

**ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ  
ΠΡΟΤΥΠΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**Κοκκίνη Ευμορφία και Αναγνώστου Μιλτιάδης**

**Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας, ΒΙ.ΠΕ.Θ. Σίνδος 57022, τετρ. 45**  
e-mail: kokkini@eim.gr

**Περίληψη**

Στο Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας (Ε.Ι.Μ.), στο εργαστήριο μετρήσεων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, το εθνικό πρότυπο υγρασίας υλοποιείται μέσω πρότυπης γεννήτριας θερμοκρασίας σημείου δρόσου, στο εύρος θερμοκρασιών  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Η πρότυπη γεννήτρια υγρασίας αναπτύχθηκε σε συνεργασία με το Εθνικό Ινστιτούτο της Μ.Βρετανίας NPL και λειτουργεί με βάση την αρχή των δύο θερμοκρασιών σε σταθερή πίεση. Παράγει δείγμα αέρα με συγκεκριμένη περιεκτικότητα σε υδρατμούς.

Με την πρότυπη αυτή γεννήτρια, διακριβώνονται τα οπτικά υγρόμετρα του εργαστηρίου, τα οποία αποτελούν τα πρότυπα αναφοράς για τη διακρίβωση οργάνων μέτρησης σχετικής υγρασίας.

Στην εργασία αυτή, θα γίνει μία παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας της πρότυπης γεννήτριας θερμοκρασίας σημείου δρόσου, καθώς και του τρόπου που εξασφαλίζεται η ιχνηλασιμότητα των διακριβώσεων οργάνων μέτρησης σχετικής υγρασίας στη γεννήτρια αυτή.

*Λέξεις-Κλειδιά: σχετική υγρασία, θερμοκρασία σημείου δρόσου, γεννήτρια θερμοκρασίας σημείου δρόσου, οπτικό υγρόμετρο, όργανα μέτρησης.*

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Τι είναι η υγρασία ;

Η λέξη «υγρασία» δηλώνει την παρουσία υδρατμών στον αέρα ή σε οποιοδήποτε άλλο αέριο. Είναι ουσιαστικά η αέρια μορφή του νερού. Όπως από το ζεστό νερό αναδίδονται υδρατμοί, και αναδίδονται υδρατμοί από το νερό σε όποια θερμοκρασία και να βρίσκεται. Επομένως, όπου υπάρχει παρουσία νερού ή πάγου, και ως εκ τούτου παρουσία υδρατμών, υπάρχει εξάτμιση ή και συμπύκνωση.

Ο αέρας (ή οποιοδήποτε άλλο αέριο) έχει μία συγκεκριμένη ικανότητα να συγκρατήσει υδρατμούς. Η συγκεκριμένη ικανότητα εξαρτάται κυρίως από την θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται. Γενικά, όσο θερμότερο είναι ένα αέριο, τόσο περισσότερους υδρατμούς μπορεί να συγκρατήσει. Όταν το αέριο φθάσει σε κείνη την κατάσταση, στην οποία έχει την μέγιστη ποσότητα υδρατμών που έχει ικανότητα να συγκρατήσει στη συγκεκριμένη θερμοκρασία, τότε λέμε ότι το αέριο αυτό είναι κορεσμένο.

Οι μετρήσεις υγρασίας είναι αρκετά δύσκολες να πραγματοποιηθούν. Αυτό οφείλεται στο εξαιρετικά μεγάλο εύρος τους, που μπορεί να ξεκινήσει από 1 ppb ή και λιγότερο (π.χ. στους  $-112^{\circ}\text{C}$ ,  $\approx$  σε τάση υδρατμών  $0,8 \times 10^{-6}$  mmHg) και να καταλήξει στους κορεσμένους ατμούς των  $100^{\circ}\text{C}$  και σε τάση υδρατμών 760 mmHg. Ένας άλλος λόγος είναι ότι οι μετρήσεις υγρασίας μπορεί να πραγματοποιηθούν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και παρουσία αερίων τα οποία μπορεί να είναι διαβρωτικά .

Οι μετρήσεις υγρασίας παίζουν σημαντικό ρόλο σε βιομηχανικές και εργαστηριακές εφαρμογές καθώς μπορεί να επιφέρουν βελτιώσεις στην ποιότητα ενός προϊόντος αλλά και να μειώσουν λειτουργικά έξοδα. Κάποια από τα παραδείγματα βιομηχανιών που μπορεί να σκεφτεί κανείς, είναι οι καπνοβιομηχανίες και φαρμακοβιομηχανίες, όπου η παρουσία υγρασίας μπορεί να επηρεάσει το τελικό προϊόν. Οι μετρήσεις υγρασίας επηρεάζουν ακόμη την ανθρώπινη υγεία. Αυτό γίνεται φανερό αν αναλογιστεί κανείς, την επίδραση της υγρασίας στη λειτουργία κλιματιστικών συστημάτων καθώς και τις μετεωρολογικές εφαρμογές που έχει.

