 \quad (W/m^2 K)$

•  $T_g$  :

•  $\epsilon_g = 0.88$

• :

(6.5.12)  $b^t$

(6.5.1)  $g$

$Tb^{t+1}$  ,

24

$b$   $g$

**6.6. Υπολογισμός παροχής μάζας απεσταγμένου νερού και βαθμού απόδοσης.**

• :

$$mD = \frac{qe}{h_{fg}} * 3600 \quad (kgr / m^2 hr) \quad (6.6.1)$$

• :

$$ni = qe / GT \quad (6.6.2)$$

**6.7.Αποτελέσματα υπολογισμών***Πίνακας 6.7.1*

<b>ΩΡΑ</b>	<b>( °C)</b>	<b>b ( °C)</b>	<b>Tg ( °C)</b>	<b>GT (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>mD (kg/m<sup>2</sup>hr)</b>	<b>ni</b>
1	8.2384	8.8000	8.3300	0	0.0001	0
2	7.8329	8.5000	7.9400	0	0.0002	0
3	7.4721	8.2600	7.6100	0	0.0002	0
4	7.2206	7.9800	7.3400	0	0.0002	0
5	7.1041	7.7100	7.2000	0	0.0001	0
6	7.1256	7.4900	7.1800	0	0.0001	0
7	7.2976	7.3700	7.3100	0	0.0000	0
8	7.6592	7.3400	7.6100	0	0.0000	0
9	8.2610	7.4400	8.1400	131,5	0.0003	0.15%
10	9.1209	16.8500	11.3200	269.4	0.0260	6.6%
11	10.1766	30.9500	19.9600	372.4	0.2109	38.2%
12	11.2689	35.7900	24.1900	438.3	0.3116	47.77%
13	12.1744	38.2500	26.5900	448.5	0.3656	54.61%
14	12.6817	38.0100	26.5500	423.7	0.3498	59.31%
15	12.6762	37.2100	25.8700	340.6	0.3275	64.48%
16	12.1916	32.0900	21.7800	216.8	0.2015	66.64%
17	11.3995	27.2900	18.3600	0	0.1177	0
18	10.5401	13.9000	11.9100	0	0.0031	0
19	9.8256	12.7900	10.9900	0	0.0024	0
20	9.3623	11.8200	10.2100	0	0.0018	0
21	9.1267	10.9900	9.6600	0	0.0012	0
22	9.0029	10.3400	9.3400	0	0.0006	0
23	8.8558	9.8800	9.1500	0	0.0003	0
24	8.6014	9.5500	8.9700	0	0.0002	0

Πίνακας 6.7.2

<b>ΩΡΑ</b>	( °C)	b ( °C)	Tg ( °C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	mD (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
<b>1</b>	9.4053	9.7380	9.4600	0	0.0000	0
<b>2</b>	9.1839	9.6220	9.2560	0	0.0000	0
<b>3</b>	8.9485	9.4680	9.0350	0	0.0001	0
<b>4</b>	8.7131	9.2848	8.8080	0	0.0001	0
<b>5</b>	8.5246	9.0820	8.6170	0	0.0001	0
<b>6</b>	8.4675	8.8850	8.5360	0	0.0001	0
<b>7</b>	8.6477	8.7400	8.6620	0	0.0001	0
<b>8</b>	9.1550	15.2690	10.7450	94.1	0.0000	0.00%
<b>9</b>	10.0164	27.1030	17.2170	218.3	0.0162	5.08%
<b>10</b>	11.1614	36.0210	24.3670	349.8	0.1387	26.84%
<b>11</b>	12.4211	38.5982	26.9820	448.8	0.3183	38.03%
<b>12</b>	13.5670	41.4742	30.8570	511.9	0.3714	48.60%
<b>13</b>	14.3784	42.6220	31.2590	519.4	0.4926	60.71%
<b>14</b>	14.7117	40.6440	29.4280	488.4	0.4658	64.39%
<b>15</b>	14.5425	34.7120	24.5370	397.9	0.4231	71.02%
<b>16</b>	13.9652	32.2960	22.5090	278.8	0.2333	66.29%
<b>17</b>	13.1506	20.4630	15.3170	98	0.1880	40.56%
<b>18</b>	12.2832	15.8370	13.0800	0	0.0285	0
<b>19</b>	11.5046	14.0730	12.0400	0	0.0063	0
<b>20</b>	10.8854	12.9250	11.2880	0	0.0033	0
<b>21</b>	10.4286	12.0640	10.7380	0	0.0020	0
<b>22</b>	10.0963	11.4040	10.3350	0	0.0013	0
<b>23</b>	9.8397	10.8950	10.0270	0	0.0008	0
<b>24</b>	9.6183	9.8000	9.6480	0	0.0005	0

Πίνακας 6.7.3

<b>ΩΡΑ</b>	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	mD (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
1	10.6140	10.8560	10.6530	0	0.0000	0
2	10.4150	10.7715	10.4740	0	0.0001	0
3	10.1992	10.6460	10.2740	0	0.0001	0
4	10.0228	10.4875	10.1000	0	0.0001	0
5	9.9597	10.3220	10.0190	0	0.0001	0
6	10.0820	10.1940	10.1000	0	0.0000	0
7	10.4381	10.1560	10.3950	41.4	0.0000	0.06%
8	11.0338	13.1340	11.4510	176.8	0.0021	0.83%
9	11.8231	24.5720	16.5740	313.1	0.0819	17.76%
10	12.7108	36.1850	24.7800	445.7	0.2909	43.82%
11	13.5688	40.6720	29.2000	544.4	0.4137	50.81%
12	14.2635	44.3520	32.8400	606.3	0.5233	57.48%
13	14.6856	45.6130	34.1800	610.0	0.5597	61.04%
14	14.7763	44.9860	33.5900	568.8	0.5353	62.61%
15	14.5404	43.0110	31.6400	468.6	0.4714	67.06%
16	14.0428	37.9250	26.9500	339.6	0.3238	63.87%
17	13.3903	33.3320	23.0400	179.8	0.2184	81.79%
18	12.7023	24.8260	17.1740	34.8	0.0769	105.06%
19	12.0823	15.1420	12.7520	0	0.0048	0
20	11.5949	13.7030	12.0170	0	0.0022	0
21	11.2573	12.7980	11.7600	0	0.0029	0
22	11.0436	12.7210	11.3600	0	0.0014	0
23	10.9012	12.0350	11.1060	0	0.0006	0
24	10.6140	11.5970	10.7930	0	0.0000	0

Πίνακας 6.7.4

<b>ΩΡΑ</b>	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
<b>1</b>	13.2915	13.6000	13.3430	0	0.0001	0
<b>2</b>	12.9171	13.4880	13.0160	0	0.0002	0
<b>3</b>	12.3979	13.2760	12.5540	0	0.0004	0
<b>4</b>	11.9283	12.9400	12.1100	0	0.0005	0
<b>5</b>	11.7503	12.5490	11.8910	0	0.0003	0
<b>6</b>	12.0377	12.2490	12.0720	0	0.0000	0
<b>7</b>	12.8143	12.1740	12.7200	112.3	0.0002	0.14%
<b>8</b>	13.9457	20.2070	15.7130	256.7	0.0218	5.80%
<b>9</b>	15.2043	34.2776	24.4650	408.8	0.2134	35.11%
<b>10</b>	16.3677	42.5724	31.7690	546.1	0.4208	51.41%
<b>11</b>	17.2974	46.6290	35.8470	646.3	0.5404	55.57%
<b>12</b>	17.9590	50.4390	39.8070	706.4	0.6710	62.87%
<b>13</b>	18.3828	50.7600	40.2300	705.0	0.6736	63.25%
<b>14</b>	18.5987	50.9230	40.4410	651.6	0.6754	68.54%
<b>15</b>	18.5919	47.3000	36.8280	541.5	0.5369	69.83%
<b>16</b>	18.3088	44.3080	33.6450	398.8	0.4288	71.60%
<b>17</b>	17.7092	37.9700	28.2660	233.1	0.2631	75.62%
<b>18</b>	16.8276	30.9000	22.8090	79.6	0.1237	104.80%
<b>19</b>	15.7995	23.3350	18.1590	0	0.0345	0
<b>20</b>	14.8265	18.2010	15.6130	0	0.0068	0
<b>21</b>	14.0940	16.4989	14.6040	0	0.0033	0
<b>22</b>	13.6832	15.3983	14.0270	0	0.0017	0
<b>23</b>	13.5311	14.6690	13.7420	0	0.0007	0
<b>24</b>	13.4637	14.2140	13.5970	0	0.0003	0

Πίνακας 6.7.5

ΩΡΑ	( °C)	b ( °C)	Tg ( °C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	mD (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
1	18.7448	18.9000	18.7710	0	0.0000	0
2	18.5683	18.8410	18.6160	0	0.0001	0
3	18.2489	18.7380	18.3360	0	0.0002	0
4	17.9071	18.5470	18.0240	0	0.0003	0
5	17.7567	18.2930	17.8530	0	0.0002	0
6	18.0043	18.0840	18.0180	0	0.0000	0
7	18.7433	18.0550	18.7133	157.2	0.0004	0.16%
8	19.8988	29.2500	23.3430	311.1	0.0634	13.78%
9	21.2513	43.4680	34.0383	475.1	0.3526	49.47%
10	22.5247	48.0890	38.5890	617.3	0.4771	51.26%
11	23.4936	55.0660	45.7170	719.2	0.7228	56.18%
12	24.0543	57.6460	47.3980	777.2	0.8904	58.56%
13	24.2310	60.3444	51.4320	771.2	0.9348	69.41%
14	24.1214	58.5268	46.2750	709.0	0.8651	72.70%
15	23.8219	52.9050	41.8920	592.6	0.7266	86.44%
16	23.3779	46.8080	39.0120	439.7	0.5890	69.79%
17	22.7862	43.5390	36.9950	267.7	0.4375	72.30%
18	22.0390	36.0963	27.5080	114.2	0.2582	60.87%
19	21.1769	31.3820	25.1750	0	0.0792	0
20	20.3076	22.5265	20.8080	0	0.0040	0
21	19.5740	21.4248	19.9710	0	0.0027	0
22	19.0863	20.5541	17.3860	0	0.0017	0
23	18.8595	19.8982	19.0660	0	0.0008	0
24	18.7984	18.9000	18.9200	0	0.0003	0

Πίνακας 6.7.6

<b>ΩΡΑ</b>	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
1	23.7866	24.5000	23.9250	0	0.0005	0
2	23.1118	24.1920	23.3320	0	0.0011	0
3	22.4030	23.7060	22.6740	0	0.0016	0
4	21.8774	23.1076	22.1290	0	0.0014	0
5	21.7738	22.5519	21.9240	0	0.0006	0
6	22.2542	22.2225	22.2490	0	0.0000	0
7	23.3313	22.2344	23.1830	175.6	0.0013	0.50%
8	24.8555	34.8205	28.9670	335.4	0.0880	17.65%
9	26.5652	49.1241	40.6030	506.8	0.4215	45.10%
10	28.1746	52.6640	44.3180	653.6	0.5087	51.41%
11	29.4584	60.3694	52.3000	758.1	0.7875	57.99%
12	30.2983	60.4170	52.4300	815.9	0.8602	61.17%
13	30.6794	66.0802	58.5500	807.7	1.0135	71.52%
14	30.6525	57.0607	49.1400	740.1	0.9216	74.58%
15	30.2897	58.1796	50.2000	620.9	0.8316	70.78%
16	29.6609	55.4970	47.4000	461.6	0.6648	82.46%
17	28.8368	46.8810	39.2700	285.3	0.4047	71.75%
18	27.9039	43.0764	35.8900	131.2	0.2131	102.29%
19	26.9707	34.1237	29.6210	0	0.0519	0
20	26.1482	28.1664	26.6310	0	0.0046	0
21	25.5102	27.0904	25.8640	0	0.0027	0
22	25.0551	26.3008	25.3210	0	0.0017	0
23	24.6990	25.7111	24.9070	0	0.0011	0
24	24.3117	25.2500	24.5010	0	0.0009	0

Πίνακας 6.7.7

<b>ΩΡΑ</b>	( °C)	b ( °C)	Tg ( °C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
<b>1</b>	25.6016	26.1000	25.7410	0	0.0005	0
<b>2</b>	25.0835	25.9126	25.3410	0	0.0012	0
<b>3</b>	24.5153	25.4653	24.6590	0	0.0014	0
<b>4</b>	24.1092	24.8452	24.4610	0	0.0013	0
<b>5</b>	24.0921	24.2151	24.1120	0	0.0006	0
<b>6</b>	24.6002	24.4891	24.4260	0	0.0001	0
<b>7</b>	25.6159	25.7136	25.7060	164.1	0.0019	0.60%
<b>8</b>	26.9760	42.1659	33.2160	325.3	0.1526	26.60%
<b>9</b>	28.4426	53.4816	41.6240	499.1	0.4211	41.64%
<b>10</b>	29.7944	62.4564	47.9660	649.5	0.5965	52.66%
<b>11</b>	30.8924	66.1865	53.1260	757.9	0.8127	58.49%
<b>12</b>	31.6901	70.4627	57.6920	818.7	0.9956	63.98%
<b>13</b>	32.1945	71.6522	58.1260	812.7	1.0133	70.08%
<b>14</b>	32.4129	72.1263	57.1620	742.8	0.9461	76.46%
<b>15</b>	32.3234	67.4620	53.1620	624.1	0.8436	69.98%
<b>16</b>	31.8899	62.4628	51.1950	461.6	0.6157	80.85%
<b>17</b>	31.1105	53.1620	42.9510	282.6	0.4629	72.97%
<b>18</b>	30.0624	47.6956	39.1620	125.2	0.2135	100.97%
<b>19</b>	28.9080	37.1625	32.6120	0	0.05162	0
<b>20</b>	27.8475	29.1621	28.9120	0	0.00461	0
<b>21</b>	27.0388	28.6824	27.6120	0	0.00317	0
<b>22</b>	26.5266	27.6352	26.8610	0	0.00271	0
<b>23</b>	26.2250	26.4526	26.3460	0	0.0016	0
<b>24</b>	25.9672	26.2163	26.1230	0	0.0008	0

Πίνακας 6.7.8

<b>ΩΡΑ</b>	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
1	25.7152	25.8000	25.7300	0	0.0000	0
2	25.5749	25.7664	25.6100	0	0.0000	0
3	25.2123	25.6896	25.3030	0	0.0003	0
4	24.7326	25.4885	24.8820	0	0.0006	0
5	24.3798	25.1570	24.5330	0	0.0006	0
6	24.4253	24.8160	24.4980	0	0.0002	0
7	25.0377	24.6550	24.9760	124.4	0.0002	0.09%
8	26.1989	33.4800	28.8810	281.7	0.0519	12.40%
9	27.7076	47.2070	39.2110	451.5	0.3340	49.11%
10	29.2641	52.6630	44.5700	603.5	0.4818	52.74%
11	30.5884	59.8010	51.9050	715.8	0.6298	56.86%
12	31.5125	60.0330	52.3010	783.1	0.7139	59.72%
13	32.0042	69.4950	59.1680	781.4	0.9902	82.51%
14	32.1226	63.0700	54.4410	713.5	0.9755	73.01%
15	31.9442	61.9010	49.5950	598.9	0.8118	87.88%
16	31.5087	57.2800	42.3520	437.1	0.6524	78.24%
17	30.8173	50.6270	36.7950	257.9	0.4589	86.79%
18	29.8785	43.0478	35.8000	97.3	0.1156	70.85%
19	28.7630	36.0300	30.5440	0	0.0319	0
20	27.6237	30.0100	28.2330	0	0.0068	0
21	26.6559	28.6450	27.1330	0	0.0046	0
22	26.0146	27.5780	26.3670	0	0.0028	0
23	25.7345	26.7931	25.9560	0	0.0013	0
24	25.7037	26.3002	25.8200	0	0.0004	0

Πίνακας 6.7.9

<b>ΩΡΑ</b>	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
<b>1</b>	20.8950	21.0000	20.9450	0	0.0000	0
<b>2</b>	20.7833	20.9412	20.7150	0	0.0001	0
<b>3</b>	20.5293	20.8421	20.4620	0	0.0002	0
<b>4</b>	20.1986	20.4156	20.2150	0	0.0004	0
<b>5</b>	19.9690	20.3512	19.8460	0	0.0005	0
<b>6</b>	20.0610	20.2264	19.7410	0	0.0001	0
<b>7</b>	20.6402	20.6651	20.1520	60.5	0.0000	0.07%
<b>8</b>	21.7363	22.6417	21.7450	211.4	0.0216	6.40%
<b>9</b>	23.2157	41.1624	32.4510	369.8	0.2112	32.19%
<b>10</b>	24.8219	51.6214	39.4150	519.7	0.3998	49.54%
<b>11</b>	26.2627	58.1624	45.1620	634.1	0.4952	54.61%
<b>12</b>	27.3029	63.4512	49.4520	707.7	0.6532	60.12%
<b>13</b>	27.8234	66.1526	52.1620	712.1	0.6621	65.62%
<b>14</b>	27.8270	65.1625	48.1620	649.9	0.6512	66.16%
<b>15</b>	27.4000	61.1562	46.8170	543.9	0.5215	69.12%
<b>16</b>	26.6591	56.1849	43.8120	387.4	0.4125	70.97%
<b>17</b>	25.7139	47.9542	36.8100	208.7	0.2412	79.62%
<b>18</b>	24.6585	37.1627	31.1840	55.4	0.1214	100.4%
<b>19</b>	23.5854	24.1624	24.1840	0	0.0264	0
<b>20</b>	22.5974	23.9452	22.9970	0	0.0056	0
<b>21</b>	21.7991	23.5189	22.6410	0	0.0031	0
<b>22</b>	21.2644	22.6541	21.9850	0	0.0016	0
<b>23</b>	20.9984	21.6152	21.4050	0	0.0012	0
<b>24</b>	20.9217	21.2167	21.2460	0	0.0002	0

