



ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
“ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ” / “DEMOKRITOS”  
NATIONAL CENTER FOR SCIENTIFIC RESEARCH

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΟΚΙΜΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
LABORATORY OF TESTING SOLAR & OTHER ENERGY SYSTEMS

ΕΚΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΜΜΕΣΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΣΕ  
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ (BOILER)

ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ EN 12897:2006

TEST REPORT

THERMAL PERFORMANCE FOR INDIRECTLY HEATED UNVENTED  
(CLOSED) STORAGE WATER HEATERS

STANDARD ΕΛΟΤ EN 12897:2006

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟΥ / TANK REFERENCE

**5009 DE 1**

*Το Εργαστήριο ικανοποιεί τις απαιτήσεις του  
προτύπου ΕΛΟΤ EN 12897:2006*

*The Laboratory satisfies the requirements of  
standard ELOT EN 12897:2006*

153-10 Αγ. Παρασκευή, Αττική  
Τηλ.: (010) 6503815  
Fax: (010) 6544592

GR- 153 10 Ag. Paraskevi, Greece  
Tel.: +30-10-6503815  
Fax: +30-10-6544592

E-mail: [sollab@ipta.demokritos.gr](mailto:sollab@ipta.demokritos.gr)

Web site: <http://www.solar.demokritos.gr>

ΕΚΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΩΝ  
ΔΟΚΙΜΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΜΜΕΣΗΣ  
ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ (BOILER)  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ EN 12897:2006

TEST REPORT  
THERMAL PERFORMANCE FOR INDIRECTLY HEATED UNVENTED  
(CLOSED) STORAGE WATER HEATERS  
ACCORDING TO STANDARD ΕΛΟΤ EN 12897:2006\*

\* ΕΛΟΤ EN 12897:2006: "Water supply – Specification for indirectly unvented (closed) storage water heaters"

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΟΚΙΜΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ & ΑΛΛΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΕΚΕΦΕ "ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ" / NCSR "DEMOKRITOS"  
LABORATORY OF TESTING SOLAR & OTHER ENERGY SYSTEMS

N.C.S.R "DEMOKRITOS"  
SOLAR ENERGY LABORATORY  
Head: Dr Vassilis Belessiotis  
Tel: +210 6503815 - Fax: +210 6544592  
158 10 Ag. Paraskevi - Attiki - Greece

Γ. Πανάρας / G. Panaras  
Υπεύθυνος Δοκιμών / Responsible for Testing

Δρ. Β. Μπελεσιώτης / Dr. V. Belessiotis  
Προϊστάμενος / Laboratory Head

Ημερομηνία / Date: 28/05/2009

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

- 1) Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο το σύστημα στο οποίο πραγματοποιήθηκαν δοκιμές και τα οποία προσκομίστηκαν από τον πελάτη.
- 2) Η παρούσα έκθεση δεν πρέπει να αναπαραχθεί παρά μόνο στο σύνολό της χωρίς την γραπτή έγκριση του Εργαστηρίου.
- 3) Ο μετρητικός εξοπλισμός καλύπτει τις ανάγκες ακρίβειας των προτύπων. Δεν δίδονται αβεβαιότητες στα αποτελέσματα.

NOTES:

- 1) The results are related only with the system on which tests were performed and which were delivered by the customer.
- 2) This report can be reproduced without the written permission of the Laboratory only in full.
- 3) Measurement equipment conforms with the accuracy/precision requirements of the standards. Uncertainty of results is not provided.

## ΕΚΘΕΣΗ ΔΟΚΙΜΩΝ / TEST REPORT

Πελάτης: SOL ΕΠΕ Ιωάννου Ράλλη 19 Μεταμόρφωση, 144 52	<i>Customer:</i> SOL Ltd 19 Ioannou Ralli Metamorfwsis Attikis 14452
Τηλ.: 210 2843376 Fax: 210 2841650	<i>Tel.:</i> 210 2843376 <i>Fax:</i> 210 2841650
Ημερομηνία παραλαβής δεξαμενής (καλή κατάσταση)/ <i>Receipt date of tank (in good condition): 04/05/2008</i>	

