



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

---

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ  
ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ  
ΔΟΚΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟΤΕΧΝΙΚΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ (DATA ACQUISITION)»**

ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΗΡΑΚΛΗΣ

Επιβλέπων

Β. ΛΕΩΠΟΥΛΟΣ, Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2011

## Table of Contents

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	5
1.1 Ιστορικά στοιχεία.....	5
1.2 Εισαγωγικά στοιχεία .....	8
1.3 Μεθοδολογία .....	8
1.4 Το hardware του DAQ.....	10
1.5 Το λογισμικό του DAQ (DAQ software) .....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> .....	11
ΣΚΟΠΟΣ .....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	12
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ .....	12
3.1 Εισαγωγή .....	12
3.2 Υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας.....	13
3.2.1 Ερευνητικό έργο και παροχή υπηρεσιών.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> .....	15
ΠΡΟΤΥΠΟ VDI/VDE 2627 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ..15	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
4.1 Σκοπός και εύρος ισχύος.....	16
4.2 Ορισμός και Κατάταξη σε κλάσεις. ....	17
4.3.1 Θερμοκρασία.....	19
4.3.2 Υγρασία αέρος.....	23
4.3.3 Ταχύτητα αέρος.....	24
4.3.4 Καθαρότητα αέρος.....	25
4.3.5 Ταλαντώσεις.....	27
4.6.7 Μεταφορικοί εξοπλισμοί (εγκατάσταση γερανού, ανυψωτικά μηχανήματα).....	49
4.6.8 Πυρασφάλεια .....	49
4.7.1 Προσωπικό.....	49
4.7.2 Ενδυμασία.....	49
4.7.3 Τρέχουσα παρακολούθηση χαρακτηριστικών μεγεθών.....	50
4.7.4 Παρακολούθηση εισόδων στο χώρο μέτρησης.....	50
4.7.5 Παρακολούθηση μόνων στο χώρο εργαζομένων ατόμων .....	50
4.7.6 Συχνότητα διέλευσης στο χώρο .....	51
4.7.7 Καθαριότητα .....	51

4.7.8 Συντήρηση κλιματιστικής εγκατάστασης .....	51
4.7.9 Συντήρηση φωτισμού .....	52
4.7.10 Μέτρηση κατανάλωσης ενέργειας .....	52
4.8.1 Χαρακτηριστικά στοιχεία για τις κλάσεις ποιότητας μετρητικών χώρων της τεχνικής μέτρησης μήκους. ....	52
4.8.3 Σχέση μεταξύ κλάσεων ποιότητας μετρητικού χώρου και αβεβαιότητας μετρήσεως σε μετρήσεις μήκους.....	54
4.8.4 Υποδείξεις για ρύθμιση θερμοκρασίας αντικειμένων μέτρησης.....	58
Βιβλιογραφία προτύπου VDI/VDE2627.....	59
4.10.1 Επικληθείσα Βιβλιογραφία .....	59
4.10.2 Περαιτέρω Βιβλιογραφία .....	59
4.10.3 Επικληθέντες κανονισμοί, προδιαγραφές και διατάξεις .....	60
4.10.4 Συνισχύοντες Κανονισμοί και Προδιαγραφές .....	61
4.11 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	64
4.11.1 Υποδείξεις για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών μεγεθών .....	64
4.11.2 Μέτρηση θερμοκρασίας χώρου.....	64
4.11.3 Εξοπλισμός μέτρησης θερμοκρασίας .....	65
4.11.4 Μετρήσεις διαπίστευσης ως προς τη συμπεριφορά της θερμοκρασίας.....	66
4.11.5 Καθορισμός σημείων μέτρησης.....	66
4.11.6 Διάρκεια μετρήσεων .....	67
4.11.7 Αξιολόγηση μετρητικών ενδείξεων .....	67
4.11.8 Τρέχουσα παρακολούθηση.....	69
4.11.9 Μέτρηση σχετικής υγρασίας αέρος.....	69
4.11.10 Τρέχουσα παρακολούθηση.....	70
4.11.11 Μέτρηση ταχύτητας αέρος .....	71
4.11.12 Μέθοδος καθορισμού και παρακολούθησης των βαθμών καθαρότητας αέρος.....	72
4.11.13 Μέθοδοι και συσκευές μέτρησης ταλαντώσεων .....	72
4.11.14 Καθορισμός θέσεων μέτρησης.....	74
4.11.15 Διάρκεια μέτρησης .....	74
4.11.16 Αξιολόγηση των πληροφοριών μέτρησης.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° .....	76
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ .....	76
5.1 Υποδομή .....	76
5.2 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός.....	79

5.2.1 Data Logger .....	79
5.2.2 Αισθητήρες.....	82
5.2.3 Λογισμικό διαχείρισης.....	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> .....	108
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΛΑΣΗΣ ΜΕΤΡΟΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ VDI/VDE 2627.....	108
6.1 Θερμοκρασία .....	108
6.2 Υγρασία .....	108
6.3 Καθαρότητα αέρα .....	109
6.4 Ταλαντώσεις.....	109
6.5 Προτάσεις βελτίωσης / Μελλοντικής ανάπτυξης .....	110
Α. Άμεσες ενέργειες.....	110
Β. Συστηματικές ενέργειες.....	110
Γ. Ενέργειες προώθησης και διαφήμισης.....	111
Επικληθείσα Βιβλιογραφία.....	112
1. Συστήματα καταγραφής δεδομένων .....	112
2. Χώροι Μετρήσεων .....	112
3. Καταγραφείς και αισθητήρες.....	112
4. Λογισμικό.....	112

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Ιστορικά στοιχεία

Το 1963 η IBM κατασκεύασε τους πρώτους υπολογιστές οι οποίοι ειδικεύονταν στη λήψη και απόκτηση δεδομένων (Data acquisition). Αυτοί περιελάμβαναν τον IBM 7700 Data Acquisition System και τον διάδοχό του τον IBM 1800 Data Acquisition and Control System. Αυτά τα ακριβά και εξειδικευμένα συστήματα ξεπεράστηκαν το 1974 από τους υπολογιστές S100 και τις κάρτες απόκτησης και καταγραφής δεδομένων οι οποίες κατασκευάζονταν από την Tecmar/Scientific Solutions Inc. Το 1981 η IBM παρουσίασε τον IBM personal computer οπότε επιστημονικές λύσεις εισήγαγαν τα πρώτα προϊόντα απόκτησης δεδομένων σε Η/Υ.



Σχήμα 1.1 IBM 1800

Οι παρακάτω χρονολογίες που αναφέρονται είναι οι χρονολογίες στις οποίες κατασκευάστηκαν διάφορα προϊόντα λήψης και απόκτησης δεδομένων.

1991: ADC-10 8-bit Data Logger, ADC-12 12-bit Data Logger



1993: ADC-11 11-Channel Data Logger



1994: ADC-16 High-Resolution Data Logger



1995: TC-08 Thermocouple Data Logger, ADC-100 PC-based Dual Channel Oscilloscope



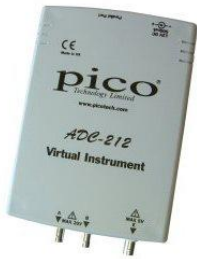
1996: ADC-200/20 High-Speed PC-Based Oscilloscope, EnviroMon Data Logging System



1997: ADC-40 8-bit Single-Channel PC Oscilloscope, ADC-42 12-bit Single-Channel PC Oscilloscope, ADC-101, High-Speed PC-Based Oscilloscope ADC-200/100



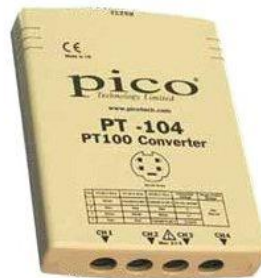
1998: ADC-212/3 High-Resolution PC Oscilloscope



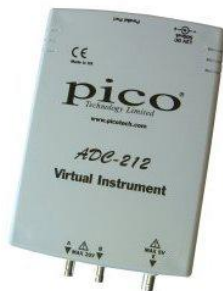
1999: ADC-216 High-Resolution PC Oscilloscope, RH-02 Temperature and Humidity Data Logger, TH-03 Temperature Data Logger



2000: ADC-22, DrDAQ Low-Cost Data Logger, PT-104 Platinum Resistance Data Logger



2001: EL005 EnviroMon Data Logger, ADC-212/50 High-Resolution PC Oscilloscope, ADC-212/100 High-Resolution PC Oscilloscope



## 1.2 Εισαγωγικά στοιχεία

Η διαδικασία απόκτησης δεδομένων (Data acquisition) είναι μια διαδικασία δειγματοληψίας σημάτων τα οποία μετρούν τις πραγματικές φυσικές συνθήκες και μετατρέπουν τα προκύπτοντα δείγματα σε ψηφιακές τιμές οι οποίες μπορούν να επεξεργαστούν από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Τα συστήματα Data acquisition (αναφέρονται και ως DAS ή DAQ) ουσιαστικά μετατρέπουν αναλογικές κυματομορφές σε ψηφιακές τιμές έτοιμες προς επεξεργασία. Τα στοιχεία που απαρτίζουν τέτοια συστήματα είναι τα εξής:

- 1) Αισθητήρες που μετατρέπουν φυσικές παραμέτρους σε ηλεκτρικά σήματα.
- 2) Στοιχεία κυκλώματος επεξεργασίας σημάτων που μετατρέπουν τα σήματα των αισθητήρων σε μια μορφή η οποία μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακές τιμές.
- 3) Αναλογοψηφιακοί μετατροπείς οι οποίοι μετατρέπουν τα επεξεργασμένα σήματα των αισθητήρων σε ψηφιακές τιμές.

Οι εφαρμογές των συστημάτων αυτών ελέγχονται από προγράμματα λογισμικού που αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας διάφορες γλώσσες προγραμματισμού όπως BASIC, C, Fortran, Java, Lisp, Pascal κλπ.

## 1.3 Μεθοδολογία

Η απόκτηση και καταγραφή στοιχείων αρχίζει με το φυσικό φαινόμενο ή τη φυσική ιδιότητα που μετριέται. Τα παραδείγματα που αναφέρονται περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία την πίεση, τις ιδιότητες του ρευστού (πχ πυκνότητα), τις δυνάμεις κτλ. Ανεξάρτητα από τον τύπο της φυσικής ιδιότητας που μετριέται, η φυσική κατάσταση που πρόκειται να μετρηθεί πρέπει πρώτα να μετασχηματισθεί σε μια ενοποιημένη μορφή που μπορεί να καταγραφεί από τα συστήματα καταγραφής στοιχείων (Data Acquisition). Η στοιχειώδης εργασία τέτοιων μετασχηματισμών αφορά τις συσκευές που αποκαλούνται αισθητήρες.

Ο αισθητήρας ο οποίος είναι ένας τύπος μετατροπέα (transducer), είναι μια συσκευή που μετατρέπει ένα φυσικό μέγεθος σε ένα αντίστοιχο ηλεκτρικό σήμα (πχ τάση ή ρεύμα) ή, σε πολλές περιπτώσεις σε αντίστοιχα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (πχ αντίσταση ή χωρητικότητα) τα οποία μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε ηλεκτρικά σήματα.





**Σχήμα 1.2** Θερμοζεύγος για μέτρηση υψηλής θερμοκρασίας

Η ικανότητα αυτών των συστημάτων να μετρούν διαφορετικές ιδιότητες και μεγέθη, εξαρτάται από τι αισθητήρες χρησιμοποιούν και είναι κατάλληλοι να εντοπίζουν τα διάφορα μεγέθη που πρόκειται να μετρηθούν. Υπάρχουν συγκεκριμένοι αισθητήρες για πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Τα συστήματα DAQ επίσης υιοθετούν τις διάφορες τεχνικές επεξεργασίας σήματος για να τροποποιήσουν επαρκώς διαφορετικά ηλεκτρικά σήματα σε τάση η οποία μετέπειτα ψηφιοποιείται χρησιμοποιώντας αναλογοψηφιακό μετατροπέα (ADC).



**Σχήμα 1.3** ADC WM8775SEDS

Τα σήματα μπορεί να είναι ψηφιακά , ή αναλογικά, ανάλογα με τον μετατροπέα που θα χρησιμοποιηθεί.

Η επεξεργασία σήματος μπορεί να είναι αναγκαία αν το σήμα από τον μετατροπέα δεν είναι κατάλληλο για το hardware του συστήματος DAQ που χρησιμοποιείται. Το σήμα μπορεί να χρειαστεί να ενισχυθεί, να φιλτραρισθεί και να αποδιαμορφωθεί. Διάφορα άλλα παραδείγματα επεξεργασίας σήματος μπορεί να είναι η παροχή ρεύματος ή η διέγερση τάσης στον αισθητήρα, η απομόνωση, η γραμμικοποίηση. Για λόγους μετάδοσης, μονοτερματικά αναλογικά σήματα τα οποία είναι ευαίσθητα στο θόρυβο μπορούν να μετατραπούν σε διαφορικά σήματα. Μόλις ψηφιοποιηθούν, το σήμα μπορεί να κωδικοποιηθεί για να μειώσει και να διορθώσει τα σφάλματα μετάδοσης.

## 1.4 Το hardware του DAQ

Το hardware του DAQ είναι αυτό που συνήθως παρεμβάλλεται μεταξύ του σήματος και του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Μπορεί να βρίσκεται με τη μορφή modules τα οποία μπορούν να ενωθούν με τις θύρες του υπολογιστή (είτε παράλληλα είτε σειριακά είτε με USB κτλ), ή υπό την μορφή καρτών οι οποίες συνδέονται σε slots (S-100 bus, Apple bus, ISA, MCA, PCI, PCI-E κτλ) στην μητρική πλακέτα (motherboard). Συνήθως ο χώρος στο πίσω μέρος μιας κάρτας PCI είναι πάρα πολύ μικρός για όλες τις συνδέσεις που θα χρειαστούν, οπότε ένα breakout box (BoB) απαιτείται. Το καλώδιο μεταξύ του BoB και του υπολογιστή μπορεί να είναι ακριβό λόγω των πολλών καλωδίων και του απαραίτητου προστατευτικού καλλύματος.

Οι κάρτες DAQ συχνά περιέχουν πολλά στοιχεία (πολυπλέκτες, ADC, DAC, TTL-IO, υψηλής ταχύτητας χρονιστές, RAM). Αυτά είναι προσβάσιμα μέσω ενός bus ενός μικροελεγκτή ο οποίος μπορεί να τρέχει μικρά προγράμματα. Ο μικροελεγκτής είναι πιο ευέλικτος από μια λογική καλωδίων, ακόμα φθηνότερος από έναν υπολογιστή, έτσι ώστε είναι πιο εύκολος να μπλοκαριστεί με απλούς βρόχους ελέγχου.

Τα hardware των DAQ δεν τρέχουν όλα μόνιμα συνδεδεμένα στον υπολογιστή. Υπάρχουν έξυπνοι αυτόνομοι καταγραφείς (loggers) και παλμογράφοι οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν μέσω Η/Υ όμως μπορούν να λειτουργήσουν και ανεξάρτητα από αυτόν.



Σχήμα 1.4 Breakout Box for [RS-232](#).

## 1.5 Το λογισμικό του DAQ (DAQ software)

Το λογισμικό του DAQ χρησιμοποιείται έτσι ώστε το hardware του συστήματος να συνεργαστεί με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο οδηγός συσκευών πραγματοποιεί χαμηλού επιπέδου καταχωρήσεις γράφει και διαβάζει στο hardware, εκθέτοντας ένα πρότυπο API για την ανάπτυξη των εφαρμογών των χρηστών. Ένα πρότυπο API όπως το COMEDI, επιτρέπει τις εφαρμογές του ίδιου χρήστη να τρέχουν σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα (πχ μια εφαρμογή ενός χρήστη που τρέχει στα Windows μπορεί να τρέξει και στα Linux).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του συστήματος καταγραφής περιβαλλοντικών συνθηκών στη μονάδα παροχής υπηρεσιών δοκιμών και διακριβώσεων του Μετροτεχνικού Εργαστηρίου. Ο σχεδιασμός έχει γίνει με οδηγό τη Γερμανική προδιαγραφή VDI/VDE 2627 "Measuring rooms – Classification and characteristics". Στο πρώτο μέρος θα γίνει ανάλυση των απαιτήσεων της προδιαγραφής. Θα παρουσιασθεί ο τρόπος με τον οποίο το Μετροτεχνικό εργαστήριο εναρμονίζεται με αυτές τις απαιτήσεις. Στη συνέχεια θα παρουσιασθεί ο τρόπος με τον οποίο το Μετροτεχνικό εργαστήριο εναρμονίζεται με αυτές τις απαιτήσεις. Στο τέλος και πάλι με βάση τη προδιαγραφή VDI/VDE 2627 θα καταλήξουμε σε συμπεράσματα και προτάσεις για τη βελτίωση και μελλοντική εξέλιξη του συστήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

#### 3.1 Εισαγωγή

Το Μετροτεχνικό Εργαστήριο (ΜΕ) αποτελεί οργανωτική μονάδα του ΕΜΠ από το 1962 οπότε και ιδρύθηκε (ΦΕΚ αριθμός φύλλου 32, Τεύχος 1, 22/02/1962, Διάταγμα 132). Αρχικά εγκαταστάθηκε στα Κτίρια του ΕΜΠ στην Πατησίων, ενώ το 1997 μετεγκαταστάθηκε στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Το Μετροτεχνικό Εργαστήριο αποτελεί επί σειρά ετών το σύνδεσμο μεταξύ της ακαδημαϊκής διδασκαλίας και της πρακτικής εφαρμογής των όσων διδάσκονται στα Μαθήματα του Κύκλου Σπουδών του Μηχανικού Παραγωγής της Σχολής των Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ. Παράλληλα, το Μετροτεχνικό Εργαστήριο δραστηριοποιήθηκε από την ίδρυσή του στην διεξαγωγή ερευνητικού έργου και στην παροχή υπηρεσιών σε επιχειρήσεις και οργανισμούς του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέα.



**Εικόνα 1** Χώρος διδασκαλίας φοιτητών (Φωτογραφία από το site του εργαστηρίου)



**Εικόνα 2** Η αίθουσα ελεγχόμενων συνθηκών (Φωτογραφία από το site του εργαστηρίου)

## **3.2 Υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας**

Το Μετροτεχνικό Εργαστήριο υποστηρίζει άμεσα το μάθημα «Οργάνωση Παραγωγής και Διοίκηση Επιχειρήσεων Ι». Το μάθημα αυτό είναι υποχρεωτικό στο 5ο εξάμηνο του κύκλου σπουδών Μηχανικού Παραγωγής και περιλαμβάνει εργαστηριακές ασκήσεις. Επίσης υποστηρίζει το μάθημα «Οργάνωση Παραγωγής και Διοίκηση Επιχειρήσεων ΙΙ». Το μάθημα αυτό είναι υποχρεωτικό στο 8ο εξάμηνο κύκλου σπουδών μηχανικών παραγωγής.

Ο εξοπλισμός και ο χώρος του εργαστηρίου χρησιμοποιούνται επίσης για την εκπόνηση διπλωματικών εργασιών τελιοφοίτων σπουδαστών, καθώς και για τις ανάγκες των μεταπτυχιακών σπουδαστών που εκπονούν διδακτορική διατριβή στο αντικείμενο της μετροτεχνίας.

### **3.2.1 Ερευνητικό έργο και παροχή υπηρεσιών**

Το Μετροτεχνικό Εργαστήριο (ΜΕ) έχει πολύχρονη παρουσία στον χώρο των μετρήσεων ακριβείας και μεγάλο ερευνητικό έργο. Αυτή τη χρονική περίοδο έχει ολοκληρωθεί το έργο κατασκευής ενός χώρου ελεγχόμενων συνθηκών. Το εργαστήριο έχει διαπιστευθεί κατά το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025 : 2005 ώστε να παρέχει υπηρεσίες δοκιμών στην βιομηχανία.

Τα στελέχη του εργαστηρίου έχουν μεγάλη πείρα σε θέματα μη-καταστροφικών ελέγχων ποιότητας και παρέχουν υπηρεσίες:

- Σε ερευνητικά έργα όπου απαιτούνται μετρήσεις χαρακτηριστικών μεγάλης ακριβείας.
- Σε επιχειρήσεις για την εκτέλεση μετρήσεων ακριβείας και τη δημιουργία εργαστηρίων μετρήσεων και ελέγχου των κατασκευών τους.
- Σε κρατικούς οργανισμούς και ιδιωτικές επιχειρήσεις με διενέργεια μετρήσεων ακριβείας, παροχή υποδείξεων και συμβουλών επί σχετικών θεμάτων ώστε να γίνεται δυνατή η μέτρηση και η βελτίωση της ποιότητας των μηχανουργικών και άλλων κατασκευών.

Ειδικότερα, το Μετροτεχνικό Εργαστήριο παρέχει τις εξής μετρήσεις:

Μετρήσεις εξωτερικών διαστάσεων  $0 \div 600$  mm, μετρήσεις εσωτερικών διαστάσεων  $0,5 \div 450$  mm, μετρήσεις εσωτερικών και εξωτερικών σπειρωμάτων σύμφωνα με το ISO 286, μετρήσεις ελεγκτήρων αξόνων, μετρήσεις ελεγκτήρων τρυμμάτων, μετρήσεις ελεγκτήρων σπειρωμάτων σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ANSI/ASME B1.2, BS 84, BS 919, DIN 13, ISO 228-1, DIN 40431.

Ταυτόχρονα, το ερευνητικό προσωπικό του Μετροτεχνικού Εργαστηρίου δραστηριοποιείται σε ερευνητικά έργα ή έργα παροχής υπηρεσιών, στους τομείς:

Ø Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών προγραμματισμού έργων (Project Management)

Ø Εκπόνηση μελετών Διαχείρισης Κινδύνων (Risk Management) στο πλαίσιο της υλοποίησης στρατηγικών επιχειρησιακών αποφάσεων.

Ø Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών Διαχείρισης Κινδύνων στον τομέα των Έργων (Project Risk Management)

Ø Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών Διαχείρισης Κινδύνων στον τομέα των Συστημάτων Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων (ERP Systems). (Σε συνεργασία με τη Μονάδα Βιομηχανικού Λογισμικού του Εργαστηρίου Οργάνωσης Παραγωγής)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

## ΠΡΟΤΥΠΟ VDI/VDE 2627 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

### ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για τον προσδιορισμό της περιοχής τιμών που καθορίζει την πραγματική τιμή ενός μετρούμενου μεγέθους, για παράδειγμα του φυσικού μεγέθους «μήκος», απαιτείται να δίδεται η από μετρήσεις ληφθείσα χαρακτηριστική τιμή της αβεβαιότητας μετρήσεως.

Η αβεβαιότητα μετρήσεως προκύπτει από την επιλεγμένη στρατηγική<sup>1</sup> μέτρησης, από την ατέλεια των μετρητικών εξοπλισμών, του αντικειμένου μέτρησης, των προτύπων αναφοράς και του προσωπικού μέτρησης, αλλά επιπλέον και από τις επιδράσεις του περιβάλλοντος. Γι' αυτό το λόγο πρέπει εκτός απ' την επιλογή κατάλληλων μεθόδων και συσκευών μέτρησης να συνεκτιμώνται και τα μεγέθη διαταραχών που προέρχονται από το περιβάλλον. Όταν οι επιδράσεις αυτές (π.χ. σε μετρήσεις απόλυτης ακριβείας), έχουν σημασία και δεν επιτυγχάνεται η άρση τους μέσω τεχνικών εφαρμογών των μεθόδων, τότε ακόμα και ο περιορισμός αυτών είναι δυνατό ν' αποτελέσει ένα ουσιώδες μέτρο για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Ένεκα αυτού τίθενται καθορισμένες και ελεγχόμενες προϋποθέσεις ως προς το περιβάλλον (του χώρου / εσωτερικό και εξωτερικό).

Υποδείξεις για τον εξοπλισμό μιας μέτρησης είναι φαινόμενο σύνηθες, όμως για τον τόπο ή το χώρο αυτής, με τις δικές τους εξίσου άμεσες επιδράσεις στη διαδικασία της μέτρησης, συχνά δεν διατίθενται ή είναι άγνωστες.

Στο σύνολό του ο χώρος μέτρησης λειτουργεί ως κριτήριο μετρολογικών αποφάσεων και γι' αυτό το λόγο δεν πρέπει να υποτιμώνται μέτρα σε σχέση με το περιβάλλον της μέτρησης έναντι της σωστής επιλογής και της σκοπιμότητας του μετρητικού εξοπλισμού.

Επειδή μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν προδιαγραφές και βοηθήματα σχεδίασης για την κριτική, τη δόμηση, τη διαμόρφωση και τη λειτουργία χώρων μέτρησης, συστάθηκε στα πλαίσια της ένωσης Γερμανών Μηχανικών (VDI) και του συνδέσμου Γερμανών Ηλεκτροτεχνικών (VDE) στον τομέα μετρολογίας και αυτοματοποίησης η ειδική επιτροπή 7.11 " Χώροι μετρήσεων μεγάλης ακριβείας" με σκοπό την επεξεργασία αντίστοιχων κατευθυντήριων οδηγιών. Το φυλλάδιο 2 αυτών των προδιαγραφών "Υποδείξεις για την παραγωγή εγχειριδίων ως προς τις ευθύνες και τις υποχρεώσεις που βαρύνουν τους χώρους μέτρησης" βρίσκεται σε προετοιμασία.

<sup>1</sup>: Η στρατηγική μέτρησης συμπεριλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες (σχεδιασμός, εκτέλεση και αξιολόγηση μέτρησης) που αποσκοπούν στο επιτυχές αποτέλεσμα της μέτρησης

## 4.1 Σκοπός και εύρος ισχύος

Σκοπός αυτών των προδιαγραφών είναι ένα προτεινόμενο σύστημα κατάταξης χώρων μέτρησης, το οποίο πέρα απ' την περιγραφή των βασικών αρχών, επιτρέπει την αναγνώριση της αποδοτικότητας υπάρχοντων χώρων μέτρησης και καθιστά δυνατό τον σύμφωνα με τις ανατιθέμενες εργασίες σχεδιασμό προς ανέγερση νέων μετρητικών χώρων.

Δεν αποσκοπήθηκε η εκτενέστερη περιγραφή τεχνικών λεπτομερειών ως προς την οικοδόμηση και τον κλιματισμό. Εξαιτίας της ποικιλότητας των δυνατοτήτων και των διαφορετικών προδιαγραφών, οι απαιτήσεις αναφορικά με τη δόμηση και τη διαμόρφωση ενός χώρου μέτρησης μπορούν να συναχθούν κατά περίπτωση από τις δεδομένες συνθήκες.

Εκτός από αμιγώς τεχνικές υποδείξεις για το σχεδιασμό, τη δόμηση και διαμόρφωση χώρων μέτρησης, αναφέρονται στο κεφάλαιο 4.4.4 βασικά στοιχεία ως προς τον ανθρώπινο παράγοντα.