Πίνακας 6.7.10

ΩΡΑ	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
1	16.4744	16.5000	16.4950	0	0.0001	0
2	16.4348	16.4991	16.3250	0	0.0000	0
3	16.2356	16.4415	16.2510	0	0.0002	0
4	15.8993	16.3241	16.0160	0	0.0003	0
5	15.5593	16.1541	15.6640	0	0.0001	0
6	15.4218	15.8451	15.3650	0	0.0001	0
7	15.6855	15.7952	15.7120	0	0.0002	0
8	16.4519	16.6741	16.5410	127.4	0.0019	0.04%
9	17.6685	27.4156	20.4150	270.4	0.0795	0.84%
10	19.1316	44.1624	29.6410	417.1	0.2603	19.36%
11	20.5504	51.8451	34.1250	531.2	0.4022	50.22%
12	21.6428	56.7152	39.1620	608.3	0.5462	53.82%
13	22.2223	57.6215	41.2580	618.0	0.5421	62.28%
14	22.2418	57.4126	39.5210	565.1	0.5226	69.81%
15	21.7809	54.7152	37.1520	470.3	0.4652	76.12%
16	20.9939	49.3152	33.4510	322.0	0.3045	67.84%
17	20.0485	41.2654	29.4630	113.9	0.1956	89%
18	19.0828	27.5162	21.6410	12.1	0.0029	100.56%
19	18.1938	19.4512	17.5120	0	0.0019	0
20	17.4475	18.9682	17.2150	0	0.0009	0
21	16.8911	17.9521	16.7130	0	0.0006	0
22	16.5512	17.3512	16.4120	0	0.0004	0
23	16.4178	16.9541	16.3240	0	0.0002	0
24	16.4286	16.6152	16.1620	0	0.0001	0

Πίνακας 6.7.11

<b>ΩΡΑ</b>	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
<b>1</b>	11.1440	11.1000	11.1370	0	0.0000	0
<b>2</b>	11.3843	11.1140	11.3430	0	0.0000	0
<b>3</b>	11.5618	11.2030	11.5070	0	0.0001	0
<b>4</b>	11.5873	11.3190	11.5460	0	0.0000	0
<b>5</b>	11.4384	11.4070	11.4340	0	0.0000	0
<b>6</b>	11.1935	11.4180	11.2300	0	0.0000	0
<b>7</b>	11.0144	11.3390	11.0680	0	0.0001	0
<b>8</b>	11.0782	11.2248	11.1020	31.6	0.0000	0.02%
<b>9</b>	11.4893	13.3776	11.8590	168.0	0.0018	0.73%
<b>10</b>	12.2165	24.3029	16.6320	314.1	0.0748	16.16%
<b>11</b>	13.0897	36.7064	25.4100	426.8	0.3003	37.22%
<b>12</b>	13.8618	39.3780	28.1400	503.0	0.3688	49.06%
<b>13</b>	14.3076	43.1827	31.7300	515.4	0.4816	62.28%
<b>14</b>	14.3124	40.6861	29.4400	475.4	0.4504	64.31%
<b>15</b>	13.9082	40.5730	29.2730	391.1	0.4040	69.07%
<b>16</b>	13.2450	34.2089	23.6500	246.8	0.2409	65.65%
<b>17</b>	12.5160	28.7182	19.4230	0	0.1378	0
<b>18</b>	11.8781	13.7076	12.2360	0	0.0017	0
<b>19</b>	11.4060	12.9400	11.6960	0	0.0012	0
<b>20</b>	11.0971	12.3180	11.3200	0	0.0007	0
<b>21</b>	10.9127	11.8416	11.0770	0	0.0004	0
<b>22</b>	10.8232	11.4908	11.5380	0	0.0002	0
<b>23</b>	10.8279	11.2462	10.8980	0	0.0001	0
<b>24</b>	10.9386	11.0973	10.9640	0	0.0000	0

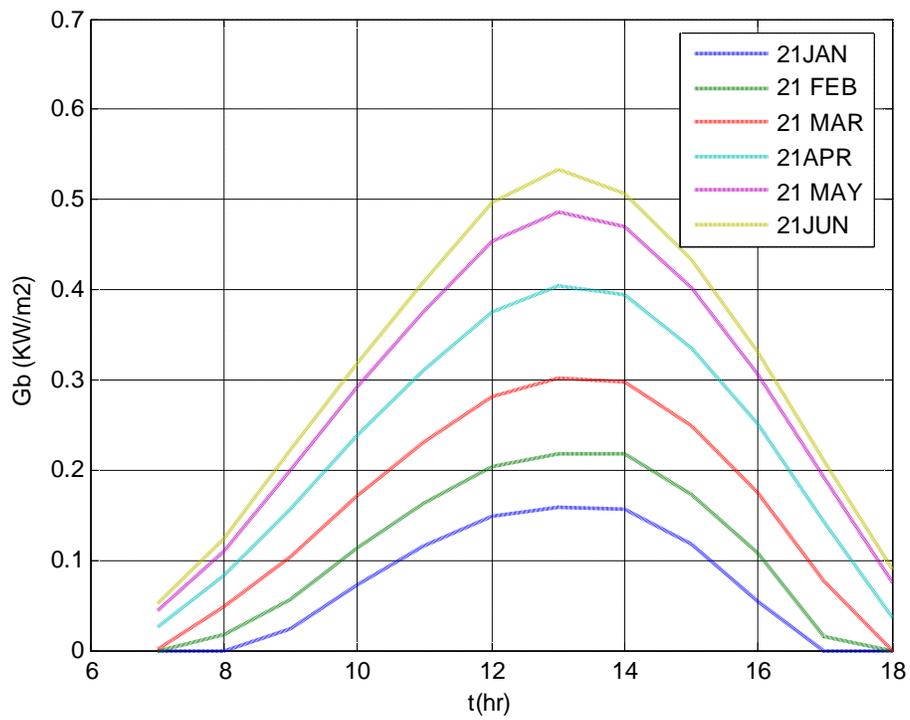
Πίνακας 6.7.12

<b>ΩΡΑ</b>	(°C)	b (°C)	Tg (°C)	GT (W/m <sup>2</sup> )	md (kg/m <sup>2</sup> hr)	ni
1	8.5006	8.7000	8.5320	0	0.0000	0
2	8.4544	8.6320	8.4830	0	0.0000	0
3	8.3691	8.5720	8.4020	0	0.0000	0
4	8.2196	8.5030	8.2650	0	0.0000	0
5	8.0297	8.4060	8.0910	0	0.0001	0
6	7.8794	8.2760	7.9440	0	0.0001	0
7	7.8804	8.1390	7.9220	0	0.0000	0
8	8.1275	8.0510	8.1160	0	0.0000	0
9	8.6469	8.0760	8.5640	108.2	0.0001	0.09%
10	9.3707	15.7960	11.0780	254.5	0.0181	4.87%
11	10.1509	30.9027	19.9140	363.7	0.2101	38%97
12	10.8101	35.1878	23.5220	435.2	0.3029	46%76
13	11.2063	37.9352	25.9982	447.2	0.3730	53.88%
14	11.2813	36.8532	25.0860	418.5	0.3406	58.58%
15	11.0719	35.9592	24.2560	337.6	0.3194	63.50%
16	10.6820	30.7875	20.0510	195.5	0.2006	69.27%
17	10.2324	24.1304	15.5030	0	0.0910	0
18	9.8145	12.7766	10.4390	0	0.0039	0
19	9.4687	11.4422	9.8500	0	0.0017	0
20	9.1928	10.6304	9.4560	0	0.0009	0
21	8.9681	10.0701	9.1630	0	0.0005	0
22	8.7837	9.6560	8.9340	0	0.0003	0
23	8.6430	9.3365	8.7600	0	0.0002	0
24	8.5521	9.0876	8.6410	0	0.0000	0

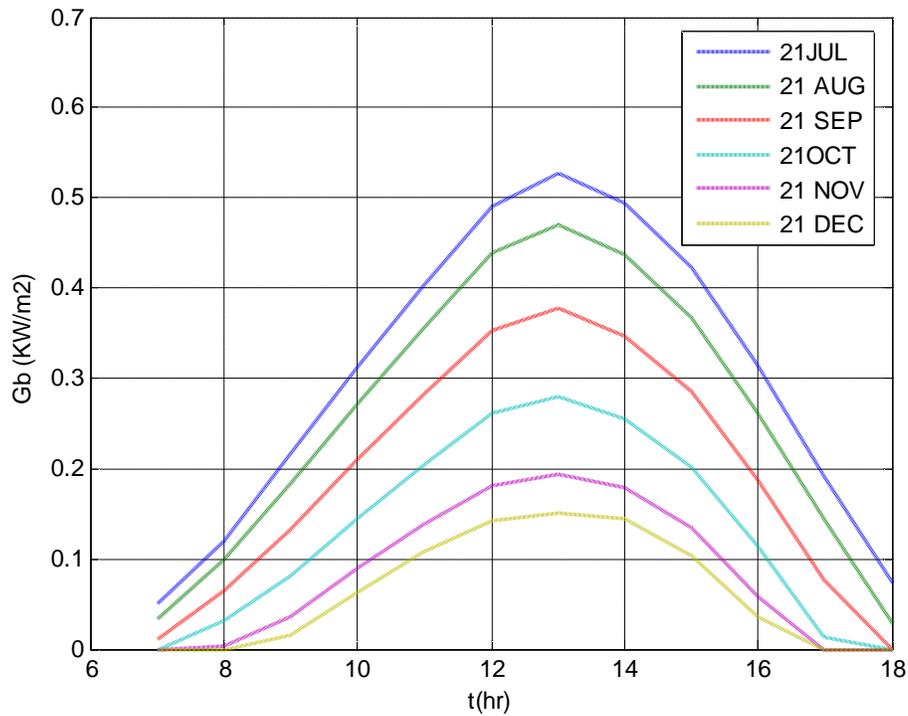
Πίνακας 6.7.13

	mD (kg/m <sup>2</sup> )	mD (kg/m <sup>2</sup> )
	1.9216	59.5696
	2.6906	75.3368/78.0274
	3.5097	108.8007
	4.6179	138.537
	6.4074	198.6294
	6.783	203.49
	6.5486	203.0066
	6.2655	194.2305
	4.43	132.9
	3.329	103.199
	2.4649	73.947
	1.8635	57.7685

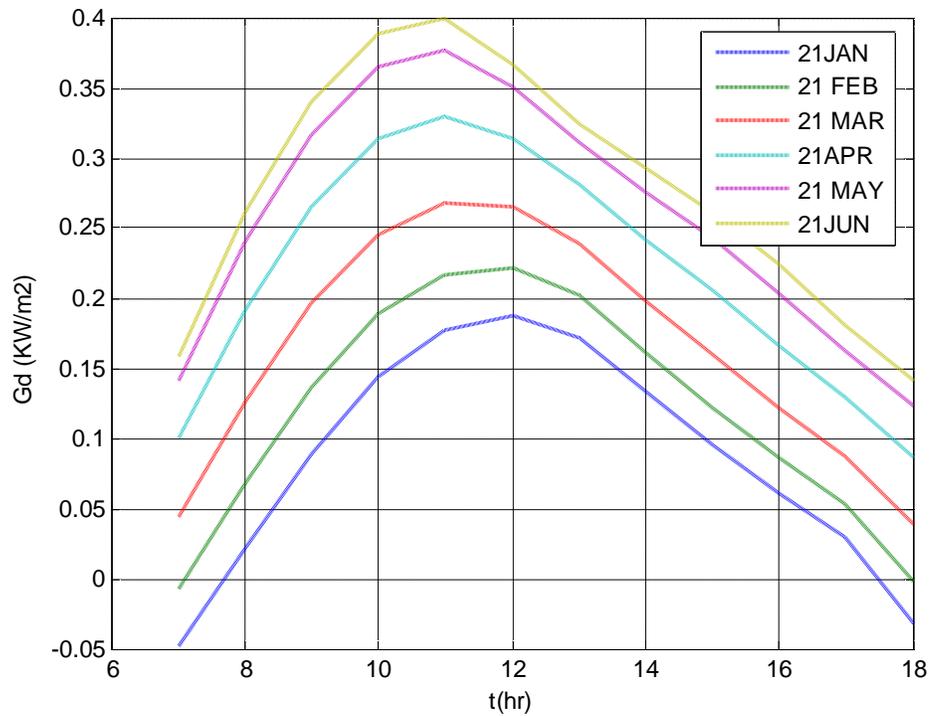
### 6.8 Διαγράμματα



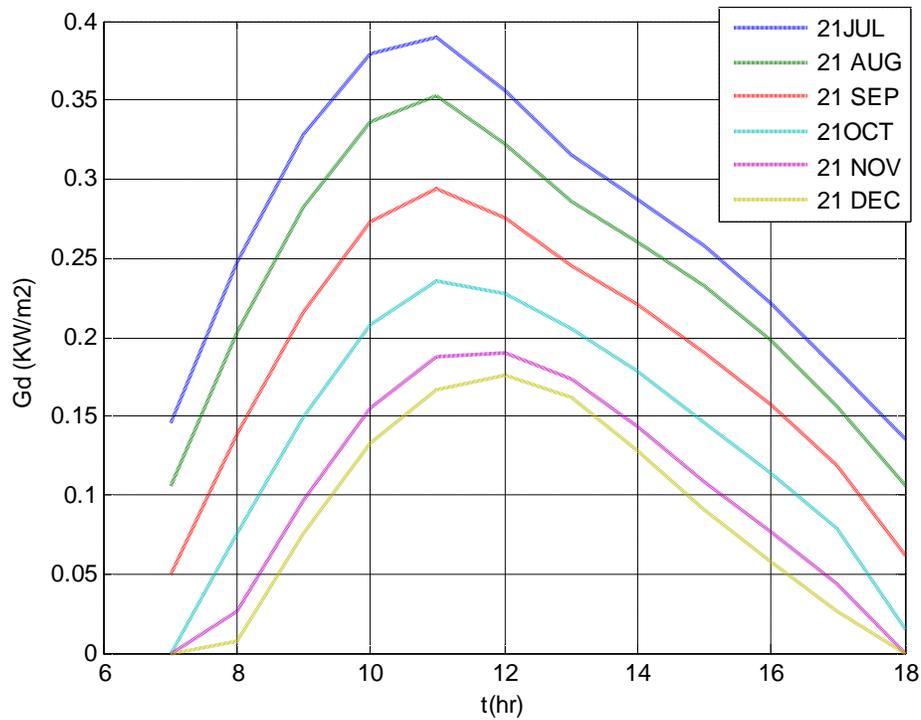
Σχήμα 6.8.1 Μέση άμεση ακτινοβολία οριζοντίου επιπέδου για την περιοχή Αθηνών για τους πρώτους 6 μήνες του έτους



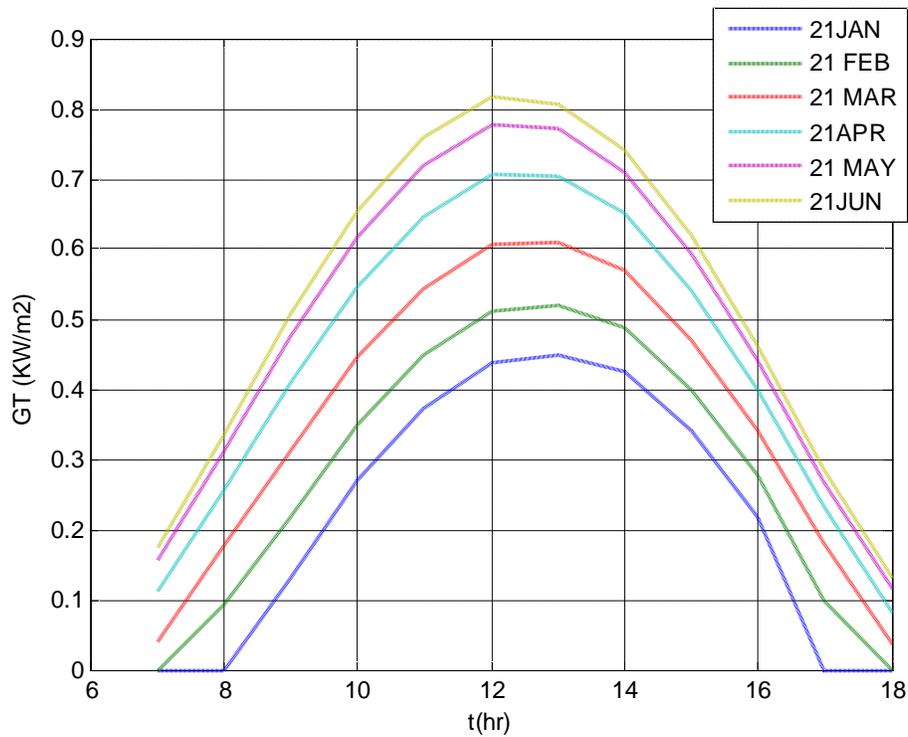
Σχήμα 6.8.2 Μέση άμεση ακτινοβολία οριζοντίου επιπέδου για την περιοχή Αθηνών για τους τελευταίους 6 μήνες του έτους