### A.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟΥ DESCRIPTION OF THE STORAGE WATER HEATER TANK

#### A.1.1 Τεχνικά στοιχεία θερμοδοχείου / *Technical data of the tank*

- Κατασκευαστής\* :..... SOL ΕΠΕ ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ  
*Manufacturer\** :..... *SOL Ltd. APOSTOLIDES*
- Τύπος\* / *Model\** :..... EL.B. T.20 SONNE
- Σειριακός αριθμός (S.N.).....2080508
- Όγκος / *Volume:(V)* ..... 180 l
- Εξωτερική διάμετρος δεξαμενής / *Outside tank diameter, D<sub>i</sub>* :..... 58 cm
- Ύψος δεξαμενής εξωτερικά / *Outside tank height, H* :..... 1.40 m
- Υλικό μόνωσης\* ..... πολυουρεθάνης  
*Insulation material\** :..... *polyurethane*
- Πάχος μόνωσης\* / *Insulation thickness\** :..... 60 mm
- Παροχή στο κύκλωμα του εναλλάκτη/ *Heat exchanger flow rate*..... 900 l/h
- Μέγιστη Πίεση\* / *Maximum Pressure\** ..... 10 bar

(\*) Στοιχεία που δηλώνονται από τον πελάτη  
*Specifications supplied by customer*

(\*\*) Δεν δόθηκαν στοιχεία από πελάτη  
*No data were provided by the customer*

### A.1.2 Τεχνικά στοιχεία εναλλάκτη(ών) / *Technical data of the heat exchanger(s)*

(Βλέπε σχετικά σχήματα στην παρ. A.1.3 / *For reference see on par. A.1.3*)

– Τύπος εναλλάκτη\* / *Heat exchanger type\**:

- Μανδύας / *Mantle*
- Με ελικοειδή σωλήνα / *Spiral coil*
- Ευθύγραμμου σωλήνα / *Straight pipes*
- Άλλος / *Other* .....

#### α) Μανδύας (εάν υπάρχει) / *Mantle (if applicable)*

- Πλάτος μανδύα / *Mantle length, l* ..... m
- Πάχος - διάκενο (εσωτερικά) / *Mantle width, d* ..... mm
- Επιθυμητή παροχή δοκιμής στο κύκλωμα του εναλλάκτη (εκτός αυτής του προτύπου) / *Heat exchanger testing flow rate (if different from the Standard value)* ..... l/h
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας / *Maximum pressure of operation* ..... bar

#### β) Ελικοειδής (εάν υπάρχει) / *Spiral coil (if applicable)*

#### Άνω εναλλάκτης / *Upper heat exchanger*

- Αριθμός σπειρών / *Number of spiral flow passages* ..... 11
- Διάμετρος σωλήνα / *Tube diameter,  $d_{o1}$*  ..... 18 mm
- Διάμετρος έλικας / *Coil diameter,  $d_{h1}$*  ..... mm
- Μήκος σωλήνα (συνολικό) / *Total tube length,  $l_1$*  ..... 8.4 m
- Επιθυμητή παροχή δοκιμής στο κύκλωμα του εναλλάκτη (εκτός αυτής του προτύπου) \*\*/ *Heat exchanger testing flow rate (if different from the Standard value)\*\** ..... l/h
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας / *Maximum nominal pressure of operation* ..... 10 bar

(\*) Στοιχεία που δηλώνονται από τον πελάτη  
*Specifications supplied by customer*