### 1.2 Ορισμοί σχετιζόμενοι με την υγρασία

**Θερμοκρασία σημείου δρόσου :** η θερμοκρασία στην οποία, ψύχοντας ένα αέριο, εμφανίζεται η πρώτη δροσοσταλίδα. Πρόκειται ουσιαστικά για την θερμοκρασία στην οποία όγκος αέρα πρέπει να ψυχθεί, προκειμένου να είναι κορεσμένος σε υδρατμούς ( $^{\circ}\text{C}$ )

**τάση ατμών νερού:** το μέρος της συνολικής πίεσης ενός αερίου που οφείλεται στους υδρατμούς (Pa, mbar, mm Hg, in Hg, ή psi).

**τάση κορεσμένων ατμών νερού :** η μέγιστη τάση ατμών νερού που μπορεί να υπάρξει για μία συγκεκριμένη θερμοκρασία (Pa, mbar, mm Hg, in Hg, ή psi).

**σχετική υγρασία :** ο λόγος της πραγματικής μερικής τάσης ατμών του νερού σε ένα αέριο προς την τάση κορεσμένων ατμών του νερού για μία συγκεκριμένη θερμοκρασία, πολλαπλασιασμένος επί τοις εκατό. Για μία πραγματική τάση ατμών νερού  $e$  και τάση κορεσμένων ατμών νερού κορεσμού  $e_s$ , ισχύει :

$$\% \text{σχετική υγρασία} = \frac{e}{e_s} \times 100$$

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται συνήθως στη σχετική υγρασία είναι % rh.

**υγρόμετρο :** όργανο χρησιμοποιούμενο για τη μέτρηση υγρασίας

## 2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Οι τύποι οργάνων που περιγράφονται παρακάτω αποτελούν τους συνηθέστερους και αυτούς που μπορεί να συναντήσει κανείς μέσα σε ένα εργαστήριο.

### 2.1 Μηχανικά υγρόμετρα

Τα μηχανικά υγρόμετρα εκμεταλλεύονται τη συστολή ή διαστολή οργανικών υλικών σε σχέση με τη μεταβολή της υγρασίας. Το χρησιμοποιούμενο αισθητήριο μπορεί να είναι ανθρώπινη τρίχα, χορδή από έντερο, ύφασμα ή και πλαστικό. Οι μεταβολές στο μήκος του αισθητηρίου ενεργοποιούν μία σειρά μοχλών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να μετακινήσουν έναν δείκτη σε μια κλίμακα ή μία γραφίδα σε ένα διάγραμμα.

## **2.2 Υγρόμετρο ξηρού – υγρού βολβού (ψυχρόμετρο)**

Ένα τυπικό ψυχρόμετρο αποτελείται από δύο θερμομέτρα ίδιων μετρητικών χαρακτηριστικών, το ένα από τα οποία («υγρό» θερμομέτρο) περιβάλλεται από κατάλληλο πορώδες βαμβακερό ύφασμα το οποίο διαποτίζεται με απιονισμένο νερό. Αέρας περνάει πάνω από τα δύο θερμομέτρα, με μία συγκεκριμένη ταχύτητα (συνήθως 200m/min). Το νερό εξατμίζεται από το ύφασμα με ρυθμό σχετιζόμενο με την υγρασία του αέρα. Η εξατμική αυτή προκαλεί ψύξη του «υγρού» θερμομέτρου. Οι θερμοκρασίες του «ξηρού» και του «υγρού» θερμομέτρου χρησιμοποιούνται για να υπολογισθεί η υγρασία του αέρα. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να γίνει από ψυχομετρικά διαγράμματα. Υπάρχουν ψυχρόμετρα τα οποία είναι εξοπλισμένα με σύστημα αυτόματου υπολογισμού της υγρασίας έτσι ώστε η ένδειξη του ψηφιακού οργάνου να δίνει απ' ευθείας τιμές σχετικής υγρασίας ή θερμοκρασίας σημείου δρόσου.

## **2.3 Υγρόμετρο σύνθετης αντίστασης**

Αυτός ο πολύ συνηθισμένος τύπος αισθητήρα είναι κατασκευασμένος από ένα υγροσκοπικό υλικό, οι ηλεκτρικές ιδιότητες του οποίου μεταβάλλονται καθώς απορροφά μόρια νερού. Οι μεταβολές στην υγρασία καταγράφονται σαν μεταβολές είτε της ηλεκτρικής χωρητικότητας είτε της ηλεκτρικής αντίστασης του αισθητήρα. Η πλειοψηφία των σύγχρονων αυτών αισθητήρων χρησιμοποιεί τεχνολογία λεπτών υμενίων. Ο συνηθισμένος τύπος του οργάνου αυτού έχει σχήμα μικρής ράβδου και είναι συνδεδεμένο μέσω καλωδίου με το κύριο σώμα του μετρητικού οργάνου. Συχνά είναι εξοπλισμένοι με φίλτρο προστασίας. Συνήθως είναι προσαρμοσμένοι επάνω τους και ένας αισθητήρας θερμοκρασίας. Οι μετρήσεις πολλές φορές λαμβάνονται απ' ευθείας από ψηφιακά μετρητικά όργανα σχετικής υγρασίας.