Χώροι μέτρησης μπορούν ν' ανοικοδομηθούν και να λειτουργήσουν σύμφωνα με τους ορισμούς των προκειμένων προδιαγραφών, αλλά και σύμφωνα με τους γενικά αναγνωρισμένους κανόνες της τεχνικής. Οι προτάσεις που εμπεριέχονται σ' αυτές τις προδιαγραφές δεν αποκλείουν άλλες, τουλάχιστον, εξίσου ασφαλείς λύσεις. Οι αποκλίσεις ενδεχομένως είναι σκόπιμες, όταν μπορεί να επιτευχθεί ίδια ή ευνοϊκότερη αβεβαιότητα μετρήσεως π.χ. μέσω διορθώσεων, μέσω θερμοκρασιακής αντιστάθμισης, μέσω συγκριτικής μέτρησης ή μέσω ιδιοαντιστάθμισης.

Το εύρος ισχύος αυτών των προδιαγραφών, ιδιαίτερα ο προσδιορισμός της κατάταξης σε κλάσεις του κεφαλαίου 4.2.2, περιλαμβάνει χώρους μέτρησης για οποιοδήποτε φυσικό μέγεθος, λαμβάνοντας υπ' όψη ενδεχομένως περαιτέρω χαρακτηριστικά μεγέθη και σχετίζεται με μετρητικές εργασίες και εξοπλισμούς παντός τύπου.

Εξαιτίας της ιδιαίτερης σημασίας του μετρούμενου μεγέθους "Μήκος" περιγράφονται στις προκείμενες προδιαγραφές ως επί το πλείστον αυτά τα χαρακτηριστικά μεγέθη, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο για χώρους μέτρησης μήκους. Η προτεινόμενη κατάταξη του κεφαλαίου 4.8 ισχύει για τέτοιου είδους χώρους μέτρησης.

Στα κεφάλαια 4.3.1.5 και 4.8.3 η προσοχή εστιάζεται στις συζητήσεις αρμοδίων επιτροπών του διεθνούς οργανισμού τυποποίησης (ISO) ως προς την αβεβαιότητα μετρήσεως σε θερμοκρασίες διαφορετικές των 20<sup>0</sup>C και ως προς την αναγκαιότητα της επεξεργασίας ενός σχετικού εγγράφου.



## 4.2 Ορισμός και Κατάταξη σε κλάσεις.

Ορισμός χώρων μέτρησης.

Ένας χώρος μέτρησης είναι ένας χώρος ή τμήμα ενός χώρου, στον οποίο εκπληρώνονται καθορισμένες απαιτήσεις ως προς τις συνθήκες περιβάλλοντος (π.χ. όσον αφορά σε επιτρεπτές θερμοκρασίες, ταλαντώσεις, υγρασία), ώστε, λαμβάνοντας υπ' όψη τις επιδράσεις να εξάγονται τιμές μετρουμένων μεγεθών με δοθείσα αβεβαιότητα μετρήσεως.

Κατάταξη χώρων μέτρησης σε κλάσεις.

Στις προκείμενες προδιαγραφές προσδιορίζονται, με βάση την εμπειρία, έξι κλάσεις ποιότητας χώρων μέτρησης. Αυτός ο διαχωρισμός καθιστά εφικτή την κατάταξη υπάρχοντων χώρων μέτρησης σε συγκεκριμένες κατηγορίες ή το σχεδιασμό και την κατασκευή νέων σύμφωνα με τις δεδομένες κλάσεις ποιότητας. Για χώρους μέτρησης 1<sup>ης</sup> κατηγορίας ισχύουν οι υψηλότερες απαιτήσεις, μέχρι και την 5<sup>η</sup> περιορίζονται σταδιακά. Υπό ειδικές περιστάσεις και για ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα η κατηγορία ποιότητας 0 παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού συγκεκριμένων εφαρμογών με ιδιαίτερες απαιτήσεις αντίστοιχες των αναγκών.

Κλάση ποιότητας	1: Χώρος μέτρησης υψίστης ακριβείας
	2: Χώρος μέτρησης υψηλής ποιότητας
	3: Χώρος μέτρησης στοιχειωδών προτύπων
	4: Βιομηχανικός εργαστηριακός χώρος μέτρησης
	5: Βιομηχανικός χώρος μέτρησης
	0: Χώρος μέτρησης ιδιαίτερων απαιτήσεων

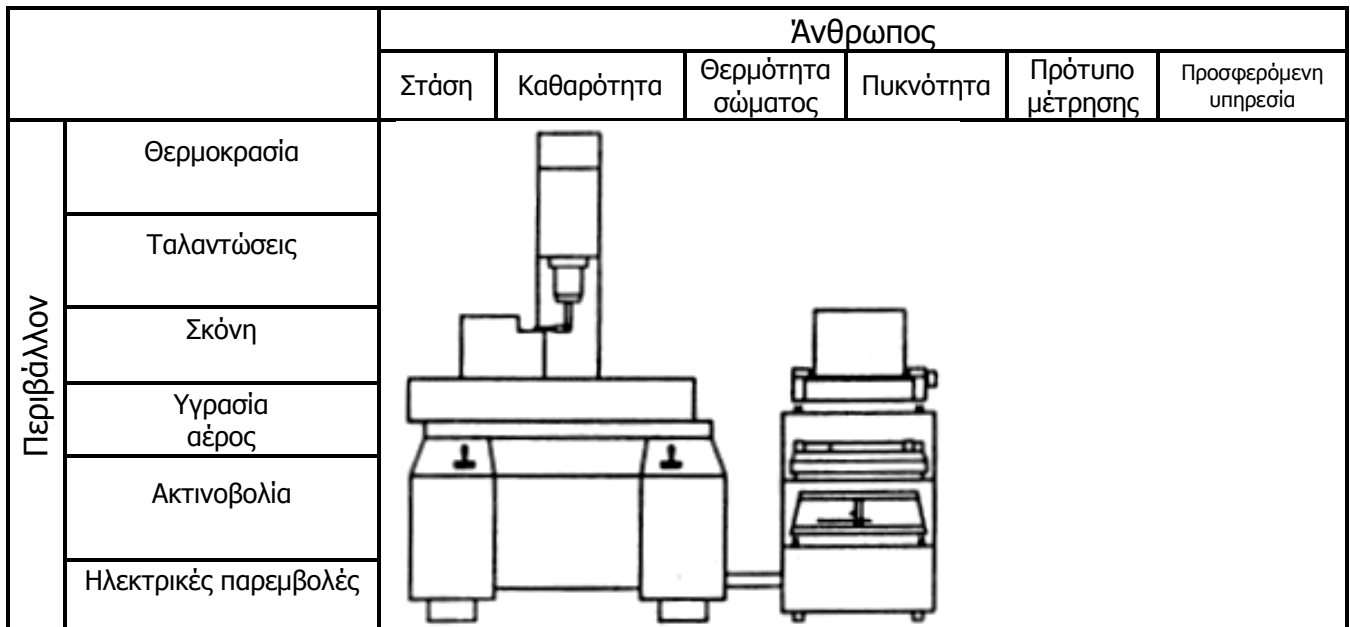
Σε περίπτωση ανάγκης επιτρέπεται η αναβάθμιση τμημάτων ενός χώρου μέτρησης στα οποία παρέχεται η δυνατότητα μέσω κατάλληλων μέτρων (π.χ. ειδική προστασία από την ακτινοβολία, τις ταλαντώσεις και γενικότερα από εξωτερικές επιδράσεις) να καταταχθούν σε μια υψηλότερη κλάση ποιότητας.

Κριτήρια για τον προσδιορισμό μιας κλάσης ποιότητας δύνανται να χαρακτηριστούν, πρώτον οι προς εκτέλεση εργασίες μέτρησης και δεύτερον, η αβεβαιότητα μετρήσεως που μπορεί να επιτευχθεί και η οποία προκύπτει από ανοχές που πρέπει να τηρηθούν.

Η κατάταξη σε κλάσεις εξαρτάται από τις ποικιλοτρόπως ισχυρές επιδράσεις συγκεκριμένων μεγεθών επιρροής, όπως για παράδειγμα, της θερμοκρασίας, υγρασίας, ταχύτητας αέρος και των ταλαντώσεων. Αυτά τα επιδρόντα μεγέθη, τα οποία δεν αποτελούν αντικείμενο των προς εκτέλεση μετρήσεων μέσα στο χώρο, επιδρώντας, όμως, στο χώρο, τον εξοπλισμό και το αντικείμενο μέτρησης, γίνονται είτε μέσω προσδιορισμού ονομαστικών και οριακών τιμών, είτε μέσω επιβεβλημένων συνθηκών η βάση για την κατάταξη χώρων μέτρησης σε κλάσεις. Γι' αυτό το λόγο αναφέρονται εφεξής ως "**Χαρακτηριστικά μεγέθη**".

## Καθοριστικά Χαρακτηριστικά μεγέθη

Οι επιδράσεις που ασκούνται από τα άτομα και το περιβάλλον στον εξοπλισμό και το αντικείμενο μέτρησης συνοψίζονται στο σχήμα 1.



**Σχήμα 4.1** Επηρεασμός των αποτελεσμάτων μέτρησης από ανθρώπινες και περιβαλλοντολογικές επιδράσεις στον εξοπλισμό και το αντικείμενο μέτρησης.

Ακολουθώς περιγράφονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά μεγέθη που ανακύπτουν στο χώρο μέτρησης. Συγκεκριμένα,

δίνεται ο ορισμός αυτών

καταδεικνύονται οι επιρροές που μπορούν να οδηγήσουν στην αλλαγή τους καθορίζονται κατηγορίες (τιμές και / ή ανοχές) ή αλλιώς, οι συνθήκες κατηγοριοποίησης των χαρακτηριστικών μεγεθών που επικαλούνται για την κατάταξη χώρων μέτρησης σε κλάσεις αναφέρονται δυνατότητες για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών μεγεθών (Παράρτημα).

### 4.3.1 Θερμοκρασία

Σχεδόν όλες οι μετρήσεις εξαρτώνται από τη θερμοκρασία. Αποκλίσεις από μία καθορισμένη θερμοκρασία οδηγούν σε θερμοκρασιακά εξαρτημένες μεταλλάξεις των συσκευών και του αντικειμένου μέτρησης. Η ακρίβεια μιας μέτρησης εξαρτάται, επομένως, από τις χρονικές αλλαγές της θερμοκρασίας και από τις θερμοκρασιακές διαφορές χώρου (στις εν λόγω προδιαγραφές γίνεται διαχωρισμός μεταξύ της ονομασίας των χρονικών και των αναλόγων του χώρου αποκλίσεων της θερμοκρασίας). Για τη δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων μέτρησης σε περίπτωση που η επίδραση της θερμοκρασίας πάνω σ' αυτά δεν είναι γνωστή πρέπει να πληρούνται καθορισμένες προϋποθέσεις. Βάση και μέτρο σύγκρισης για το εκάστοτε μετρούμενο μέγεθος αποτελεί η **''θερμοκρασία αναφοράς''**. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία αναφοράς μήκους είναι, σύμφωνα με DIN 102 ή ISO 1 20<sup>0</sup> C. Για τα ηλεκτρικά μεγέθη ανέρχεται στους 23<sup>0</sup> C. Η θερμοκρασία αναφοράς είναι η βάση για τον χαρακτηρισμό και τη δυνατότητα σύγκρισης τεχνικών μέτρων και ιδιοτήτων. Έχοντας, όμως, υπ' όψη τα φυσικά δεδομένα ως προς την κατασκευή, τη συμπεριφορά του τεχνικού κλιματισμού ή ένεκα αισθήματος ευφορίας, καθορίζεται στην πράξη, συχνά, μία αποκλίνουσα από τη θερμοκρασία αναφοράς **''βασική θερμοκρασία''** και ανάλογα με τις απαιτήσεις προκαθορίζονται επιτρεπτές αποκλίσεις για τις χρονικές θερμοκρασιακές μεταβολές και για τις θερμοκρασιακές διαφορές χώρου. Σε περίπτωση που οι αποκλίσεις αυτές είναι μεγαλύτερες απ' αυτές που επιτρέπουν οι απαιτήσεις ως προς την αβεβαιότητα μετρήσεως, πρέπει μέσω αναλόγων μεθόδων εξισορρόπησης (δυνατότητα επαναπροσδιορισμού) να εξασφαλίζεται η ορθότητα των αποτελεσμάτων ή μέσω της καταγραφής των θερμοκρασιών του αντικειμένου και του εξοπλισμού μέτρησης να υπάρχει η δυνατότητα υπολογιστικής διόρθωσης των εξαγομένων αποτελεσμάτων. Επιπροσθέτως δε, πρέπει οι κατάλληλοι διορθωτικοί παράγοντες να είναι επαρκώς και επακριβώς γνωστοποιημένοι π.χ. σε μια μέτρηση μήκους οι συντελεστές γραμμικής διαστολής κάθε ένας ξεχωριστά. Συγκεκριμένα, το μήκος π.χ. μιας ράβδου αλουμινίου 200 mm αλλάζει κατά 9,52μm, σε περίπτωση διαφοράς της θερμοκρασίας κατά 2K.

Εξαιτίας των εν μέρει υψηλών απαιτήσεων ως προς τον εξοπλισμό μέτρησης συνιστάται να συμφωνούνται μεταξύ του παραγωγού και του διαπιστευτή οι συνθήκες θερμοκρασίας για τη ρύθμιση, τη διαπίστευση και τη λειτουργία του μετρητικού εξοπλισμού.

#### 4.3.1.1 Ορισμός θερμοκρασίας

Υπό τον όρο θερμοκρασία νοείται η ενεργητική κατάσταση ενός στερεού σώματος, ενός υγρού ή αέριου μέσου, η οποία καθορίζει την κατεύθυνση της μεταφοράς θερμότητας (ενέργειας) σε άλλα στερεά σώματα, υγρές ή αέριες μάζες. Η μονάδα της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας είναι το «Κέλβιν»<sup>2</sup>. Στις εν λόγω προδιαγραφές οι διαφορές της θερμοκρασίας δίδονται σε Κέλβιν (K) και οι απόλυτες τιμές των θερμοκρασιών σε <sup>0</sup>C

<sup>2</sup> Ένα Κέλβιν είναι το 273,16ο τμήμα (1/273,16) της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του ύδατος.

#### 4.3.1.2 Βασική θερμοκρασία και οριακές τιμές

Η βασική θερμοκρασία είναι η καθορισμένη συνιστώμενη θερμοκρασία για ένα χώρο μέτρησης. Σ' αυτήν αντιστοιχούν κατηγοριοποιημένες οριακές τιμές.

#### 4.3.1.3 Συμπεριφορά θερμοκρασίας μέσα σε χώρους μέτρησης

Η συμπεριφορά της θερμοκρασίας μέσα σε χώρους μέτρησης επηρεάζεται από τα φυσικά ως προς την κατασκευή δεδομένα, από το μηχανικό εξοπλισμό (συμπεριλαμβανομένου και του φωτισμού) και από το απασχολούμενο προσωπικό στο χώρο. Οι επιτρεπτές θερμοκρασιακές αποκλίσεις εξαρτώνται απ' τις προς διεκπεραίωση εργασίες στο χώρο μέτρησης. Η συμπεριφορά της θερμοκρασίας παριστάνεται απ' τα ακόλουθα μεγέθη:

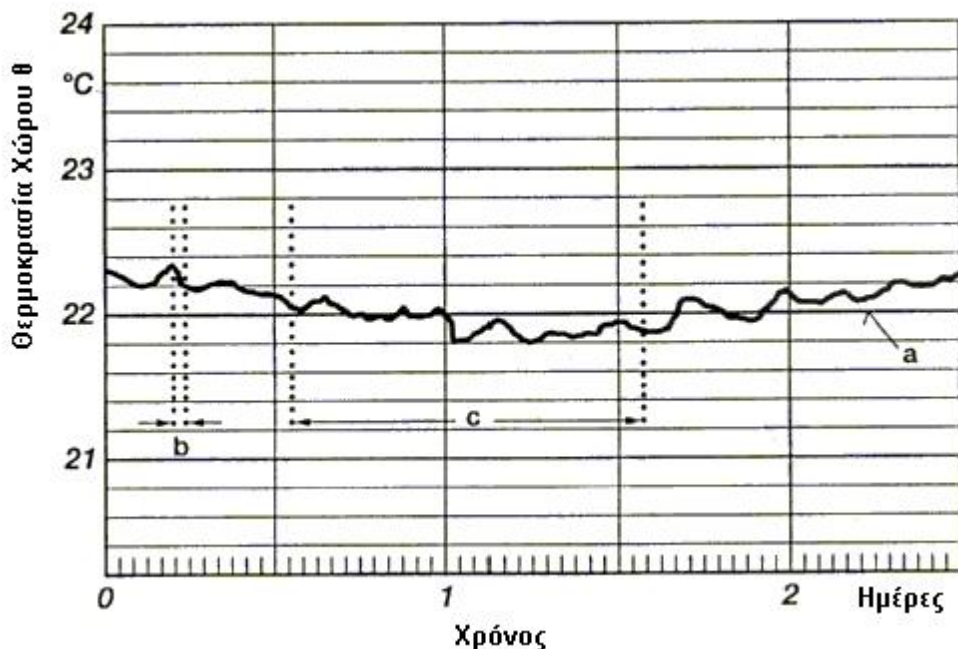
Χρονικές μεταβολές της θερμοκρασίας.

Θερμοκρασιακές διαφορές χώρου.

Μέση θερμοκρασία

##### 4.3.1.3.1 Χρονικές μεταβολές θερμοκρασίας

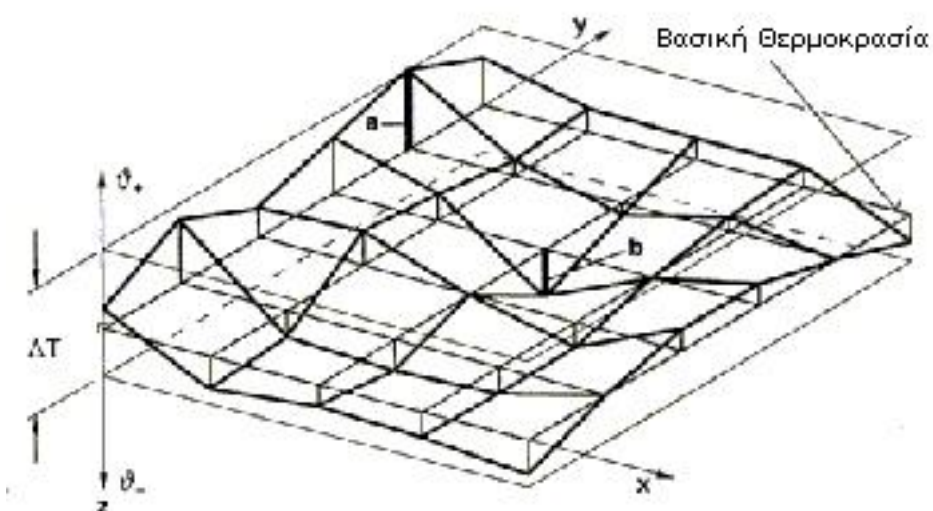
Η χρονική εξέλιξη της θερμοκρασίας χαρακτηρίζεται από μικρής περιόδου μεταβολές γύρω από μία μέση θερμοκρασία και από μακράς περιόδου μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας (σχήμα 4.2). Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις μέσα σ' ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα αποτελούν κριτήριο για την εκτίμηση ενός χώρου μέτρησης (βλέπε παράρτημα A 1.5.1 και A 1.5.5).



**Σχήμα 4.2.** Χρονική εξέλιξη της θερμοκρασίας χώρου  
a: μέση θερμοκρασία .  
b: μικρής περιόδου μεταβολές μέχρι μιας ώρας.  
c: μακράς περιόδου μεταβολές μέσα σε μια μέρα (24h).

#### 4.3.1.3.2 Θερμοκρασιακές διαφορές χώρου

Η κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο χαρακτηρίζεται από διαφορές έναντι της βασικής θερμοκρασίας σε περισσότερα σημεία του χώρου μέτρησης την ίδια χρονική στιγμή (βλ. σχήμα 4.3). Για την εκτίμηση ενός χώρου μέτρησης υπολογίζονται κατά προσέγγιση οι μεγαλύτερες αποκλίσεις ανάμεσα στις μετρούμενες θερμοκρασίες αυτής της στιγμής (βλέπε παράρτημα Α 1.5.3, Α 1.5.4 και Α 1.5.6).



**Σχήμα 4.3** Κατανομή της θερμοκρασίας σ' ένα επίπεδο  $xy$  όσον αφορά στη βασική θερμοκρασία. Το άθροισμα των μεγίστων αποκλίσεων  $a$  και  $b$  από τη βασική θερμοκρασία την ίδια χρονική στιγμή δίνει τη μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T$  σ' αυτό το επίπεδο. Το ίδιο ισχύει κατ' αντιστοιχία για τα επίπεδα  $xz$  και  $yz$ .

#### 4.3.1.3.3 Μέση θερμοκρασία

Η μέση θερμοκρασία, σ' ένα συγκεκριμένο σημείο είναι η μέση θερμοκρασία όλων των μετρουμένων θερμοκρασιών σ' αυτό.

Σ' ένα χώρο μέτρησης είναι η μέση τιμή όλων των μετρουμένων θερμοκρασιών σ' αυτό το χώρο.

Για τον υπολογισμό των μέσων θερμοκρασιών καθορίζονται εν γένει συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και εύρη μέτρησης (βλέπε παράρτημα Α 1.5.5 και Α 1.5.6).

#### 4.3.1.4 Μεγέθη επιρροής (επιδρώντα μεγέθη)

Η θερμοκρασία ενός χώρου μέτρησης δεν μένει σταθερή στο χρόνο και στο χώρο και είναι για κάθε σημείο ξεχωριστά διαφορετική. Μεταβάλλεται μέσω ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ υλικών μέσων τα οποία παρουσιάζουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Η ανταλλαγή θερμότητας επέρχεται μέσω της

θερμικής αγωγιμότητας, της συναγωγής (δια κατακορύφου ρεύματος) και/ή της ακτινοβολίας.

Και οι τρεις τρόποι μετάδοσης θερμότητας επηρεάζουν θερμικά σημαντικά τον χώρο καθώς επίσης τα μηχανήματα και τα αντικείμενα μέτρησης. Στον πίνακα 1 συνοψίζονται οι αιτίες μετάδοσης θερμότητας.

Αγωγή θερμότητας	Συναγωγή		Ακτινοβολία θερμοκρασίας
	Ελεύθερη	Εξαναγκασμένη	
-Εσωτερικές πηγές θερμότητας μηχανημάτων -βάση -δάπεδο -τοιχοί -παράθυρα -οροφή -άτομα (προσωπικό) -(επαφή)	Θερμοκρασιακές διαφορές χώρου	-κλιματιστική εγκατάσταση -έντονο ρεύμα αέρος λόγω λειτουργίας μηχανημάτων	-φωτισμός -άτομα (προσωπικό) -μηχανήματα -δάπεδο -τοιχοί -παράθυρα -οροφή -ηλιακή ακτινοβολία

**Πίνακας 4.1** Αίτια για τη μεταφορά θερμότητας

#### 4.3.1.4.1 Μεταφορά θερμότητας με αγωγή

Ως αγωγή θερμότητας νοείται η μεταφορά θερμότητας ανάμεσα σε δύο επαπτόμενα, μεταξύ τους σχετικά ακίνητα σώματα ή τμήματα ενός σώματος. Πέραν τούτου, ακόμα και η θερμότητα του ανθρωπίνου σώματος μεταφέρεται – κυρίως μέσω της θερμότητας δια επαφής – πάνω στο αντικείμενο ή το μηχανήμα μέτρησης (μεταφορά θερμότητας δια επαφής).

#### 4.3.1.4.2 Μετάδοση θερμότητας δια συναγωγής

Υπό τον όρο «συναγωγή θερμότητας» νοείται η μεταφορά ή ο συμπαρασυρμός (συμπόρευση) θερμότητας μέσω κινουμένων υγρών ή αέριων μέσων. Ελεύθερη συναγωγή υφίσταται, όταν οι εν λόγω κινήσεις προκαλούνται μόνο εξ αιτίας τοπικά διαφορετικών θερμοκρασιών. Κατά την εξαναγκασμένη συναγωγή η αιτία της κίνησης είναι μία εξωτερικά επιβαλλομένη πτώση πίεσης (π.χ. κλιματιστική εγκατάσταση). Ο εξαερισμός ενός μετρητικού μηχανήματος και η μ' αυτόν αποσκοπούμενη κατανομή της θερμοκρασίας επηρεάζεται αποφασιστικά, κυρίως στις εγγίζουσες περιοχές γύρω απ' το μηχανήμα, από τη διάταξη των πηγών θερμότητας έσωθεν και έξωθεν αυτού.

#### 4.3.1.4.3 Μεταφορά θερμότητας δια θερμικής ακτινοβολίας

Σ' αυτήν την περίπτωση νοείται η μεταφορά θερμότητας δια ακτινοβολίας άνευ υλικού φορέα (π.χ. μέσω ηλιακής ακτινοβολίας, φωτισμού) μεταξύ μιας

πηγής θερμότητας και ενός ακτινοβολουμένου σώματος. Η ανταλλαγή θερμότητας δια ακτινοβολίας μεταξύ δύο επιφανειών περιγράφεται από τη θερμική πυκνότητα της ακτινοβολίας, δηλαδή απ' το ολικό ακτινοβολουμένο ρεύμα θερμότητας ανά μονάδα επιφανείας, το οποίο δίνεται από ένα σύνολο επιφανειών και απορροφάται από ένα άλλο. Ο βαθμός ακτινοβολίας τεχνικών επιφανειών και επομένως η θερμική επιρροή λόγω θερμοκρασιακής ακτινοβολίας εξαρτάται στενά απ' το εκάστοτε υλικό και από τη φύση της επιφανείας του.

#### 4.3.1.5 Κατάταξη σε κλάσεις του χαρακτηριστικού μεγέθους "θερμοκρασία"

Οι οριακές αποκλίσεις των χρονικών μεταβολών θερμοκρασίας όπως και τα χρονικά διαστήματα παρακολούθησής της πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με την ακρίβεια που απαιτείται για την εκτέλεση της μέτρησης. Από τις στήλες του πίνακα 2 μπορούν να επιλεγούν, λαμβάνοντας υπ' όψη τις απαιτήσεις, ένα ή περισσότερα χρονικά διαστήματα για την εν λόγω παρακολούθηση. Οι επιτρεπτές διαφορές θερμοκρασίας για έναν ή περισσότερους άξονες χώρου (των οποίων το μήκος πρέπει να είναι καθορισμένο π.χ. 1m) μπορούν, για ένα καθοριστέο τμήμα του χώρου ή για όλο τον χώρο, να συναχθούν απ' τον πίνακα 3.