(\*\*) Δεν δόθηκαν στοιχεία από πελάτη  
*No data were provided by the customer*

**Κάτω εναλλάκτης (εάν υπάρχει)/ *Bottom heat exchanger***

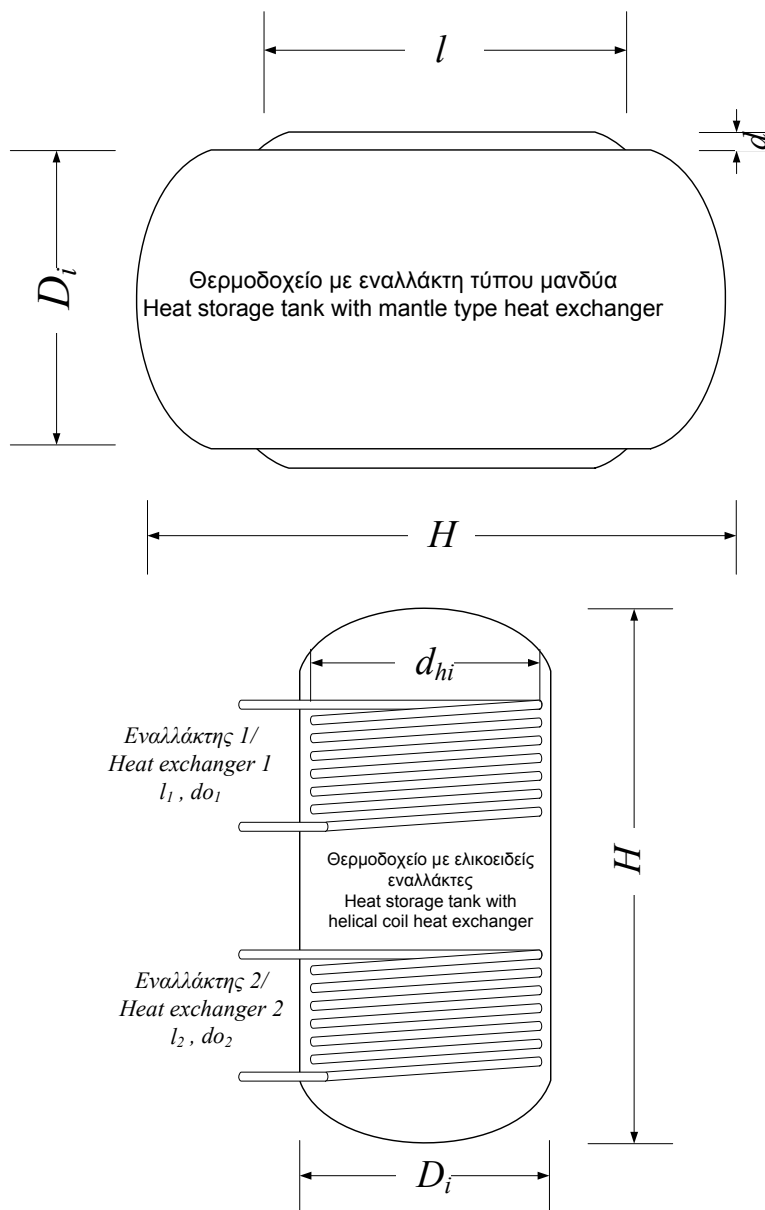
- Αριθμός σπειρών / *Number of spiral flow passages* .....11
- Διάμετρος σωλήνα / *Tube diameter,  $d_{o2}$* .....18 mm
- Διάμετρος έλικας / *Coil diameter,  $d_{h2}$*  .....mm
- Μήκος σωλήνα (συνολικό) / *Total tube length,  $l_2$*  .....8.4 m
- Επιθυμητή παροχή δοκιμής στο κύκλωμα του εναλλάκτη (εκτός αυτής του προτύπου)\*\* /  
*Heat exchanger testing flow rate (if different from the Standard value)\*\** .....l/h
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας / *Maximum nominal pressure of operation* ..... 10 bar

**γ) Άλλος τύπος εναλλάκτη (περιγραφή)/ *Other type of heat exchanger***

(\*) Στοιχεία που δηλώνονται από τον πελάτη  
*Specifications supplied by customer*

(\*\*) Δεν δόθηκαν στοιχεία από πελάτη  
*No data were provided by the customer*

### A.1.3 Σχηματικό διάγραμμα θερμοδοχείου / Schematic diagram of the tank



### A.1.4 Σχόλια στο σχεδιασμό του θερμοδοχείου / Comments on the tank design

(\*) Στοιχεία που δηλώνονται από τον πελάτη  
Specifications supplied by customer

(\*\*) Δεν δόθηκαν στοιχεία από πελάτη  
No data were provided by the customer

**A.1.5 Φωτογραφία θερμοδοχείου / *Photograph of the tank***

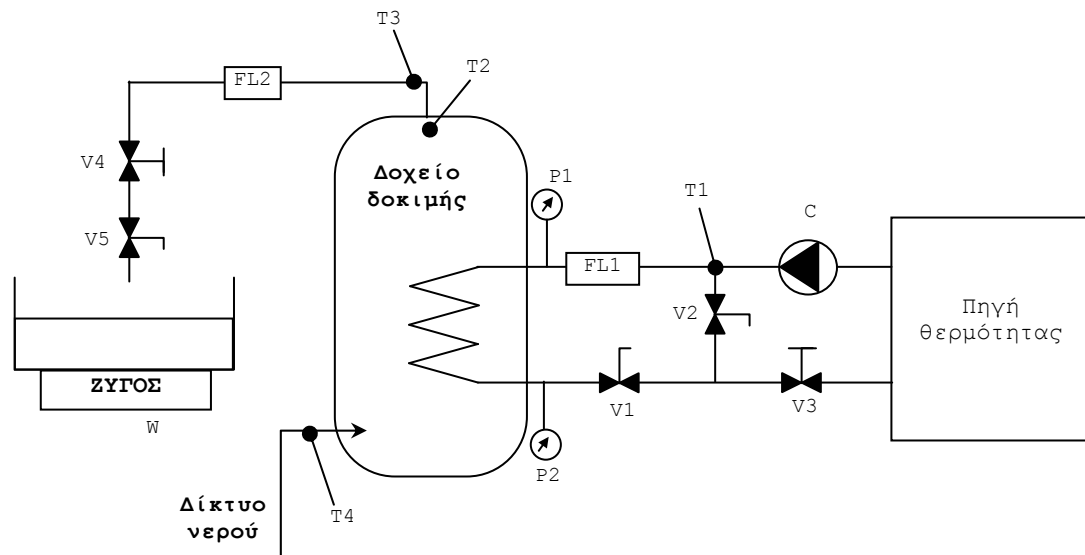


(\*) Στοιχεία που δηλώνονται από τον πελάτη  
*Specifications supplied by customer*