## **2.4 Οπτικό υγρόμετρο σημείου δρόσου**

Το όργανο αυτού του τύπου είναι το πιο ακριβές και αξιόπιστο εμπορικά διαθέσιμο υγρόμετρο. Είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρότυπο αναφοράς από εργαστήρια διακρίβωσης. Σε ένα υγρόμετρο τέτοιου τύπου, η θερμοκρασία του σημείου δρόσου μετριέται ψύχοντας ένα δείγμα αέρα μέχρι να αρχίσει η συμπύκνωση και παρατηρώντας σε ποια θερμοκρασία υλοποιείται η συμπύκνωση αυτή. Μέσα στο υγρόμετρο η συμπύκνωση με τη μορφή δροσοσταλίδας προκαλείται στην επιφάνεια ενός μικρού καθρέφτη. Η έναρξη της συμπύκνωσης διαπιστώνεται οπτικά, καθώς η ανάκλαση ή η απορρόφηση του φωτός πάνω στον καθρέφτη μεταβάλλεται. Πάνω στον καθρέφτη βρίσκεται επίσης ένας αισθητήρας θερμοκρασίας ο οποίος μετράει την θερμοκρασία στην οποία συμβαίνει η συμπύκνωση.

## **3. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

Το εργαστήριο Υγρασίας του Ελληνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας (EIM) είναι υπεύθυνο να τηρεί να αναπτύσσει και να μεταδίδει τα εθνικά πρότυπα μέτρησης της Ελλάδας στο πεδίο της υγρασίας. Το εργαστήριο λειτουργεί από το έτος 1999 και βρίσκεται στο κτίριο Α του Ινστιτούτου, στον ίδιο εργαστηριακό χώρο με το εργαστήριο θερμοκρασίας.

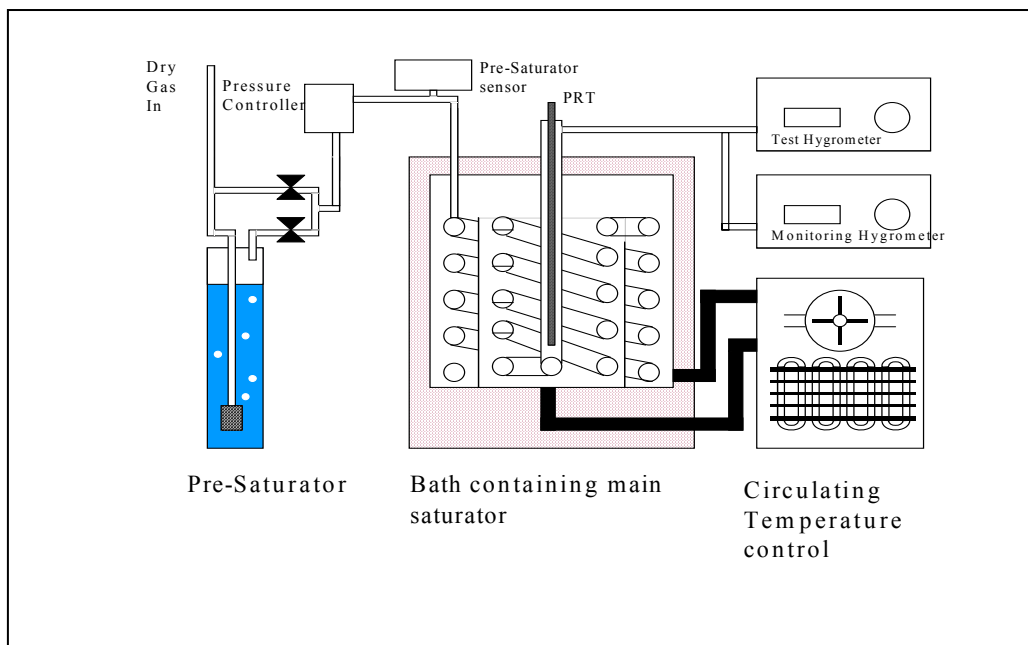
Αποτελείται από δύο τμήματα, ένα πρότυπο εργαστήριο υπεύθυνο για την διακρίβωση οπτικών υγρομέτρων θερμοκρασίας δρόσου απευθείας με την πρότυπη γεννήτρια υγρασίας και ένα

εργαστήριο συγκριτικών μετρήσεων υπεύθυνο για την διακρίβωση αισθητήρων σχετικής υγρασίας.