Κλάση θερμοκρασίας	A	B	C	D	E
Βασική θερμοκρασία	Θερμοκρασία αναφοράς	Σύμφωνη της εκάστοτε καθοριστέας τιμής			
Μεταβολές $\Delta T/\Delta t$ σε K κατά τη διάρκεια					
15 λεπτών	0,2	0,4	-	-	-
60 λεπτών	0,2	0,4	1,0	2,0	2,0
4 ωρών	0,2	0,6	1,5	3,0	3,0
12 ωρών	0,2	0,8	-	-	-
24 ωρών	0,4	0,8	2,0	3,0	6,0
7 ημερών	0,4	1,0	2,0	4,0	8,0

**Πίνακας 4.2** Κατάταξη σε κλάσεις των επιτρεπτών χρονικών μεταβολών θερμοκρασίας

Κλάση θερμοκρασίας	A	B	C	D	E
Επιτρεπτές διαφορές $\Delta T$ σε K	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0

**Πίνακας 4.3** Κατάταξη σε κλάσεις των επιτρεπτών διαφορών θερμοκρασίας χώρου

#### 4.3.2 Υγρασία αέρος

Μεταβολές της υγρασίας αέρος μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές του όγκου και των ιδιοτήτων των αντικειμένων μέτρησης (π.χ. από πλαστική ύλη). Η υγρασία αέρος επιδρά επιπλέον και στα μετρολογικά τεχνικά χαρακτηριστικά των μηχανημάτων μέτρησης, π.χ. Laser – συμβολόμετρο. Προς αποφυγή διάβρωσης η σχετική υγρασία αέρος δεν πρέπει να ξεπερνά το 60%. Προς χάριν της επιθυμητής άνεσης και ένεκα ενδεχόμενης στατικής φόρτισης του προσωπικού και του ηλεκτρονικού εξοπλισμού δεν πρέπει αυτά να εκτίθενται σε λιγότερο από 30% σχετική υγρασία αέρος.

#### 4.3.2.1 Ορισμός της υγρασίας αέρος

Η περιεκτικότητα υδρατμών στον αέρα χαρακτηρίζεται ως υγρασία αέρος. Η απόλυτη υγρασία  $F_{abs}$  είναι οι μετρούμενοι σε γραμμάρια υδρατμοί που εμπεριέχονται σε  $1m^3$  αέρος. Η μέγιστη μάζα υδρατμών που μπορεί να δεχτεί το  $1m^3$  αέρος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία, χωρίς να μετατραπεί σε νερό, αποτελεί τη μέγιστη δυνατή υγρασία ή υγρασία κορεσμού  $F_s$  (σημείο υγροποίησης). Το πηλίκο της απόλυτης υγρασίας  $F_{abs}$  προς την υγρασία κορεσμού  $F_s$  δίνει τη σχετική υγρασία  $F_{rel}$ . Αυτή δίνεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%).

$$F_{rel}(\%) = \frac{F_{abs}(\frac{g}{m^3})}{F_s(\frac{g}{m^3})} \times 100(\%)$$

Ο προκείμενος δοθείς ορισμός είναι για τη χρήση των παρουσών προδιαγραφών επαρκής, ενώ για περαιτέρω παρατηρήσεις βλέπε DIN 50010.

#### 4.3.2.2 Μεγέθη επιρροής

Η υγρασία αέρος μέσα στο χώρο μέτρησης επηρεάζεται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας χώρου, το εξωτερικό κλίμα, το προσωπικό και τις μηχανές του χώρου

#### 4.3.2.3 Κατάταξη σε κλάσεις του χαρακτηριστικού μεγέθους "σχετική υγρασία αέρος"

Η σχετική υγρασία αέρος πρέπει συνήθως να κυμαίνεται μεταξύ 30% και 60%.

Οι επιτρεπτές χρονικές μεταβολές και οι τοπικές διαφορές εντός αυτού του ποσοστιαίου διαστήματος δίνονται στον πίνακα 4.

Κλάση υγρασίας	A	B	C	D
Επιτρεπτές χρονικές μεταβολές και τοπικές αποκλίσεις $\Delta F_{rel}$ της σχετικής υγρασίας σε ποσοστό επί τοις εκατό %.	10	20	30	ανοιχτό

**Πίνακας 4.4** Κατάταξη σε κλάσεις των επιτρεπτών μεταβολών και αποκλίσεων της υγρασίας αέρος

#### 4.3.3 Ταχύτητα αέρος

Για τη δυνατότητα δέσμευσης της εκλυόμενης θερμότητας από ένα χώρο μέτρησης και διατήρησης ενός απαιτούμενου κλίματος είναι απαραίτητη η συνεχής εναλλαγή αέρος. Η ποσότητα εξαρτάται από το ωφέλιμο θερμικό φορτίο ενός χώρου μέτρησης ( δεσμευτέα ποσότητα ενέργειας) και από το εύρος των επιτρεπτών θερμοκρασιών του εισερχόμενου αέρα.



#### *4.3.3.1 Ορισμός της ταχύτητας αέρος*

Η ταχύτητα αέρος  $V_i$  είναι το πηλίκο της ποσότητας αέρος και της επιφάνειας διατομής που διαπερνάται ανά μονάδα χρόνου.

#### *4.3.3.2 Μεγέθη επιρροής*

Η ταχύτητα αέρος  $V_i$  σε κάθε μία θέση του χώρου ξεχωριστά επηρεάζεται από τον τρόπο ροής αέρος (διατομές των καναλιών αέρος, θέση και αριθμός των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου, οριζόντια ή κάθετη ροή αέρος κτλ.), από τις αναχαιτίσεις (εμπόδια) του ρεύματος όσο και από τους εξαιρειστήρες των μηχανημάτων κ.α. Ακόμα και τα φορτία θερμότητας (άτομα, μηχανήματα, φωτισμός κ.τ.λ.) συνδράμουν αποφασιστικά για το πλήθος των απαιτούμενων εναλλαγών αέρος ανά μονάδα χρόνου και κατά συνέπεια, για την ταχύτητα αέρος. Λεπτομέρειες για τη ροή αέρος, την ονομασία των ρευμάτων, τον τρόπο ροής κ.τ.λ. βλέπε κεφάλαιο 4.6.1.

#### **4.3.4 Καθαρότητα αέρος**

Αέρας χαμηλής περιεκτικότητας σε σκόνη, αέρας απαλλαγμένος από σκόνη και (ανόθευτος) εντελώς καθαρός αέρας αποτελούν διαφορετικές απαιτήσεις, οι οποίες προκύπτουν από τις εργασίες και τις μεθόδους μέτρησης. Προσμίξεις ή ξένα σώματα στον αέρα μπορούν να οδηγήσουν στην παρεμπόδιση των μεθόδων, σε εσφαλμένο αποτέλεσμα και στην επίσπευση της φθοράς του εξοπλισμού μέτρησης. Συναρτήση των εκάστοτε υποδείξεων μπορεί να απαιτείται η επιτυχής διατήρηση αέρα χαμηλής περιεκτικότητας σε σκόνη ή αέρα απαλλαγμένου από σκόνη με αντίστοιχες εγκαταστάσεις φιλτραρισμού ή σε περίπτωση ακόμα υψηλότερων απαιτήσεων, π.χ. στα πλαίσια εντελώς καθαρών (ανόθευτων) χώρων τεχνικής, ενδεχομένως ν' απαιτείται η δημιουργία χώρων και / ή θέσεων εργασίας με προδιαγεγραμμένη καθαρότητα. Γι' αυτό το σκοπό έχουν καθοριστεί βαθμοί καθαρότητας αέρος.

#### *4.3.4.1 Ορισμός των βαθμών καθαρότητας αέρος*

Οι βαθμοί καθαρότητας αέρος δίνουν τις επιτρεπτές συγκεντρώσεις σωματιδίων σ' αυτόν για εντελώς Καθαρές Θέσεις Εργασίας, όπου τα σωματίδια δεν επιτρέπεται να υπερβαίνουν συγκεκριμένα, καθορισμένα μεγέθη. Οι χαρακτηρισμοί των βαθμών σε 1, 10, 100, 1.000, 10.000, 100.000, σύμφωνα με US Federal Standard 209, δίνουν άμεσα τον αριθμό των επιτρεπτών σωματιδίων ( $\geq 0,5 \mu\text{m}$ ) που μπορούν να περιέχονται σε  $1\text{ft}^3$  αέρος ( $1\text{m}^3 = 35,3145 \text{ft}^3$ ). Οι προδιαγραφές VDI 2083, φύλλο I περιέχουν αντίστοιχες υποδείξεις αναφερόμενες στο  $1\text{m}^3$  αέρος.

#### *Σωματίδια.*

Τα σωματίδια είναι τεμαχίδια σε στερεή ή υγρή φυσική κατάσταση με σταθερά φυσικά όρια (π.χ. σωματίδια σκόνης, συμπυκνώματα, μικροοργανισμοί).

#### *Μέγεθος Σωματιδίων.*

Ως μέγεθος σωματιδίων θεωρείται η μέγιστη διάστασή τους. Αυτή μπορεί να καθοριστεί με τη βοήθεια μικροσκοπικών μεθόδων (π.χ. μέθοδος σκεδάσεως φωτός).

#### *Συγκέντρωση Σωματιδίων.*

Η συγκέντρωση των σωματιδίων είναι το πλήθος των σωματιδίων ανά μονάδα όγκου αέρος (π.χ. σωματίδια/m<sup>3</sup>) που εξακριβώνεται με ανάλογη μέθοδο μέτρησης.

#### *4.3.4.2 Μεγέθη επιρροής*

Η καθαρότητα αέρος εξαρτάται:

- Από την ποιότητα του χρησιμοποιηθέντος φίλτρου
- Από το ρεύμα και την ταχύτητα αέρος
- Από τη ροή αέρος
- Από την έκταση των προσμίξεων στη θέση εργασίας
- Από τη φέρουσα ρύπανση

#### *4.3.4.3 Κατάταξη σε κλάσεις χώρων μέτρησης με αέρα χαμηλής περιεκτικότητας σε σκόνη, με αέρα απαλλαγμένο από σκόνη και με εντελώς καθαρό (ανόθευτο) αέρα.*

Η απαίτηση για συνθήκες καθαρού αέρα σε χώρους μέτρησης, όσο και η επιλογή των απαιτούμενων εγκαταστάσεων φιλτραρισμού για τέτοιους χώρους εξαρτώνται απ' τις προς διεκπεραίωση μετρητικές εργασίες. Γι' αυτό το λόγο οι δοθείσες στον πίνακα 5 κλάσεις καθαρού χώρου και φιλτραρισμού λειτουργούν πληροφοριακά.

<b>Κλάση καθαρού χώρου</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Βαθμός καθαρότητας αέρος (US Federal Standard 209)	100...10000	100.000	*)	*)
Βαθμός καθαρότητας αέρος (VDI 2083 φύλλο 1)	3...5	6	*)	*)
Κλάση φιλτραρισμού **)				
Επίπεδο 1	EU4	EU7	EU7	EU5
Επίπεδο 2	EU7	R	-	-
Επίπεδο 3	S	-	-	-

**Πίνακας 4.5** Κλάσεις καθαρού χώρου για χώρους μέτρησης

\*) Κανένας βαθμός καθαρότητας δεν αντιστοιχεί στις κλάσεις C και D\*\*) EU4: προ-φίλτρο; EU5, EU7: φίλτρο ψιλής σκόνης; R, S, U: φίλτρο αιωρουμένων σωματιδίων (βλέπε DIN 24185)

### 4.3.5 Ταλαντώσεις

Οι μηχανικές ταλαντώσεις επηρεάζουν την ακριβεία μετρήσεως που μπορεί να επιτευχθεί μέσα σε ανάλογους χώρους μέτρησης. Προκαλούν παραμορφώσεις και τάσεις. Η λειτουργία του μετρητικού εξοπλισμού μπορεί λόγω ταλαντώσεων να διαταραχθεί και τα αποτελέσματα μετρήσεως να οδηγηθούν σε σφάλμα. Άλλωστε αποτελούν επιβάρυνση και για την ανθρώπινη υγεία που μπορεί να οδηγήσει σε ανάλογα προβλήματα. Οι ταλαντώσεις προξενούνται από δυνάμεις που διοχετεύονται απ' το έδαφος και το οικοδόμημα στον εξοπλισμό μέτρησης ή που παράγονται απ' τον ίδιο τον εξοπλισμό. Τα βασικά μεγέθη για την εκτίμηση των ταλαντώσεων είναι, η μάζα, η ελαστικότητα (δυσκαμψία) και η απόσβεση. Η ταλαντωτική συμπεριφορά, όμως ενός συστήματος εξαρτάται απ' τη συνεπίδραση όλων των μεγεθών του και κατά συνέπεια τόσο απ' τη γεωμετρία και τις διαστάσεις του συστήματος όσο και απ' τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τύπου ανέγερσης και το είδος της ταλαντωτικής και κρουστικής επίδρασης.

Μέσω των μετρήσεων των ταλαντώσεων και με τη βοήθεια κατάλληλων μέτρων εξασφαλίζεται η τήρηση των προσδιορισθέντων απ' τους κατασκευαστές των μηχανημάτων οριακών τιμών. Ιδιαίτερα επιτακτικές γίνονται οι μετρήσεις ταλαντώσεων όταν ο χώρος μέτρησης βρίσκεται κοντά σε παραγωγικές εγκαταστάσεις. Κατά την επενέργεια μηχανικών ταλαντώσεων στους χώρους μέτρησης ή σε δομές κάθε ενός μετρητικού εξοπλισμού ξεχωριστά, είναι γενικά σημαντικό, ένα εύρος συχνότητας από 1 Hz μέχρι 100 Hz.

#### 4.3.5.1 Ορισμός χαρακτηριστικών μεγεθών

Σύμφωνα με το 1<sup>ο</sup> μέρος του προτύπου DIN 4150 οι ταλαντώσεις και οι κραδασμοί είναι χρονικές μεταβολές φυσικών μεγεθών, τα οποία στο υπό εξέταση χρονικό πλαίσιο δεν είναι μονότονα.

Διακρίνονται τα ακόλουθα είδη ταλαντώσεων:

- Αρμονικές είναι οι ταλαντώσεις που μπορούν να παρασταθούν με μία ημιτονοειδή συνάρτηση.
- Περιοδικές είναι οι ταλαντώσεις που μετά από έναν συγκεκριμένο χρόνο  $t$  επαναλαμβάνονται κατά τον ίδιο τρόπο. Μπορούν να παρασταθούν ως υπέρθεση περισσότερων ημιτονοειδών ταλαντώσεων, των οποίων οι συχνότητες είναι ακέραια πολλαπλάσια της βασικής συχνότητας.
- Στάσιμες ταλαντώσεις υφίστανται όταν οι στατιστικές χαρακτηριστικές τιμές και λειτουργίες παραμένουν σταθερές στο χρόνο. Οι ταλαντώσεις δεν πρέπει, όμως, να είναι περιοδικές.

Οι ταλαντώσεις μεταβατικής μορφής είναι παρερχόμενα φαινόμενα. Είτε εξασθενούν με το χρόνο, είτε περνούν σε μία μόνιμη ταλαντωτική κατάσταση (παραμένουσες και αποσβενήμενες). Το χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι μια ενεργός τιμή  $X_{eff} = 0$ .

Οι κρούσεις είναι στιγμιαίες επιδράσεις δυνάμεων πάνω σ' ένα δυναμικό σύστημα (σύστημα που μπορεί να ταλαντούται), όπου η διάρκεια επίδρασης είναι σύντομη σε σχέση με την περίοδο (ιδιοπερίοδος) της ιδιοταλάντωσης. Η

επίδρασή τους εξαρτάται μόνο απ' τη δρώσα δύναμη και είναι ανεξάρτητη απ' τη χρονική εξέλιξη αυτής.

### Μεγέθη ταλαντώσεων

Ως μεγέθη ταλαντώσεων χαρακτηρίζονται όλα τα φυσικά μεγέθη που μεταβάλλονται με το χρόνο κατ' αντιστοιχία με τα προαναφερθέντα είδη. Αυτά είναι:

Η μετατόπιση  $s$  (απόσταση από το σημείο ισορροπίας)

Η ταχύτητα (Ρυθμός μεταβολής) —

Η επιτάχυνση ———

Όπου  $t$  συμβολίζεται ο χρόνος.

Αναλυτικότερα διακρίνονται τα εξής μεγέθη:

### Ιδιοταλαντώσεις, Ιδιομορφές και Απόσβεση

Οι ιδιοταλαντώσεις είναι κινήσεις ενός δυναμικού συστήματος (π.χ. ενός μετρητικού μηχανήματος), το οποίο μετά από μικρή διέγερση αφήνεται ελεύθερο. Οι ιδιοταλαντώσεις γραμμικών συστημάτων χωρίς απόσβεση με **ένα** βαθμό ελευθερίας είναι αρμονικές. Κάθε μέγεθος ταλάντωσης επανέρχεται μετά την περίοδο  $T_0$ , που αποτελεί ιδιότητα του συστήματος (ιδιοπερίοδος ταλάντωσης). Η αντίστροφη τιμή της περιόδου  $T_0$  του συστήματος ονομάζεται ιδιοσυχνότητα  $f_0 = 1/T_0$ . Η τιμή της ιδιοσυχνότητας πολλαπλασιασμένη με  $2\pi$  είναι η κυκλική ιδιοσυχνότητα  $\Omega_0$ .

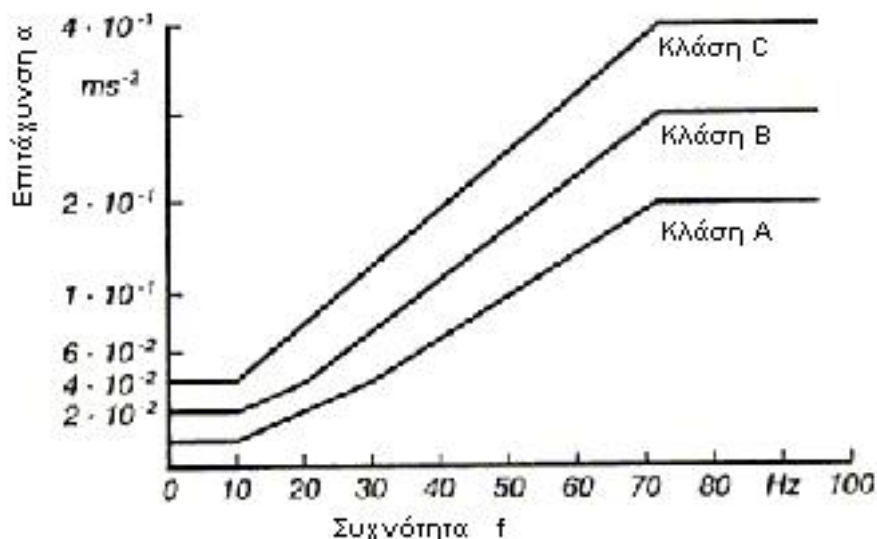
Οι ιδιοσυχνότητες ενός συστήματος εξαρτώνται μόνο απ' τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτού π.χ. διαστάσεις, χαρακτηριστικές ιδιότητες υλικών, συνθήκες έδρασης κτλ. και είναι ανεξάρτητες απ' τη διέγερση. Σε περίπτωση που ένα δυναμικό σύστημα έχει περισσότερες ιδιοσυχνότητες, τότε σε κάθε μία απ' αυτές ανήκει μία συγκεκριμένη μορφή ταλάντωσης (ιδιομορφή) και μια συγκεκριμένη απόσβεση. Σε περίπτωση που ένα τέτοιο σύστημα διεγείρεται με μια συχνότητα, η οποία απόλυτα ή σχεδόν απόλυτα συμπίπτει με τις ιδιοσυχνότητες του συστήματος, τότε εμφανίζονται σε συστήματα με μικρή απόσβεση εξαναγκασμένες ταλαντώσεις μεγάλου εύρους με τιμές κυρίως της ιδιομορφής που ανήκει σ' αυτή την ιδιοσυχνότητα (συντονισμός).

#### Εξαναγκασμένες ταλαντώσεις

Οι ταλαντώσεις που προκαλούνται μέσω δυναμικών φορτίσεων ή μετακινήσεων της εδράσεως ανά σημείο μέσα σ' ένα δυναμικό σύστημα είναι εξαναγκασμένες ταλαντώσεις. Σε περίπτωση που αυτές οι διεγέρσεις είναι περιοδικές, εμφανίζεται μετά από κάποια μεταβατική χρονική περίοδο μια μόνιμη κατάσταση (στατικές ταλαντώσεις). Όταν αυτές οι επιδράσεις είναι κρουστικές ή ολιγόχρονες, π.χ. σε ξαφνική διοχέτευση φορτίου, το δυναμικό σύστημα αποκρίνεται με ταλαντώσεις μεταβατικής μορφής.

#### 4.3.5.2 Κατάταξη σε κλάσεις των χαρακτηριστικών μεγεθών ταλάντωσης

Απ' την πλευρά των κατασκευαστών των μετρητικών εξοπλισμών λείπουν συχνά αξιόπιστες τιμές ως προς τις επιτρεπτές ταλαντώσεις ανά σημείο εδράσεως. Οι υποδείξεις, όμως, ως προς την ευπάθεια κραδασμού αποτελούν προϋπόθεση για τη δυνατότητα τοποθέτησης μετρητικών εξοπλισμών στο βέλτιστο ως προς τη συμπεριφορά των ταλαντώσεων σημείο. Το αν μετρητικοί εξοπλισμοί επιτρέπεται να τοποθετηθούν άμεσα πάνω στην πλάκα εδάφους ενός χώρου μέτρησης, το αν και με ποιο τρόπο πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για υλικά μόνωσης ταλαντώσεων ή το αν ιδιόμορφα θεμέλια απορρόφησης ταλαντώσεων είναι σκόπιμα, όλα αυτά μπορούν να εκτιμηθούν σωστά μόνον κατόπιν γνωστοποίησης των επιτρεπτών ευρών ταλάντωσης και των ανά σημείο εδράσεως υπάρχουσών ταλαντώσεων εδράσεως. Στο σχήμα 4 καθορίζονται οι οριακές τιμές για τέσσερις κλάσεις εύρους μετατόπισης και επιτάχυνσης ταλάντωσης συναρτήσει της συχνότητας. Οι αναφερόμενες οριακές τιμές αποτελούν μια πρώτη πρόταση κατάταξης σε κλάσεις ως προς τις επιτρεπτές ταλαντώσεις ανά σημείο εδράσεως. Η επιβεβαίωση της εφαρμοσιμότητας των δοθέντων τιμών πρέπει να επιβεβαιώνεται μέσ' από την πράξη.



**Σχήμα 4.4.** Κατάταξη σε κλάσεις των χαρακτηριστικών μεγεθών ταλάντωσης, επιτρεπτές ταλαντώσεις ανά σημείο εδράσεως ανά χωρικό άξονα.

## Απαιτήσεις για τους προς ανέγερση νέους χώρους μέτρησης

Ως βάση για το σχεδιασμό ανοικοδόμησης ή μετασκευής ενός χώρου μέτρησης ενδείκνυται ο υπεύθυνος εργασιών να καταρτίζει μια, κατά το δυνατόν, πλήρη απαρίθμηση όλων των απαιτήσεων (βλέπε επίσης VDI/VDE 2627 φυλλάδιο 2).

### Μετρολογικές απαιτήσεις

Πρέπει ν' απαριθμούνται:

- όλα τα ανακλύπτοντα μετρητικά μεγέθη, χαρακτηριστικά γνωρίσματα, εύρη μέτρησης και μετρητικές μέθοδοι
- όλες οι επιτρεπτές αβεβαιότητες μετρήσεως και ανοχές
- όλα τα μηχανήματα και οι βοηθητικοί εξοπλισμοί, που είναι απαραίτητοι στις μετρήσεις
- όλα τα προς εξέταση υλικά (σκληρότητα, γραμμική διαστολή, θερμική κατάσταση)
- οι περιορισμένες δυνατότητες επιλογής της θέσης μέτρησης
- οι μεσοπρόθεσμα προτεινόμενες διευρύνσεις

Ως προς τα στοιχεία μηχανημάτων πρέπει να επιδεικνύεται:

- υπό ποιες συνθήκες τοποθέτησης εγγυάται η λειτουργία και μπορούν να διαφυλαχθούν οι απαιτούμενες αβεβαιότητες μετρήσεως (με υπόδειξη της εκάστοτε μεθόδου μέτρησης και αξιολόγησης, με τις οποίες διαπιστώθηκαν οι αβεβαιότητες μετρήσεως των μηχανημάτων!)
- επιπρόσθετες γενικές συνθήκες τοποθέτησης
- ποιες αποκλίσεις απ' τις συνθήκες τοποθέτησης είναι ανεκτές, όταν η αποδοτικότητα των μετρητικών μηχανημάτων δε χρειάζεται να εκμεταλλευτεί πλήρως.

### Απαιτήσεις βάσει των μέχρι σήμερα εμπειριών

Στη διερεύνηση των σωστών απαιτήσεων για ένα χώρο μέτρησης βοηθά ποικιλοτρόπως η απογραφή αυτών μέσα σ' έναν υπαρκτό αντίστοιχο χώρο με συγκρίσιμη σειρά εργασιών. Γι' αυτό το λόγο ενδείκνυται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα (π.χ. κατανομή θερμοκρασίας ή ταλαντώσεις) να μετρούνται κατά τον τρόπο που έχει προβλεφθεί για τις μετρήσεις διαπίστευσης.

Σε περίπτωση που υπάρχουν εμπειρίες ως προς

- τις ιδιαιτερότητες εξειδικευμένων μεθόδων μέτρησης που εφαρμόζονται μέσα στο χώρο (κυρίως όσον αφορά σε προσωπικές επινοήσεις μεθόδων και μηχανημάτων)
- τις επιδράσεις του περιβάλλοντος που στο παρελθόν οδήγησαν σε εσφαλμένες μετρήσεις, οργανωτικά προβλήματα ή σε παράπονα για ελλειπή ευφορία χώρου

τότε πρέπει αυτές να λαμβάνονται υπ' όψη.

## Απαιτήσεις ως προς την κλιματιστική εγκατάσταση

Εκτός από την περιγραφή της απόδοσης των ρυθμιστικών μεγεθών: θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα αέρος και ενδεχομένως καθαρότητα, πρέπει να δίνεται προσοχή:

- σε στοιχεία για την τεχνική υγιεινών συνθηκών
- στη σκοπιμότητα / στην αρμόζουσα διαστασιολόγηση
- στην κατά κανόνα τηρούμενη ποιότητα
- στην ευκαμψία
- στις ανάγκες χώρου
- στην ηχομόνωση / στο διαχωρισμό των ήχων
- στην απόσβεση ταλάντωσης
- στην εναλλαγή φίλτρου (πλήθος / χρονικά διαστήματα)
- στην καθαρότητα μεσοροφής (ψευδοροφή) και καναλιών αέρος
- στον εφοδιασμό των εγκαταστάσεων με ηλεκτρικό ρεύμα, νερό και ενδεχομένως με πεπιεσμένο αέρα
- στις απαιτήσεις ασφαλείας
- στο κόστος λειτουργίας
- στην εγγύηση / εξυπηρέτηση πελατών

Μια βασική προϋπόθεση για τη σύνταξη του καταλόγου απαιτήσεων και για μία μετέπειτα κατάλληλη διαστασιολόγηση και λειτουργία του κλιματιστικού εξοπλισμού αποτελεί ένα αρκετά νωρίς συνταγμένο γενικό προσχέδιο απ' τον μελλοντικό υπεύθυνο λειτουργίας και τον αρχιτέκτονα, τους σχεδιαστές και τους ειδήμονες για κλιματιστικούς εξοπλισμούς.