(\*\*) Δεν δόθηκαν στοιχεία από πελάτη  
*No data were provided by the customer*

## A.2 ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟΥ / TANK PERFORMANCE TEST

### A.2.1 Σχηματικό διάγραμμα της εγκατάστασης δοκιμών *Schematic diagram of testing loop*



FL1,FL2	Ροόμετρα	FL1,FL2	Flowmeters
C	Κυκλοφορητής	C	Circulator
V1,V2,V5	Βαλβίδες διακοπής	V1,V2,V5	Quarter turn valves
V3, V4	Ρυθμιστικές βαλβίδες	V3, V4	Flow control valves
P1, P2	Μανόμετρα	P1, P2	Pressure gauges
W	Ζυγός	W	Weighing device
T1,T2,T3,T4	Αισθητήρια θερμότητας	T1,T2,T3,T4	Temperature sensors

**Σχήμα 1.1:** Σχηματική Διάταξη Δοκιμών και Μετρήσεων Θερμοδοχείων  
 (Figure A.1, ΕΛΟΤ EN 12897-2/2006)



**A.2.2 Συνθήκες και δεδομένα μετρήσεων (δοκιμή κάτω εναλλάκτη)**  
***Test conditions and measurement data (testing of bottom heat exchanger)***

Χρόνος αναθέρμανσης / *Reheat Time*: (t) ..... 34,75 min

Μέση παροχή στο κύκλωμα του εναλλάκτη, ..... 896,7 l/h  
*Heat exchanger flowrate, average*

Μέση θερμοκρασία στην είσοδο του εναλλάκτη ..... 77,7 °C  
*Heat exchanger average input temperature*

Μέση θερμοκρασία στην έξοδο του εναλλάκτη ..... 63,7 °C  
*Heat exchanger average output temperature*

Μέση παροχή απομάστευσης, ..... 910,6 l/h  
*Draw off flowrate, average*

Όγκος απομάστευσης με θερμοκρασία πάνω από 40 °C (Vd) ..... 134,0 l  
*Draw off volume with temperature over 40 °C (Vd)*

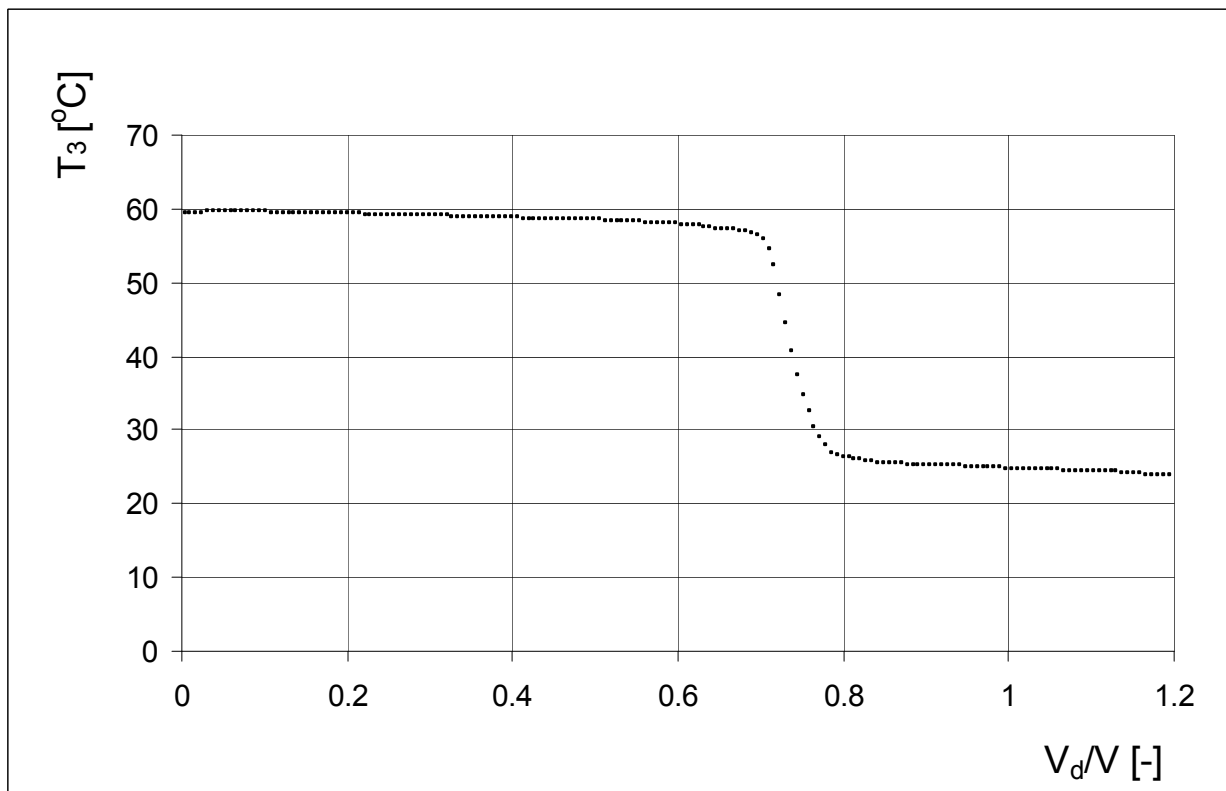
Μέση θερμοκρασία απομάστευσης (Tav) ..... 58,04 °C  
*Average Draw off temperature (Tav)*