Οι συγκριτικές διακρίβώσεις πραγματοποιούνται είτε σε θάλαμο ελεγχόμενης σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας είτε σε γεννήτρια υγρασίας δύο πιέσεων. Τα χρησιμοποιούμενα πρότυπα αναφοράς είναι δύο οπτικά υγρόμετρα σημείου δρόσου, τα οποία με τη σειρά τους διακρίβωνονται απευθείας με την πρότυπη γεννήτρια υγρασίας. Η διακρίβωση των υγρομέτρων του εργαστηρίου από την πρότυπη γεννήτρια υγρασίας εξασφαλίζει την ιχνηλασιμότητα απ'ευθείας στον ορισμό του Kelvin, όπως θα εξηγηθεί παρακάτω, στον αρχή λειτουργίας της γεννήτριας. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι η διακρίβωση αισθητήρων σχετικής υγρασίας στο εργαστήριο του EIM, εξασφαλίζει την ιχνηλασιμότητά τους στα ελληνικά εθνικά πρότυπα θερμοκρασίας.

### 3.1 Γεννήτρια θερμοκρασίας σημείου δρόσου

Το ελληνικό εθνικό πρότυπο υγρασίας είναι μία πρότυπη γεννήτρια θερμοκρασίας σημείου δρόσου, η οποία είναι ικανή να παράγει υγρά δείγματα αέρα με θερμοκρασίες σημείου δρόσου, από  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως και  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , με αβεβαιότητα  $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$  στο εύρος  $-20$  έως  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως τους  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , για  $k=2$  και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Το διάγραμμα λειτουργίας της γεννήτριας φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα.



Σχέδιο 1 : Διάγραμμα ροής πρότυπης γεννήτριας E.I.M.

Όλα τα χρησιμοποιούμενα όργανα και ο εξοπλισμός βασίζονται στο σύστημα που σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα στο NPL (National Physical Laboratory). Η γεννήτρια εγκαταστάθηκε στο εργαστήριο του EIM τον χειμώνα του 2001 από τεχνικούς του NPL. Η γεννήτρια βασίζεται στην αρχή λειτουργίας των «δύο θερμοκρασιών σε σταθερή πίεση», όπως ονομάζεται. Παράγει ένα δείγμα αέρα αναφοράς, με γνωστό σημείο δρόσου, χρησιμοποιώντας πολύ ξηρό αέρα, τον οποίο περνάει πάνω από πηγή υγρασίας (επιφάνεια νερού ή πάγου) σε συνθήκες ελεγχόμενης θερμοκρασίας και σταθερής πίεσης.

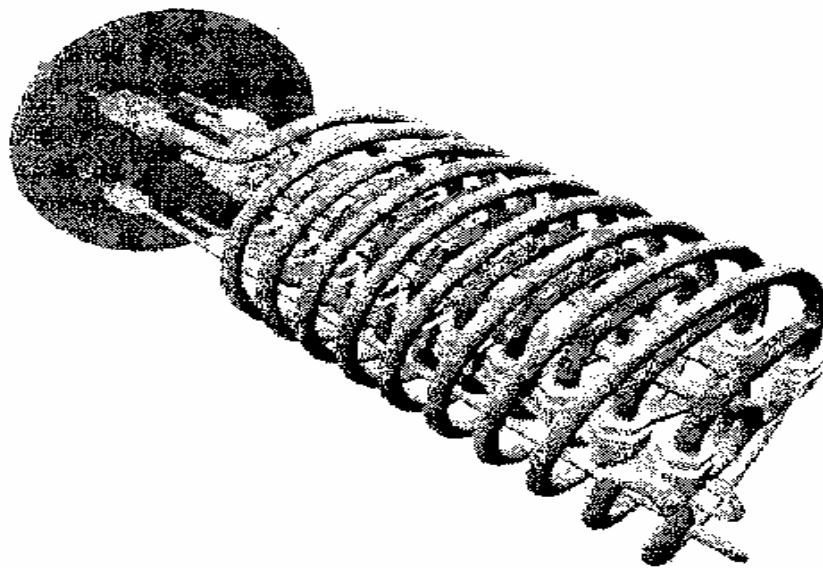
Η γεννήτρια αποτελείται κυρίως από τα παρακάτω βασικά μέρη:

- ένα λουτρό ελαίου, στο οποίο βυθίζονται δύο ελικοειδείς διατάξεις από ανοξείδωτο μεταλλικό σωλήνα που χρησιμοποιούνται η πρώτη για να αποκτήσει ο αέρας τη θερμοκρασία του λουτρού και η δεύτερη για να κορεστεί σε υδρατμούς στη συγκεκριμένη θερμοκρασία.