## Απαιτήσεις ως προς την καθαρότητα

Στην περίπτωση που πρέπει να ικανοποιηθούν απαιτήσεις ενταγμένες στα πλαίσια της τεχνικής καθαρού χώρου, τότε ολόκληρος ο σχεδιασμός του χώρου - ιδιαίτερα ο σχεδιασμός της κλιματιστικής εγκατάστασης, της ροής αέρος και του μετρητικού εξοπλισμού - πρέπει να εναρμονίζεται μ' αυτές τις απαιτήσεις (βλέπε προδιαγραφή VDI 2083). Μέτρα, όπως η αναρρόφηση, η επικάλυψη για απομόνωση απ' το χώρο, η αποφυγή προσμίξεων, η ενδυμασία και οι εγκαταστάσεις που αρμόζουν για καθαρό χώρο, καθώς και η ελαχιστοποίηση της συχνότητας έλευσης έξωθεν του χώρου, οδηγούν στη βελτίωση των σχέσεων καθαρότητας μέσα σ' αυτόν και στη μείωση του κόστους εξόδων και λειτουργίας.

## Απαιτήσεις ως προς το προσωπικό

Με τις προαναφερθείσες απαιτήσεις στις παραγράφους 4.4.1 μέχρι 4.4.4 δεν έχουν ακόμη πλήρως περιγραφεί οι χώροι μέτρησης στο σύνολό τους. Πρέπει επιπλέον να γίνει μνεία των ζητημάτων που αφορούν στο ενεργό προσωπικό του χώρου, καθώς και των ερωτημάτων ως προς τον εξοπλισμό των θέσεων εργασίας.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται:

- στις απαιτήσεις αναφορικά με τη δόμηση και τη διαμόρφωση του εργασιακού χώρου, π.χ. στοιχεία εργονομίας, χρωματισμός, φωτισμός
- στις τεχνικές απαιτήσεις ως προς την εξασφάλιση υγιεινών συνθηκών (π.χ. προστασία από το θόρυβο και τις ταλαντώσεις)
- στη θερμική ευφορία (βλέπε παράγραφο 4.6.12)
- στις τεχνικές απαιτήσεις ασφαλείας

#### Χρωματισμός και φωτισμός

Οι απαιτήσεις για συγκέντρωση και αποδοτικότητα οράσεως του ενεργού μέσα στο μετρητικό χώρο προσωπικού, προϋποθέτουν έναν επαρκή, ομοιόμορφο φωτισμό (βλέπε παράγραφο 4.6.3) όπως και μια προσφιλή χρωματική διαμόρφωση του χώρου. Για το δάπεδο και τους τοίχους συνιστώνται ανοιχτοί, pastel χρωματικοί τόνοι. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορούν το πλήθος των φωτεινών πηγών και η συναρτήσει αυτών αύξηση θερμότητας να περιοριστούν κατά το δυνατόν περισσότερο.

#### Ταλαντώσεις και Κραδασμοί

Εκτός απ' τις συγκεκριμένες απαιτήσεις αναφορικά με μηχανήματα για ελευθερία, ενδεχομένως και καταστολή ταλαντώσεων, τις οποίες πραγματεύεται η παράγραφος 4.6.2, πρέπει στα πλαίσια της προστασίας κατά των ταλαντώσεων, να λαμβάνονται υπ' όψη και απαιτήσεις που σχετίζονται με τον ανθρώπινο παράγοντα, βλέπε επίσης σχετική διάταξη για εργαστήρια (ArbstättV) § 15. Ενώ για τους μετρητικούς εξοπλισμούς έχουν, κατά κύριο λόγο, σημασία οι ταλαντώσεις δαπέδου με εύρος συχνοτήτων από περίπου 1Hz μέχρι 100Hz, μπορούν οι ίδιες ταλαντώσεις υψηλότερης συχνότητας (κραδασμοί, δονήσεις, ακουστικές ταλαντώσεις, κύματα πίεσης) και ταλαντώσεις πολύ χαμηλότερης συχνότητας (κτιριακές κυμάνσεις) ν' αποδειχθούν για τα άτομα επιβλαβείς και να προκαλέσουν κλονισμό της υγείας. Οι επιδράσεις των ταλαντώσεων στον άνθρωπο περιγράφονται λεπτομερώς στα DIN 4150-2 καθώς και στο VDI 2057 και πρέπει κατά τον χαρακτηρισμό του χώρου μέτρησης ως εργασιακού χώρου να λαμβάνονται για κάθε χώρο μεμονωμένα υπ' όψη.

#### Προστασία κατά του θορύβου

Προκειμένου να καταστεί δυνατή η προσεγγίσιμη και αξιόπιστη εργασία, πρέπει η στάθμη θορύβου να συγκρατείται όσο το δυνατόν χαμηλότερα, σύμφωνα με το επίπεδο της ηχομονωτικής τεχνικής. Πρέπει να δίνεται προσοχή στις προκαθορισμένες στη § 15 της διάταξης για εργαστήρια τιμές αναφοράς. Στον πίνακα 6 δίνεται μια συνοπτική περιγραφή ως προς τις απαιτήσεις διαφορετικών εργασιακών χώρων βάσει του DIN 1946-1.



Είδος χώρου	Παράδειγμα	Ένταση ήχου σε dB (A) Απαιτήσεις	
		Υψηλές	Περιορισμένες
Χώροι εργασίας	Μικρός χώρος γραφείου Εργαστήρια παραγωγής προϊόντων	35	40
		50	---
Χώροι μαθήματος	Χώροι σεμιναρίων	35	40
Χώροι μέτρησης	Φυσικά, χημικά, βιολογικά εργαστήρια	40	55
Υπόλοιποι χώροι	Καθαροί χώροι , Χώροι ηλεκτρονικής επεξεργασίας πληροφοριών	50	65
		45	60

**Πίνακας 4.6** Συνιστώμενη (ή προδιαγραφόμενη) ένταση ήχου σε εργασιακούς χώρους

### Ασφάλεια εργασίας

Για τον εργασιακό χώρο "χώρος μέτρησης" πρέπει ως προς την ασφάλεια εργασίας να δίδεται προσοχή στις προδιαγραφές περί ατυχήματος και αποφυγής αυτού, στη διάταξη για εργαστήρια και στις εργαστηριακές προδιαγραφές.

### Μετρήσεις απόδοσης και Διαπίστευσης

Οι μετρήσεις απόδοσης στα πλαίσια της Διαπίστευσης ενός μετρητικού χώρου συνιστάται -εφ' όσον αυτές διεξάγονται απ' τον εργολάβο ή ενδεχομένως απ' τους προμηθευτές - ν' απαιτούνται απ' το κείμενο της προσφοράς και πρέπει να περιγράφονται με πάσα λεπτομέρεια στο κείμενο της παραγγελίας. Οι απαραίτητες μετρήσεις για τη διαπίστευση ενός μετρητικού χώρου ξεπερνούν, κυρίως ως προς τον κλιματισμό, τα τετριμμένα πλαίσια λειτουργικών μετρήσεων με βάση τον κανονισμό ανάθεσης οικοδομικών εργασιών. Άλλωστε, συνιστάται να διεξάγονται μετρήσεις ταλαντώσεων πριν (επομένως σε άδειο χώρο) και μετά τον πλήρη εξοπλισμό ενός χώρου μέτρησης. Αυτές οι καταγραφές μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση δυσκολιών που, ενδεχομένως, ανακύψουν σε μετέπειτα μέτρηση μέσα στο χώρο, λόγω διαφορετικής κατασκευής μηχανών ή κατοπινών μεταβολών των ταλαντωτικών σχέσεων.

Κατά τη διαπίστευση μπορεί να προβληθεί αξίωση μόνο για απαιτήσεις που περιγράφονται με σαφήνεια. Οι αποδέκτες και οι συσκευές μέτρησης, η μετρητική διάταξη, η εξέλιξη της μέτρησης, οι μέθοδοι αξιολόγησης και οι οριακές τιμές πρέπει να είναι σαφώς προδιαγεγραμμένα!

Οι αποδέκτες και οι συσκευές μέτρησης που συνδέονται για τη ρύθμιση ενός χαρακτηριστικού γνωρίσματος δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά τη

διαπίστευση. Πρέπει να προβλέπονται αυτόνομοι αποδέκτες και μετρητικές συσκευές.

#### Κτιριακός σχεδιασμός και σχεδιασμός χώρου

Ο σχεδιασμός πρέπει ν' αποσκοπεί στον όσο το δυνατό μεγαλύτερο περιορισμό όλων των επιρροών που διαταράσσουν τα προς λειτουργία μετρητικά μηχανήματα του χώρου μέτρησης.

#### Επιλογή θέσης

Η θέση ενός χώρου μέτρησης πρέπει να επιλέγεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αυτός να επηρεάζεται από όσο το δυνατόν πιο περιορισμένες παρεμβολές ταλαντώσεων, εξωτερικής θερμοκρασίας, μόλυνσης και θορύβου.

#### Έδαφος θεμελίωσης και θεμέλια

Το έδαφος θεμελίωσης ενός νέου προς ανέγερση μετρητικού χώρου πρέπει ν' αναζητείται με βάση την καταλληλότητά του. Κάτω από μια άκαμπτη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος (περίπου 0,5 m πάχους) πρέπει να εισαγάζεται και να συμπίεζεται ένα μείγμα από άμμο και χαλίκι πάχους 0,5 m το λιγότερο. Μεταξύ της πλάκας δαπέδου και του στρώματος χαλικιού μπορεί να προβλεφθεί θερμομόνωση και μόνωση υγρασίας.

Κατά την πρόκληση ταλαντώσεων από μηχανήματα εντός των χώρων μέτρησης μέσω εσωτερικών και εξωτερικών διεγερτών, οι σχέσεις συνάφειας, είναι κατά κανόνα, από δομικοδυναμική σκοπιά συχνά τόσο περίπλοκες, ώστε η απεικόνισή τους σε μαθηματικά μοντέλα αντικατάστασης συχνά προσκρούει σε δυσκολίες. Γι' αυτό το λόγο ενδείκνυται για την εκτίμηση της καταλληλότητας μιας θέσης ως προς την εμφάνιση πιθανών ταλαντώσεων να διερευνάται, ήδη κατά τη φάση του σχεδιασμού, το έδαφος θεμελίωσης με βάση τον τρόπο ταλάντωσής του και η προβλεπόμενη θέση ν' αξιολογείται ως προς την καταλληλότητά της σε σχέση με τους εξωτερικούς διεγέρτες. Οι έξωθεν επιδρώσες πηγές παρεμβολών είναι π.χ. οχήματα κινούμενα σε σιδηροτροχιές ή δρόμους, μηχανικές πρέσες και συγκροτήματα πρεσσών, γερονογέφυρες, εσωτερική διακίνηση (συρμός, φορτηγά αυτοκίνητα και περονοφόρα), εργασίες λατομείων και σεισμοί. Οι έξωθεν επιδρώσες ταλαντώσεις διαταραχής μπορούν σε συγκεκριμένα εύρη χαμηλών συχνοτήτων, σύμφωνα με το είδος και τη γεωλογική διαστρωμάτωση του εδάφους θεμελίωσης να διοχετευτούν έτσι όπως διοχετεύονται δια του υπογείου νερού, ενδεχομένως μέσω των υδροπερατών στρωμάτων, σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις (περίπου 100m, σε ειδικές περιπτώσεις με μεγάλους, βραδύστροφους σπαστήρες, μέχρι και για κάποια χιλιόμετρα). Λεπτομερείς υποδείξεις βλέπε κανονισμό DIN 4150-1.

## Υφιστάμενα κτίρια

Οι υπάρχουσες οικοδομικές κατασκευές πρέπει να εξετάζονται σύμφωνα με την ταλαντωτική συμπεριφορά τους και τη φέρουσα ικανότητά τους και να ερευνώνται για περίπτωση μειονεκτικής (γεωλογικά) πολυδιαστρωματωμένης επιφάνειας ανέγερσης, όσο και ως προς την ποιότητα του μπετόν. Οι προστατευτικοί αρμοί διαστολής (κίνησης και κλίματος) πρέπει να σχεδιάζονται κατά περίπτωση και να σφραγίζονται επιμελώς. Επιπλέον δε, πρέπει τα υφιστάμενα κτίρια να εξετάζονται όσον αφορά στην ύπαρξη εσωτερικών πηγών διέγερσης. Εσωτερικές πηγές διαταραχών μπορούν να είναι: ανεμιστήρες, αντλίες ψυκτικών μέσων, συμπιεστές, σερβοκινητήρες, ανυψωτικά μηχανήματα και αναβατόρια.

## Θέση εντός κτιρίου

Οι μετρητικοί χώροι υψηλών απαιτήσεων πρέπει σκοπίμως να εγκαθίστανται στο βόρειο τμήμα των κτιρίων. Όπου είναι δυνατόν, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σκιά υπαρκτών κτιρίων ή το νότιο τμήμα να απαρτιστεί από βοηθητικούς χώρους και γραφεία. Ενδεικνύεται η εγκατάσταση σε ισόγειο (που δεν έχει αποθήκες) ή σε υπόγειο ενός κτιρίου, διότι εκεί οι κτιριακές ταλαντώσεις επιδρούν μόνο περιορισμένα. Διεγέρτες, όπως συμπιεστές, εγκαταστάσεις δοκιμών συνεχούς λειτουργίας κ.τ.λ. δεν επιτρέπεται να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Επιπλέον, πρέπει, με κριτήριο τη θέση του χώρου μέτρησης να εξασφαλίζεται ουσιαστική σύνδεση με τη ροή του υλικού και με τις υπάρχουσες οργανωτικές διαδικασίες.

## Ανάγκες επιφανειών

Οι ανάγκες επιφάνειας εξαρτώνται άμεσα απ' τις προς διεκπεραίωση μετρολογικές εργασίες, απ' το προσωπικό που είναι απαραίτητο γι' αυτές και απ' τον απαιτούμενο τεχνικό εξοπλισμό μηχανημάτων. Μία σχηματική βοήθεια δίδεται στο σχήμα 4.5. Για το προσωπικό πρέπει να υπάρχει αρκετά ελεύθερος χώρος, ώστε οι προς διεκπεραίωση εργασίες να διεξάγονται ανεμπόδιστα και απ' τις δύο πλευρές (προσωπικό - μηχανήματα). Για τα αντικείμενα μέτρησης και για τα (εν μέρει μεγάλομορφα) γραμμικά σχέδια πρέπει να προβλέπονται επαρκείς επιφάνειες φύλαξης.



Χώροι εργασίας (γραφείο, καρέκλες κ.τ.λ.) Επιτραπέζια μετροπτικά μηχανήματα

Περίπου 3 m<sup>2</sup>



CMM εύρους μέτρησης μέχρι περίπου 1200 mm

Περίπου 16 m<sup>2</sup>



Μετρητικά μικροσκόπια, Γραναζωτά μετρητικά μηχανήματα, επιδιασκόπια

Περίπου 3 μέχρι 6 m<sup>2</sup>



Κλιματιστικές εγκαταστάσεις

Περίπου 4 μέχρι 15 m<sup>2</sup>



Συνδυαστικά γραναζωτά μετρητικά μηχανήματα, CMM με εύρος μέτρησης μέχρι 800 mm.

Περίπου 12 m<sup>2</sup>

**Σχήμα 4.5.** Ανάγκες επιφάνειας για μετρητικά μηχανήματα και για τους υπόλοιπους εξοπλισμούς (Ενδεικτικές τιμές σχεδιασμού)

## Κλειστοί χώροι μέτρησης

Μια βασική επιφάνεια των 70 m<sup>2</sup> περίπου είναι επαρκής για έναν τυπικό χώρο μέτρησης μέσου μεγέθους. Για μεγαλύτερες ανάγκες επιφανειών συνιστάται η κατατομή σε χώρο μέτρησης και βοηθητικούς χώρους σύμφωνα με τον οποίο οι δεύτεροι (π.χ. χώροι αποθήκευσης αντικειμένων μέτρησης) εξυπηρετούν την προρύθμιση θερμοκρασίας και την διεκπεραίωση γραφικής εργασίας. Κατά την διερεύνηση της απαιτούμενης βασικής επιφάνειας πρέπει να δίνεται προσοχή για επαρκείς επιφάνειες διακίνησης. Επειδή κοντά στους τοίχους (σε απόσταση 1 μέχρι και 2m) δεν μπορούν να επιτευχθούν, ως προς τον κλιματισμό, οι ίδιες συνθήκες που επικρατούν στο κέντρο του χώρου (λόγω π.χ. επιδράσεων ακτινοβολίας, παρεμπόδισης του ρεύματος αέρος από τους τοίχους) είναι καλύτερο να προτιμώνται οριοθετημένες περιοχές παρά να χρησιμοποιούνται επιφάνειες διακίνησης. Εξαιτίας των υψηλών απαιτήσεων στους χώρους μέτρησης υψίστης ακρίβειας ενδείκνυται για λόγους κόστους οι ανάγκες χώρου και επιφανειών να περιορίζονται στο ελάχιστο μέτρο σύγκρισης. Οι χώροι μέτρησης που προσεγγίζουν τους αντίστοιχους βιομηχανικούς απαιτούν λιγότερες επιφάνειες, επειδή αυτοί, κατά κανόνα, εξοπλίζονται απ' το άμεσο περιβάλλον μόνο για εξειδικευμένες εργασίες.

## Ύψος χώρου

Το απαιτούμενο ύψος χώρου διαμορφώνεται σύμφωνα με το ύψος των προβλεφθέντων μετρητικών μηχανημάτων και του επιλεγμένου τρόπου ροής αέρος. Όταν, σε ειδικές περιπτώσεις, ο στροβιλισμός του αέρα είναι απαραίτητος, τότε πρέπει να προβλέπονται ψηλοί χώροι.

## Τοίχοι, οροφή

Εφ' όσον οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος είναι αναπόφευκτες, είναι σημαντικό ο μετασκευασμένος χώρος σε χώρο μέτρησης να επιχωματώνεται εξωτερικά κατά το δυνατόν περισσότερο.

Σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να προβλέπεται ένα στρώμα υαλοβάμβακα μέσα σε ζεστή άσφαλτο που επικολλάται πάνω στο φορέα του οικοδομήματος ως μόνωση υγρασίας.

Τα τμήματα των εξωτερικών τοίχων που δεν περικλείονται απ' το έδαφος θερμομονώνονται προς αποφυγή θερμικής ακτινοβολίας. Πέραν τούτου και γι' αυτό το σκοπό συνιστάται το πράσινο χρώμα για την πρόσοψη και ενδεχομένως και για την οροφή. Όταν η οροφή του κτιρίου βρίσκεται ακριβώς πάνω απ' το μετρητικό χώρο, δεν θα πρέπει να προβλέπονται παράθυρα οροφής λόγω θερμικής ακτινοβολίας. Οι εσωτερικοί τοίχοι και οι σκεπές πρέπει να είναι λεία και ανθεκτικά στην τριβή και, χάριν εύκολου καθαρισμού, κατάλληλα για υγρό καθάρισμα. Συνιστώνται ανοιχτοί χρωματικοί τόνοι.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του μετρητικού χώρου και με βάση τα φυσικά δεδομένα ως προς την κατασκευή του, μπορεί η ρύθμιση της θερμοκρασίας των τοίχων να είναι απαραίτητη. Ιδιαίτερα ωφέλιμοι είναι οι διπλοί τοίχοι,

ενδιαμέσως των οποίων περνά ο εξερχόμενος απ' το χώρο αέρας. Μ' αυτό τον τρόπο εξομοιώνεται η θερμοκρασία των τοίχων μ' εκείνη του χώρου και η επιρροή της θερμικής ακτινοβολίας μειώνεται και ενδεχομένως αποτρέπεται. Η ιδιοσυχνότητα των στοιχείων των τοίχων και των σκεπών θα πρέπει να έχει επιλεγεί τόσο υψηλή, ώστε αυτά κατά τη διέγερσή τους από την κλιματιστική εγκατάσταση να μην οδηγούν σε παρενοχλητικές ταλαντώσεις.

Τα ανοίγματα τοίχου και πιθανόν σκεπής για την κατασκευή κρυφού φωτισμού ενδείκνυται να κλείνονται εσωτερικά σε ομοεπίπεδες επιφάνειες και να στεγανοποιούνται με γυαλί. Η μετέπειτα συντήρηση και ο καθαρισμός του φωτισμού μπορούν τότε να επιτευχθούν απ' τη εξωτερική πλευρά του μετρητικού χώρου.

Δεδομένης της περίπτωσης, πρέπει στο σχέδιο για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, νερού, πεπιεσμένου αέρα, τηλεφώνου κτλ. να συμπεριλαμβάνονται σε ίδιο επίπεδο τοίχου κενοί σωλήνες που να επιδέχονται σφράγισμα με καπάκι.

#### Δάπεδο

Σύμφωνα με τον κανονισμό ανάθεσης οικοδομικών εργασιών (VOB) το δάπεδο πρέπει να είναι το λιγότερο τόσο οριζόντιο και λείο όσο προδιαγράφεται σύμφωνα με το DIN 18202. Η επίστρωση του δαπέδου πρέπει να είναι επαρκώς ανθεκτική, ώστε τα μηχανήματα μέτρησης του χώρου μαζί με τα εύχρηστα ανυψωτικά μηχανήματα και τα βοηθητικά μέσα μεταφοράς να μπορούν να μετακινούνται. Πρέπει να καθαρίζεται με υγρό τρόπο και σύμφωνα με τη διεξαγωγή των εργασιών να είναι ενδεχομένως αγωγίμο και γειωμένο. Για να μην μειώνεται η ενδεχομένως απαραίτητη αγωγιμότητα πρέπει να δίνεται προσοχή στο να μην χρησιμοποιούνται κατά τον καθαρισμό μέσα υπό μορφή λεπτών στρώσεων ρευστού. Επιπλέον, τα έπιπλα που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι εφοδιασμένα με αγωγίμες στηρίξεις ή πιθανόν αγωγίμους τροχούς και οι συνεργάτες να φορούν παπούτσια με αγωγίμες σόλες. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του μετρητικού χώρου και τα φυσικά δεδομένα ως προς την κατασκευή του, μπορεί η ρύθμιση της θερμοκρασίας του δαπέδου να είναι απαραίτητη για την εξισορρόπηση της θερμικής απώλειας στο γήινο έδαφος. Για την αντίστοιχη θερμομόνωση αρκεί μια θερμική ισχύ περίπου  $5 \text{ W/m}^2$ . Δεδομένης της περίπτωσης, πρέπει στο σχέδιο για τον εφοδιασμό με ηλεκτρική ενέργεια, νερό, πεπιεσμένο αέρα, τηλέφωνο, κεντρικό κονιοαπορροφητήρα κτλ. να συμπεριλαμβάνονται κενοί σωλήνες. Για την επίχρωση του δαπέδου πρέπει να προβλέπονται ανοιχτά χρώματα. Οι αρμοί των πλακιδίων πρέπει να είναι σφραγισμένοι έτσι, ώστε να είναι λείοι και να μην δημιουργούνται κρούσεις.

#### Είσοδος

Για μετρητικούς χώρους συνιστάται είσοδος χωρίς σκαλοπάτια και προσπελάσιμη με ανυψωτικά μηχανήματα.

## Χώρος ρυθμιζόμενης πίεσης αέρος

Σε ανάλογη περίπτωση υψηλής απαίτησης πρέπει για τη ροή υλικού όσο και για την εισέλευση ατόμων να προβλέπεται ένας χώρος ρυθμιζόμενης πίεσης αέρος. Ο χώρος αυτός μειώνει τις επιρροές της θερμοκρασίας και τη μεταφορά μόλυνσης.

## Πόρτες

Η μεταφορά των μετρητικών μηχανημάτων απαιτεί επαρκώς μεγάλες πύλες. Επιπλέον ενδείκνυται μία είσοδος προσωπικού (εσωτερικό πλάτος περίπου 80 cm). Για την πρόσδοση μικρότερων αντικειμένων αρκούν τα συρόμενα παράθυρα. Οπτική επαφή με το μετρητικό χώρο ενδείκνυται να υπάρχει ακόμα και με κλειστή πόρτα (ενδεχόμενη πρόβλεψη για πόρτα με κάποιο τμήμα αυτής από γυαλί). Όλες οι πόρτες και οι πύλες εισόδου πρέπει να είναι τόσο καλά θερμομονωμένες, ώστε η θερμοκρασία των επιφανειών τους να συμφωνεί κατά το δυνατό μ' εκείνη των τοίχων. Βίαιες κινήσεις και χτυπήματα πορτών προξενούν κύματα πίεσης και κρούσεις που επιδρούν στις μετρήσεις. Ο μηχανισμός αυτόματου κλειδώματος που αναστέλλει τις κινήσεις περιορίζει αυτά τα προβλήματα.

## Δρόμοι διαφυγής, έξοδοι κινδύνου

Οι προδιαγεγραμμένοι δρόμοι διάσωσης πρέπει οπωσδήποτε να συμπεριλαμβάνονται στο σχεδιασμό και να μαρκάρονται. Πρέπει, επίσης, να οδηγούν από το συντομότερο δρόμο στον απεγκλοβισμό ή σε μια ασφαλή περιοχή (κανονισμός εργασιακών θέσεων § 19). Κατά το σχεδιασμό πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε οι δρόμοι διάσωσης να μην περνούν μέσα απ' το πεδίο εργασίας μηχανών.

## Παράθυρα

Πρέπει να δίνεται προσοχή στο ότι ένας χώρος, εφ' όσον προσφέρεται ως εργασιακός χώρος, οφείλει σύμφωνα με τον κανονισμό εργασιακών θέσεων § 7 παράγραφος 1 - ανεξάρτητα από επιτρεπτές εξαιρέσεις - να έχει οπτική σύνδεση με το εξωτερικό του περιβάλλον (παράθυρα, πόρτες, διαφανής τοίχος) . Λεπτομέρειες περιγράφονται στις προδιαγραφές εργασιακών θέσεων (ASR 7/1). Σύμφωνα με τη θέση του μετρητικού χώρου υπάρχει δυνατότητα μέσα στο εύρος παραθύρου να προβλεφθεί έξοδος κινδύνου. Στους νέους σχεδιασμούς πρέπει να προβλέπονται εξωτερικά παράθυρα. Μέσω της συμφωνίας των αντιστάσεων θερμικής μετάδοσης των γυάλινων επιφανειών και των πλαισίων των παραθύρων με εκείνες των τοίχων αποφεύγονται ζώνες με διαφορετική επιφανειακή θερμοκρασία. Η ανακλαστική επιστρωμάτωση στα εξωτερικά τζάμια των παραθύρων προστατεύει απ' την θερμική ακτινοβολία. Μέσω μιας εξωτερικά εντοιχισμένης και από μέσα χειριστέας περιφραξής των παραθύρων μπορούν οι επιδράσεις ακτινοβολίας επιπρόσθετα να περιοριστούν. Οι φυτεύσεις σε επικλινείς επιφάνειες ή τοίχους στήριξης

μπροστά απ' τα εξωτερικά παράθυρα περιορίζουν την έμμεση θερμική ακτινοβολία.