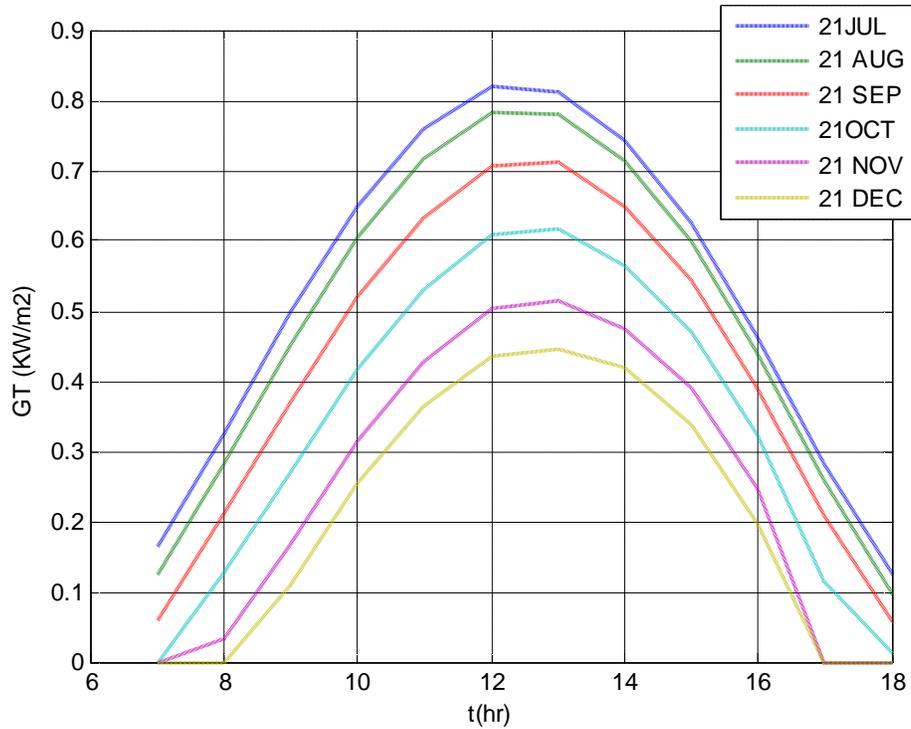
Σχήμα 6.8.3 Μέση διάχυτη ακτινοβολία οριζοντίου επιπέδου για την περιοχή Αθηνών για τους πρώτους 6 μήνες του έτους



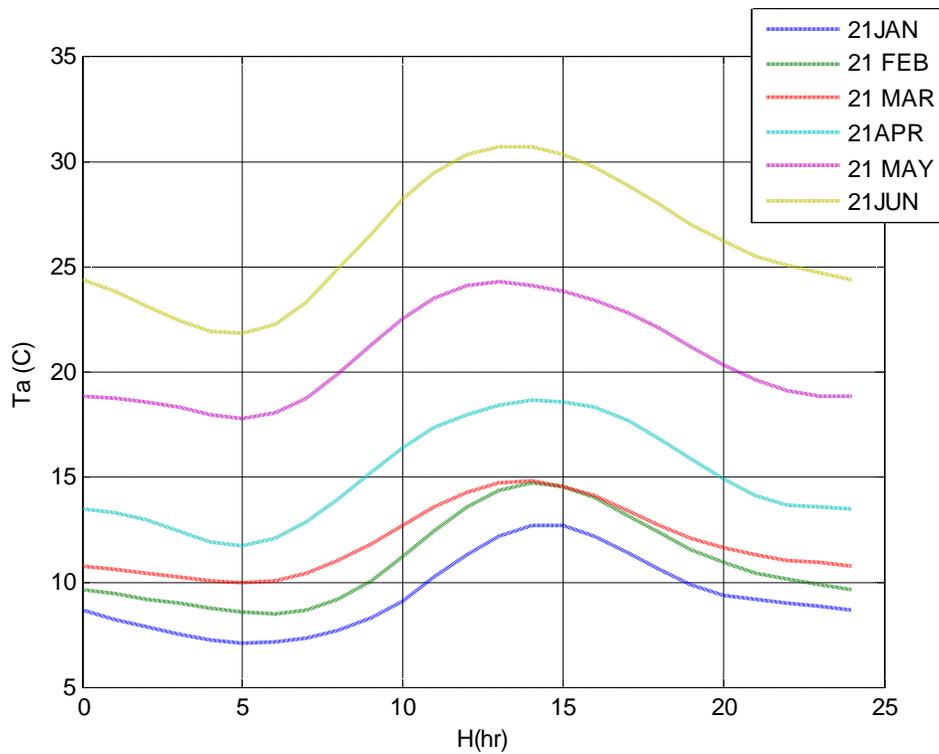
Σχήμα 6.8.4 Μέση διάχυτη ακτινοβολία οριζοντίου επιπέδου για την περιοχή Αθηνών για τους τελευταίους 6 μήνες του έτους



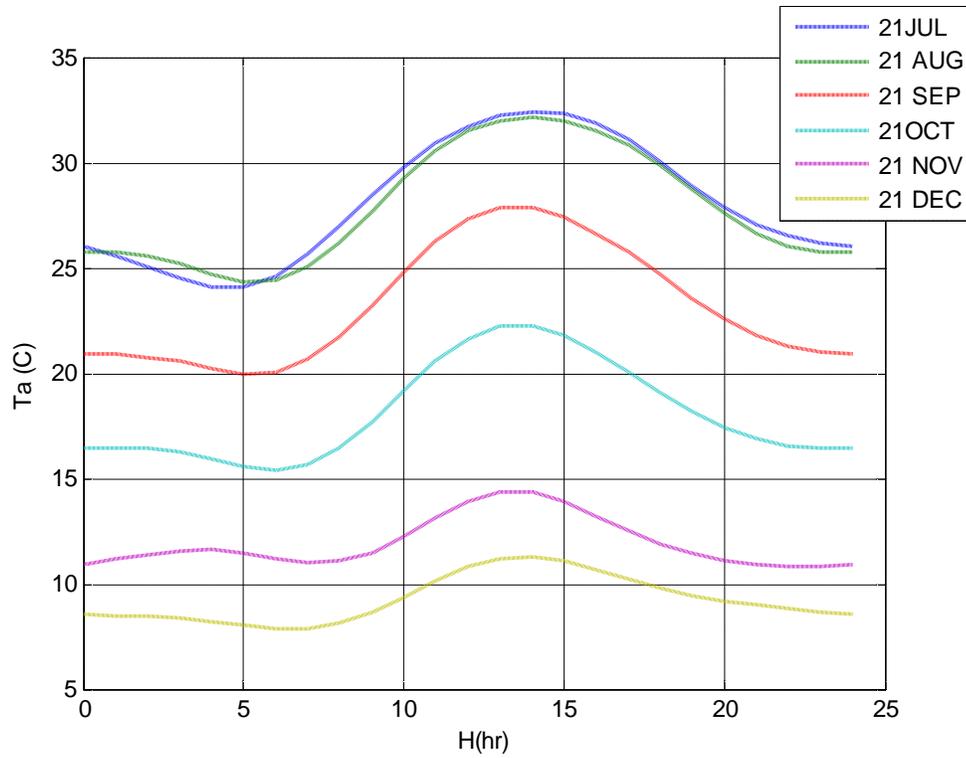
Σχήμα 6.8.5 Ολική ακτινοβολία κεκλιμένου επιπέδου για την περιοχή των Αθηνών τους πρώτους 6 μήνες του έτους



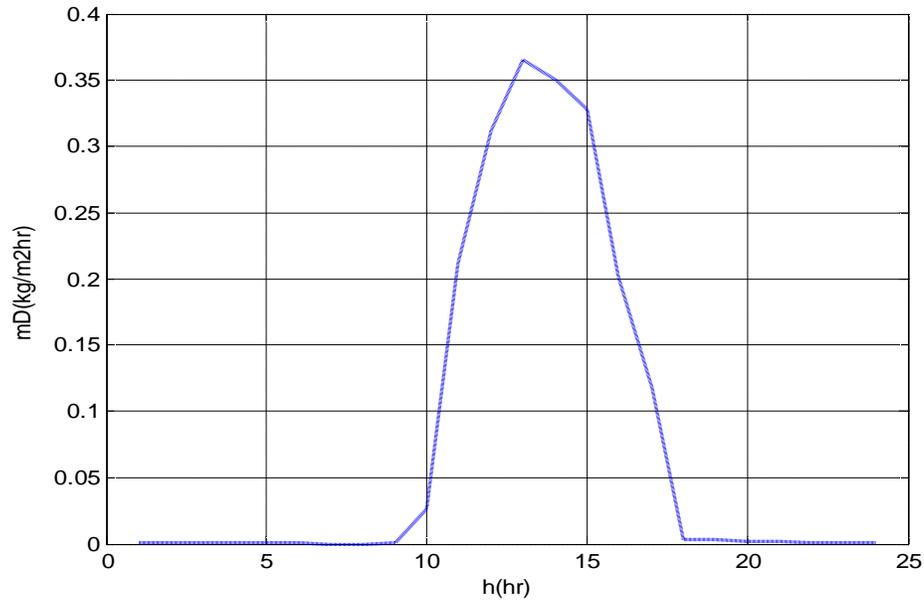
Σχήμα 6.8.6 Ολική ακτινοβολία κεκλιμένου επιπέδου για την περιοχή των Αθηνών τους τελευταίους 6 μήνες του έτους



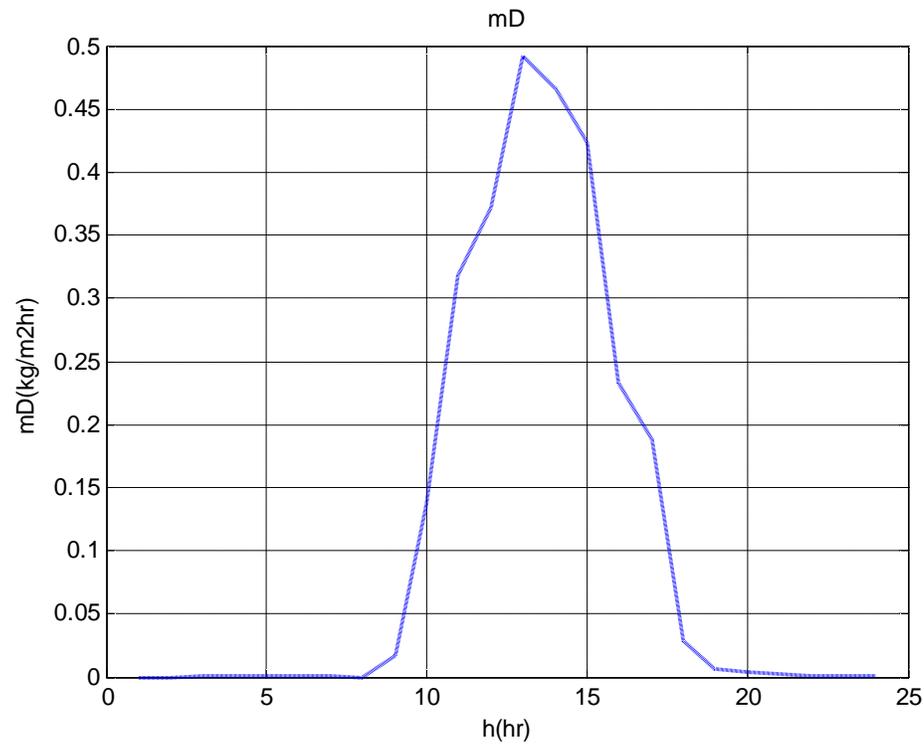
Σχήμα 6.8.7 Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος για την περιοχή των Αθηνών τους πρώτους 6 μήνες του έτους



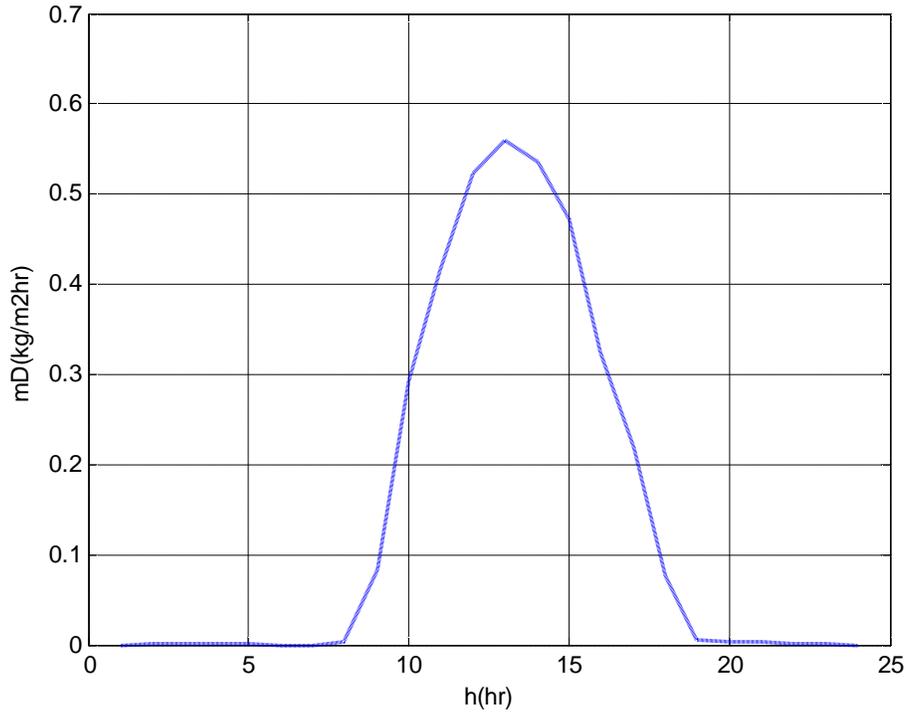
Σχήμα 6.8.8 Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος για την περιοχή των Αθηνών τους τελευταίους 6 μήνες του έτους

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ**

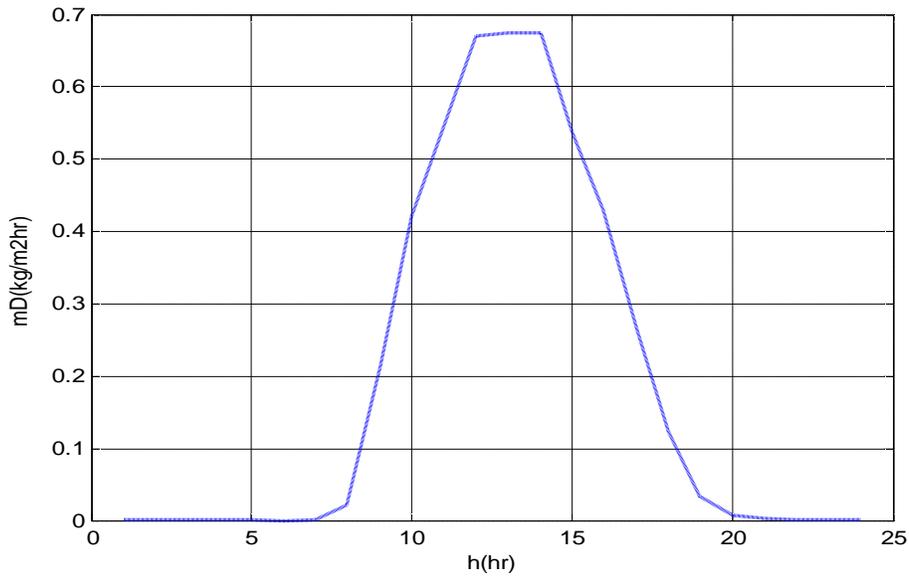
Σχήμα 6.8.9 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Ιανουάριο