Σημείωση: Τα σύμβολα ορίζονται στην παράγραφο A.4.  
Note: Symbols are defined in clause A.4

**A.2.2.1 Δυναμικότητα σε ζεστό νερό (λειτουργία κάτω εναλλάκτη)/ Hot water capacity (bottom heat exchanger operation)**

Δυναμικότητα σε ζεστό νερό, {από την σχέση (A.1)} (HWC).....74,5 %  
 Hot Water Capacity, {from eq. (A.1)}(HWC)

$$HWC = \frac{V_d}{V} 100\% \quad (A.1)$$



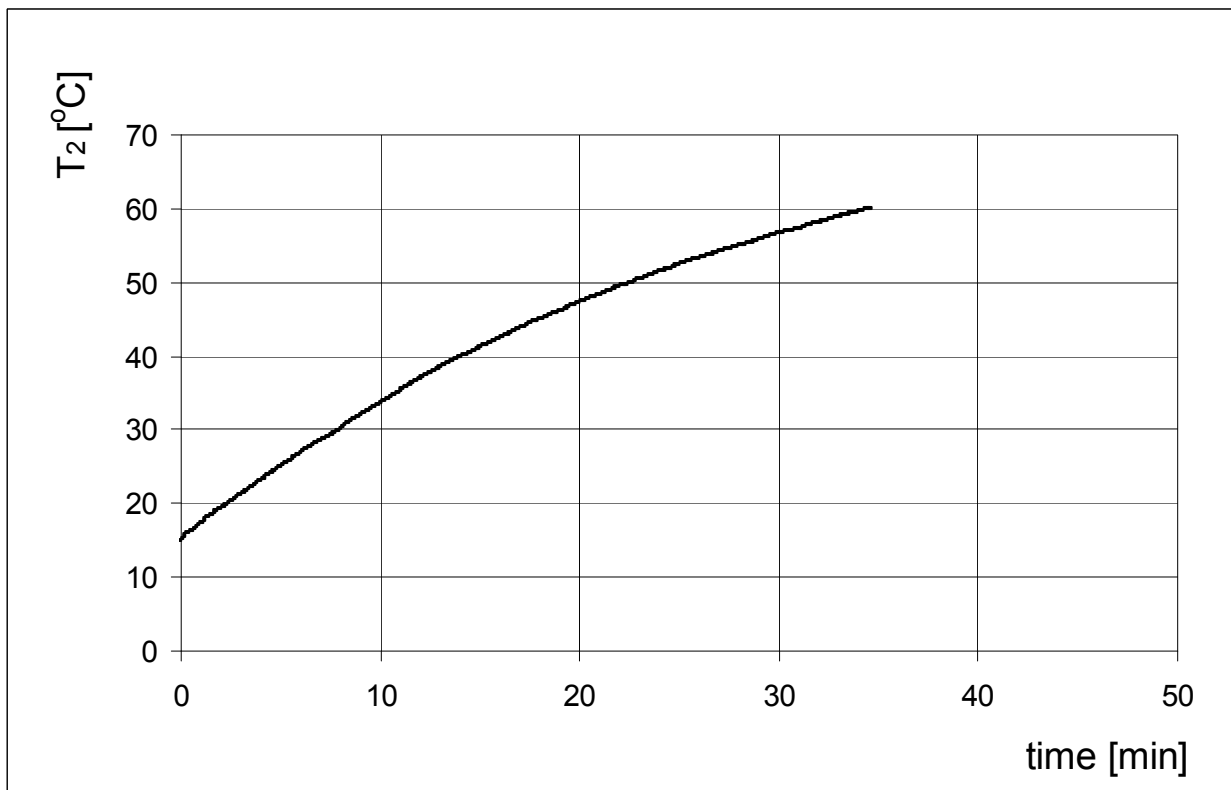
Όγκος νερού απομάστευσης  
 Volume of water Draw-off