#### Βοηθητικοί χώροι

Κατά το σχεδιασμό πρέπει να προβλέπονται επίσης απαραίτητοι βοηθητικοί χώροι, οι οποίοι, δεδομένης της περίπτωσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κοινού για περισσότερους μετρητικούς χώρους.

#### Χώρος μηχανών κλιματιστικής εγκατάστασης

Οι κλιματιστικές εγκαταστάσεις μπορούν να προκαλέσουν θορύβους και ταλαντώσεις. Γι' αυτό το λόγο συνιστάται η κλιματιστική εγκατάσταση να τοποθετείται έξω απ' το χώρο μέτρησης, ενδεχομένως και να αποσυνδέεται απ' αυτόν ως προς τις ταλαντωτικές της επιδράσεις.

#### Αποδυτήρια

Σε περίπτωση που για τις ανακλύπτουσες εργασίες του χώρου μέτρησης είναι προδιαγεγραμμένη μια συγκεκριμένη εργασιακή ενδυμασία, πρέπει η είσοδος προς τον μετρητικό χώρο να είναι έτσι διαμορφωμένη, ώστε πριν το πέρασμα σ' αυτόν να μπορεί να φορεθεί.

Ενδείκνυται να προβλέπονται ανά εργαζόμενο δύο ιματιοθήκες, ώστε να υπάρχει δυνατότητα χωριστής φύλαξης της ενδυμασίας εργασίας από εκείνης της καθημερινότητας. Θα πρέπει, επιπλέον, να υπάρχουν νιπτήρες με καθρέπτη και ένα κάθισμα.

Κατά την εκτέλεση όλης της εν λόγω διαδικασίας πρέπει να δίνεται προσοχή στις προδιαγραφές εργαστηρίων.(ASR 34/1-5)

#### Χώροι υγιεινής

Οι χώροι υγιεινής και οι εγκαταστάσεις τους πρέπει να περατώνονται σύμφωνα με τις παραγράφους 35 και 37 της διάταξης για εργαστήρια.

#### Χώροι διαλείμματος

Για τους εργαζόμενους πρέπει να προβλέπονται χώροι διαλείμματος έξω απ' τους μετρητικούς χώρους, διότι μέσα σε κλειστούς χώρους μέτρησης δεν επιτρέπεται η βρώση, η πόση και το κάπνισμα.

#### Αποθηκευτικοί χώροι, αρχείο

Για τη φύλαξη βοηθητικών μέσων, τα οποία δεν απαιτούν κλιματιστικά ρυθμιζόμενη αποθήκευση (π.χ. μέσα διασφάλισης μεταφοράς μετρητικών συσκευών, συσκευασίες) πρέπει να προβλέπεται επαρκής χώρος αποθήκευσης.

Για την αποθήκευση πληροφοριοδοτών και για τις καταγραφές υποδειγματικών μετρήσεων συνιστάται μια πυρασφαλής ντουλάπα.

### Παραδειγματική κάτοψη

Το σχήμα 4.6 δείχνει παραδειγματικά για έναν κλειστό χώρο μέτρησης μια κάτοψη με την κατατομή σε χώρο μέτρησης και βοηθητικούς χώρους (χωρίς το χώρο υγιεινής και διαλείμματος). Για λόγους ομοιόμορφου κλιματισμού, δηλαδή καλής διέλευσης εισερχόμενου αέρα στο χώρο, ενδείκνυνται τετραγωνικές ή ορθογώνιες βασικές επιφάνειες.

### Βιομηχανικοί χώροι μέτρησης

Οι μετρητικοί χώροι εξυπηρετούν, σε γενικές γραμμές, τη διαδικαστική παρακολούθηση κατασκευής και γι' αυτό πρέπει να εξοπλίζονται σύμφωνα με κατασκευαστικές ανάγκες. Οι ανάγκες χώρου εξαρτώνται απ' το είδος των προς διεκπεραίωση μετρητικών εργασιών. Κατά το σχεδιασμό του χώρου μέτρησης πρέπει να δίνεται προσοχή:

Στην καλή πρόσβαση

Στις όσο το δυνατόν πιο περιορισμένες θερμοκρασιακές μεταβολές (στην απαραίτητη θερμοκρασιακή σταθερότητα)

Στην προστασία από κραδασμούς (ταλαντώσεις)

Στην προστασία από θόρυβο

Στην προστασία από σκόνη, ελαιώδη νεφελώματα κ.τ.λ.



**Σχήμα 4.6.** Γραφική κάτοψη ενός μετρητικού χώρου

### Σχεδιασμός τεχνικού εξοπλισμού

Μαζί με τη μετρολογική εγκατάσταση ενός χώρου μέτρησης ο τεχνικός εξοπλισμός είναι θεμελιώδους σημασίας για τη μετέπειτα καταλληλότητα και λειτουργικότητά του. Ελλείψεις κατά τη σχεδίαση, οι οποίες κοινοποιούνται



συχνά αμέσως μετά την ενεργοποίηση του χώρου, μπορούν εκ των υστέρων, μόνο με υψηλό κόστος να διορθωθούν, αν επιδέχονται διόρθωση. Κατά τη σχεδίαση πρέπει να δίνεται προσοχή στις συνήθεις προδιαγραφές, διατάξεις (π.χ. η διάταξη για εργαστήρια) όσο και στους σχετικούς κανονισμούς (βλέπε βιβλιογραφία).

### Κλιματισμός

Η ποιότητα του κλιματισμού επηρεάζει ουσιαστικά την κατάταξη ενός χώρου μέτρησης σε μια συγκεκριμένη κλάση ποιότητας.

Οι αξιώσεις ως προς τον κλιματισμό πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με τις προς διεκπεραίωση μετρητικές εργασίες και τις απαιτούμενες μετρητικές εγκαταστάσεις.

### Ροή αέρος

Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για το πώς ο αέρας πρέπει να ρέει μέσα στο χώρο. Το ερώτημα πρέπει να επιλύεται για κάθε χώρο ατομικά. Τα δύο σημαντικότερα κριτήρια είναι η ελευθερία κίνησης και η ομοιόμορφη διακίνηση αέρος στο χώρο, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις επιτρεπτές μεταβολές και διαφορές θερμοκρασίας μέσα στο χώρο μέτρησης.

### Κατονομασία ρευμάτων αέρος

Τα ρεύματα αέρος αναπαρίστανται στο σχήμα 7. Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες έννοιες:

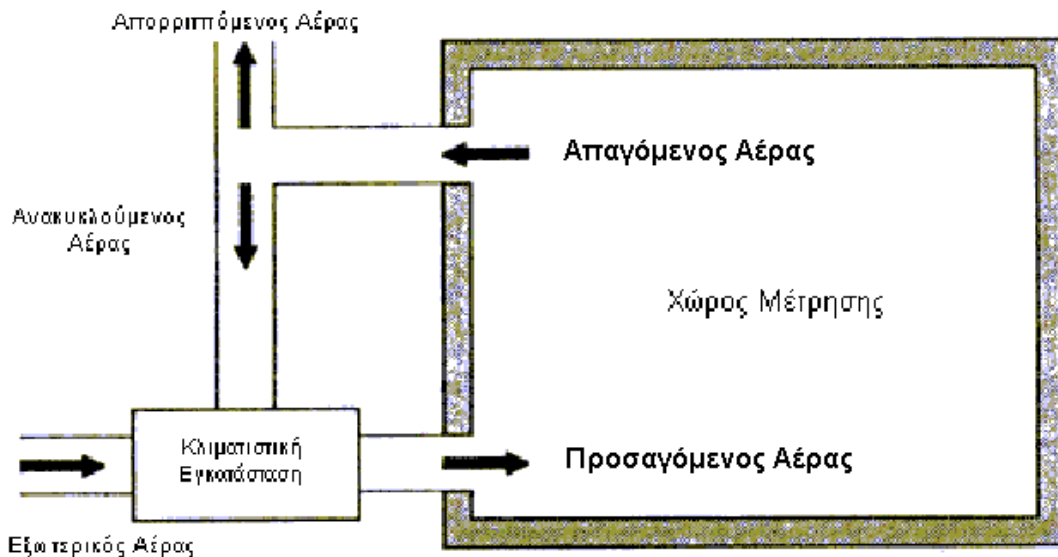
Προσαγόμενος αέρας: Ο απ' τον χώρο θερμοκρασιακά ή κλιματιστικά (δηλαδή και ως προς τη θερμοκρασία και ως προς την υγρασία) ρυθμιζόμενος προσαγόμενος αέρας.

Απαγόμενος αέρας: Ο απ' το χώρο εξαγόμενος αέρας.

Ανακυκλούμενος αέρας: Ο απ' τον απαγόμενο αέρα στο κλιματιστικό μηχανήμα εισερχόμενος αέρας.

Απαγόμενος Εξωτερικός αέρας: Ο απ' το περιβάλλον στον ανακυκλούμενο προσμεμιγμένος αέρας.

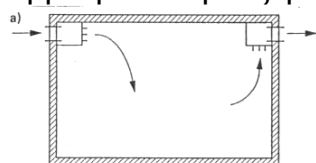
Απορριπτόμενος αέρας: Ο απ' τη συνολική ποσότητα αέρος προς τα έξω εξερχόμενος αέρας.



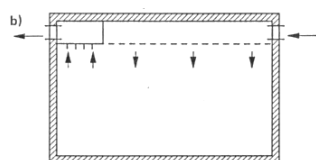
**Σχήμα 4.7** Κατονομασία ρευμάτων αέρος

### Τρόποι ροής αέρος

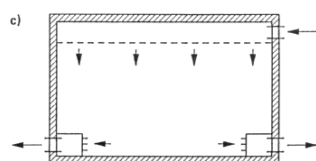
Ο τρόπος ροής αέρος λειτουργεί αποφασιστικά για το αν ένα κλίμα μέσα σε δεδομένα όρια μπορεί ν' αναπτυχθεί και να ρυθμιστεί. Στα σχήματα 8a και 8e δίνονται υποδείξεις για το πώς ο αέρας πρέπει να εισέρχεται και να εξέρχεται, προκειμένου να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ως προς την επιτρεπτή θερμοκρασιακή αυξομείωση μιας συγκεκριμένης κλάσης χώρων μέτρησης.



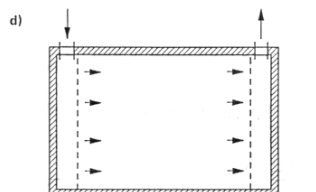
a) Προσαγόμενος από αεραγωγό οροφής  
Απαγόμενος από αεραγωγό οροφής, κατ' επιλογή 3



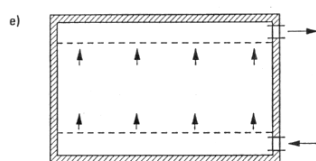
b) Προσαγόμενος από στόμιο οροφής  
Απαγόμενος από αεραγωγό οροφής<sup>3</sup>



c) Προσαγόμενος από στόμιο οροφής  
Απαγόμενος από έναν ενδεχομένως, περισσότερους αεραγωγούς δαπέδου  
Εναλλαγή αέρος  $\leq 30$  πλάσια ανά ώρα, χώρος μέτρησης κλάσης ποιότητας 2 μέχρι 3



d) Προσαγόμενος από στόμιο τοίχου  
Απαγόμενος από στόμιο τοίχου, κατ' επιλογή από επιτοίχιο αεραγωγό. Εναλλαγή αέρος  $\geq 40$  πλάσια ανά ώρα, χώρος μέτρησης κλάσης ποιότητας 1 μέχρι 2

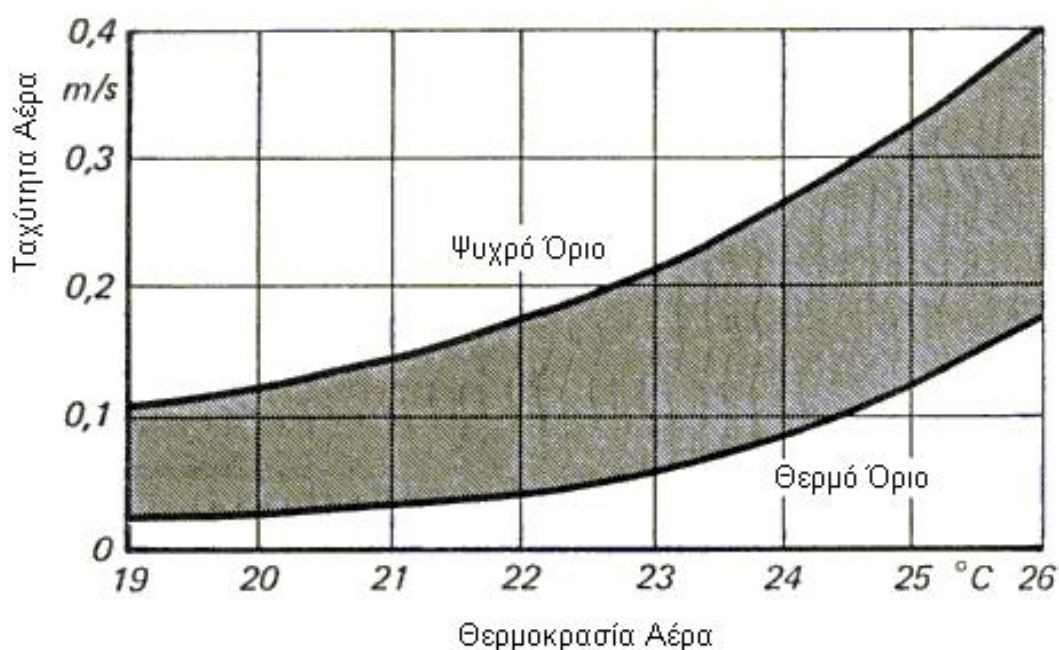


e) Προσαγόμενος από ενδοδαπέδιο στόμιο  
Απαγόμενος από στόμιο οροφής, κατ' επιλογή από αεραγωγό οροφής.  
Εναλλαγή αέρος  $\geq 40$  πλάσια ανά ώρα, χώρος μέτρησης κλάσης ποιότητας 1 μέχρι 2

**Σχήμα 4.8** Τρόποι ροής αέρος

## Ταχύτητα αέρος και αίσθημα ευφορίας

Η ταχύτητα με την οποία ο αέρας διαπερνά το χώρο αποτελεί ένα ιδιαίτερα σπουδαίο μέγεθος για το αίσθημα θερμικής ευφορίας. Η συχνά ανακύπτουσα ταχύτητα αέρος των 0,2 m/s δεν είναι στους 20<sup>0</sup> C πλέον ευχάριστη. Τόσο οι μέγιστες όσο και οι ελάχιστες τιμές συναρτήσει της θερμοκρασίας αέρος επιδρούν σημαντικά. Απλοποιημένα η σχέση παριστάνεται στο σχήμα 4.9. Λεπτομερείς πληροφορίες για τη θερμική ευφορία περιέχονται στο VDI 2083 φύλλο 5.



**Σχήμα 4.9** Θερμική ευφορία

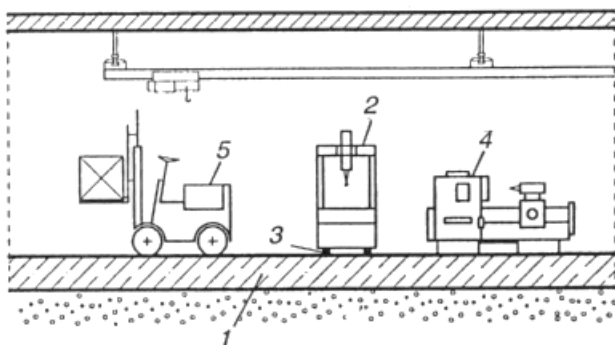
## Υπερπίεση αέρος

Σε κλειστούς μετρητικούς χώρους κλάσης ποιότητας 1 μέχρι 3 πρέπει να επιδιώκεται επιτακτικά μία υπερπίεση των 10 Pa περίπου, προκειμένου να μην εισέρχεται στο χώρο κατά το άνοιγμα πορτών κανένα σωματίδιο σκόνης καθώς και κρύος ή θερμός αέρας.

## Ενεργητική και παθητική μόνωση ταλαντώσεων

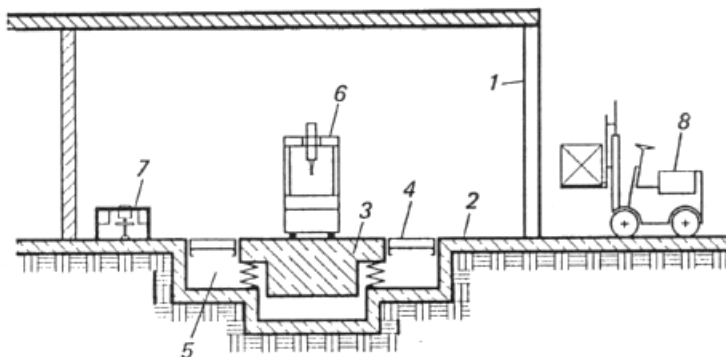
Ανεπιθύμητες ταλαντώσεις και κρουστικές επιδράσεις σε αντικείμενα και εγκαταστάσεις μέτρησης μπορούν κατά πολύ ν' αποφευχθούν, όταν το προστατευόμενο αντικείμενο αποκόπτεται μηχανικά όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα απ' την πηγή διέγερσης της ταλάντωσης, με τη βοήθεια εύκαμπτων κτιστών ενδιάμεσων τμημάτων (μονωτικά στοιχεία). Κατά την ενεργητική μόνωση προφυλάσσεται ο διεγέρτης, κατά την παθητική προστατεύεται μια κραδασμικά ευπαθής μετρητική εγκατάσταση από μηχανικές διεγέρσεις προερχόμενες από το περιβάλλον. Η κατασκευαστική εκτέλεση των μονωτικών στοιχείων, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και οι

τομείς εφαρμογής τους περιγράφονται στις προδιαγραφές VDI 2062 φύλλο 2. Το αναπαριστάμενο στο σχήμα 4.10 μετρητικό μηχάνημα - σε έναν εργοστασιακού τύπου χώρο μέτρησης - χωρίζεται απ' την επιφάνεια έδρασης μέσω τέτοιων μονωτικών στοιχείων. Χαμηλής συχνότητας συστήματα απόσβεσης (ελαστικά στοιχεία και στοιχεία από χάλυβα ελατηρίων όσο και ρυθμιζόμενα πνευματικά συστήματα) με εύρος ιδιοσυχνότητας από περίπου 1Hz μέχρι 10 Hz ενδείκνυνται, κατά κανόνα, όταν ο συντονισμός, που τότε έχει νόημα, εμπίπτει μέσα στο φάσμα συχνοτήτων των βασικών παρεμβολών.



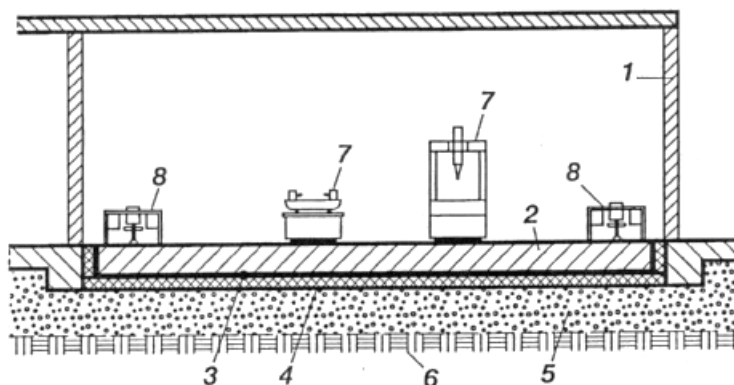
**Σχήμα 4.10** Παράδειγμα παθητικής μόνωσης ταλαντώσεων σε εργοστασιακό χώρο μέτρησης. Έδαφος από μπετόν. Μετρητικό μηχάνημα. Στοιχεία απόσβεσης ταλαντώσεων. Εργαλειομηχανή. Περονοφόρο

Το αναπαριστάμενο στο σχήμα 4.11 μετρητικό μηχάνημα είναι τοποθετημένο πάνω σ' ένα ιδιαίτερα μονωμένο από ταλαντώσεις θεμέλιο.



**Σχήμα 4.11** Παραδείγματα παθητικής μόνωσης ταλαντώσεων με τη βοήθεια ταλαντωτικού θεμελίου. Κτίριο. Πλάκα εδάφους με σκάφη. Παθητικό ταλαντωτικό θεμέλιο. Κάλυμμα. Χώρος επιθεώρησης. Μετρητικό μηχάνημα. Γραφείο. Περονοφόρο.

Στο σχήμα 4.12 τα μετρητικά μηχανήματα του χώρου βρίσκονται άμεσα πάνω σε πλάκα εδάφους μεγάλης μάζας. Η πλάκα εδάφους χωρίζεται από το έδαφος θεμελίωσης και τον κορμό κτιρίου μέσω ενός στρώματος χαλκιού και ενός ελαστικού διαχωριστικού



**Σχήμα 4.12.** Παράδειγμα παθητικής μόνωσης ταλαντώσεων ενός κλειστού χώρου μέτρησης με τη βοήθεια πλάκας εδάφους μεγάλης μάζας πάνω σε στρώμα χαλικιού. Κτίριο. Πλάκα εδάφους μεγάλης μάζας. Στρώμα μόνωσης υγρασίας και θερμότητας. Ελαστικό διαχωριστικό. Στρώμα χαλικιού. Έδαφος θεμελίωσης. Μετρητικές συσκευές. Γραφεία

Επειδή η βαρύτητα των μετρήσεων ποικίλει και είναι συγκεκριμένη κάθε φορά και εξαιτίας των διαφορετικών δυνατοτήτων ως προς την προστασία κατά ανεπιθύμητων ταλαντώσεων και κραδασμών μπορούν μόνο σε στενή συνεργασία μεταξύ σχεδιαστού χώρου μέτρησης, παραγωγού μηχανημάτων και ενδεχομένως, συμβουλευτικών ειδημόνων να καθοριστούν από κοινού αποτελεσματικά και συγχρόνως σκόπιμα μέτρα προστασίας.

#### Φωτισμός

Υπάρχει διάκριση μεταξύ φωτός ημέρας, τεχνητού και μεικτού φωτός. Κατά το φωτισμό με φως ημέρας οι αναλογίες φωτισμού του χώρου μεταβάλλονται περισσότερο ή λιγότερο αισθητά κατά την εξέλιξη μιας εργασιακής ημέρας. Αυτή η μεταβολή εξαρτάται αρκετά απ' το μέγεθος και τη θέση των παραθύρων μέσα στους εξωτερικούς τοίχους. Σε περίπτωση που η διαρκώς μεταβαλλόμενη επίδραση του φωτός ημέρας πρέπει να αποφευχθεί, απαιτούνται μετρητικοί χώροι με τεχνητό φωτισμό.

#### Ορισμός έντασης φωτισμού

Η ένταση φωτισμού είναι ο λόγος της φωτεινής ροής σε Lumen (lm) και της φωτιζόμενης επιφάνειας ( $m^2$ ). Η μονάδα έντασης φωτισμού είναι το Lux (lx).

Οι ονομαστικές εντάσεις φωτισμού είναι οι μέσες εντάσεις, οι οποίες για κάθε διαφορετική θέση ή τομέα εργασίας είναι προδιαγεγραμμένες (διάταξη εργαστηρίων §7).

#### Γενικός φωτισμός

Με τον όρο "Γενικός φωτισμός" πρέπει να εξασφαλίζεται ένταση φωτισμού των 750 Lux το λιγότερο (μέση ένταση φωτισμού σε εξοπλισμένους μετρητικούς χώρους και στο ύψος των 0,85 m) και χρώμα φωτός λευκό ημέρας ή ουδέτερο λευκό. Οι θέσεις εργασίας πρέπει να φωταγωγούνται όσο

το δυνατόν ομοιόμορφα. Η απασχόληση σε οθόνες επεξεργασίας πρέπει να καθίσταται δυνατή χωρίς οπτικές δυσκολίες σε κάθε σημείο του χώρου. Κατά την πρόβλεψη μιας εγκατάστασης φωτισμού πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν ένας συντελεστής σχεδίασης 1,25 (δηλαδή το 125 % των απαιτούμενων τιμών), επειδή η ένταση φωτισμού φθίνει λόγω πεπαλαίωσης και ρύπανσης λυχνιών και φωτιστικών σωμάτων. Αυτό σημαίνει ότι για την ονομαζόμενη ένταση φωτισμού των 750 Lux πρέπει να προβλέπονται 938 Lux. Περαιτέρω πληροφορίες για το φωτισμό και τη μέτρηση της έντασής του βλέπε DIN 5032, DIN 5034, DIN 5035 και DIN 5040.

Για να περιοριστεί όσο το δυνατό περισσότερο η επίδραση ακτινοβολίας της θερμοκρασίας πρέπει να προβλέπεται αυξημένη συμβολή έμμεσου φωτισμού. Πλεονεκτικά είναι τα λεγόμενα φωτιστικά σώματα απαγωγής αέρος των οποίων η θερμότητα αποβάλλεται χωριστά. Στην περίπτωση υφασμάτινων σωλήνων φωτισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου για τη συγκράτηση της θερμικής αύξησης αντί των παραδοσιακών στραγγαλιστικών πηνίων ηλεκτρονικές "συσσκευές επαλληλίας" (Vorschaltgerate - συσκευές που προηγούνται για να κατευθύνουν το ηλεκτρικό ρεύμα). Αυτές μπορούν να διαταχθούν ενδεχομένως και εκτός κλιματιστικού πεδίου. Όλα τα φωτιστικά σώματα ενδείκνυται - εκτός από περίπτωση ανάγκης - να είναι πάντα ανοιχτά, διότι το άνοιγμα και το κλείσιμο του φωτισμού επηρεάζουν ζωτικά την θερμοκρασιακή δομή του χώρου. Σε ψηλούς χώρους πρέπει να δίδεται προσοχή ώστε η συντήρηση εγκατάστασης φωτισμού να είναι όσο το δυνατόν ευκολότερη. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν π.χ. τα φωτιστικά σώματα εντοιχίζονται πίσω από ομοεπίπεδες στην οροφή γυάλινες επιφάνειες. Τότε μπορούν να συντηρηθούν και να καθαριστούν απ' την εξωτερική πλευρά του μετρητικού χώρου. Τα μετρητικά μηχανήματα δεν μπορούν, ως επί το πλείστον, να μετακινηθούν και δεν επιτρέπεται ο μετρητικός χώρος να επιφορτίζεται πέραν του δέοντος από ρύπανση μέσω βοηθητικών μέσων (π.χ. εξέδρα εργασίας).