- έναν θερμοστατούμενο κυκλοφορητή υγρού, ο οποίος ελέγχει με μεγάλη ακρίβεια και με πολύ καλή σταθερότητα, την θερμοκρασία του υγρού του παραπάνω λουτρού
- μία διάταξη αρχικού κορεσμού του αέρα (pre-saturator)
- μία διάταξη μίξης ροών, του παραπάνω κορεσμένου αέρα με ξηρό προκειμένου ο εξερχόμενος αέρας να έχει κατά προσέγγιση το επιθυμητό σημείο δρόσου.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι ως εξής:

- Ξηρός, καθαρός αέρας, ο οποίος περνώντας μέσω φίλτρων και μέσω ξηραντήρα, αποκτά dew point εξόδου, περίπου στους  $-70^{\circ}\text{C}$ . Ένα μέρος του εισέρχεται στον pre-saturator, όπου και γίνεται κορεσμός του αέριου δείγματος, σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από το επιθυμητό σημείο δρόσου.
- Στη συνέχεια στη διάταξη μίξης ροών, ενώνεται με ξηρό αέρα όπου και γίνεται ρύθμιση ροών ώστε να επιτευχθεί κατά προσέγγιση το επιθυμητό σημείο δρόσου.
- Μετά το αέριο εισέρχεται μέσα στην πρώτη ελικοειδή διάταξη, όπου αποκτά ακριβώς τη θερμοκρασία του λουτρού
- Εισέρχεται μέσα στους σωλήνες κορεσμού (saturator), όπου βρίσκεται απιονισμένο νερό, το και έρχεται σε κορεσμό στην θερμοκρασία του λουτρού. (σχέδιο 2). Ο saturator αποτελείται από μία σειρά 10 διαφορετικών οριζόντιων σωλήνων, οι οποίοι συνδέονται μέσω επικλινών σωλήνων. Στις ενώσεις κάθε οριζόντιου τμήματος υπάρχουν κατάλληλες ροδέλες, οι οποίες συγκρατούν μικρές ποσότητες νερού σε αυτό.



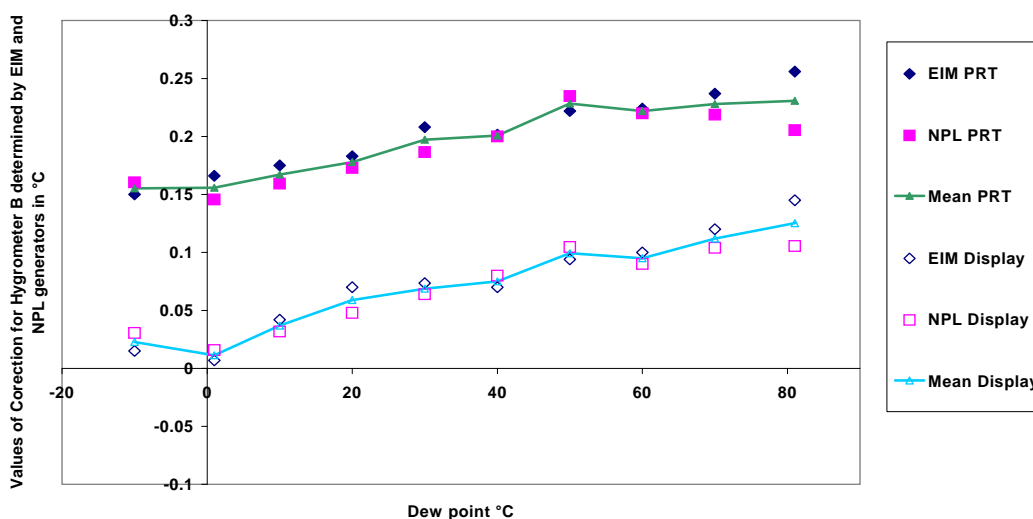
Σχέδιο 2 : σπειροειδείς σωλήνες saturator

- Η θερμοκρασία του αέριου δείγματος μετριέται και διοχετεύεται στα υγρόμετρα υπό διακρίβωση. Η μέτρηση αυτή θερμοκρασίας του εξερχόμενου αερίου, η οποία γίνεται με θερμόμετρο αντίστασης αναφοράς (PRT), δίνει την τελική θερμοκρασία σημείου δρόσου. Το πρότυπο αυτό θερμόμετρο αντίστασης διακρίβώνεται στο εργαστήριο θερμοκρασίας του E.I.M., εξασφαλίζοντας έτσι ιχνηλασιμότητα μέσω των εθνικών προτύπων Θερμοκρασίας απ'ευθείας στον ορισμό του Kelvin.