**Σχήμα A.1 / Figure A.1**

**A.2.2.2 Προσδιορισμός απόδοσης κάτω εναλλάκτη / Bottom heat exchanger heating power**

Προσδιορισμός απόδοσης εναλλάκτη {από την σχέση (A.2)},(P).....11,6 KW  
 Primary Heating Power {from eq. (A.2)},(P)

$$P = \frac{(T_{av} - 15)V_d}{14.3 * t} \quad (A.2)$$



Διάγραμμα Θέρμανσης  
 Heating Diagram

**Σχήμα A.2 / Figure A.2**

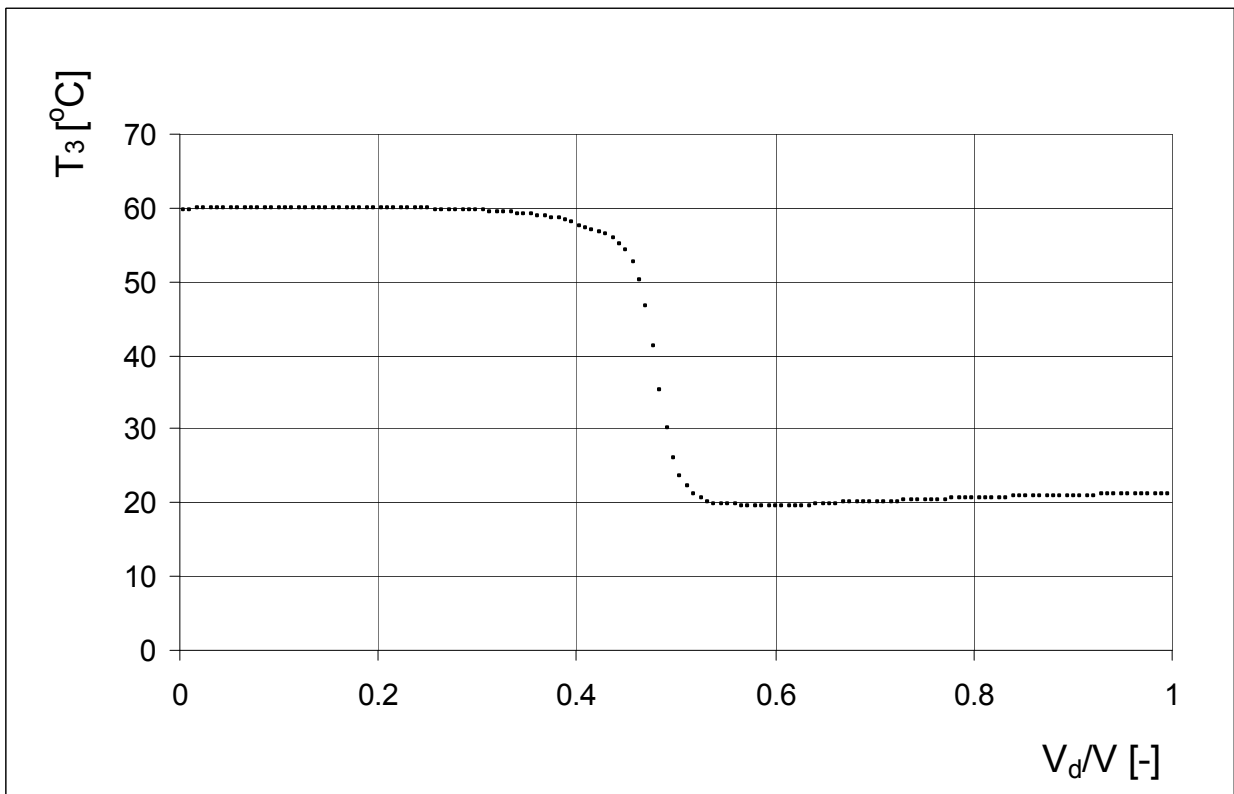
**A.2.3 Συνθήκες και δεδομένα μετρήσεων (δοκιμή άνω εναλλάκτη)**  
***Test conditions and measurement data (testing of upper heat exchanger)***