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ**

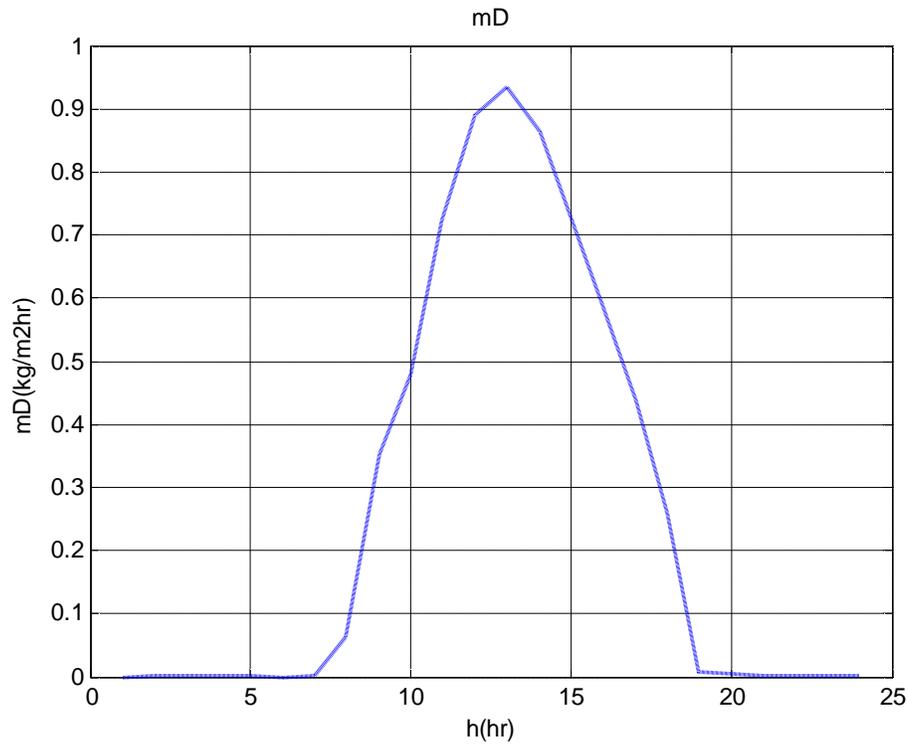
Σχήμα 6.8.10 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Φεβρουάριο

**ΜΑΡΤΙΟΣ**

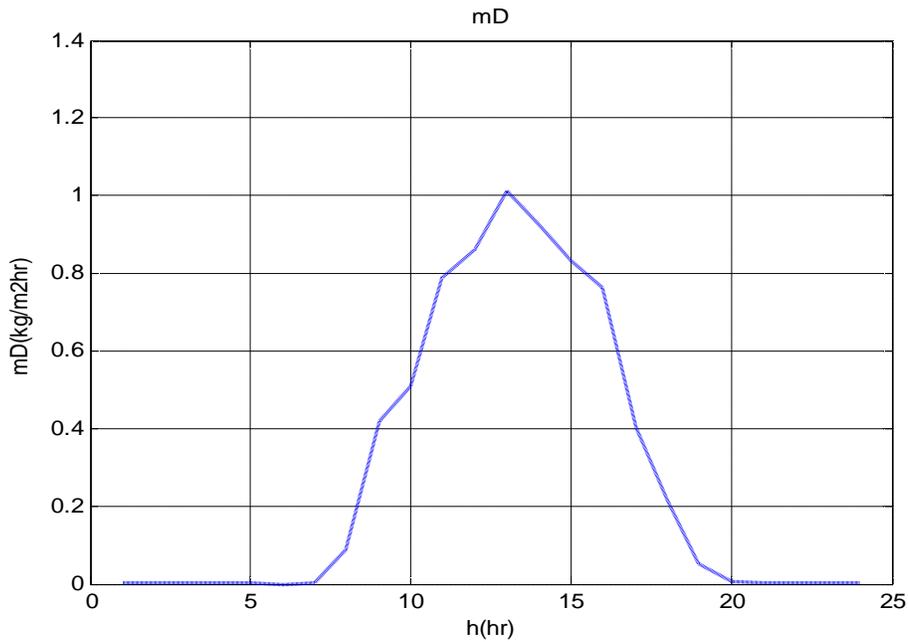
Σχήμα 6.8.11 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Μάρτιο

**ΑΠΡΙΛΙΟΣ**

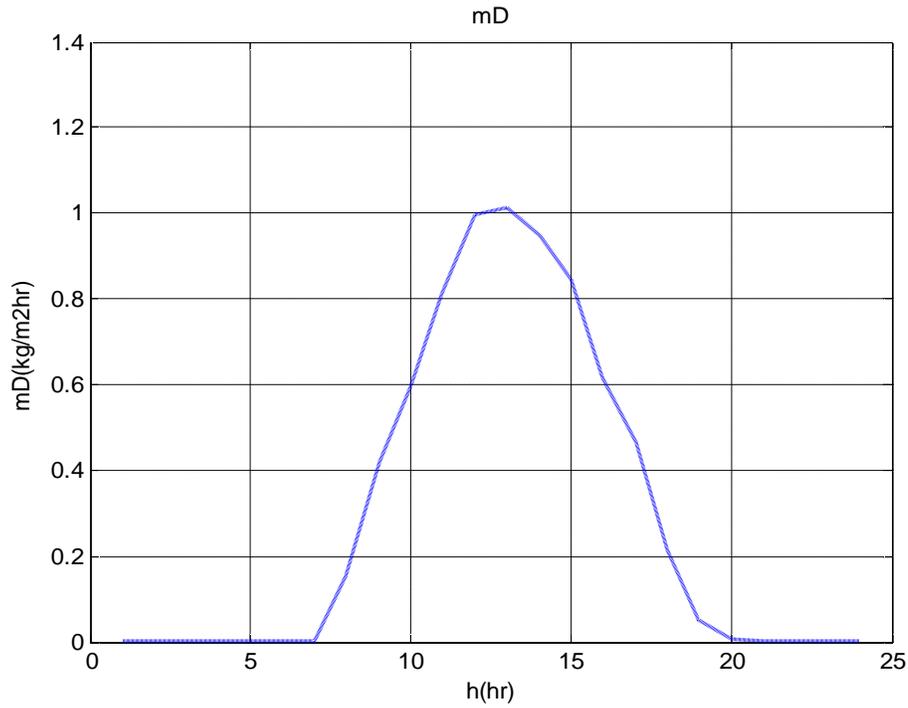
Σχήμα 6.8.12 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Απρίλιο

**ΜΑΙΟΣ**

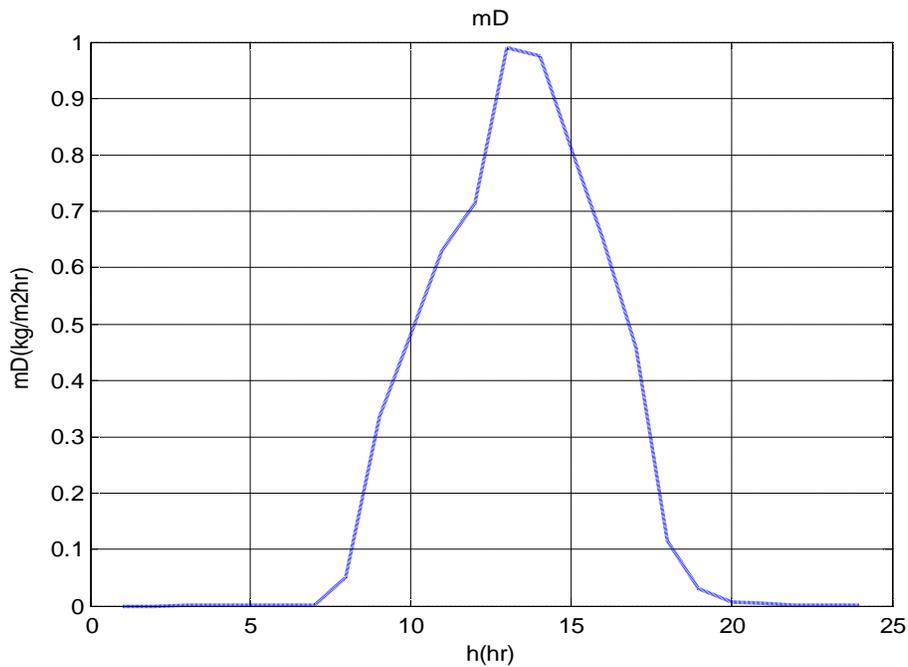
Σχήμα 6.8.13 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Μάιο

**ΙΟΥΝΙΟΣ**

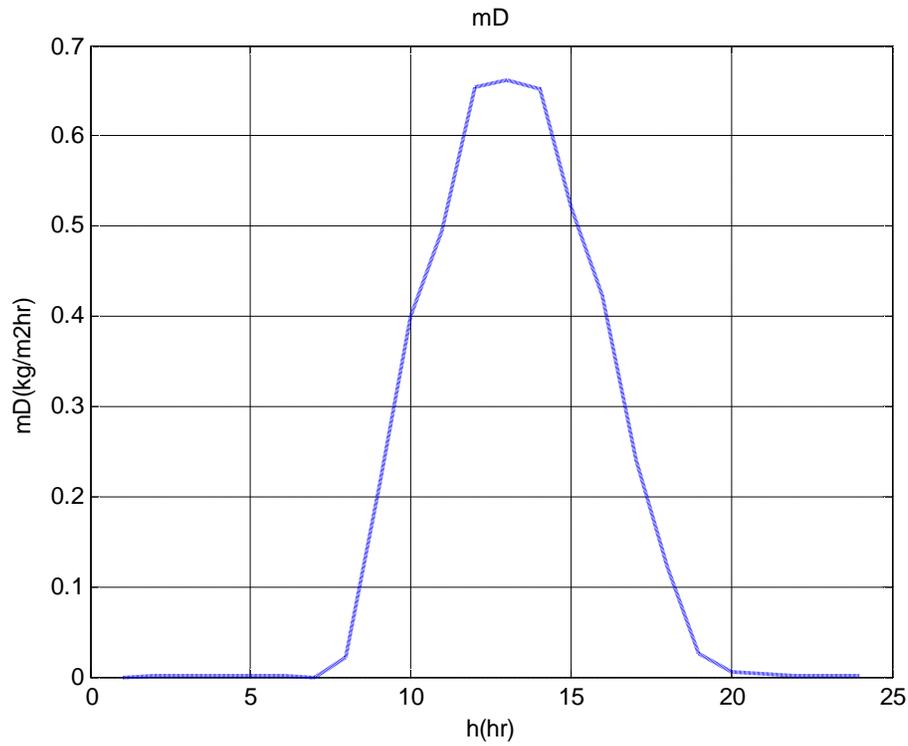
Σχήμα 6.8.13 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Ιούνιο

**ΙΟΥΛΙΟΣ**

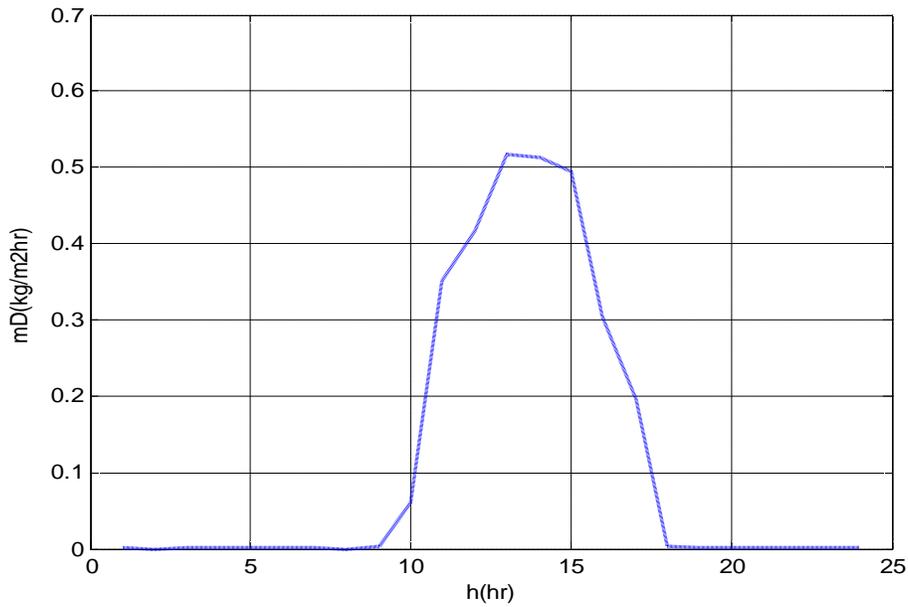
Σχήμα 6.8.14 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Ιούλιο

**ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ**

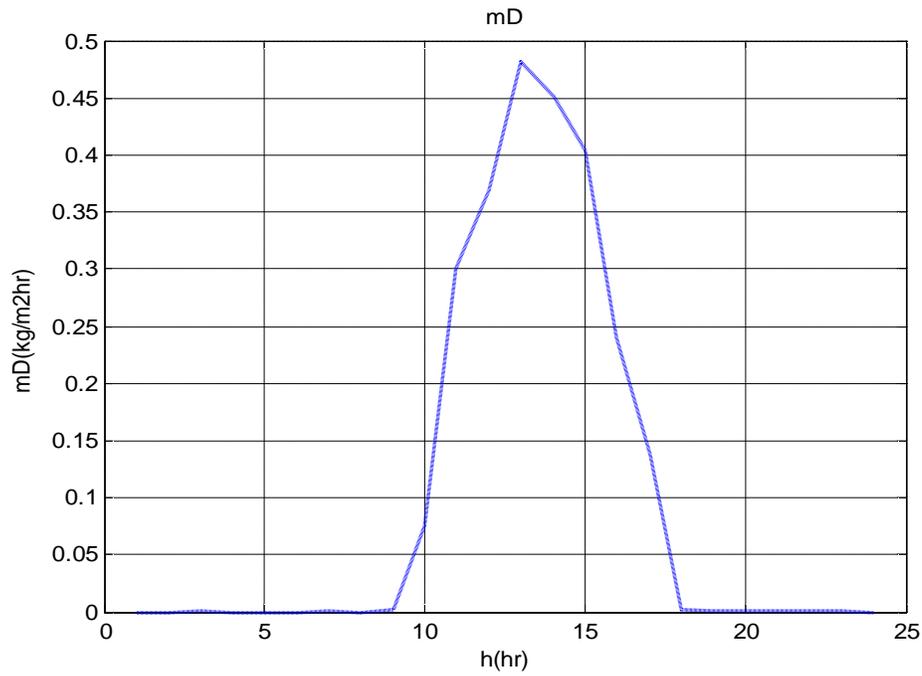
Σχήμα 6.8.15 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Αύγουστο

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ**

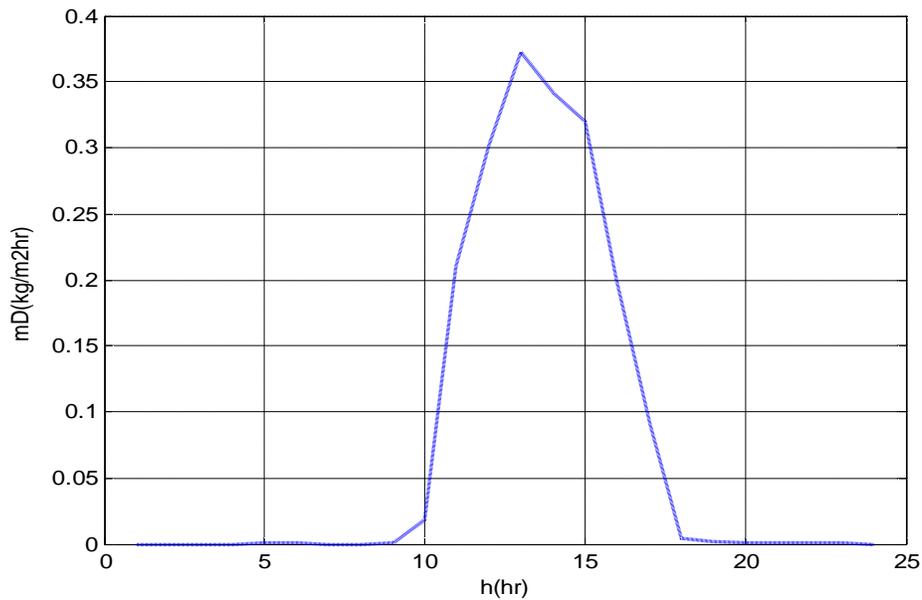
Σχήμα 6.8.16 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Σεπτέμβριο

**ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ**

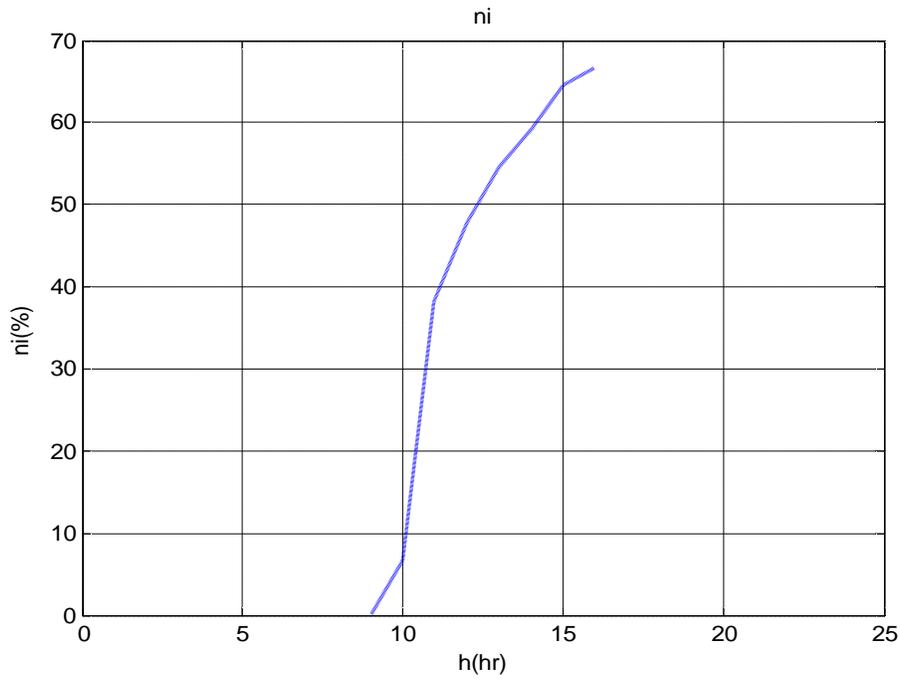
Σχήμα 6.8.17 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Οκτώβριο