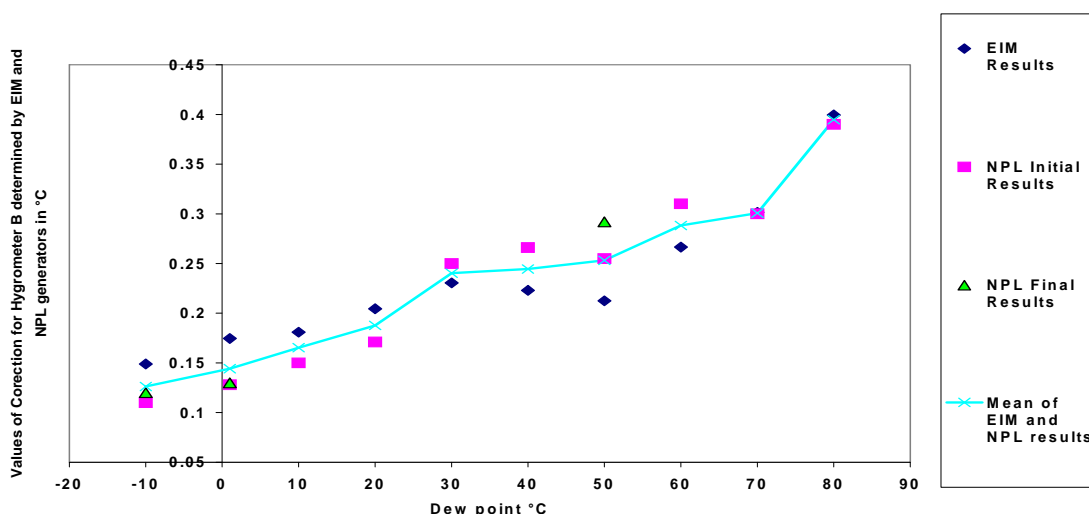
#### 4. ΔΙΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Το εργαστήριο υγρασίας του E.I.M., σαν εθνικό εργαστήριο και στα πλαίσια της συμμετοχής του στην υπο-επιτροπή υγρασίας, της τεχνικής επιτροπής της θερμοκρασίας της Euramet , έχει συμμετάσχει μέχρι στιγμής σε δύο διεργαστηριακές συγκρίσεις μεταξύ Εθνικών Ινστιτούτων.

Η πρώτη που συμμετείχε ήταν μία διμερής μεταξύ του E.I.M. και του NPL (Εθνικός Φορέας Μετρολογίας της Μ.Βρετανίας). Οι γεννήτριες υγρασίες των δύο χωρών συγκρίθηκαν , στο εύρος από -10 °C to +80 °C dew point ανά 10 °C . Χρησιμοποιήθηκαν σαν μέσα μεταφοράς δύο οπτικά υγρόμετρα, ένα του E.I.M. και ένα του NPL, το οποίο είχε σημαντική ιστορία μετρήσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν καλή συμφωνία μεταξύ των δύο μετρητικών διατάξεων αναφοράς, όπως φαίνεται και στα αποτελέσματα που ακολουθούν.



Σχέδιο 3 : Διαφορά σημείου δρόσου μεταξύ E.I.M. & NPL για το υγρόμετρο A



Σχέδιο 4 : Διαφορά σημείου δρόσου μεταξύ E.I.M. & NPL για το υγρόμετρο B

Πίνακας 1 Πίνακας αποτελεσμάτων

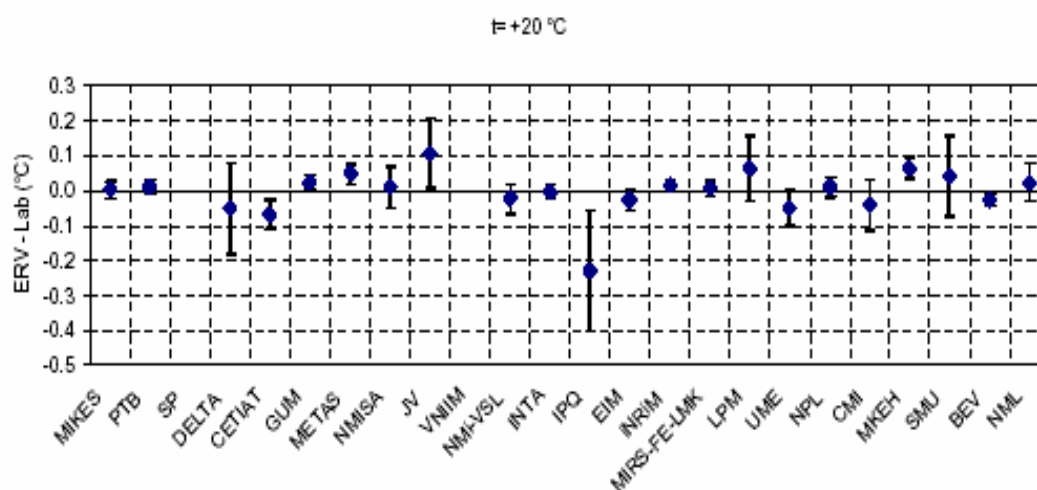
Normalised Error ( $E_n$ ) and level of agreement using Hygrometer A and Hygrometer B						
Dew point	Hygrometer A				Hygrometer B	
	Difference (PRT)	$E_n$ (PRT)	Difference (Display)	$E_n$ (Display)	Difference	$E_n$
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
82	0.051	0.36	0.040	0.28	0.010	0.07
70	0.018	0.28	0.016	0.25	0.002	0.02
60	0.004	0.06	0.010	0.16	-0.043	-0.68
50	-0.013	-0.20	-0.010	-0.17	-0.043	-0.66
40	0.002	0.02	-0.010	-0.16	-0.043	-0.67
30	0.022	0.34	0.009	0.15	-0.019	-0.30
20	0.010	0.16	0.022	0.35	0.033	0.52
10	0.016	0.25	0.012	0.16	0.031	0.48
1	0.020	0.32	-0.009	-0.14	0.046	0.73
-10	-0.010	-0.16	-0.015	-0.24	0.039	0.61