Χρόνος αναθέρμανσης / <i>Reheat Time: (t)</i> .....	19,75 min
Μέση παροχή στο κύκλωμα του εναλλάκτη, ..... <i>Heat exchanger flowrate, average</i>	899,7 l/h
Μέση θερμοκρασία στην είσοδο του εναλλάκτη ..... <i>Heat exchanger average input temperature</i>	78,6 °C
Μέση θερμοκρασία στην έξοδο του εναλλάκτη ..... <i>Heat exchanger average output temperature</i>	64,1 °C
Μέση παροχή απομάστευσης, ..... <i>Draw off flowrate, average</i>	884,2 l/h
Όγκος απομάστευσης με θερμοκρασία πάνω από 40 °C (Vd) ..... <i>Draw off volume with temperature over 40 °C (Vd)</i>	87,2 l
Μέση θερμοκρασία απομάστευσης (Tav) ..... <i>Average Draw off temperature (Tav)</i>	58,3 °C

**A.2.3.1 Δυναμικότητα σε ζεστό νερό (λειτουργία άνω εναλλάκτη)/ Hot water capacity (upper heat exchanger operation)**

Δυναμικότητα σε ζεστό νερό, {από την σχέση (A.1)} (HWC).....48,4 %  
 Hot Water Capacity, {from eq. (A.1)}(HWC)

$$HWC = \frac{V_d}{V} 100\% \quad (A.1)$$



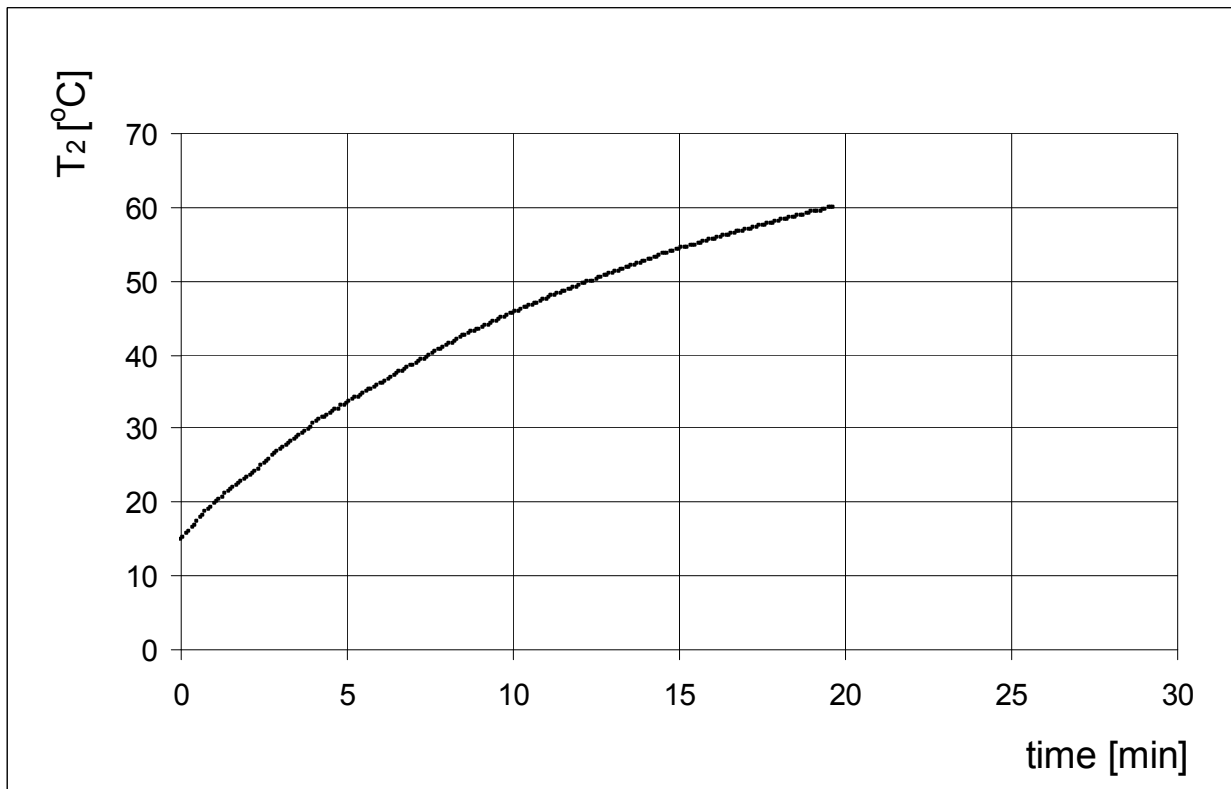
Όγκος νερού απομάστευσης  
 Volume of water Draw-off