**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ**

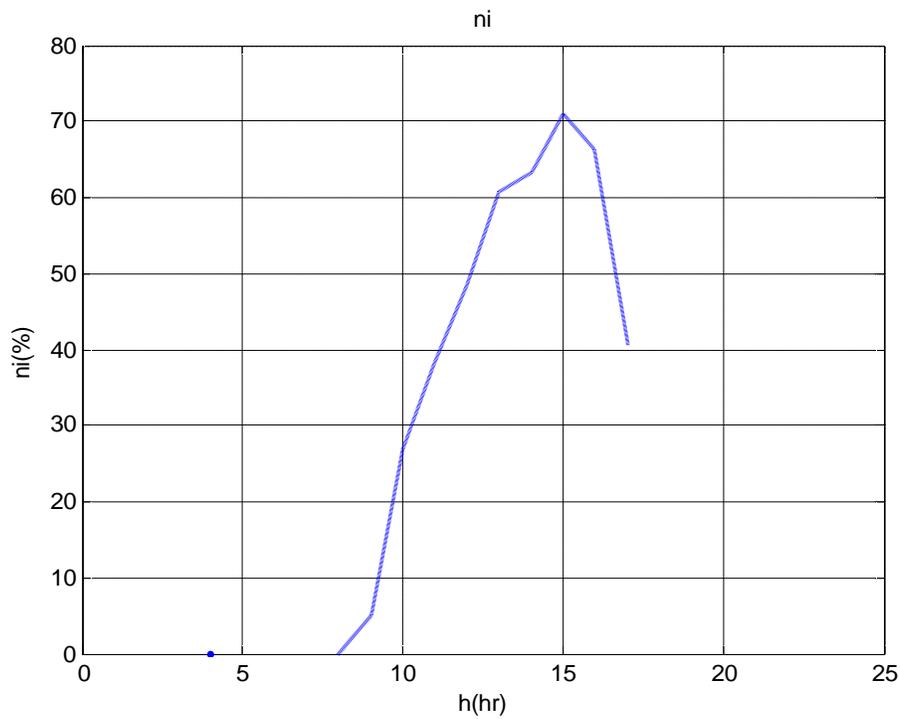
Σχήμα 6.8.18 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Νοέμβριο

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ**

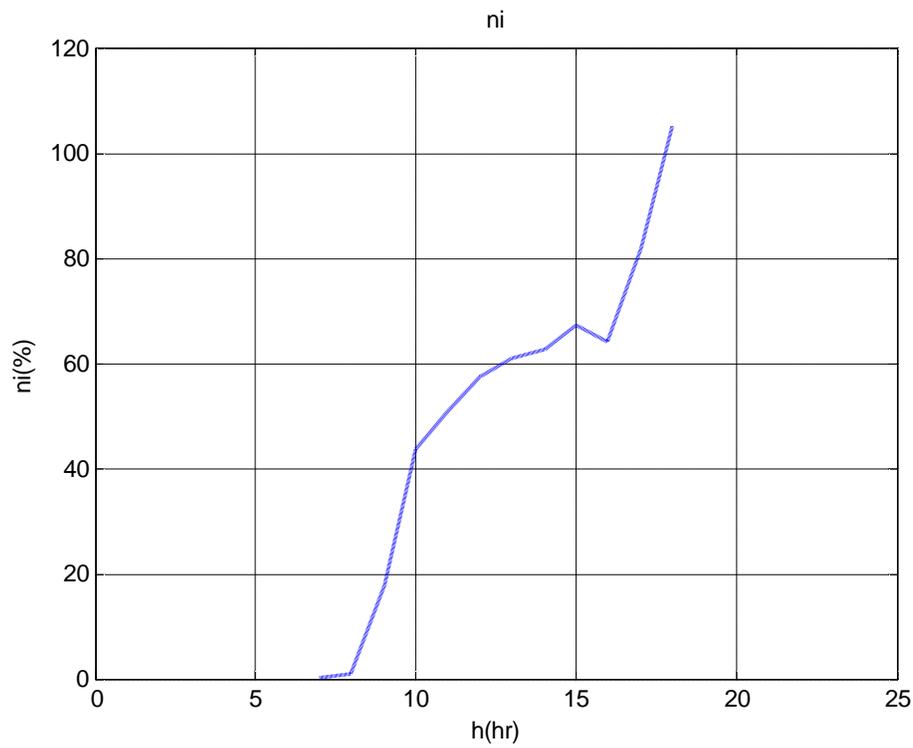
Σχήμα 6.8.19 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Δεκέμβριο

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ**

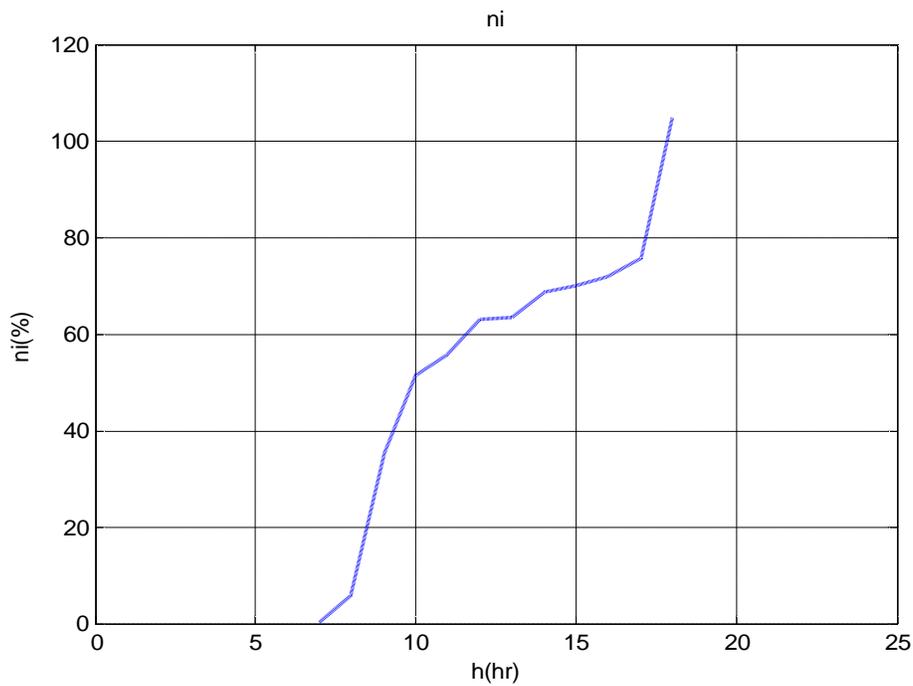
Σχήμα 6.8.20 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Ιανουάριο

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ**

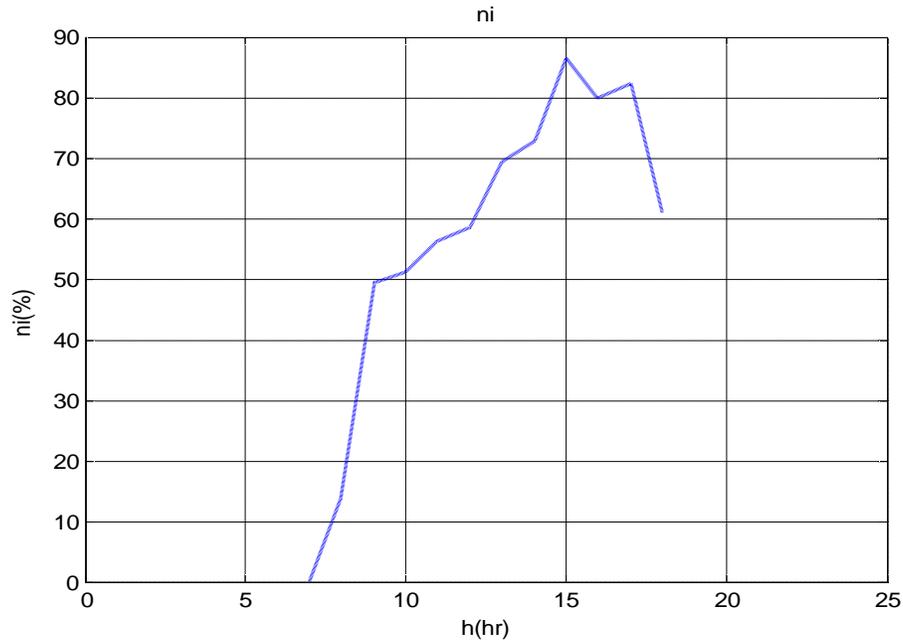
Σχήμα 6.8.21 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Φεβρουάριο

**ΜΑΡΤΙΟΣ**

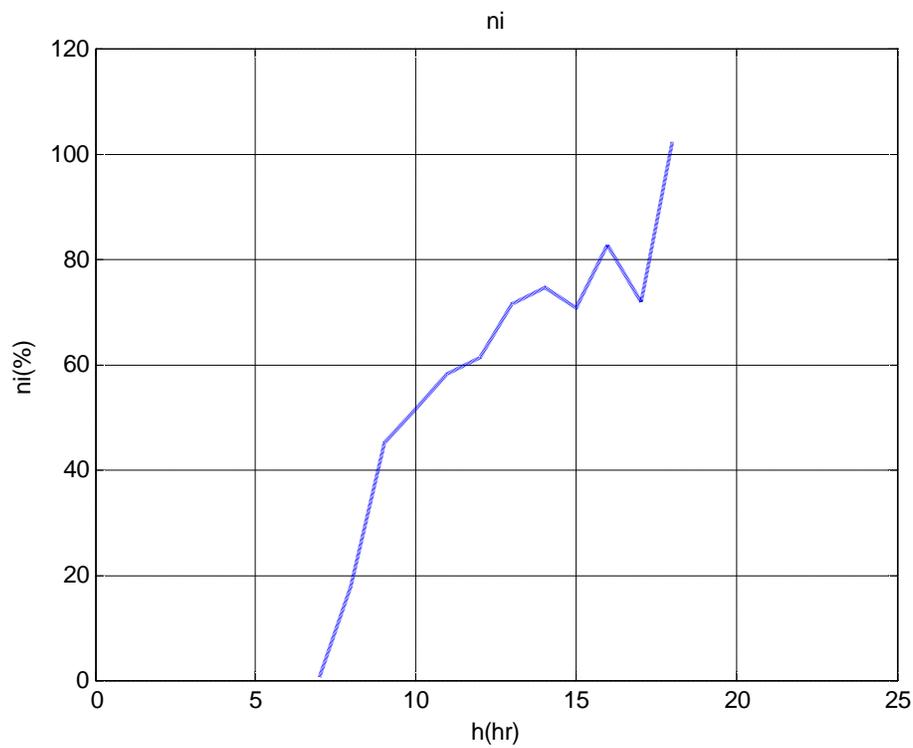
Σχήμα 6.8.22 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Μάρτιο

**ΑΠΡΙΛΙΟΣ**

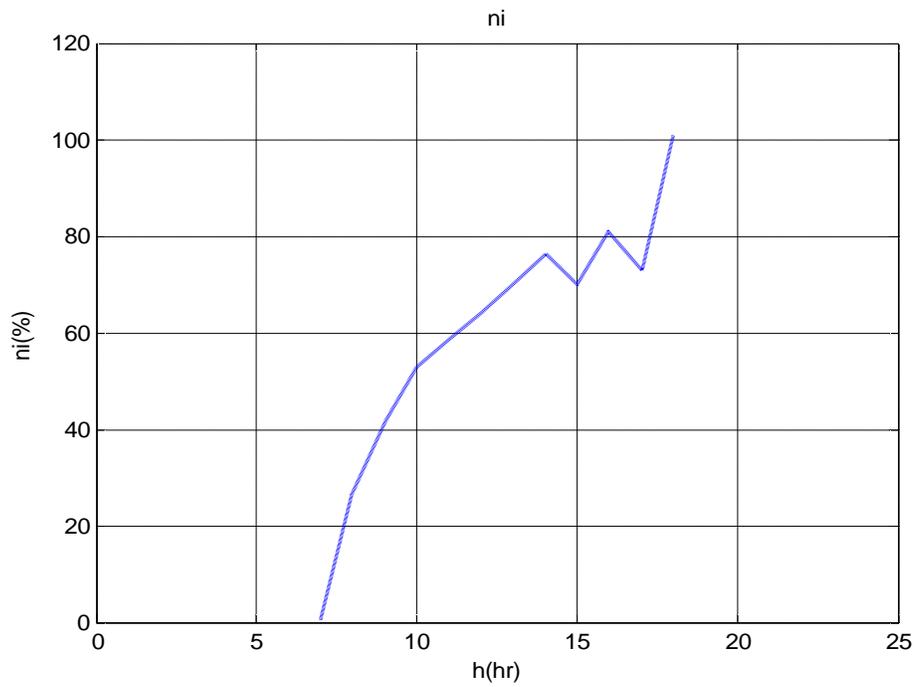
Σχήμα 6.8.23 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Απρίλιο

**ΜΑΙΟΣ**

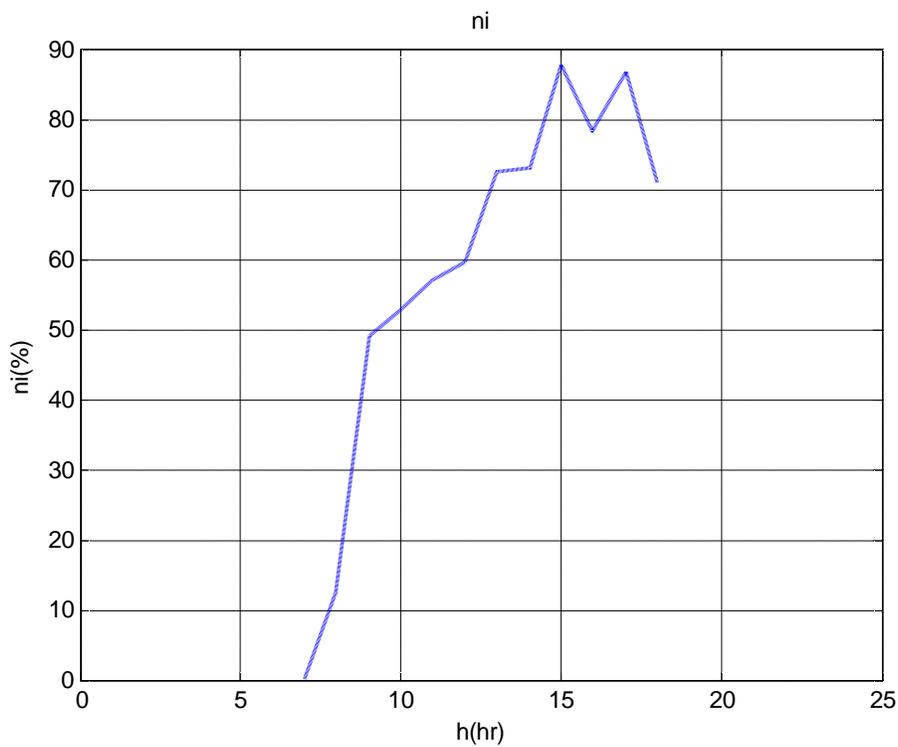
Σχήμα 6.8.24 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Μάιο

**ΙΟΥΝΙΟΣ**

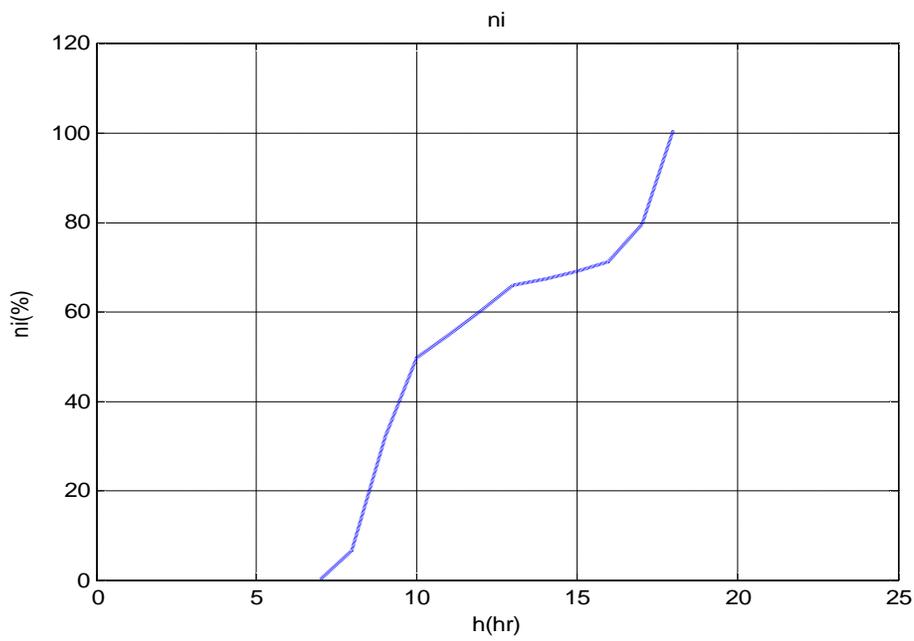
Σχήμα 6.8.25 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Ιούνιο