#### Φωτισμός μεμονωμένης θέσεως

Ένας, επιπρόσθετος στο γενικό φωτισμό, φωτισμός μεμονωμένης θέσεως μπορεί να είναι σκόπιμος, όταν τίθενται ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς τη φωταγώγηση συγκεκριμένων θέσεως (π.χ. κάτω από πυλώνες μετρητικών συσκευών). Κατά το σχεδιασμό πρέπει να δίδεται προσοχή στην αναμενόμενη ακτινοβολία θερμοκρασίας της φωτεινής πηγής. Ενδεχομένως να χρησιμοποιούνται μακριά αγωγή ηλεκτρικά καλώδια φωτισμού, ώστε ν' απομονώνεται απ' το μηχανήμα μέτρησης η θερμική πηγή. Εξάλλου πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα ένταση φωτισμού συνάγεται από το γενικό φωτισμό και όχι απ' το φωτισμό μεμονωμένης θέσεως.

## Εξοπλισμός γραφείου

### Έπιπλα

Η διεκπεραίωση γραπτών εργασιών όπως:

Σύνταξη πρωτοκόλλων μέτρησης

Φύλαξη Ιδιαιτεροτήτων / Κανονισμών / Προδιαγραφών/ Εργασιακών δεδομένων

Κεντρική επαλήθευση στοιχείων των μετρητικών εκθέσεων και αποτελεσμάτων

απαιτεί μαζί με τις μετρολογικές εγκαταστάσεις επιπρόσθετες επιφάνειες ή βοηθητικούς χώρους με εξοπλισμό γραφείου. Πρέπει επίσης να υπάρχουν επαρκείς επιφάνειες φύλαξης.

Προς αποφυγή ύπαρξης διαρκώς απαραίτητων μέσων ελέγχου και συσκευών στη μετρητική θέση συνιστάται να προβλέπονται κατάλληλες δυνατότητες εναπόθεσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται "συρτάρια - ντουλάπες" εργαλείων, οι οποίες μπορούν να διαταχθούν γύρω απ' τη μετρητική θέση, σύμφωνα με την εκάστοτε ανάγκη. Για ευπαθείς μετρητικούς εξοπλισμούς, όπως π.χ. μετρητικές συσκευές επιφανειών, συνιστώνται επικαλύμματα, τα οποία, όταν οι συσκευές δεν χρησιμοποιούνται, τις προστατεύουν αποτελεσματικά από την υγρασία, τη σκόνη, τη ρύπανση, τις κρούσεις κ.α.

### Τηλεπικοινωνία

Μέσα στο μετρητικό χώρο ενδείκνυται η πρόβλεψη τουλάχιστον μίας υπηρεσιακής τηλεφωνικής σύνδεσης. Το τηλέφωνο θα πρέπει να είναι έτσι εγκατεστημένο, ώστε να προσφέρεται δυνατότητα συνομιλίας με το τμήμα εξυπηρέτησης πελατών του παραγωγού κάθε μετρητικού μηχανήματος μηχανήματος. Επίσης θα πρέπει να έχει ληφθεί πρόνοια για ανταλλαγή πληροφοριών μέσω τηλεφωνικού modem (καθώς και για ενδεχόμενη σύνδεση Tel.fax). Πέρα από τηλεφωνικές συνδέσεις πρέπει να προβλέπονται συνδέσεις με υφιστάμενα ή υπό σχεδίαση εσωτερικά δίκτυα πληροφοριών.

### Εγκαταστάσεις καθαριότητας τεμαχίων

Σε περίπτωση ανάγκης πρέπει να σχεδιάζονται έξωθεν του μετρητικού χώρου - σε ανοιχτή θέση μέτρησης όχι σε άμεση απόσταση - δυνατότητες καθαριότητας των εξεταζομένων τεμαχίων με κατάλληλα και επιτρεπτά μέσα διάλυσης και καθαριότητας. Επιπλέον πρέπει να προβλέπονται επιφάνειες εναπόθεσης και δυνατότητες φύλαξης των μέσων καθαρισμού.

Οι αγωγοί εξαέρωσης πρέπει να βρίσκονται σε μη εμφανή θέα και να είναι έτσι κατανομημένοι, ώστε να μην υφίσταται σε καμιά περίπτωση το ενδεχόμενο να περιέλθουν εξατμισμένα μέσα διάλυσης στον αέρα του χώρου.

Η σύνδεση με πεπιεσμένο αέρα είναι σημαντική.

Στη θέση καθαριότητας πρέπει να υπάρχουν συνδέσεις για νερό και απόνερα μόνον όταν είναι απολύτως απαραίτητο.

Κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης καθαριότητας τεμαχίων πρέπει να δίνεται προσοχή στους ορισμούς της προστασίας περιβάλλοντος και στις προδιαγραφές για απελευθέρωση ραδιενεργών ουσιών από τα απόνερα.

Εγκαταστάσεις παροχών

Παροχή βοηθητικής ενέργειας

Η ανάγκη σε ισχύ εξαρτάται κυρίως απ' τις ενεργειακές ανάγκες των μετρητικών μηχανημάτων και του φωτισμού. Συνήθεις είναι οι ονομαστικές τάσεις των 220 (230)Volt και 380 (400) Volt. Πρέπει να προσεχθεί ότι για τους μετρητές και τα μετρητικά μηχανήματα τίθενται εν μέρει ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς την παροχή βοηθητικής ενέργειας.

Χρειάζεται ο καθορισμός επιτρεπτών τιμών για:

- τις διακυμάνσεις τάσεως
- τις διακυμάνσεις συχνότητας
- τη διάρκεια των διακοπών τάσης
- τις αιχμές διαταραχών συμπεριλαμβανομένου του χρόνου ανύψωσης και τη μέγιστη, ελάχιστη τιμή τάσεως.

Πρέπει να προβλέπονται αρκετά πολλές δυνατότητες σύνδεσης. Για έκτακτες περιπτώσεις πρέπει να διατίθεται ένα σύστημα εξισορρόπησης δικτύου ή συνεχή παροχή ηλεκτρικού ρεύματος - ενδεχομένως να είναι απαραίτητος μέσα στο μετρητικό χώρο ένας ασφαλιστικός διακόπτης έκτακτης ανάγκης.

Παροχή πεπιεσμένου αέρος

Ο πεπιεσμένος αέρας πρέπει να είναι ελεύθερος από λάδι και ξηρός. Συνήθως δουλεύουμε με πεπιεσμένο αέρα μεταξύ 6 και 8 bar (πίεση στη θέση λήψεως).

Για τα μετρητικά μηχανήματα τίθενται εν μέρει ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς την παροχή πεπιεσμένου αέρος. Πρέπει να καθορίζονται:

- Η απαιτούμενη παροχή πίεσης
- Η απαιτούμενη ποσότητα αέρος (κατά κανόνα σε  $m^3/h$ )
- Οι επιτρεπτές διακυμάνσεις πίεσης
- Το σημείο υγροποίησης
- Το επιτρεπτό εύρος θερμοκρασίας
- Η απαιτούμενη καθαρότητα

Κατά τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας αέρος πρέπει να συνυπολογίζεται και η ανάγκη καθαριότητας (φύσημα τεμαχίων).

Πρέπει να προβλέπονται αρκετά πολλές θέσεις σύνδεσης.



Παροχή ψυχρού ύδατος

Για συγκεκριμένες εργασίες μέτρησης είναι απαραίτητες μετρητικές θέσεις με παροχή ψυχρού ύδατος. Οι απαιτήσεις πρέπει, για κάθε περίπτωση ξεχωριστά, να συζητούνται και να καθορίζονται με τον παραγωγό του μηχανήματος.

#### ***4.6.7 Μεταφορικοί εξοπλισμοί (εγκατάσταση γερανού, ανυψωτικά μηχανήματα)***

Για τη χρήση μεγάλων μετρητικών αντικειμένων ή για τη μεταφορά μετρητικών εξοπλισμών απαιτείται ενδεχομένως μια εγκατάσταση γερανού. Για λόγους καθαρότητας ενδείκνυται η πρόβλεψη βοηθητικών μέσων μεταφοράς (π.χ. φορτηγό ανύψωσης, περονοφόρο), τα οποία αναλαμβάνουν τη μεταφορά αντικειμένου σε εκκενωμένο χώρο εκκλύσεως από δηλητηριώδη συστατικά και δεν εγκαταλείπουν το χώρο μέτρησης.

Σ' αυτήν την περίπτωση πρέπει να υπάρχουν στο χώρο αρκετές επιφάνειες εναπόθεσης για μεταφορικά μέσα και ανυψωτικά μηχανήματα. Το εκτελεστικό προσωπικό πρέπει να είναι εκπαιδευμένο για τη χρήση τέτοιων εξοπλισμών.

#### ***4.6.8 Πυρασφάλεια***

Συνιστώνται ιονιστικοί ανιχνευτές καπνού τόσο στην οροφή όσο και στον αεραγωγό επιστροφής. Για φορητούς πυροσβεστήρες πρέπει να δίδεται προσοχή στις αντίστοιχες προδιαγραφές.

Δεν ενδείκνυται η τοποθέτηση πυροβεστήρων σκόνης και καταιονυστήρων, διότι αυτά τα μέσα κατάσβεσης μπορούν να οδηγήσουν σε ζωτικής σημασίας βλάβες των μετρητικών συσκευών.

#### ***4.7.1 Προσωπικό***

Οι απαιτήσεις ως προς την κατάρτιση του προσωπικού προκύπτουν από το επίπεδο των εργασιών. Ενώ εύκολες μετρητικές εργασίες μπορούν αξιόπιστα να διεξαχθούν από μαθητευόμενο προσωπικό, για περισσότερες απαιτητικές εργασίες είναι απαραίτητη η ουσιαστική κατάρτιση εξειδικευμένης, θεωρητικής εκπαίδευσης και η πολύχρονη πρακτική εμπειρία στη μετρολογία. Σε περίπτωση σύνθετων, μεταβαλλόμενων μορφών εργασίας γίνονται επιτακτικές οι υπαγορεύσεις αντίστοιχης θεωρητικής και πρακτικής μετεκπαίδευσης. Για επιτυχημένη επιλογή κατάλληλου προσωπικού απαιτείται αντίστοιχα λεπτομερή περιγραφή των θέσεων εργασίας.

#### ***4.7.2 Ενδυμασία***

Το είδος της ενδυμασίας χρειάζεται μόνον υπό ιδιαίτερες συνθήκες να είναι αυστηρά προδιαγεγραμμένο. Στον τομέα της τεχνικής καθαρού χώρου η λήψη αντίστοιχων μέτρων είναι απαραίτητη. Σε όλους τους άλλους τομείς το είδος ενδυμασίας ανταποκρίνεται κυρίως στην πρακτική του αξία. Σε χώρους

ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας πρέπει να χρησιμοποιείται ενδυμασία κατάλληλη της θερμοκρασίας χώρου και όχι της εποχής του χρόνου. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να διατίθενται αντίστοιχες δυνατότητες διαφορετικής ενδυμασίας.

#### **4.7.3 Τρέχουσα παρακολούθηση χαρακτηριστικών μεγεθών**

Για την τρέχουσα παρακολούθηση σημαντικών χαρακτηριστικών μεγεθών (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία κ.τ.λ.) πρέπει να εντοιχίζονται μετρητικές συσκευές. Ενδείκνυται η καταγραφή και ενδεχομένως η συνεχής πρωτοκόλληση των μετρητικών τιμών που εξακριβώνονται απ'αυτές τις συσκευές χώρου.

Οι λειτουργίες της ρύθμισης και της παρακολούθησης πρέπει να πραγματοποιούνται από αισθητήρες και μετρητικά μηχανήματα ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Οι χρησιμοποιηθείσες μετρητικές συσκευές πρέπει να συντηρούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς και να ελέγχονται εντός των καθορισμένων χρονικών πλαισίων.

#### **4.7.4 Παρακολούθηση εισόδων στο χώρο μέτρησης**

Στους χώρους μέτρησης δεν ενδείκνυται να εισέρχονται άτομα πέραν του υπηρεσιακού προσωπικού. Όταν μέσα στο χώρο απασχολούνται μόνο λίγα άτομα πρέπει να διατίθενται κλειδιά της πόρτας εισόδου. Μεγαλύτεροι χώροι μέτρησης μπορούν να εξοπλίζονται με μια αυτόματη εγκατάσταση (π.χ. ηλεκτρικό άνοιγμα με συνδυασμό ψηφίων ή κλειδί με κωδικό). Σε κάθε περίπτωση πρέπει να δίδεται προσοχή ώστε, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, να εισέρχονται στο χώρο άμεσα και χωρίς την παρέμβαση βοηθητικών μέσων άτομα προς βοήθεια

Το ηλεκτρικό άνοιγμα πόρτας πρέπει να είναι έτσι εγκατεστημένο, ώστε σε περίπτωση διαρροής ηλεκτρικού ρεύματος να παραμένει η προσέλευση εφικτή. Για τους επισκέπτες πρέπει να προβλέπεται ένα κουδούνι και ενδεχομένως μια τηλεφωνική συσκευή με δυνατότητα ανοιχτής συνομιλίας ή ένα τηλέφωνο σπιτιού.

#### **4.7.5 Παρακολούθηση μόνων στο χώρο εργαζομένων ατόμων**

Όταν η οργάνωση της πορείας των εργασιών προβλέπει την εξατομικευμένη απασχόληση του προσωπικού μέσα στο χώρο μέτρησης, πρέπει η επόπτευσή του να είναι εφικτή π.χ. μέσω οπτικής επαφής έξωθεν ή έσωθεν του χώρου ή μέσω βίντεο συσκευής, ώστε σε περίπτωση ανάγκης να υπάρχει η δυνατότητα έγκαιρης λήψης μέτρων διάσωσης.

#### **4.7.6 Συχνότητα διέλευσης στο χώρο**

Η συχνότητα διέλευσης πρέπει, ιδιαίτερα σε κλιματιζόμενους χώρους μέτρησης, τόσο περισσότερο να ελαχιστοποιείται όσο υψηλότερες είναι οι απαιτήσεις ως προς την σταθερότητα της θερμοκρασίας. Τα παράθυρα που ανοίγουν μόνο για να δοθούν οδηγίες μέτρησης περιορίζουν τη συχνότητα διέλευσης.

#### **4.7.7 Καθαριότητα**

Βασικός καθαρισμός πριν την εγκατάσταση, μετά την αναμόρφωση κτλ.

Ακριβώς πριν την έναρξη εγκατάστασης στο χώρο ενδείκνυται να καθαρίζονται σχολαστικά τόσο ο χώρος μέτρησης όσο και οι ανήκοντες σ' αυτόν βοηθητικοί χώροι, με σκοπό την όσο το δυνατόν πληρέστερη απομάκρυνση της οικοδομικής ρύπανσης.

Για το μετρητικό χώρο συνιστώνται τα ακόλουθα βήματα καθαρισμού:

Επανεπιχρισμένο υγρό καθαρισμού εδάφους

Υγρό τρίψιμο τοίχων και οροφής

Υγρό τρίψιμο "τοιχων-ντουλάπα" (μέσα και έξω)

Εσωτερικό και εξωτερικό καθάρισμα παραθύρων και των πλαισίων τους (στην περίπτωση παραθύρων σε διπλοτοιχία, καθαρισμός και των ενδιάμεσων χώρων, εφ' όσον τα παράθυρα ανοίγουν).

Μετά την εγκατάσταση και πριν την αυτήν καθ' αυτήν ενεργοποίηση του μετρητικού χώρου ενδείκνυται εκ νέου σχολαστικό καθάρισμα, με σκοπό την απομάκρυνση της φέρουσας ρύπανσης που επήλθε με την εγκατάσταση και τη συναρμολόγηση των μετρητικών συσκευών.

Ξεσκονόπανα από μαλακό PVC στην είσοδο και σε τμήματα εντός του χώρου που διαπερνώνται συχνά διευκολύνουν τον καθαρισμό.

Τακτικός καθαρισμός

Ενώ πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για τακτικό καθαρισμό του μετρητικού χώρου, δεν πρέπει όμως εξ' αιτίας αυτού να προξενείται πολλή υγρασία.

Τα ξεσκονόπανα θα πρέπει να ξεπλένονται με νερό και αμέσως μετά να στεγνώνονται με ένα Abstreifer

Για συνιστώμενα μέσα ξεσκονίσματος βλέπε VDI 2083 φύλλο 4, πίνακας 2, για συνιστώμενα μέσα καθαρισμού βλέπε VDI 2083 φύλλο 4, πίνακας 8.

#### **4.7.8 Συντήρηση κλιματιστικής εγκατάστασης**

Στα πλαίσια της προληπτικής συντήρησης πρέπει να καθορίζονται ανάλογοι κύκλοι συντήρησης σύμφωνα με τις υποδείξεις του παραγωγού

#### **4.7.9 Συντήρηση φωτισμού**

Η εγκατάσταση φωτισμού πρέπει να συντηρείται όταν η ένταση φωτισμού έχει μειωθεί στο 80 % της ονομαστικής έντασής του.

#### **4.7.10 Μέτρηση κατανάλωσης ενεργείας**

Για την παρακολούθηση του τρέχοντος κόστους λειτουργίας και για τη συλλογή πληροφοριών ως προς την επιθυμητή μείωση ενεργείας, ενδείκνυται να προβλέπονται αντίστοιχες μετρητικές συσκευές

Χώροι μέτρησης του φυσικού μεγέθους "μήκος"

Οι ακόλουθες συστάσεις στηρίζουν το σχεδιασμό και τη λειτουργία μετρητικών χώρων για μεγέθη της τεχνικής μέτρησης μήκους. Για κάθε μια κλάση ποιότητας ξεχωριστά (παράγραφος 2.2) καθορίζονται χαρακτηριστικά μεγέθη και ανοχές καθώς επίσης αναφέρονται και χαρακτηριστικές για κάθε κλάση εργασίες.

Στον υπεύθυνο λειτουργίας ενός υπαρκτού χώρου μέτρησης δίδεται η δυνατότητα κατάταξης, ενδεχομένως, προσαρμογής του χώρου σε μια κλάση ποιότητας σύμφωνα με τις εν λόγω συστάσεις.

Από τον παραγωγό ενός μετρητικού μηχανήματος πρέπει να υποδεικνύεται αυτή η κλάση ποιότητας χώρου, η οποία αποτελεί προϋπόθεση για τη λειτουργία ενός συγκεκριμένου μηχανήματος με συγκεκριμένη αβεβαιότητα μετρήσεως. Στην περίπτωση που ο υπεύθυνος λειτουργίας χώρου δεν μπορεί να εκπληρώσει αυτές τις απαιτήσεις, πρέπει να δίδεται, για την κλάση ποιότητας χώρου που ο υπεύθυνος αποφασίζει, η αντίστοιχα εφικτή αβεβαιότητα μετρήσεως.

Μέσω της επιλογής ή κατάταξης σε μια κλάση ποιότητας τίθεται η αποδοτικότητα σχεδιαζομένων ή υφισταμένων χώρων μέτρησης, με βάση τις συνιστώμενες χαρακτηριστικές τιμές, πάνω σε μια γενικά αναγνωρισμένη βάση.

#### **4.8.1 Χαρακτηριστικά στοιχεία για τις κλάσεις ποιότητας μετρητικών χώρων της τεχνικής μέτρησης μήκους.**

Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία προκύπτουν απ' τις προκαθορισμένες κλάσεις των καθοριστικών χαρακτηριστικών μεγεθών (παράγραφος 3)

Όνομασία	Χώρος μέτρησης υψίστης ακριβείας	Χώρος μέτρησης υψηλής ποιότητας	Χώρος μέτρησης στοιχειωδών προτύπων	Βιομηχανικός εργαστηριακός χώρος μέτρησης	Βιομηχανικός χώρος μέτρησης	Χώρος μέτρησης με ειδικές απαιτήσεις	
Κλάση ποιότητας μετρητικού χώρου	1	2	3	4	5	0	
Θερμοκρασία	Βασική θερμοκρασία	20 <sup>0</sup> C	x)	x)	x)	xx)	x)
	Χρονική μεταβολή θερμοκρασίας	A	B	C	D	E	x)
	Διαφορές θερμοκρασίας χώρου	A	B	C	D	E	x)
Υγρασία αέρος	A	B	B	C	D	x)	
Καθαρότητα αέρος	B	B/C	C/D	D	xx)	x)	
Ταλαντώσεις	A	B	B	C	xx)	x)	

**Πίνακας 4.7** Συνιστώμενα χαρακτηριστικά στοιχεία για μετρητικούς χώρους της τεχνικής μέτρησης μήκους.

x) Σύμφωνα με τον εκάστοτε καθορισμό

xx) καμία απαίτηση για χαρακτηριστικά στοιχεία (όπως δίνονται γενικά απ' την εκάστοτε περιοχή)

A - E : αντίστοιχες κλάσεις θερμοκρασίας, υγρασίας κ.τ.λ.

Οι υποδείξεις που αναφέρονται στην υγρασία, στην καθαρότητα αέρος και στις ταλαντώσεις είναι τιμές αναφοράς. Σε ειδικές περιπτώσεις μπορούν να συντάσσονται κανονισμοί **μόνον** έχοντας γνώση των ιδιαίτερων συνθηκών και των τοπικών δεδομένων.

Για υφισταμένους χώρους μέτρησης μπορούν να σημειώνονται τα τετράγωνα του πίνακα 7 σύμφωνα με τις υπάρχουσες τιμές των χαρακτηριστικών μεγεθών. Το τετράγωνο που βρίσκεται δεξιότερα όλων καθορίζει την κλάση ποιότητας του μετρητικού χώρου.

4.8.2 Κατάταξη χώρων μέτρησης σε κλάσεις ποιότητας σύμφωνα με τις εργασίες τους

Στον πίνακα 8 κατατάσσονται στις κλάσεις ποιότητας χαρακτηριστικές και ως επί το πλείστον συχνότερα ανακλύπτουσες εργασίες σε χώρους τεχνικής μέτρησης μήκους

Κλάση ποιότητας	Ονομασία και παραδείγματα ταξινομημένων εργασιών
1	Χώρος μέτρησης υψίστης ακριβείας π.χ. Διακρίβωση προτύπων αναφοράς, μέτρηση μέτρων σύγκρισης
2	Χώρος μέτρησης υψηλής ποιότητας π.χ. Διακρίβωση προτύπων εργασίας, μέτρηση μονάδων ρύθμισης, διαπίστευση τμημάτων, μηχανισμών, εργαλείων και συσκευών ακριβείας
3	Χώρος μέτρησης στοιχειωδών προτύπων π.χ. Μετρητικές εργασίες παρακολούθησης της διαδικασίας, μέτρηση μηχανισμών, εργαλείων, μέσων ελέγχου (πρότυπα εργασίας), υποδειγματικοί έλεγχοι προς επαλήθευση, μέτρηση φθαρτών τμημάτων και αρχικών δειγμάτων
4	Βιομηχανικός εργαστηριακός χώρος μέτρησης π.χ. Παρακολούθηση παραγωγής και της ρύθμισης μηχανών, έλεγχος βοηθητικών μηχανισμών και εργαλείων (οι έλεγχοι συνάδουν με τον τομέα παραγωγής)
5	Βιομηχανικός χώρος μέτρησης Εργαστηριακού τύπου μετρήσεις στην παραγωγή
0	Χώρος μέτρησης ιδιαίτερων απαιτήσεων π.χ. Μετρήσεις σε Wafern - μετρητικός χώρος με ιδιαίτερες απαιτήσεις για συγκεκριμένες εργασίες

**Πίνακας 4.8** Κλάσεις ποιότητας για μετρητικούς χώρους της τεχνικής μέτρησης μήκους - Κατάταξη μετρητικών εργασιών

Για την κατάταξη σύμφωνα με τις εργασίες ξεκινάμε με την προϋπόθεση ότι υπό φυσιολογικές συνθήκες υπάρχουν σχέσεις εξάρτησης μεταξύ των προς διεκπεραίωση μετρητικών εργασιών και της απαιτούμενης ακρίβειας των αντικειμένων μέτρησης.

#### **4.8.3 Σχέση μεταξύ κλάσεων ποιότητας μετρητικού χώρου και αβεβαιότητας μετρήσεως σε μετρήσεις μήκους.**

Κατά το σχεδιασμό μετρητικών χώρων τίθεται εκτός των άλλων το ερώτημα ποιες ανοχές μήκους μπορούν να ελεγχθούν μέσα στις διαφορετικές κλάσεις ποιότητας μετρητικού χώρου που καθορίζονται σ' αυτές τις προδιαγραφές, ώστε καθίσταται εφικτή η εκτίμηση της απαιτούμενης δαπάνης π.χ. για τον κλιματισμό.

Η ελάχιστη ανοχή  $t$  που δύναται να ελεγχθεί καθορίζεται μέσω της αβεβαιότητας μετρήσεως  $u$ . Η τελευταία δεν εξαρτάται μόνον αποκλειστικά απ' τις συνθήκες μέσα στο μετρητικό χώρο, αλλά εξ' ίσου και απ' τη μέθοδο, τον εξοπλισμό, τη στρατηγική και απ' το ίδιο το αντικείμενο μέτρησης.

Για τις κάτωθι παριστάμενες εκτιμήσεις αρκεί απλά να εξεταστεί η επίδραση της θερμοκρασίας στην αβεβαιότητα μετρήσεως κατά τη μέτρηση μήκους, εφόσον απ' όλα τα επιδρώντα μεγέθη του περιβάλλοντος η θερμοκρασία επιδρά κατά τον πιο ισχυρό τρόπο. Τα άλλα καθοριστικά χαρακτηριστικά

μεγέθη (υγρασία, καθαρότητα αέρος, ταλαντώσεις) δεν συμπεριλαμβάνονται. Επίσης δεν εξετάζονται τα δυναμικά ιδιαίτερα γνωρίσματα του μετρητικού εξοπλισμού (π.χ. Drift), οι μεταβολές της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και του αντικειμένου μέτρησης κατά τη διάρκεια της μέτρησης, όπως και διάφορες σταθερές χρόνου για τη μετάδοση θερμότητας στον εξοπλισμό και το αντικείμενο μέτρησης. Αυτά στην πράξη δεν προσφέρονται για κανένα χρήσιμο υπολογισμό. Πρέπει να γίνεται εκτίμηση ή, μέσω μετρήσεων, εξακρίβωση αυτών και ενδεχομένως, να λαμβάνονται απλά υπ' όψη. Το ίδιο δύσκολο είναι να εκτιμηθούν θερμοκρασιακά εξαρτημένες μεταβολές μήκους μη ραβδόμορφων και ιδιαίτερα, ασύμμετρων αντικειμένων μέτρησης. Αυτές οι μεταβολές πρέπει σε περίπτωση ανάγκης να συνάγονται πειραματικά.

Οι άγνωστες ή μόνο δύσκολα εκτιμητέες επιρροές μπορούν να ληφθούν υπ' όψη π.χ. μέσω αύξησης των τιμών της αβεβαιότητας στη μέτρηση της θερμοκρασίας.