**Σχήμα A.3 / Figure A.3**

**A.2.3.2 Προσδιορισμός απόδοσης άνω εναλλάκτη / Upper heat exchanger heating power**

Προσδιορισμός απόδοσης εναλλάκτη {από την σχέση (A.2)},(P).....13,4 KW  
 Primary Heating Power {from eq. (A.2)},(P)

$$P = \frac{(T_{av} - 15)V_d}{14.3 * t} \quad (A.2)$$



Διάγραμμα Θέρμανσης  
 Heating Diagram

**Σχήμα A.4 / Figure A.4**

#### A.2.4 Δοκιμή προσδιορισμού απωλειών θερμοδοχείου *Standing Heat Loss of the tank*

- Η δοκιμή δεν πραγματοποιήθηκε καθώς η θέση της θερμικής αντίστασης στο άνω μέρος του δοχείου καθιστούσε αδύνατη την εφαρμογή της προβλεπόμενης διαδικασίας / The test was not performed, as the position of the electrical heat resistance at the upper part of the tank did not permit the implementation of the procedure
  
- Μέση θερμοκρασία νερού δεξαμενής ( $T_{2(av)}$ ): .....  
*Average temperature of water in tank*
  
- Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος στη διάρκεια της δοκιμής ( $T_a$ ).....  
*Average ambient air temperature adjacent to store during the test ( $T_a$ )*
  
- Ενέργεια που καταναλώθηκε ( $E$ ).....  
*Energy input ( $E$ )*
  
- Θερμικές απώλειες δεξαμενής {από την σχέση (A.3)}, ( $Q_s$ ): .....  
*Mean storage heat loss {from eq. (A.3)}, ( $Q_s$ )*

$$Q_{st} = E \left( \frac{45}{T_{2(av)} - T_a} \right) \quad (A.3)$$

### **A.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟΥ\*\*\* STORAGE TANK HEAT LOSS COEFFICIENT\*\*\***

- Όγκος Δεξαμενής / *Tank Volume* ( $V_s$ ): ..... 180 l
- Αρχική μέση θερμοκρασία νερού δεξαμενής ( $T_i$ ): ..... 70.4 °C  
*Initial average temperature of water in tank*
- Τελική μέση θερμοκρασία νερού δεξαμενής ( $T_f$ ): ..... 63.1 °C  
*Final average temperature of water in tank*
- Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος στη διάρκεια της δοκιμής  $T_a$ : ..... 24.2 °C  
*Average ambient air temperature adjacent to store during the test*
- Διάρκεια δοκιμής / *Duration of test* ( $\Delta t$ ): ..... 68006 s
- Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής {από την σχέση (A.3)}, ( $U_s$ ): ..... 1.9 W/K  
*Deduced value of mean storage heat loss coefficient {from eq. (A.3)}*

\*\*\*Η δοκιμή πραγματοποιείται σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9459-2 παράγραφος 7.8.2  
*Test Performed in accordance with ISO 9459-2 paragraph 7.8.2*



#### A.4 ΣΥΜΒΟΛΑ / SYMBOLS

V	Όγκος δεξαμενής <i>Tank Volume</i>	l
V <sub>d</sub>	Όγκος νερού απομάστευσης <i>Volume of water drawn-off</i>	l
V <sub>d</sub> /V	Κανονικοποιημένη κατανομή απομάστευσης <i>Normalized draw-off temperature profile</i>	-
T <sub>av</sub>	Μέση θερμοκρασία απομάστευσης <i>Average Draw off temperature</i>	°C
t	Χρόνος αναθέρμανσης από τους 15 στους 60 °C <i>Reheat Time from 15 to 60 °C</i>	min
T <sub>2(av)</sub>	Μέση θερμοκρασία νερού στο πάνω μέρος της δεξαμενής <i>Average water temperature at the top of the tank</i>	°C
P	Ισχύς εναλλάκτη <i>Primery Heating Power</i>	KW
T <sub>a</sub>	Θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος <i>Ambient or surrounding air temperature</i>	°C
E	Ενέργεια που καταναλώθηκε <i>Energy input</i>	KW
Q <sub>s</sub>	Θερμικές απώλειες δεξαμενής <i>Deduced value of mean storage heat loss</i>	W/K
T <sub>f</sub>	Τελική θερμοκρασία του νερού δεξαμενής <i>Final tank water temperature</i>	°C
T <sub>i</sub>	Αρχική θερμοκρασία του νερού δεξαμενής <i>Initial tank water temperature</i>	°C
U <sub>s</sub>	Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής <i>Storage tank heat loss coefficient</i>	W/K
T <sub>2</sub>	Θερμοκρασία νερού στο πάνω μέρος της δεξαμενής <i>Water temperature at the top of the tank</i>	°C
T <sub>3</sub>	Θερμοκρασία νερού απομάστευσης <i>Draw off Temperature</i>	°C