**ΙΟΥΛΙΟΣ**

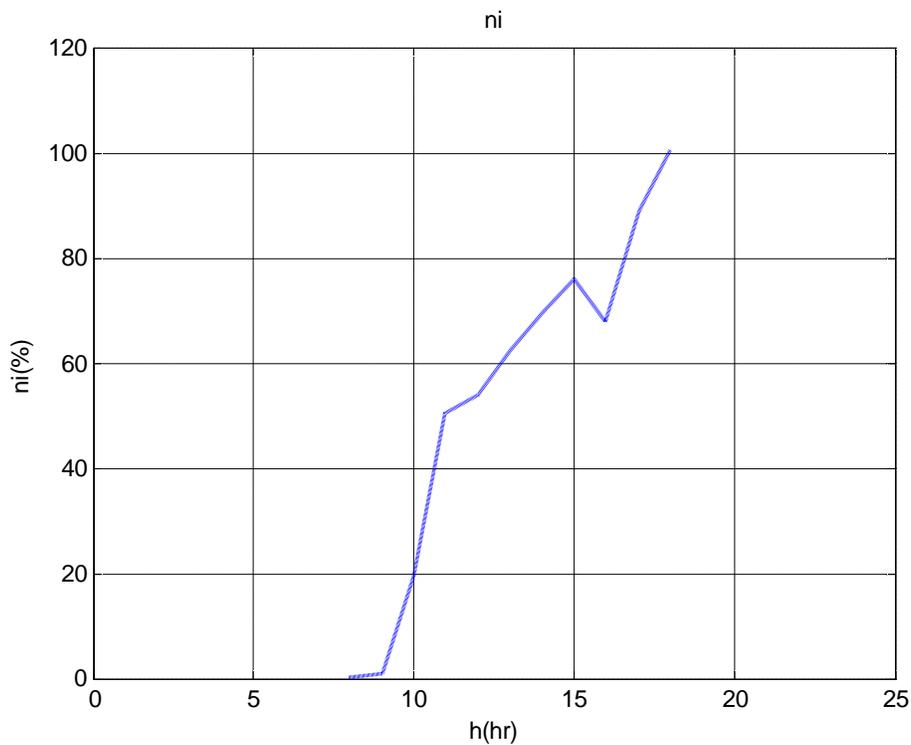
Σχήμα 6.8.26 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Ιούλιο

**ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ**

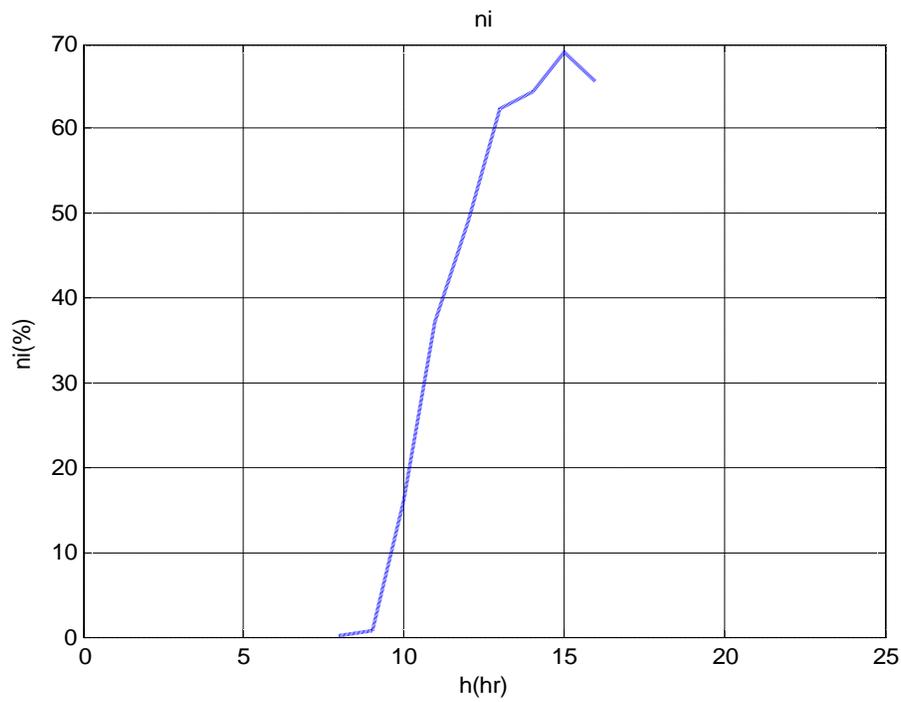
Σχήμα 6.8.27 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Αύγουστο

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ**

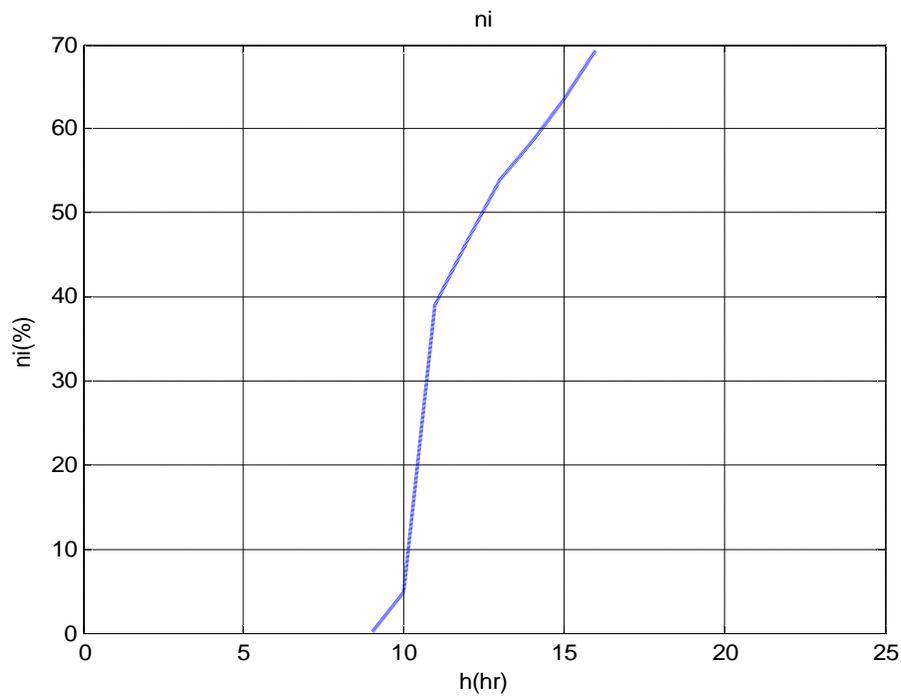
Σχήμα 6.8.28 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Σεπτέμβριο

**ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ**

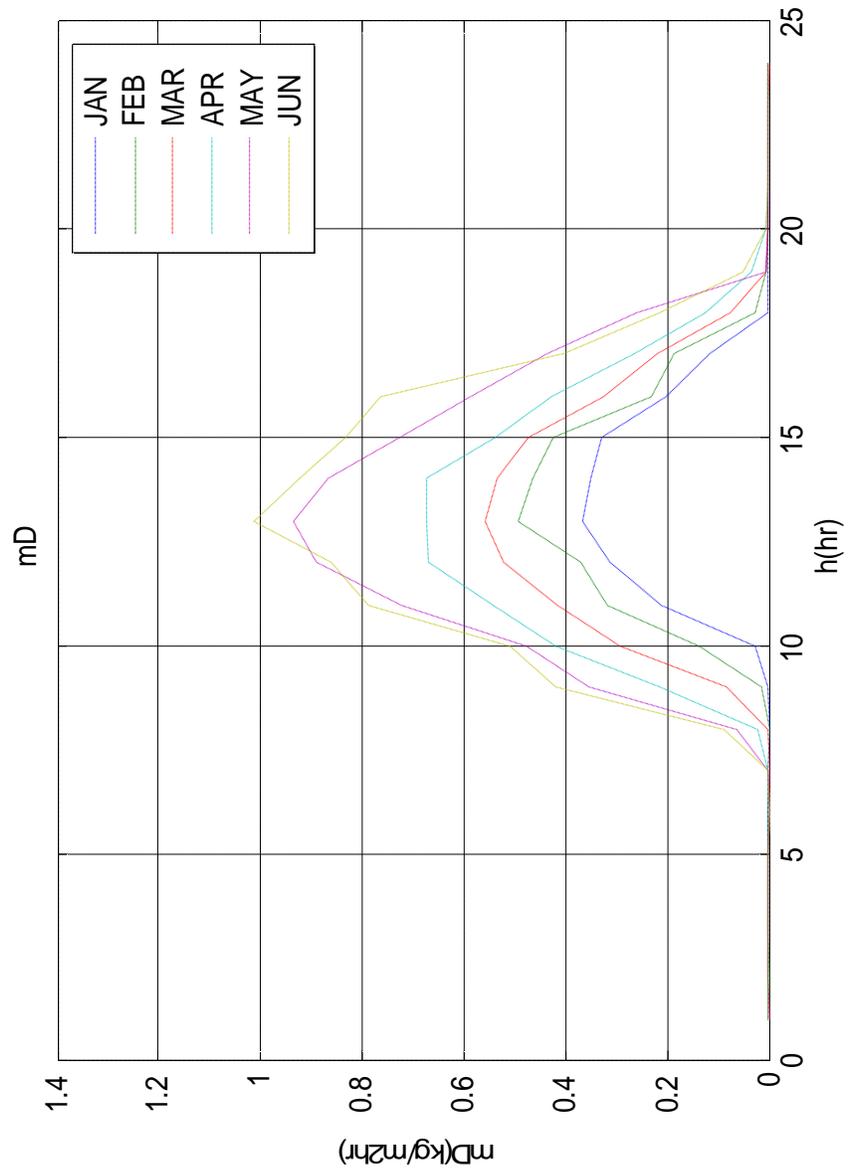
Σχήμα 6.8.29 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Οκτώβριο

**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ**

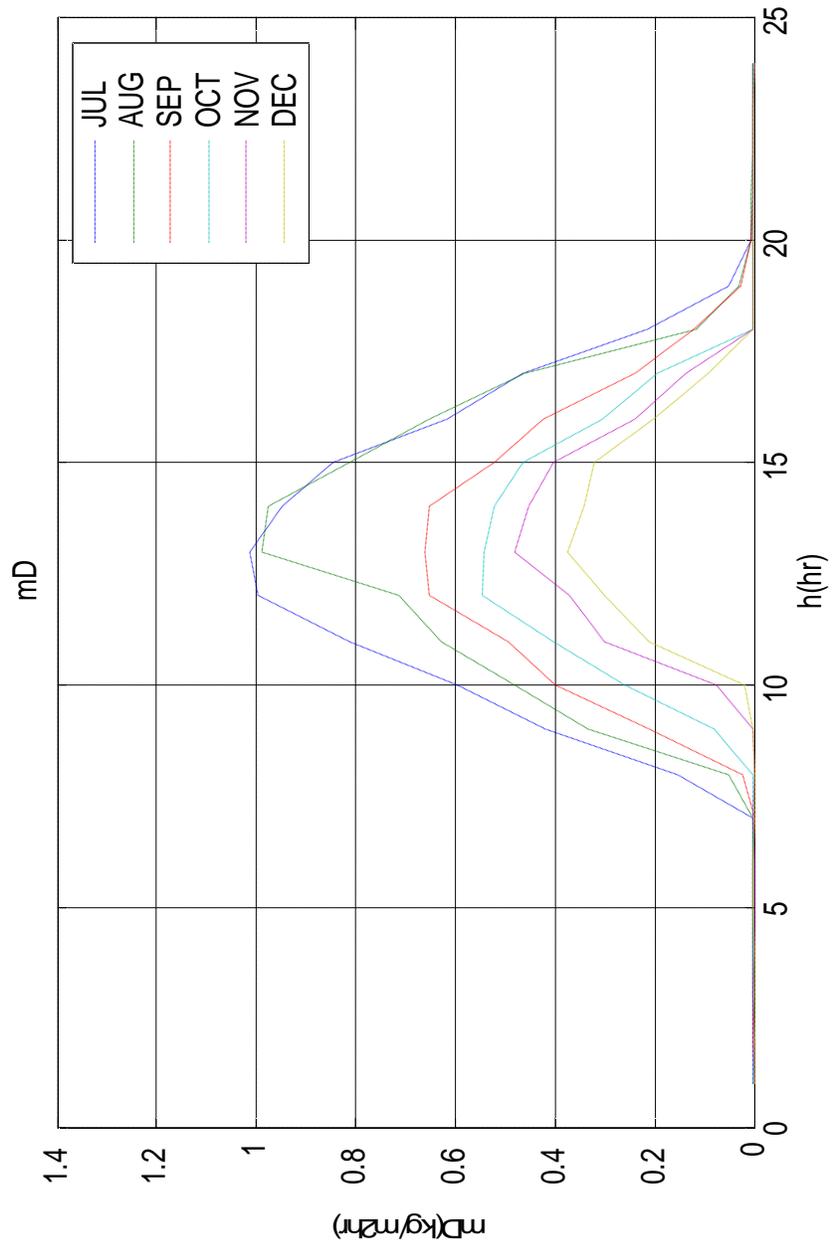
Σχήμα 6.8.30 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Νοέμβριο

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ**

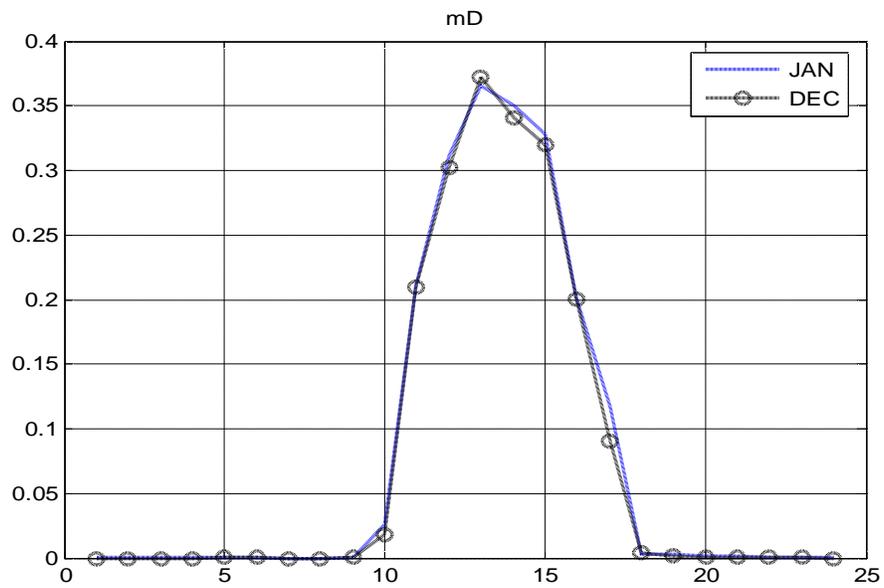
Σχήμα 6.8.31 Βαθμός απόδοσης αποστακτήρα για την περιοχή των Αθηνών τον μήνα Δεκέμβριο



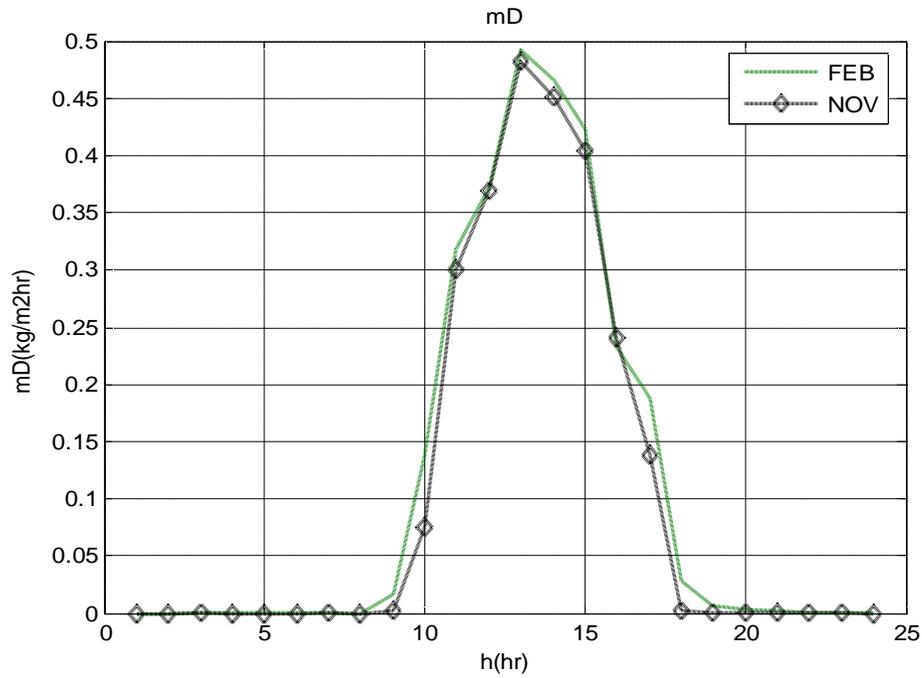
Σχήμα 6.8.32 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού τους πρώτους έξι μήνες του έτους