Γενικά ισχύει ότι, σε μετρήσεις χωρίς θερμοκρασιακές διορθώσεις, τόσο ψηλότερες είναι οι απαιτήσεις ως προς την σταθερότητα θερμοκρασίας του μετρητικού χώρου, όσο μικρότερη είναι η απαιτούμενη αβεβαιότητα μετρήσεως.

Αντίθετα, μπορούν μέσω συγκριτικών μεθόδων μέτρησης, μέσω αντιστάθμισης των στατικών επιρροών της θερμοκρασίας, μέσω "ευνοϊκών" στρατηγικών μέτρησης και /ή μέσω μετρητικών εξοπλισμών σταθερής θερμοκρασίας να τεθούν πιο περιορισμένες απαιτήσεις ως προς τη θερμοκρασιακή σταθερότητα, κάτι που τελικά μπορεί να οδηγήσει και στην επιλογή άλλης κλάσης ποιότητας χώρου μέτρησης.

Σε κάθε περίπτωση πάντως απαιτείται κατά το σχεδιασμό του χώρου να καθορίζεται για τις επιδιωκόμενες μετρήσεις η σχέση ανοχής προς την αβεβαιότητα μετρήσεως. Η σχέση αυτή δεν περιγράφεται με σαφήνεια ούτε σε εξειδικευμένη βιβλιογραφία ούτε σε κανονισμούς ή προδιαγραφές. Συγκεκριμένα, μια μετρητική μέθοδος χαρακτηρίζεται π.χ. στο DIN 2257-2 ως εφαρμόσιμη όταν η σχέση αβεβαιότητας  $u$  προς την ανοχή των υλικών καταργασίας  $t$  παίρνει τιμές μεταξύ 0,1 και 0,2 και όταν (η σχέση αυτή) παραμένει για διακριβωτές ή μετρητικές συσκευές  $\leq 1,0$ . Αυτό ισοδυναμεί με την απαίτηση: Ανοχή μετρητικών αντικειμένων προς αβεβαιότητα  $t/u = 10 \dots 5$ , όπου για την επαλήθευση των κανονισμών αρκεί σύμφωνα με το DIN 2257 η εκπλήρωση της απαίτησης  $t/u \geq 1$ .

Στην πράξη συντελείται επίσης συχνά η αλληλοσύνδεση της αβεβαιότητας μετρήσεως και της ανοχής των μετρητικών αντικειμένων με τις μεθόδους για τον καθορισμό των συντελεστών ικανότητας μέσω ελέγχου  $cp$  (4,5).

Η ελάχιστη θερμοκρασιακά εξαρτημένη αβεβαιότητα μιας μέτρησης μήκους, που μπορεί να επιτευχθεί σ' έναν χώρο μέτρησης, εξαρτάται από μια ποικιλία παραγόντων και επιδρώντων μεγεθών, τα οποία είναι γνωστά γενικά μόνο στο σχεδιαστή και τον υπεύθυνο λειτουργίας του χώρου. Γι' αυτόν τον λόγο δεν

μπορεί να δοθεί επίσης καμιά καθολικά έγκυρη σχέση μεταξύ κλάσης ποιότητας μετρητικού χώρου και ελάχιστης αβεβαιότητας που μπορεί να επιτευχθεί μέσα σ' αυτόν.

Υπάρχει όμως η δυνατότητα εκτίμησης των θερμοκρασιακά εξαρτημένων αβεβαιοτήτων για κάθε μια κλάση θερμοκρασίας ξεχωριστά μέσω των οριακών αποκλίσεων, όπως αυτές καθορίζονται στους πίνακες της παραγράφου 4.3.1.5.

Η μέγιστη χρονική μεταβολή θερμοκρασίας  $2\delta T_{rt}$  δίνεται μέσω της τιμής που αντιστοιχεί σε 7ημέρες στον πίνακα 2. Από τον πίνακα 3 μπορεί να συναχθεί η επιτρεπτή διαφορά θερμοκρασίας χώρου  $2\delta T_{rd}$ . Από το άθροισμα των δύο τιμών, διαιρούμενο δια 2, προκύπτει για την εκάστοτε κλάση θερμοκρασίας η οριακή απόκλιση  $\delta T_r$  της θερμοκρασίας χώρου από τη βασική θερμοκρασία  $\theta_{Grund}$ .

Για την πιο κάτω σχέση υποθέτουμε ότι οι οριακές αποκλίσεις βρίσκονται κατά τρόπο συμμετρικό προς τη βασική θερμοκρασία και επιπλέον ότι οι θερμοκρασίες χώρου εντός των προκαθορισμένων ευρών είναι τυχαίες και ισοκατανεμημένες, δηλαδή ορθογώνια κατανεμημένες

$$\delta T_r = \frac{2\delta T_{rt} + 2\delta T_{rd}}{2} \quad (1)$$

Η εξ' αυτών εξαρτημένη αμετάβλητη αβεβαιότητα  $u_{Tr}$  της βασικής θερμοκρασίας είναι:

$$u_{Tr} = \frac{1}{\sqrt{3}} \delta T_r \quad (2)$$

Χαρακτηριστικά μεγέθη	Σύμβολο	Κλάση θερμοκρασίας				
		A	B	C	D	E
Μέγιστη χρονική μεταβολή θερμοκρασίας σε K κατά τον πίνακα 2	$2\delta T_{rt}$	0,4	1,0	2,0	4,0	8,0
Μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας χώρου σε K κατά τον πίνακα 3	$2\delta T_{rd}$	0,1	0,2	0,5	0,1	2,0
Οριακή απόκλιση από τη βασική θερμοκρασία σε K	$\delta T_{rt}$	0,25	0,6	1,25	2,5	5,0
Θερμοκρασιακά εξαρτημένη αμετάβλητη αβεβαιότητα σε K	$u_{Tr}$	0,14	0,35	0,72	1,4	2,9

**Πίνακας 4.9** Θερμοκρασιακά εξαρτημένες αμετάβλητες αβεβαιότητες  $u_{Tr}$  κατά την εξίσωση 2, υπολογισμένες συναρτήσει των κλάσεων θερμοκρασίας A μέχρι E



Τα αποτελέσματα του πίνακα 4.9 για το μέγεθος  $u_T$  μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περαιτέρω παρατηρήσεις αβεβαιότητας για τον υπολογισμό μιας συνολικής αβεβαιότητας μετρήσεως σύμφωνα με τον τετραγωνικό νόμο μετάδοσης σφάλματος.

Η θερμοκρασιακά εξαρτημένη αβεβαιότητα μετρήσεως καθορίζεται γενικά απ' την απόκλιση της βασικής θερμοκρασίας απ' τη θερμοκρασία αναφοράς, από τις επιτρεπτές διαφορές και διακυμάνσεις της θερμοκρασίας χώρου, όσο και απ' τα διαφορετικά υλικά των αντικειμένων μέτρησης και των μέτρων σύγκρισης. Αυτό σημαίνει ότι πιο περιορισμένες αβεβαιότητες μετρήσεως μπορούν να επιτευχθούν μόνο μέσω επίδρασης αυτών των παραγόντων και / ή μέσω διόρθωσης των θερμικών επιρροών.

Στην περίπτωση διεξαγωγής περαιτέρω παρατηρήσεων της αβεβαιότητας με βάση τις οριακές αποκλίσεις της θερμοκρασίας στις κλάσεις χώρου A μέχρι E και με την γενική υπόθεση ότι ο καθορισμός των συντελεστών γραμμικής διαστολής σε 0,2 a είναι αβέβαιος (πβλ. §3), οι στον πίνακα 10 δοθείσες υποδειγματικές τιμές για την αβεβαιότητα μήκους  $u_T/L$  σε  $\mu\text{m}/\text{m}$  αναδεικνύονται βοήθημα για νέους σχεδιασμούς. Σ' αυτά τα παραδείγματα υποθέτουμε τη συμβολή μιας παγκοσμίου κύρους μετρητικής συσκευής μήκους με γυάλινο μέτρο σύγκρισης και βάσει ενός ραβδόμορφου μετρητικού αντικειμένου μήκους 1m. Οι εκτιμήσεις στηρίζονται σ' ένα επίπεδο αξιοπιστίας  $P = 95\%$  (6)

Υλικό του αντικειμένου μέτρησης	Αβεβαιότητα μήκους $u_T/L$ σε $\mu\text{m}/\text{m}$ για κάθε κλάση θερμοκρασίας				
	A	B	C	D	E
Αλουμίνιο $\alpha_W = 24 * 10^{-6} 1/\text{K}$	7,3	18	36	73	150
Ορύχαλκος (μπρούντζος) $\alpha_W = 18 * 10^{-6} 1/\text{K}$	5,7	14	28	57	110
Χάλυβας (ατσάλι) $\alpha_W = 11,5 * 10^{-6} 1/\text{K}$	4,0	10	20	40	80
Κεραμικός (καμένος άργιλλος) $\alpha_W = 6 * 10^{-6} 1/\text{K}$	2,8	6,8	14	28	57
Πιρίτιο $\alpha_W = 4 * 10^{-6} 1/\text{K}$	2,5	6,1	13	25	50

**Πίνακας 4.10** Υποδειγματικές τιμές αβεβαιότητας μήκους  $u_T/L$  με ένα επίπεδο αξιοπιστίας 95% και για αντικείμενα μέτρησης διαφόρων υλικών με τη συμβολή ενός γυάλινου μέτρου σύγκρισης. Βασική θερμοκρασία ίδια της θερμοκρασίας αναφοράς. Καμία θερμοκρασιακή διόρθωση.

Όταν, πέραν τούτου, η βασική θερμοκρασία αποκλίνει απ' τη θερμοκρασία αναφοράς, όπως επιτρεπτά συμβαίνει για τις κλάσεις ποιότητας χώρου B μέχρι E, τότε πρέπει η εξ' αυτού προκληθείσα συστηματική απόκλιση μήκους να υπολογίζεται και να διορθώνεται.

Μπορεί όμως επίσης να ληφθεί υπ' όψη στον ισολογισμό των αβεβαιοτήτων ως επιπρόσθετο κομμάτι στις τιμές του πίνακα 10 η μέγιστη θερμοκρασιακά εξαρτημένη αβεβαιότητα μήκους  $u_{Tmax}$ , η οποία μπορεί να ληφθεί και ως αποτέλεσμα.

#### **4.8.4 Υποδείξεις για ρύθμιση θερμοκρασίας αντικειμένων μέτρησης**

Τα αντικείμενα μέτρησης πρέπει πριν τη μέτρηση να ρυθμίζονται θερμοκρασιακά, ώστε οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ μετρητικού αντικειμένου και μέτρου σύγκρισης (συσκευή μέτρησης) να διατηρούνται κατά το δυνατόν πιο περιορισμένες. Ο απαιτούμενος χρόνος ρύθμισης της θερμοκρασίας των αντικειμένων μέτρησης σε εν ηρεμία αέρα περιβάλλοντος μπορεί, κατά κανόνα, μόνο κατά προσέγγιση να εκτιμηθεί. Η διάρκεια εξαρτάται απ' την ειδική θερμοχωρητικότητα  $C$  του αντικειμένου, απ' τη μάζα του  $m$  και την επιφάνειά του  $a$  όσο και απ' το βαθμό ακτινοβολίας του  $\epsilon$ . (χωρητικότητα εκπομπής) [7,8,9].

Εμπειρικές τιμές υπάρχουν για χρόνο τουλάχιστον πέντε ωρών, όπου πρέπει να προσεχθεί ότι κατά την προσέγγιση των θερμοκρασιών απαιτείται σταδιακά περισσότερος χρόνος για την πλήρη εξομοίωση.

Σημαντική μείωση της διάρκειας ρύθμισης της θερμοκρασίας μπορεί να επιτευχθεί π.χ. μέσω ρυθμισμένου θερμοκρασιακά ρεύματος αέρος προς τα αντικείμενα μέτρησης.

Χώροι μέτρησης άλλων φυσικών μεγεθών

Η διάρθρωση αυτών των προδιαγραφών επιτρέπει τον καθορισμό ιδιαίτερων χαρακτηριστικών μεγεθών για μετρητικούς χώρους, των οποίων οι αντίστοιχες προδιαγραφές θα μπορούσαν να προσαρμοστούν στην προκείμενη δομή για τη μέτρηση και άλλων φυσικών μεγεθών όπως π.χ. για

Μάζα

Όγκο

Δύναμη

Θερμοκρασία

Ηλεκτρικά μεγέθη

## **Βιβλιογραφία προτύπου VDI/VDE2627**

### **4.10.1 Επικληθείσα Βιβλιογραφία**

- [1] Nicolay / Kopp: Ως προς τη θερμική συμπεριφορά ραβδοειδών μορφών ως μονάδες μέτρησης μήκους. Μέρος 1<sup>ο</sup> Τεχνική οργάνων υψηλής ακρίβειας 31(1982); Μέρος 2<sup>ο</sup> Τεχνική οργάνων υψηλής ακριβείας 31 (1982) Nr. 5
- [2] Schmidtke, H.: Διδακτικό βιβλίο εργονομίας. Μόναχο: Εκδόσεις Carl-Hanser, έκδοση 2η 1981
- [3]Hernla, M; Neumann,H.J.: Επίδραση της θερμοκρασίας στη μέτρηση μήκους. Ποιότητα και αξιοπιστία 42 (1997)Nr. 4, S.464/468
- [4] Brinkmann, R.: Δυνατότητες εξοπλισμού μέτρησης VDI -εκθέσεις
- [5] Dietrich, E.; Schlosser, D. ; Schulze, A.: Έγκυρες μέθοδοι μέτρησης - Η βάση για τη στατιστική καθοδήγηση της διαδικασίας. Ποιότητα και αξιοπιστία 36 (1991)Nr. 3 S. 464/468
- [6] ISO Guide to the expression of Uncertainty in Measurement
- [7] Gerthsen, C.; Kneser, H. O.; Vogel, H.; Μεταφορά και μετάδοση θερμότητας. Φυσική 18η έκδοση
- [8] Φυσική για Μηχανικούς 9η έκδοση
- [9] Διδακτικό βιβλίο της Πειραματικής Φυσικής. Τόμος 3: Οπτική, 9η έκδοση

### **4.10.2 Περαιτέρω Βιβλιογραφία**

- Καταπολέμηση κραδασμών. Nobel- Hefte Sept./Nov. 1966, S 170/179
- Βοήθημα κατασκευής μηχανών. Berlin: Springer-Verlag 1987
- Εγχειρίδιο της πρακτικής εξασφάλισης καθαρού χώρου. Fachverlag 1992
- Διδασκαλία τεχνικής ταλαντώσεων. Τόμος 1. Επανατύπωση 1ου Μέρους το 1988
- Βοήθημα για την τεχνική μέτρησης μήκους. Berlin: Springer-Verlag 1954
- Θεμέλια και εδράσεις μηχανών. Wiesbaden: Bauverlag GmbH 1972
- Εξέταση της ασταθούς συμπεριφοράς της θερμοκρασίας μηχανημάτων μέτρησης μήκους σε περίπτωση μονομερούς προσαγωγής ποσοτήτων θερμότητας. Τεχνική μηχανημάτων υψηλής ακριβείας (1970) Nr. 11 S. 493/496
- Εδράσεις μηχανών και άλλες δυναμικές οικοδομικές κατασκευές. Dusseldorf: VDI-Verlag
- Δομή, διαμόρφωση και λειτουργία χώρων μέτρησης. Αγορά μηχανών 103 (1962) Nr. 12
- Αξιολόγηση επίδρασης κραδασμών σε άτομα και κτίρια. VDI-Berichte751, S.209/227. Dusseldorf: VDI-Verlag 1990
- Μετρητικά μηχανήματα συντεταγμένων (CMM) για την παραγωγή. Επιρροές θερμοκρασίας και κατορθωτή αβεβαιότητα μετρήσεως. VDI Ing.-Zeitschrift 15 (19..). Nr. 3, S.72/81
- Τεχνική μέτρησης ως προς την παραγωγή. Springer-Verlag 1984

### **4.10.3 Επικληθέντες κανονισμοί, προδιαγραφές και διατάξεις**

- ISO 1 Θερμοκρασία αναφοράς για βιομηχανικές μετρήσεις μήκους  
DIN 102 (10.56) Θερμοκρασία αναφοράς μετρητικών εργαλείων και τεμαχίων προς κατεργασία  
DIN 1946 Τεχνική αερισμού χώρου  
Μέρος 1ο (10.88) Ορολογία και γραφικά σύμβολα (VDI - Κανόνες εξαερισμού)  
Μέρος 2ο (01.94) Τεχνικές απαιτήσεις υγιεινών συνθηκών (VDI - Κανόνες εξαερισμού)  
Μέρος 2ο (08.91) Περιληπτικό σημείωμα  
DIN 2257 Έννοιες της τεχνικής επαλήθευσης μήκους  
Μέρος 1ο (11.82) Μονάδες, Διεργασίες, Τρόποι επαλήθευσης- Μετρολογικές έννοιες  
Μέρος 2ο (08.74) Σφάλμα και αβεβαιότητα στη μέτρηση  
DIN 4150 Κραδασμοί σε οικοδομικές κατασκευές  
Μέρος 1ο (09.75) Αρχές, πρόληψη και μέτρηση ταλαντωτικών μεγεθών (προγενέστερος κανονισμός)  
Μέρος 2ο (10.90) Επιδράσεις σε ανθρώπους μέσα σε κτίρια  
DIN 5032 Μέτρηση φωτός  
Μέρος 2ο (01.80) Συνθήκες μέτρησης με ηλεκτρικές λάμπες  
DIN 5034 Φως ημέρας σε εσωτερικούς χώρους  
Μέρος 1ο (02.83) Γενικές απαιτήσεις  
Μέρος 2ο (02.85) Βασικές αρχές  
Μέρος 5ο (09.83) Μετρήσεις  
DIN 5035 Φωτισμός με τεχνητό φως  
Μέρος 1ο (06.90) Έννοιες και γενικές απαιτήσεις  
Μέρος 2ο (09.90) Τιμές αναφοράς για θέσεις εργασίας σε εσωτερικούς και ελεύθερους χώρους  
Μέρος 5ο (12.90) Μέτρηση και αξιολόγηση  
DIN 5040 Φωτιστικά σώματα φωταγωγησης  
Μέρος 1ο (02.76) Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτός και ταξινόμηση  
Μέρος 2ο (02.76) Εσωτερικά φωτιστικά σώματα, έννοιες, ταξινόμηση  
DIN 18202 (05.86) Ανοχές σε ψηλό οικοδόμημα: Οικοδομές  
DIN 24185 Δοκιμή φίλτρων αέρος ως προς τη γενική τεχνική αερισμού χώρου  
Μέρος 1ο (10.80) Έννοιες, Μονάδες, Μέθοδοι  
Μέρος 2ο (10.80) Κατάταξη φίλτρων σε κλάσεις, Χαρακτηρισμός, Δοκιμή  
DIN 334031 Το κλίμα στη θέση και τον περίγυρο εργασίας  
Μέρος 1ο (04.84) Αρχές διερεύνησης κλίματος  
Μέρος 2ο (04.84) Επίδραση κλίματος στη θερμική προσαρμογή του ανθρώπου  
Μέρος 3ο (06.88) Αξιολόγηση κλίματος ως προς τον βαθμό ανεκτικότητός του  
DIN 50010 Κλίματα και τεχνική εφαρμογή αυτών  
Μέρος 1ο (10.77) Έννοιες κλίματος, Γενικές έννοιες κλίματος  
Μέρος 2ο (08.81) Έννοιες κλίματος, Έννοιες φυσικής

DIN / ISO 286-1 (11.90) ISO Σύστημα ορίων και συναρμογών· Βασικές αρχές ανοχών, διαστάσεων και συναρμογών  
 Federal Standard 209 Καθαρός χώρος και θέση εργασίας, απαιτήσεις, ελεγχόμενο περιβάλλον  
 VDI 2057 Επίδραση μηχανικών ταλαντώσεων στον άνθρωπο  
 Φυλλάδιο 1 (03.91) Βασικές αρχές, Κατατάξεις, Έννοιες  
 Φυλλάδιο 2 (05.87) Αξιολόγηση  
 Φυλλάδιο 3 (05.87) Εκτίμηση  
 Φυλλάδιο 4.1 (05.87) Μέτρηση και εκτίμηση θέσεων εργασίας μέσα σε κτίρια  
 VDI 2080 (04.96) Μέθοδοι μέτρησης και μετρητικά μηχανήματα για τεχνικές εγκαταστάσεις αερισμού χώρου  
 VDI 2083 Τεχνική καθαρού χώρου  
 Φυλλάδιο 1 (12.76) Αρχές, Ορισμοί και καθορισμός βαθμών καθαρότητας  
 Φυλλάδιο 3 (02.83) Μετρολογία  
 Φυλλάδιο 5 (02.96) Κριτήρια ευφορίας  
 Προδιαγραφές θέσεων εργασίας (ASR) αναφερόμενες στη σχετική διάταξη (03.75). Εκδότης διάταξης: Υπουργός Εργασίας και Κοινωνικής Τάξης.  
 § 5 Αερισμός  
 § 6 Θερμοκρασίες χώρου  
 § 7 Φωτισμός  
 § 15 Προστασία κατά του θορύβου  
 § 16 Προστασία κατά άλλων ζημιωγόνων (μη ανεκτών) επιδράσεων  
 § 19 Επιπρόσθετες απαιτήσεις για οδούς διαφυγής  
 § 34 Χώροι αποδυτηρίων, Ιματιοφυλάκια  
 § 35 Χώροι πλύσεως, Περιπτώσεις πλύσεως  
 § 37 Χώροι τουαλετών  
 § 53 Λειτουργία θέσεων εργασίας: Συντήρηση, Δοκιμές  
 ASR 5 (10.79) Αερισμός  
 ASR 6/1,3 (04.76) Θερμοκρασίες χώρου  
 ASR 7/1,3 (04.76) Οπτική σύνδεση προς τα έξω· Φωτισμός  
 ASR 34/1-5 (06.76) Χώροι αποδυτηρίων  
 VOB (1988) Διευθέτηση μίσθωσης οικοδομικών εργασιών, εκδοθείσα απ' το DIN, υπό την αιγίδα της Γερμανικής Επιτροπής οικοδομικών εργασιών  
 Προδιαγραφές αποφυγής ατυχήματος: Εκδότης - Συνεταιρισμός Σιδηρουργών και Μεταλλουργών

#### **4.10.4 Συνισχύοντες Κανονισμοί και Προδιαγραφές**

DIN 1311 Διδακτική ταλαντώσεων  
 Μέρος 1ο (02.74) Έννοιες κινηματικής  
 Μέρος 2ο (12.74) Απλός ταλαντωτής  
 Μέρος 3ο (12.74) Συστήματα ταλαντώσεων με πεπερασμένους βαθμούς ελευθερίας  
 Μέρος 4ο (02.74) Παλλόμενες συνέχειες, κύματα  
 DIN 1313 Φυσικά μεγέθη και ισοδυναμίες  
 DIN 1319 Αρχές Μετρολογίας  
 Μέρος 1ο (01.95) Βασικές έννοιες

Μέρος 2ο (01.80) Έννοιες ως προς τη χρήση συσκευών μέτρησης  
Μέρος 3ο (08.83) Έννοιες ως προς την αβεβαιότητα μετρήσεως και ως προς την εκτίμηση συσκευών και εξοπλισμών μέτρησης  
Μέρος 4ο (12.85) Συμβολή των αβεβαιοτήτων στην αξιολόγηση μετρήσεων  
DIN 1341 (10.86) Μεταφορά θερμότητας: Έννοιες, Χαρακτηριστικά μεγέθη  
DIN 1343 (01.90) Κατάσταση αναφοράς, πρότυπη κατάσταση, πρότυποι όγκοι. Έννοιες και τιμές  
DIN 2257 Έννοιες της τεχνοτροπίας μέτρησης μήκους  
Μέρος 1ο (11.82) Μονάδες, Διεργασίες, Μέσα Δοκιμής Έννοιες Μετρολογίας  
Μέρος 2ο (08.74) Σφάλματα και αβεβαιότητες στη μέτρηση  
DIN 4108 (04.82) Θερμική προστασία σε ψηλό οικοδόμημα  
DIN 12769 (04.80) Γυάλινα θερμόμετρα με υγρό: Συνοπτική εξέταση  
DIN 13346 (10.79) Θερμοκρασία, Διαφορά θερμοκρασίας Βασικές έννοιες, Μονάδες  
DIN 16160 (11.90) Θερμόμετρα Έννοιες  
DIN 45661 (09.62) Μηχανήματα μέτρησης ταλαντώσεων Έννοιες Χαρακτηριστικά μεγέθη, Μεγέθη διαταραχών  
DIN 45662 (08.64) Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων μέτρησης ταλαντώσεων, Υποδείξεις σε τυπολόγιο  
DIN 45664 (07.63) Συνδιασμός μηχανημάτων μέτρησης ταλαντώσεων και επαλήθευση σε επιδράσεις διαταραχών  
DIN 45666 (02.67) Μετρητικό μηχανήματα δύναμης ταλαντώσεων. Απαιτήσεις  
DIN 45669 Μέτρηση επίδρασης των ταλαντώσεων στα παρακείμενα σώματα  
Μέρος 1ο (01.81) Απαιτήσεις ως προς το μετρητή ταλαντώσεων  
Μέρος 2ο (01.84) Μέθοδοι μέτρησης  
DIN 45671  
Μέρος 1ο (09.90) Μέτρηση μηχανικών ταλαντώσεων στη θέση εργασίας: Μετρητής ταλαντώσεων, Απαιτήσεις, Δοκιμή  
DIN 50011 Κλίματα και η τεχνική τους εφαρμογή  
Μέρος 11ο(03.82) Εξοπλισμοί δοκιμών κλίματος, Γενικές έννοιες και Απαιτήσεις  
Μέρος 12ο (09.87) Εξοπλισμοί δοκιμών κλίματος, Μεγέθη κλίματος. Θερμοκρασία αέρος  
Μέρος 13ο (09.87) Εξοπλισμοί δοκιμών κλίματος, Μεγέθη κλίματος. Υγρασία αέρος και θερμοκρασία αέρος  
DIN 50012 Κλίματα και η τεχνική τους εφαρμογή  
Μέρος 1ο (01.86) Μέθοδος μέτρησης υγρασίας αέρος (Γενικά)  
Μέρος 2ο - 5ο Μέθοδος μέτρησης υγρασίας αέρος (Μηχανήματα)  
DIN 50013 (06.79) Κλίματα και η τεχνική τους εφαρμογή. Θερμοκρασίες προτίμησης  
DIN 50014 (07.85) Κλίματα και η τεχνική τους εφαρμογή. Φυσιολογικά κλίματα  
DIN 50015 (08.75) Κλίματα και η τεχνική τους εφαρμογή. Σταθερά κλίματα δοκιμών  
DIN EN 45001 (05.90) Γενικά κριτήρια λειτουργίας εργαστηρίων δοκιμών  
DIN EN 45002 (05.90) Γενικά κριτήρια αξιολόγησης εργαστηρίων δοκιμών