Όπου  $E_n$  υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση

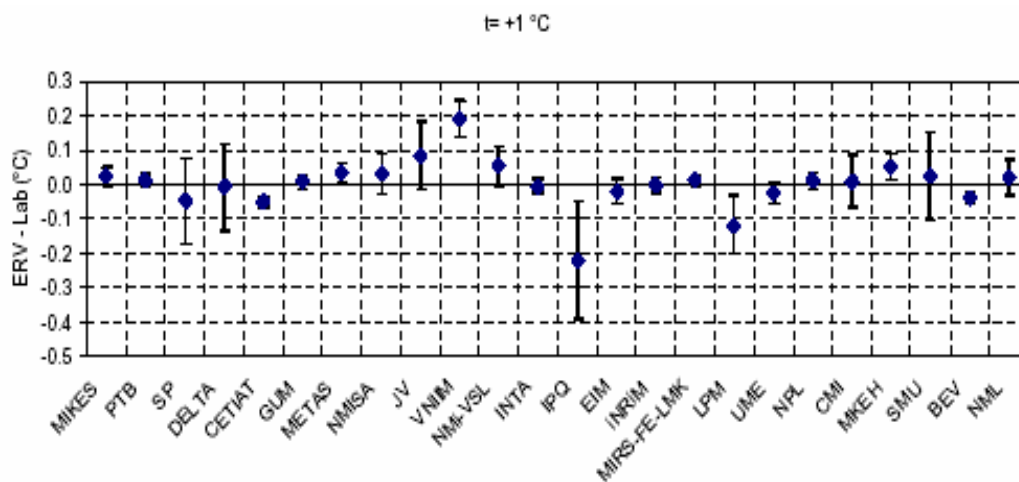
$$E_n = \frac{(EIM \text{ result}) - (NPL \text{ result})}{\sqrt{(EIM \text{ Uncertainty})^2 + (NPL \text{ Uncertainty})^2}}$$

Η δεύτερη διεργαστηριακή που συμμετείχε το εργαστήριο ήταν η Euramet T-K6, στην οποία συμμετείχαν 24 εθνικά εργαστήρια. Η σύγκριση αφορούσε στην διαφορετική υλοποίηση των θερμοκρασιών σημείου δρόσου στο εύρος από -50 °C έως +20 °C. Το εργαστήριο του E.I.M. συμμετείχε για σημεία θερμοκρασιών μεγαλύτερων από τους -30 °C. Σαν μέσα σύγκρισης χρησιμοποιήθηκαν δύο οπτικά υγρόμετρα, υψηλής ακρίβειας, τα οποία διατέθηκαν από την κατασκευάστρια εταιρεία MBW στην Ελβετία.