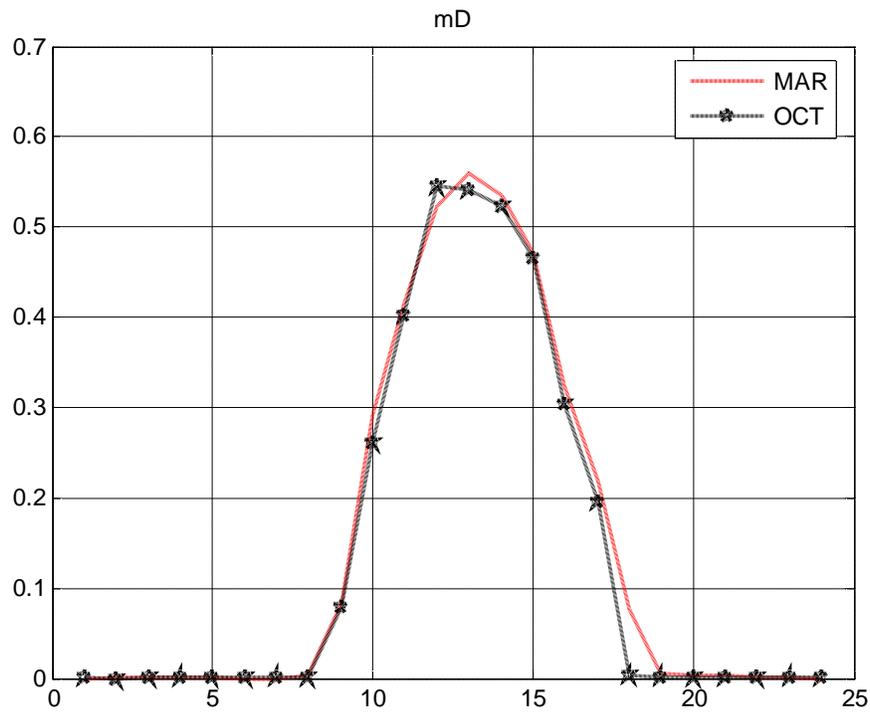
Σχήμα 6.8.32 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού τους τελευταίους έξι μήνες του έτους



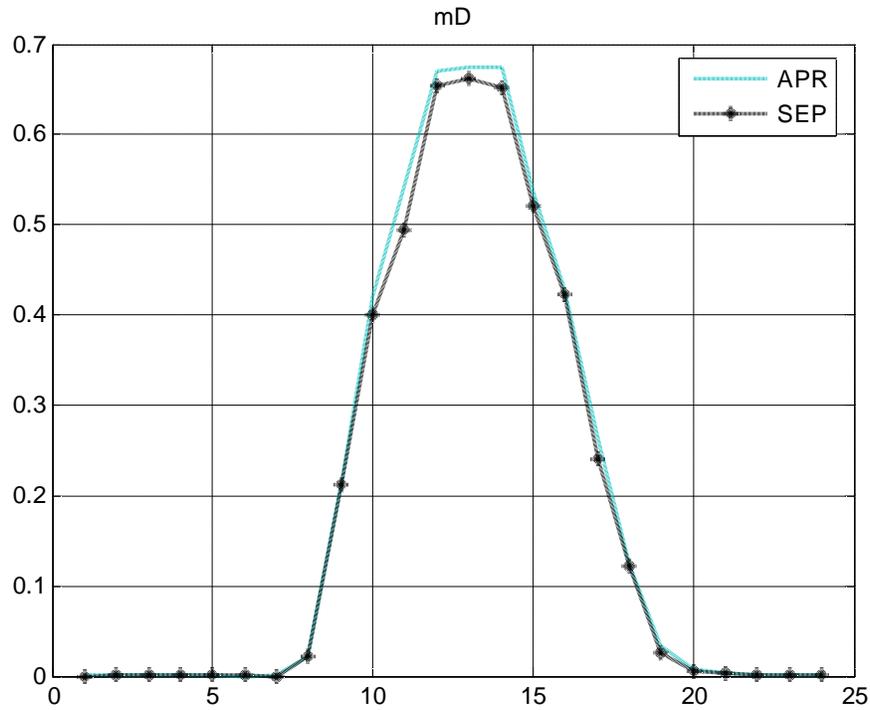
Σχήμα 6.8.33 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού (Ιανουάριος-Δεκέμβριος)



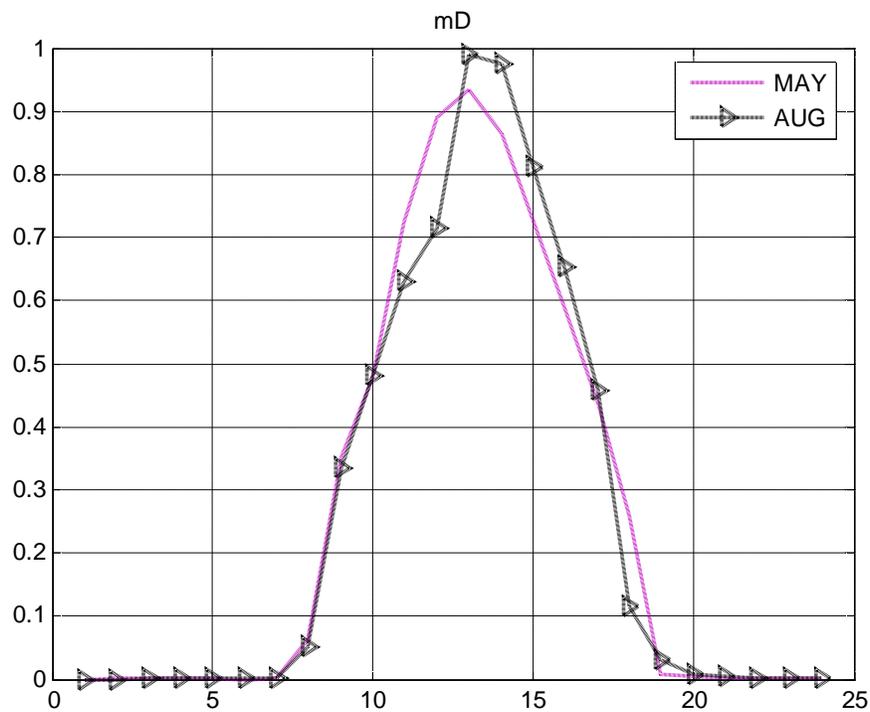
Σχήμα 6.8.34 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού (Φεβρουάριος-Νοέμβριος)



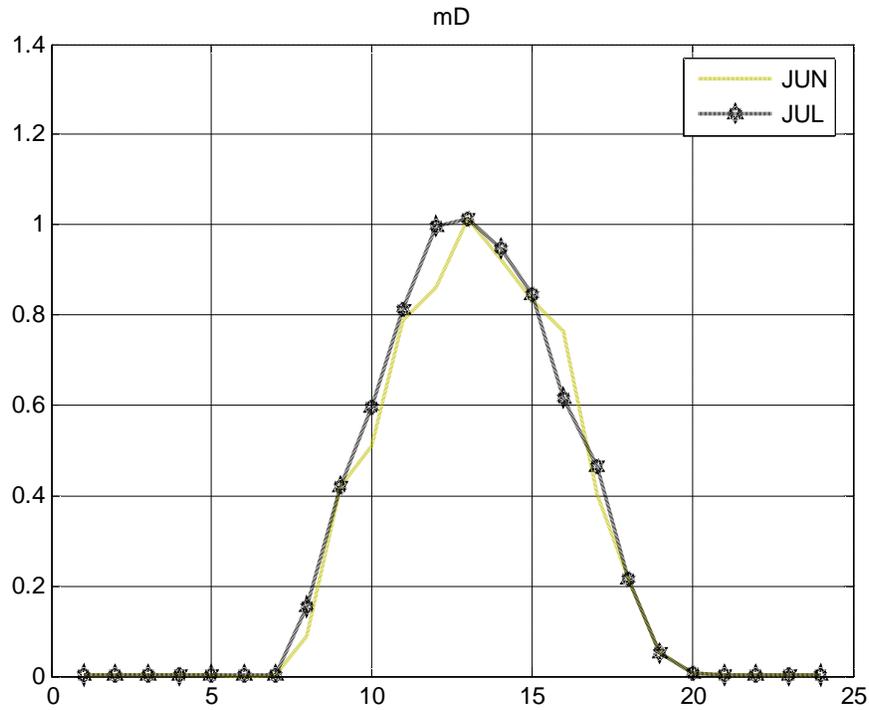
Σχήμα 6.8.35 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού (Μαρτιος-Οκτώβριος)



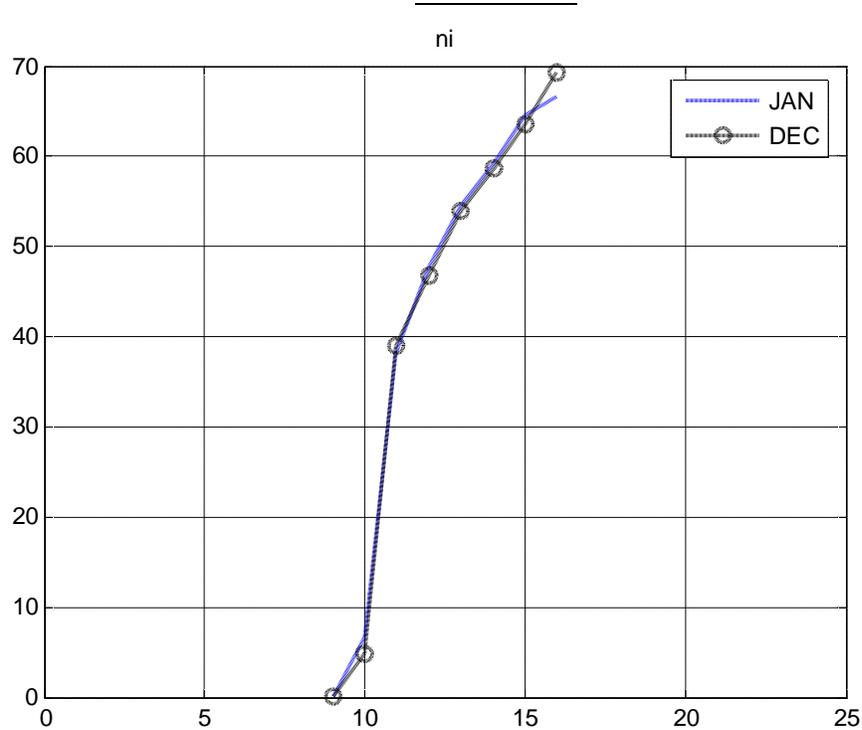
Σχήμα 6.8.36 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού (Απρίλιος-Σεπτέμβριος)



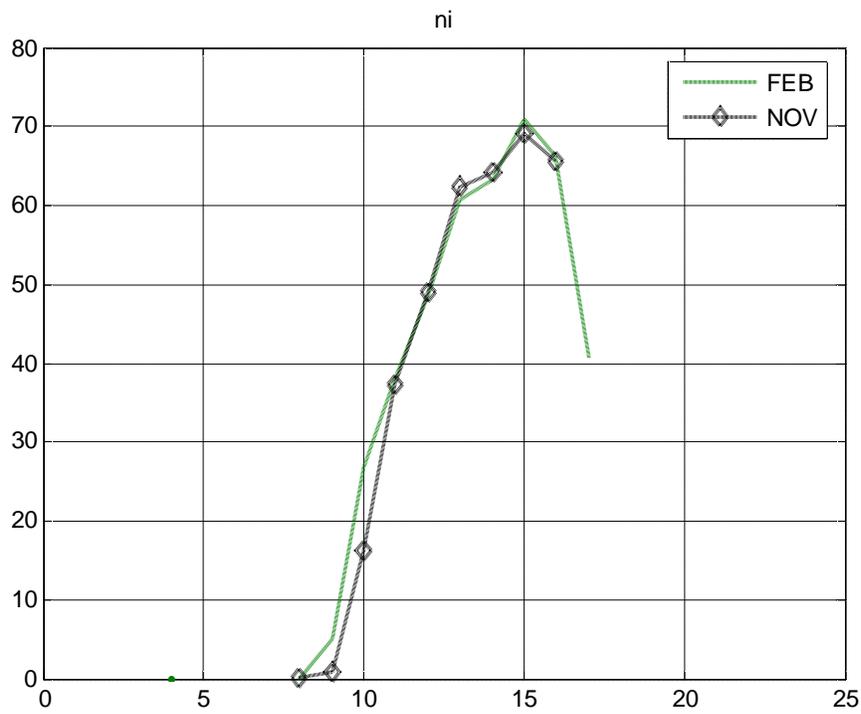
Σχήμα 6.8.37 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού (Μάιος-Αυγούστος)



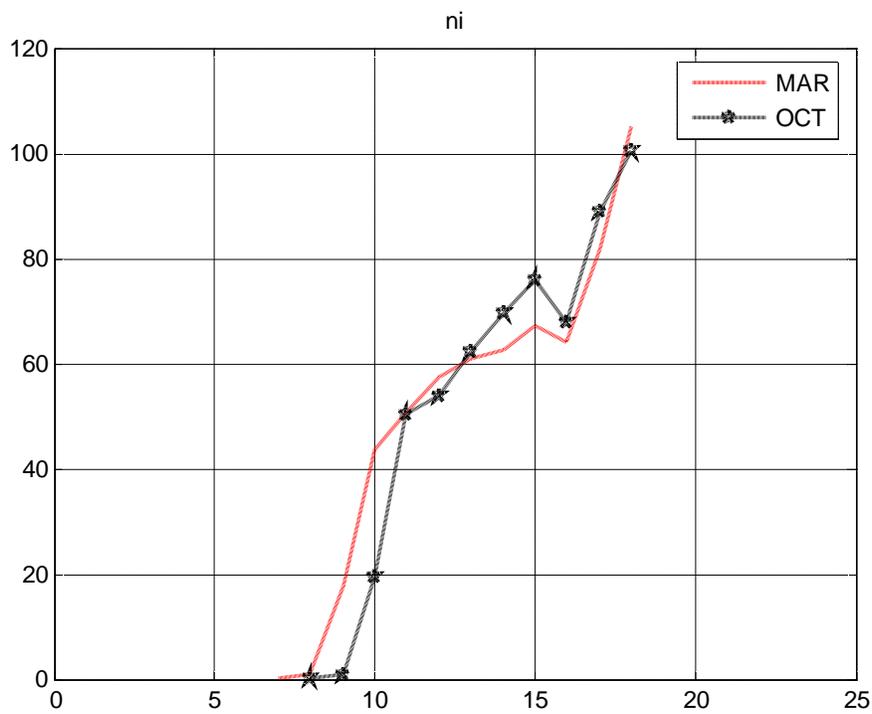
Σχήμα 6.8.38 Παροχή μάζας απεσταγμένου νερού (Ιούνιος-Ιούλιος)



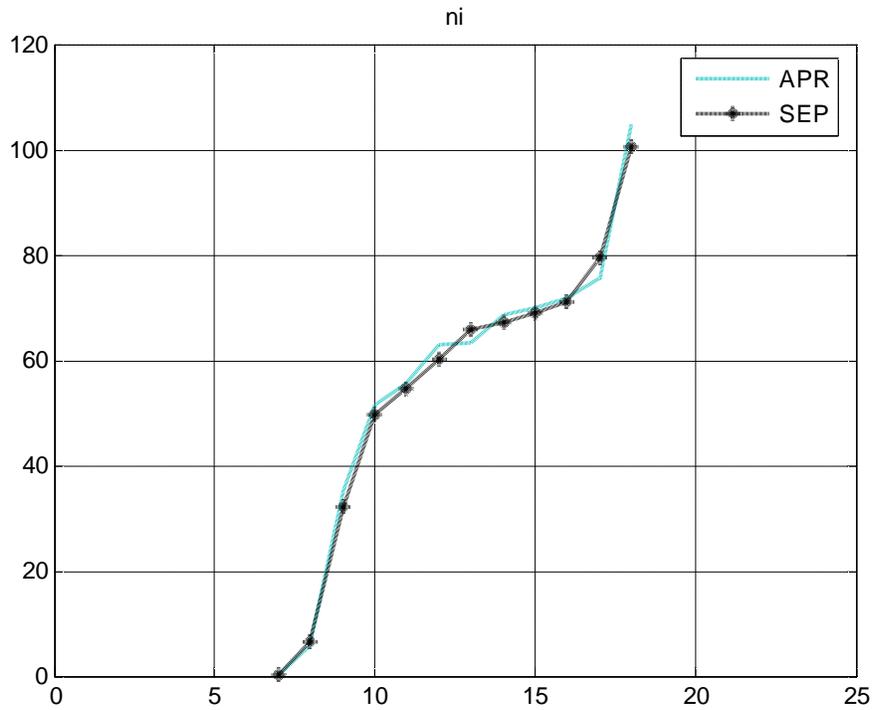
Σχήμα 6.8.39 Βαθμός απόδοσης (Ιανουάριος-Δεκέμβριος)



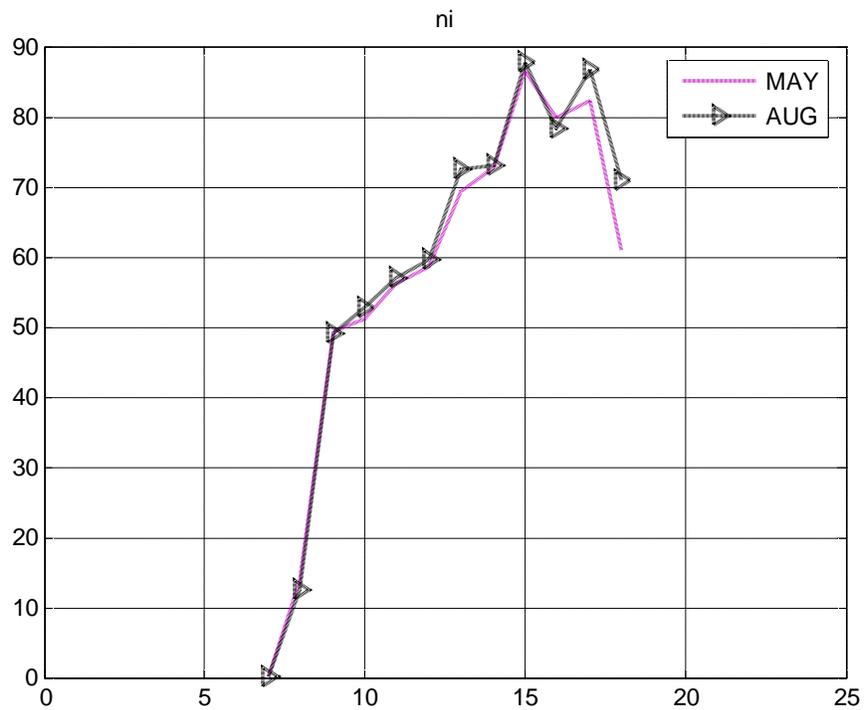
Σχήμα 6.8.40 Βαθμός απόδοσης (Φεβρουάριος-Νοέμβριος)



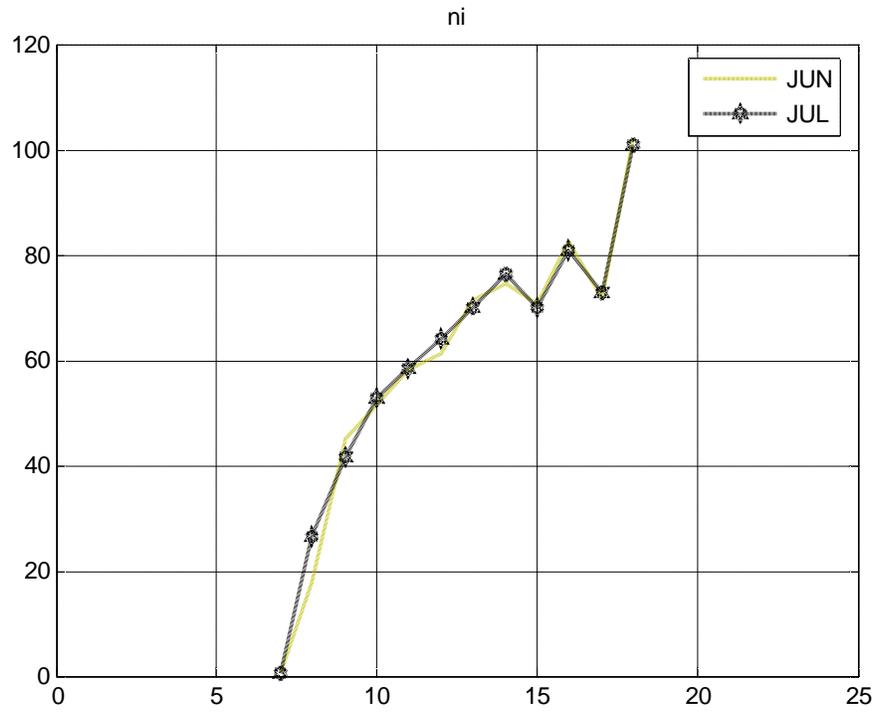
Σχήμα 6.8.41 Βαθμός απόδοσης (Μαρτιος-Οκτώβριος)



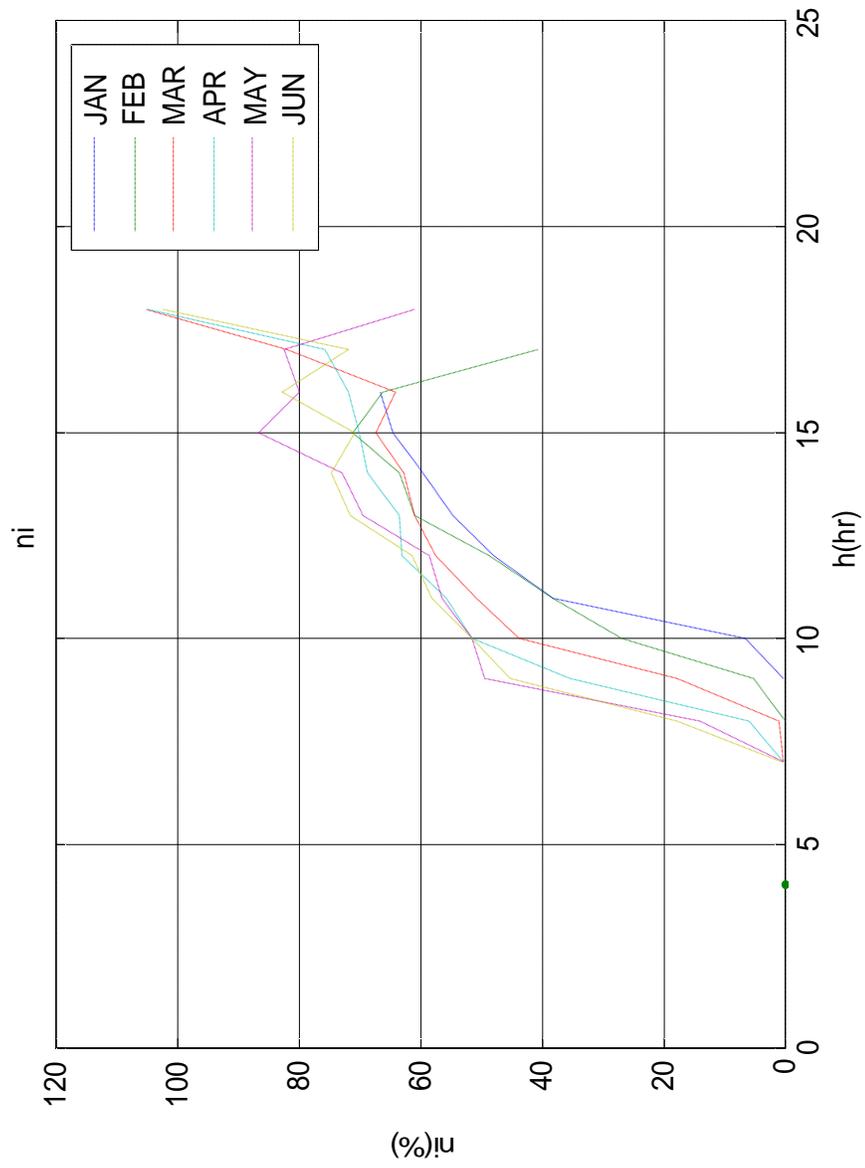
Σχήμα 6.8.42 Βαθμός απόδοσης (Απρίλιος-Σεπτέμβριος)



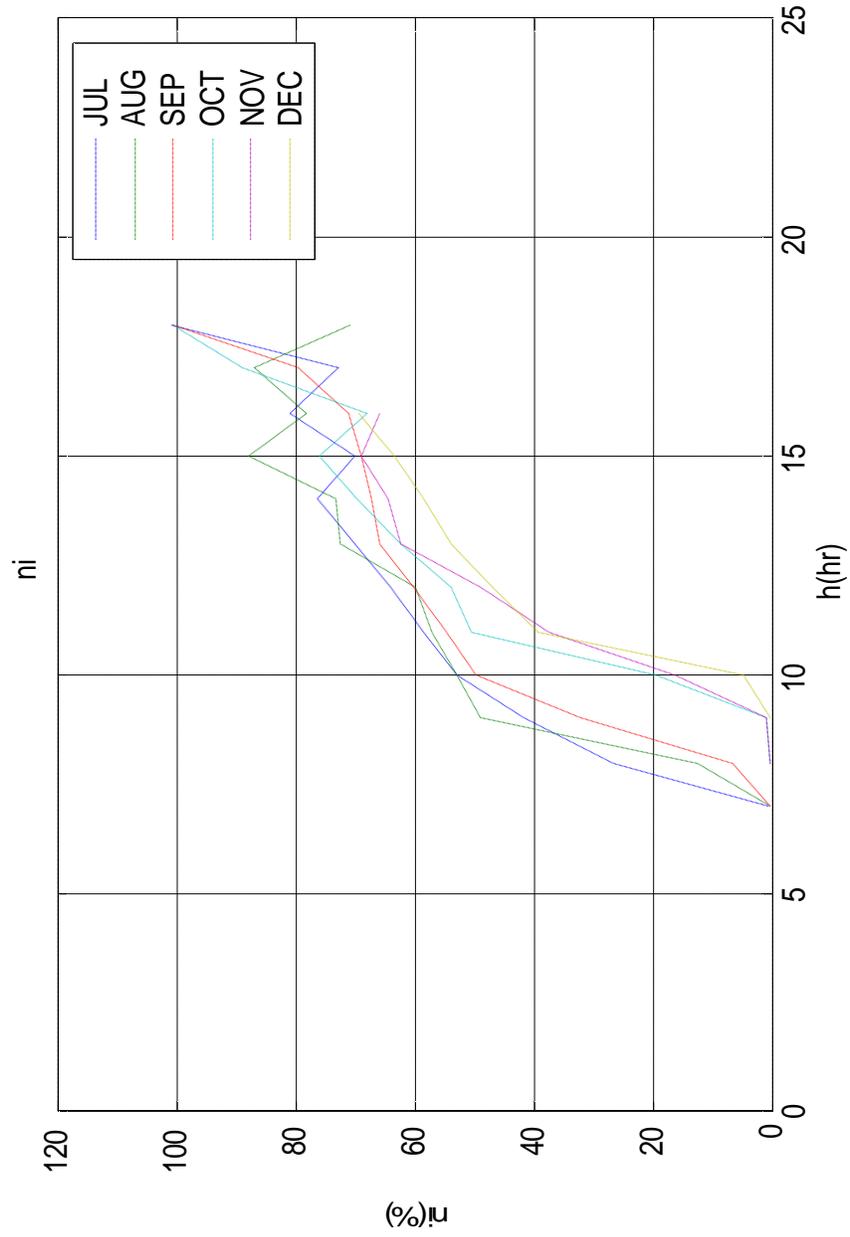
Σχήμα 6.8.43 Βαθμός απόδοσης (Μάιος-Αύγουστος)



Σχήμα 6.8.43 Βαθμός απόδοσης (Ιούνιος-Ιούλιος)

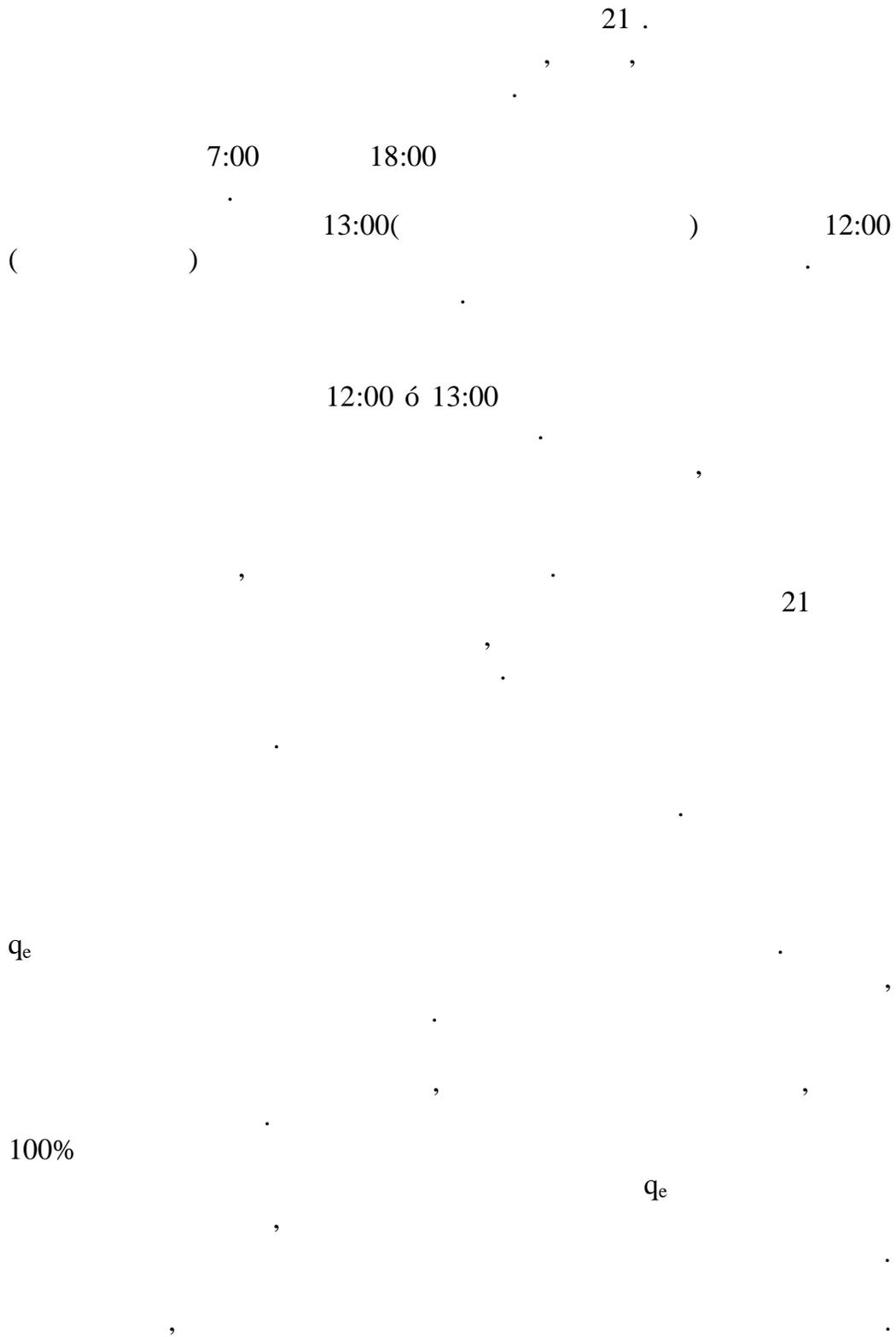


Σχήμα 6.8.44 Βαθμός απόδοσης τους πρώτους έξι μήνες του έτους



Σχήμα 6.8.45 Βαθμός απόδοσης τους τελευταίους έξι μήνες του έτους

**6.9 Σχολιασμός αποτελεσμάτων**





**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1.  
 ø - 9-11/11/1998  
 /  
 -
2.  
 ø - 6-8  
 1995  
 /
3.  
 ø ó 6-8 1996  
 /
4.  
 ø /2 « 20- 22 »  
 1982  
 /
5.  
 ø ó « »  
 /  
 3-5 1999  
 /
6.  
 . . .  
 1998, . . .  
 7. ó  
 /  
 . , 1995,
- 8.Solar Technology for building, Volume 2  
 Procceedings of the first International conference on Solar building  
 technology  
 25-29 July 1977 at the Royal Institute of British Architects, London

## 9. Solar Engineering of thermal Processes

Duffie Beckman

Solar Energy laboratory, University of Wisconsin-Madison

A Wiley-Interscience publication

## 10. UNESCO- The sun in the service of mankind

11. / óHans Rau

Gutenberg, A 1983

12. ó

1997

13.

2007

14.

2002

15.

- <http://www.solar.demokritos.gr>
- <http://idadesal.org>
- <http://www.cie.org.cy>
- <http://www.ebhe.gr>
- <http://cres.gr>