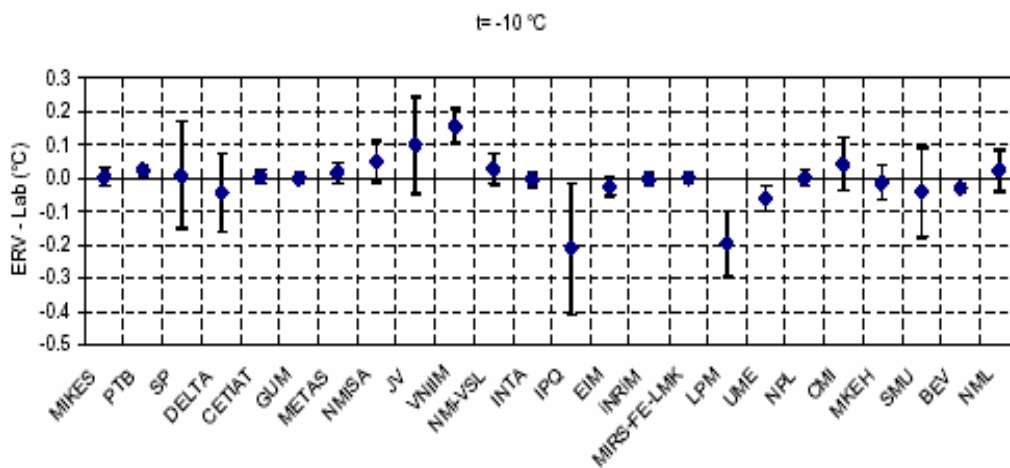
Κάποια από τα αποτελέσματα φαίνονται στα ακόλουθα διαγράμματα. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν τις μετρητικές αβεβαιότητες τις οποίες δηλώνει το εργαστήριο.



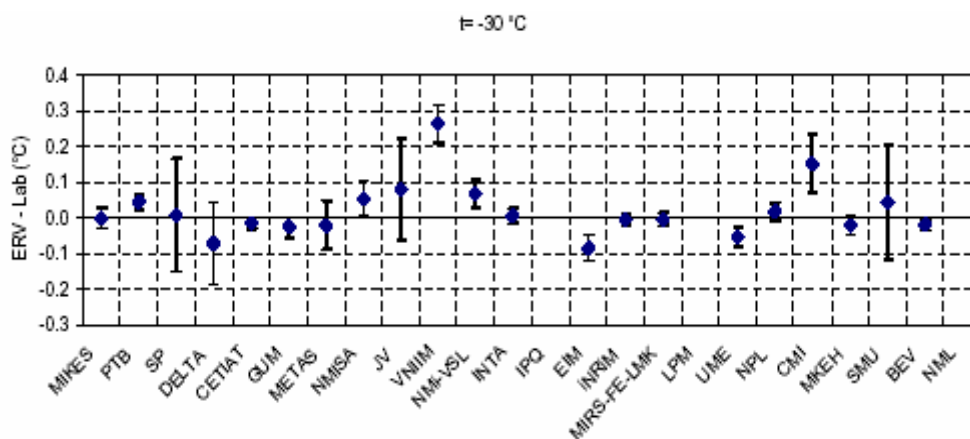
Σχέδιο 5 : Διαφορές μεταξύ του ERV (European Reference Value) και των εργαστηρίων και της ονομαστικής τιμής θερμοκρασίας σημείου δρόσου των +20 °C.



Σχέδιο 6 : Διαφορές μεταξύ του ERV (European Reference Value) και των εργαστηρίων και της ονομαστικής τιμής θερμοκρασίας σημείου δρόσου των +1 °C.



Σχέδιο 6 : Διαφορές μεταξύ του ERV (European Reference Value) και των εργαστηρίων και της ονομαστικής τιμής θερμοκρασίας σημείου πάγου των -10 °C.



Σχέδιο 7 : Διαφορές μεταξύ του ERV (European Reference Value) και των εργαστηρίων και της ονομαστικής τιμής θερμοκρασίας σημείου πάγου των -30 °C.



## **5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Στο εργαστήριο μετρήσεων υγρασίας του Ελληνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας, το εθνικό πρότυπο υγρασίας αποτελεί μία πρότυπη γεννήτριας θερμοκρασίας σημείου δρόσου, η οποία είναι ικανή να παράγει υγρά δείγματα αέρα με θερμοκρασίες σημείου δρόσου, από  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως και  $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , με αβεβαιότητα  $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$  στο εύρος  $-20$  έως  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως τους  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , για  $k=2$  και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Οι αβεβαιότητες αυτές επιβεβαιώνονται και από τις διεργαστηριακές συγκρίσεις στις οποίες έχει λάβει μέρος μέχρι στιγμής το εργαστήριο. Με τη χρήση της γεννήτριας εξασφαλίζεται η ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων υγρασίας στον ορισμό του Kelvin.

## **6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Wiederhold P.R., “Water Vapor Measurement: Models and Instrumentation”, Marcel Dekker, Inc. 1997

2. Anagnostou M., Giannouri M. and Stevens M., 2002: An intercomparison of the primary dew-point generators of the Hellenic Institute of Metrology of Greece and the NPL, UK”Published in proceedings of 4<sup>th</sup> International Symposium on Humidity and Moisture, Taipei, Taiwan, ROC, Sep 2002, p. 40-45

3. The Institute of Measurement and Control, “A Guide to the Measurement of Humidity”, Crown, 1996

4. “Operation and Maintenance Manual for the Dew Point Generator for EIM Greece”, Humidity Standards Section, National Physical Laboratory, August