VDI 2056 (10.64) Κριτήρια εκτίμησης μηχανικών ταλαντώσεων των μηχανών  
 VDI 2062 Μόνωση ταλαντώσεων  
 Φύλλο 1(01.76) Έννοιες και μέθοδοι  
 Φύλλο 2(01.76) Στοιχεία απομόνωσης  
 VDI 2078 Προσχέδιο (1190)  
 Υπολογισμός ψυχρού φορτίου κλιματιζόμενων χώρων  
 (VDI - Κανόνες ψυχρού φορτίου  
 VDI 2079 (03.83) Δοκιμή διαπίστευσης σε εγκαταστάσεις τεχνικού αερισμού του χώρου  
 VDI/VDE 2600 Μετρολογία (Μετροτεχνία)  
 Φύλλο 1 (1173) Πίνακας περιεχομένων και γενικός πίνακας λέξεων "κλειδιά" για τα φύλλα 2 μέχρι και 6  
 Φύλλο 2 (1173) Βασικές έννοιες  
 Φύλλο 3 (1173) Τεχνικές έννοιες συσκευών  
 Φύλλο 4 (1173) Έννοιες για την περιγραφή ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των μηχανημάτων μέτρησης  
 VDI/VDE 2617 Ακρίβεια των μετρητικών μηχανημάτων με συντεταγμένες: Χαρακτηριστικά μεγέθη και δοκιμή αυτών  
 Φύλλο 2.1 (12.86) Αβεβαιότητα μετρήσεως συγκεκριμένων μετρητικών εργασιών . Αβεβαιότητα μετρήσεως μήκους  
 VDI/VDE 3511 Τεχνικές μετρήσεις θερμοκρασίας  
 Φύλλο 1 (11.91) Βασικές αρχές και συνοπτική εξέταση ιδιαίτερων μεθόδων μέτρησης θερμοκρασίας  
 Φύλλο 2 (01.92) Θερμόμετρο επαφής  
 Φύλλο 3 (01.92) Μέθοδος μέτρησης και επεξεργασία των τιμών μέτρησης με ηλεκτρικά θερμόμετρα επαφής  
 Φύλλο 5 (06.93) Κατασκευή θερμομέτρων (μορφή, δομή)  
 VDI 3786 Μετεωρολογικές μετρήσεις για ζητήματα διατήρησης καθαρότητας αέρος  
 Φύλλο 4 (08.85) Υγρασία αέρος  
 GUV 16.17 Προδιαγραφές για εργαστήρια. Εκδόθηκαν τον Οκτώβριο του 1993

## **4.11 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### **4.11.1 Υποδείξεις για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών μεγεθών**

Οι τιμές που καταδεικνύονται απ' τις μετρητικές συσκευές εξαρτώνται απ' τη μετρητική μέθοδο, τη ρύθμιση των συσκευών, τη στρατηγική μέτρησης, απ' τους αλγόριθμους εκτιμήσεως και από ένα μεγάλο αριθμό περαιτέρω επιδρώντων μεγεθών. Το ίδιο ισχύει και για μετρήσεις χαρακτηριστικών μεγεθών τα οποία συμβάλουν αποφασιστικά στον καθορισμό της ποιότητας ενός χώρου μέτρησης (π.χ. θερμοκρασία αέρος). Οι αριθμητικές τιμές που δίδονται χωρίς ακριβή περιγραφή της μεθόδου, του μηχανήματος και του τρόπου διεξαγωγής της μέτρησης μπορούν να ερμηνευτούν ποικιλοτρόπως και γι' αυτό οδηγούν συχνά σε παρανοήσεις. Κυρίως η έκφραση των τιμών μέτρησης και οι αλγόριθμοι εκτιμήσεως για πολλά μεγέθη δεν είναι επαρκώς καθορισμένα στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Γι' αυτό το λόγο στο παράρτημα αυτών των προδιαγραφών οι διαδικασίες μέτρησης των καθοριστικών χαρακτηριστικών μεγεθών μετρητικών χώρων περιγράφονται με βάση την πρακτική εφαρμογή. Στα πρωτόκολλα μέτρησης, προκειμένου για μετέπειτα μετρήσεις σύγκρισης, οι πληροφορίες ως προς την αβεβαιότητα μετρήσεως, ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιηθέντων συσκευών και εξοπλισμών μέτρησης, όπως και οι υποδείξεις για τη στρατηγική και το χώρο μέτρησης καθώς και για τον τρόπο της αξιολόγησης είναι επιτακτικές.

### **4.11.2 Μέτρηση θερμοκρασίας χώρου**

Οι μετρήσεις εξυπηρετούν την παρακολούθηση της θερμοκρασίας χώρου και επιπλέον, σε κλιματιζόμενους χώρους, τη ρύθμιση της αντίστοιχης εγκατάστασης: ανεξάρτητες ενέργειες που διεξάγονται χωριστά η μια από την άλλη.

Συχνά μια μέτρηση διεκπεραιώνεται σε άδειο χώρο. Αυτό καθιστά δυνατή μια χωρίς περιορισμούς διάταξη των αισθητήρων θερμοκρασίας στο χώρο. Άλλωστε, η αποδοτικότητα της ρύθμισης της θερμοκρασίας δεν μπορεί να εκτιμηθεί υπό συνθήκες πρακτικής εφαρμογής. Σε περίπτωση που μετρείται σ' έναν εξοπλισμένο χώρο μέτρησης ή με προσομοιωμένο φορτίο θερμότητας, τότε η θέση των αισθητήρων πρέπει να επιλέγεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κανένας απ' αυτούς να μην ακτινοβολείται ή να φυσάται άμεσα από μία πηγή θερμότητας. Η προσομοίωση πρέπει ως προς τη διάταξη των πηγών θερμότητας ν' αντιστοιχεί κατά το δυνατόν περισσότερο στις αναμενόμενες συνθήκες μέσα στον εξοπλισμένο χώρο μέτρησης. Η εξέταση της απόκρισης της κλιματιστικής εγκατάστασης σε μια ξαφνική αλλαγή φορτίου έχει, επίσης, μεγάλη σημασία. Σε κάθε περίπτωση πρέπει ο εξοπλισμός μέτρησης, πριν την έναρξη της πρώτης σειράς μετρήσεων, να βρίσκεται για αρκετές ώρες μέσα στον εξεταστέο χώρο, ώστε η προσαρμογή όλων των τμημάτων των μετρητικών συσκευών στη θερμοκρασία χώρου να εξασφαλίζει ασφάλματη μέτρηση. Αυτό ισχύει, επίσης, και για μετρήσεις υπό προσομοιωμένο φορτίο θερμότητας.



### 4.11.3 Εξοπλισμός μέτρησης θερμοκρασίας

Στην επιλογή των μηχανημάτων για τη μέτρηση θερμοκρασίας πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη:

- αβεβαιότητα μετρήσεως
- διακριτότητα
- εύρος μέτρησης
- εναρμόνιση των διαφόρων αισθητήρων θερμοκρασίας μεταξύ τους
- χρόνος απόκρισης
- σταθερότητα διακρίβωσης
- αλγόριθμοι εκτιμήσεως

Όργανο μέτρησης	Εύρος μέτρησης σε °C	Αβεβαιότητα των αρχικά μετρουμένων μεγεθών
Αποδέκτες μετρητικών τιμών		
Γυάλινο θερμόμετρο για υγρό	-5 μέχρι + 60 60 μέχρι +100 110 μέχρι +210	± 0,04/0,1/0,15/0,5/0,7K ± 0,04/0,15/0,25/0,5/1,0K ± 1,0/1,5K
Θερμόμετρο ελατηρίου με υγρό	-35 μέχρι +500	± 1%
Θερμόμετρο ελατηρίου για ατμό	-50 μέχρι +350	± 2% ± 1%
Θερμόμετρο μεταλλικής διαστολής	0 μέχρι 1000	± 2% ± 1%
Θερμόμετρο αντίστασης, ρυθμισμένο ή διακριβωμένο	-220 μέχρι +850	± 2% ± (0,03 + 0,04t)K
Θερμοστοιχεία, ρυθμισμένα ή διακριβωμένα	-50 μέχρι +500	± (0,05 + 0,01t)K
Συσκευές μέτρησης Εργοστασιακά όργανα (ψηφιακά και αναλογικά) Όργανα ακριβείας (ψηφιακά και αναλογικά) Καταγραφικά (ψηφιακά και αναλογικά)		1,0 μέχρι 1,5 % 0,2 μέχρι 0,5 % 1,5 %
Εργοστασιακές συσκευές αντιστάθμισης με: χειροκίνητο συντονισμό αυτόματο συντονισμό Συσκευές αντιστάθμισης ακριβείας με χειροκίνητη ρύθμιση Ψηφιακό βολτόμετρο		0,1 μέχρι 0,5 % 0,2 μέχρι 0,5 % 0,1 % και λιγότερο 0,3 % και λιγότερο

**Πίνακας 4.11.** Αποδέκτες μετρητικών τιμών και μετρητικές συσκευές μέτρησης θερμοκρασίας

#### **4.11.4 Μετρήσεις διαπίστευσης ως προς τη συμπεριφορά της θερμοκρασίας**

Οι μετρήσεις διαπίστευσης ως προς τη συμπεριφορά της θερμοκρασίας πρέπει να διεξάγονται κατά τον τρόπο που συμφωνήθηκε γραπτώς στην παραγγελία μεταξύ του προμηθευτή της κλιματιστικής εγκατάστασης και του υπευθύνου λειτουργίας του χώρου μέτρησης. Όλες οι εργασίες ανοικοδόμησης επί του χώρου και μέσα σ' αυτόν πρέπει τη στιγμή της διαπίστευσης να έχουν ολοκληρωθεί σε τέτοιο σημείο, ώστε οι μετρήσεις θερμοκρασίας να διενεργούνται χωρίς διαταραχές.

#### **4.11.5 Καθορισμός σημείων μέτρησης**

Το πλήθος των μετρήσεων, η διάρκειά τους και η επιλογή του τόπου μέτρησης προσαρμόζονται στις απαιτήσεις. Για έναν ανοιχτό χώρο μέτρησης είναι διαφορετικά απ' ότι σ' έναν υψίστης ακριβείας και γι' αυτό το λόγο πρέπει να καθορίζονται εξατομικευμένα και ενδεχομένως υπό τη σύμφωνη γνώμη των προμηθευτών.

Κατά τη διάταξη των αποδεκτών θερμοκρασίας πρέπει να δίδεται προσοχή στα εξής:

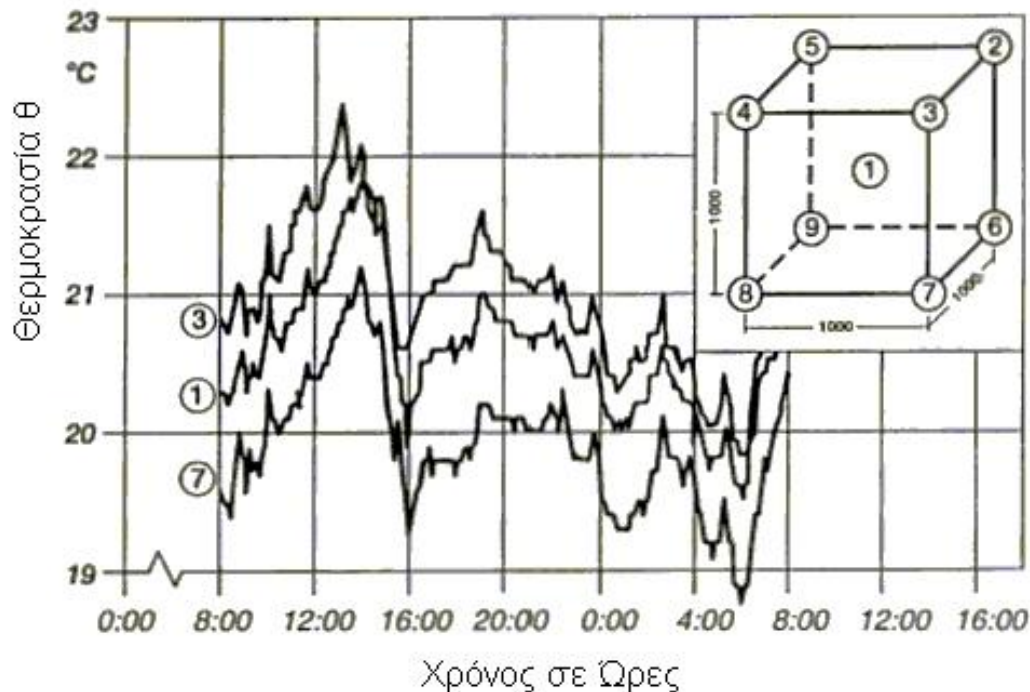
Οι αποδέκτες θερμοκρασίας πρέπει να βρίσκονται αρκετά μακριά απ' τους τοίχους (περίπου 1m).

Ο αέρας πρέπει να περιβάλλει τους αποδέκτες θερμοκρασίας κατά το δυνατόν πιο ελεύθερα.

Διάταξη των αποδεκτών θερμοκρασίας μέσα σ' ένα επίπεδο:

Στην κατά μήκος και στη διαγώνια διάσταση του χώρου πρέπει να εκτελούνται μετρήσεις με τουλάχιστον ανά τρεις αποδέκτες κρεμασμένους μέσα στο χώρο ή εδραιωμένους (σταθεροποιημένους) πάνω σε τρίποδο.

Στην κάθετη διάσταση πρέπει οι χαμηλότεροι αισθητήρες να είναι διαταγμένοι περίπου 0,1 μέχρι 0,2 m πάνω απ' το έδαφος, οι ψηλότεροι δε, περίπου σ' αυτό το ύψος που έχει προκαθοριστεί ως το ψηλότερο όριο για την κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο. Οι ενδιάμεσως ευρισκόμενοι αισθητήρες πρέπει να διανέμονται σε ίσες αποστάσεις. Για τη δυνατότητα σύλληψης της κατανομής της θερμοκρασίας, κατά τρόπο αντιπροσωπευτικό, μέσα σ' έναν όγκο κυβικού σχήματος απαιτούνται τουλάχιστον 9 αποδέκτες (στις κορυφές και στο κέντρο, βλέπε σχήμα A1)



**Σχήμα 4.13** Παράδειγμα διάταξης αισθητήρων θερμοκρασίας μέσα σ' έναν όγκο 1m<sup>3</sup> που διατίθεται σε μετρήσεις με απεικόνιση της χρονικής εξέλιξης της θερμοκρασίας, εξακριβωμένη απ' τους αισθητήρες 1, 3 και 7.

#### **4.11.6 Διάρκεια μετρήσεων**

Συνιστάται, υπό την εκάστοτε διάταξη μέτρησης και με σταθερό (ενδεχομένως και χωρίς) θερμικό φορτίο, να διεξάγεται μια συνεχής επί τουλάχιστον 24 ώρες μέτρηση θερμοκρασίας. Περαιτέρω διασαφηνίσεις σχετικά με τη συμπεριφορά της θερμοκρασίας μέσα στο χώρο μπορεί να δώσει η συνεχής μέτρηση μιας εβδομάδος – συμπεριλαμβανομένου και του Σαββατοκύριακου –. Για την εκτίμηση της συμπεριφοράς της θερμοκρασίας κατά τη μεταβολή φορτίου απαιτούνται επιπρόσθετες μετρήσεις κατά τα προς εξέταση χρονικά διαστήματα.

#### **4.11.7 Αξιολόγηση μετρητικών ενδείξεων**

Βάση για την αξιολόγηση των σειρών μέτρησης αποτελεί η καταδειχθήσα εξέλιξη της θερμοκρασίας μέσα στο χρόνο.

##### **4.11.7.1 Διερεύνηση της μέγιστης χρονικής μεταβολής της θερμοκρασίας σε μία θέση**

Στο διάγραμμα αξιολογούνται αυτά τα εύρη, στα οποία παρατηρούνται οι μέγιστες μεταβολές θερμοκρασίας. Ένα παράθυρο αξιολόγησης, το οποίο είναι τόσο ευρύ όσο και το προκαθορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 15 min 60') μετακινείται πάνω απ' τα προαναφερθέντα εύρη στον ίδιας κλίμακος άξονα χρόνου, μέχρι να βρεθεί η μέγιστη διαφορά στα πλαίσια του συνολικού χρόνου μέτρησης (σχήμα A1). Το ποσό της διαφοράς μεταξύ της κατώτατης

και υψηλότερης θερμοκρασίας μέσα στο επιλεγμένο χρονικό διάστημα αποτελεί τη δηλωτέα μέγιστη μεταβολή της θερμοκρασίας στην εξεταζόμενη θέση μέτρησης για την επιλεγόμενη χρονική βάση. Κατά την καταγραφή των μεταβολών θερμοκρασίας πρέπει πάντα να δίδεται το χρονικό διάστημα στο οποίο αναφέρονται οι τιμές.

Παράδειγμα :           0,1 K/15 min  
                              0,2 K/60 min

#### *4.11.7.2 Διερεύνηση της μέγιστης χρονικής μεταβολής της θερμοκρασίας μέσα στο συνολικό χώρο.*

Σε όλες τις προκαθορισμένες θέσεις μέτρησης οι τοπικές μεταβολές της θερμοκρασίας διερευνώνται σύμφωνα με τον τρόπο που περιγράφεται στην παράγραφο Α 1.5.1. Η κατά ποσό μέγιστη εμφανιζόμενη τιμή για κάθε θέση ξεχωριστά αποτελεί τη μέγιστη χρονική μεταβολή της θερμοκρασίας μέσα στον εξεταζόμενο χώρο.

#### *4.11.7.3 Διερεύνηση της κατανομής θερμοκρασίας στο χώρο*

Οι θερμοκρασίες μέσα στο χώρο μέτρησης σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο λαμβάνονται μέσα σε καθοριστέα οριζόντια και/ ή κάθετα επίπεδα, κατ' επιλογή και στους 3 άξονες χώρου και δίδεται η διαφορά της υψηλότερης και κατώτατης θερμοκρασίας, αναφερομένη σ' ένα διάστημα ενός μέτρου (K/m).

#### *4.11.7.4 Διερεύνηση της μέγιστης διαφοράς θερμοκρασίας χώρου*

Η εξέλιξη της θερμοκρασίας σ' όλες τις θέσεις μέτρησης του χώρου δίνεται συνολικά σ' ένα διάγραμμα. Για την αξιολόγηση του διαγράμματος αυτού αναζητείται το χρονικό σημείο στο οποίο οι καμπύλες θερμοκρασίας έχουν τη μέγιστη απόσταση μεταξύ τους. Το ποσό σ' αυτό το χρονικό σημείο αποτελεί τη μέγιστη διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ των προς αξιολόγηση θέσεων μέτρησης. Οι τοπικές διαφορές της θερμοκρασίας δίνονται σε K/m. Αυτή η αξιολόγηση μπορεί, υπό κατάλληλες συνθήκες, να επιτελεστεί και σε κάθε οριζόντιο ή κάθετο επίπεδο ξεχωριστά (βλέπε σχήμα 3).

#### *4.11.7.5 Διερεύνηση της μέσης θερμοκρασίας ενός σημείου*

Υπολογίζεται ο μέσος όρος των μεμονωμένων τιμών που μετρώνται σ' ένα σημείο κατά τη διάρκεια της μέτρησης (π.χ. 24 ώρες).

#### *4.11.7.6 Μέση θερμοκρασία χώρου*

Η μέση θερμοκρασία ενός χώρου υπολογίζεται ως η μέση τιμή όλων των μέσων θερμοκρασιών σε κάθε μεμονωμένο σημείο.

#### **4.11.8 Τρέχουσα παρακολούθηση**

Για μετρητικούς χώρους της κλάσης ποιότητας 1 και 2 συνιστάται μια συνεχή καταγραφή της εξέλιξης της θερμοκρασίας. Σε μεγάλους χώρους μέτρησης μπορεί ν' απαιτείται η μέτρηση της θερμοκρασίας σε περισσότερες θέσεις μέσα στο χώρο. Οι ενδείξεις ή ενδεχομένως η αξιολόγηση των τιμών μέτρησης θα πρέπει να δίνουν πληροφορίες ως προς την εξέλιξη της θερμοκρασίας τουλάχιστον για τις 7 προηγούμενες ημέρες.

Επειδή οι θερμοκρασίες μεταβάλλονται, κατά κανόνα, με αργό ρυθμό, αρκεί η καταγραφή τους για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Σε καθορισμένα ενδιάμεσα χρονικά διαστήματα, π.χ. μετά από 10 λεπτά, οι θέσεις μέτρησης εξετάζονται κατά το δυνατό ταυτόχρονα. Για χώρους μέτρησης της κλάσης ποιότητας 3 και 4 αρκούν ενδεικτικές μετρητικές συσκευές.

Σε ανοιχτό χώρο μέτρησης και για κάθε μέτρηση είναι για πολλούς λόγους απαραίτητη η έγκαιρη καταγραφή των θερμοκρασιών των αντικειμένων και του εξοπλισμού μέτρησης – ιδιαιτέρως των μετρητικών κλιμάκων – και η χρήση αυτών προς διόρθωση των αποτελεσμάτων μέτρησης.

#### **4.11.9 Μέτρηση σχετικής υγρασίας αέρος**

##### *4.11.9.1 Εξοπλισμός μέτρησης υγρασίας*

Η υγρασία αέρος μπορεί να εξακριβωθεί με τη βοήθεια των ακόλουθως περιγραφόμενων μεθόδων μέτρησης.

##### *4.11.9.2 Υγρομετρική μέθοδος μέτρησης*

Η αποτελεσματικότητα του υγρομέτρου βασίζεται στη μεταβολή του μήκους ενός αισθητήρα (υγροσκοπική ίνα από τρίχα ή ειδικά επεξεργασμένη/ο πλαστική/ο κλωστή/νήμα) συναρτήσει της υγρασίας. Μετά από εκτεταμένη χρήση σε περιοχή με σχετική υγρασία μικρότερη του 40% πρέπει ο αισθητήρας ν' ανανεώνεται.

##### *4.11.9.3 Μέθοδος μέτρησης χωρητικότητας*

Αντί ενός αισθητήρα υγρασίας χρησιμοποιείται ένας πυκνωτής μ' ένα υγροσκοπικό πολύμετρο ως διηλεκτρικό. Συναρτήσει της περιεκτικότητας υγρασίας στον αέρα, εισέρχεται περισσότερο ή λιγότερο νερό μέσα στο πολύμετρο και προκαλεί μια μεταβολή της χωρητικότητας του πυκνωτή.

##### *4.11.9.4 Ψυχομετρική μέθοδος μέτρησης*

Το ψυχρόμετρο αποτελείται από 2 αποδέκτες θερμοκρασίας, εκ των οποίων ο ένας χρησιμοποιείται ως αποδέκτης θερμοκρασίας ξηρότητας και ο άλλος ως αποδέκτης θερμοκρασίας υγρασίας. Ο δεύτερος περιβάλλεται από ένα ύφασμα, το οποίο βρέχεται. Μέσω της εξάτμισης του νερού στον υγρό

αποδέκτη προκύπτει – υπό αντίστοιχη ταχύτητα αέρος- μια χαμηλότερη θερμοκρασία από εκείνη στον ξηρό αποδέκτη. Απ' αυτήν την ονομαζόμενη ψυχομετρική διαφορά θερμοκρασίας μπορεί, με τη βοήθεια πινάκων ή διαγραμμάτων ή μέσω αντιστοιχιών, να εξακριβωθεί η σχετική υγρασία αέρος. Η ψυχομετρική μέθοδος μέτρησης συνιστάται για μετρήσεις ελέγχου και για βαθμονόμηση άλλων οργάνων μέτρησης υγρασίας. Για ακριβείς μετρήσεις η ελάχιστη απαιτούμενη ταχύτητα αέρος είναι 2 m/s, για ταχύτητες μεγαλύτερες των 5m/s απαιτείται ένας ανεμοφράχτης.

#### *4.11.9.5 Μέτρηση υγρασίας με αισθητήρα λιθίου-χλωρίου (LiCl)*

Το στοιχείο μέτρησης λιθίου-χλωρίου αποτελείται από έναν αποδέκτη θερμοκρασίας μέσα σε μία μεταλλική ή γυάλινη θήκη, η οποία είναι επικαλυμμένη από έναν γυάλινο σωλήνα με μάλλινο ύφασμα και διαποτισμένη απ' το έντονα υγροσκοπικό LiCl. Μέσ' από ένα ηλεκτρικό πηνίο άνευ πυρήνος, το οποίο είναι συνδεδεμένο μέσω μίας πηγής τάσεως με ηλεκτρικό κύκλωμα, περνάει μέσω του διαλύματος LiCl ηλεκτρικό ρεύμα, το ζεσταίνει και εξατμίζει το νερό, το οποίο έχει προσληφθεί στο διάλυμα απ' τον αέρα του περιβάλλοντος. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του LiCl εξασθενεί, το ηλεκτρικό ρεύμα και η θερμοκρασία ελαττώνονται. Το LiCl μπορεί να λάβει ανανεωμένο νερό απ' τον αέρα, το ηλεκτρικό ρεύμα και η θερμοκρασία επανακάμπτουν μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ του εξατμιζομένου και του προσληφθέντος απ' τον περιβάλλοντα αέρα νερού σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία (θερμοκρασία ισορροπίας). Αυτή η θερμοκρασία μετρείται με τη βοήθεια του εντοιχισμένου αποδέκτη θερμοκρασίας και μέσω αντιστοιχων νομογραφημάτων μπορεί σε κάθε θερμοκρασία ισορροπίας ν' αντιστοιχηθεί ένα καθορισμένο σημείο υγροποίησης ή αλλιώς, μια «μερική πίεση ατμού». Γνωρίζοντας τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι έπειτα δυνατή μια ανάλογη αντιστοίχιση ως προς τη σχετική υγρασία αέρος.

#### **4.11.10 Τρέχουσα παρακολούθηση**

Όλες οι αναφερθείσες μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με επιπρόσθετες εγκαταστάσεις και για τηλεμέτρηση και για ρύθμιση. Κατά κανόνα είναι επαρκής μία μέτρηση ανά ώρα με έναν αισθητήρα περίπου στη μέση του χώρου μέτρησης. Για μετρήσεις στις οποίες η υγρασία αέρος έχει ιδιαίτερη σημασία ενδεχομένως να είναι απαραίτητος ο συχνότερος και σε περισσότερα σημεία του χώρου μέτρησης προσδιορισμός της υγρασίας.

Μετρητικό μηχανήμα	Εύρος μέτρησης		Αβεβαιότητα	Σχετική υγρασία *)
	Σχετική υγρασία %	Θερμοκρασία αέρος °C	Σημείο υγροποίησης K	%
Υγρόμετρο τριχός	>40	-10 μέχρι +50		5
Μηχανήματα χωρητικότητας	>0	-40 μέχρι +110	0,3	2 μέχρι 3
Ψυχρόμετρο	>0	-10 μέχρι +60	0,3	0,5 μέχρι 2
Υγρόμετρο υγροποίησης με LiCl	>10	-50 μέχρι +50	0,5 μέχρι 1	1 μέχρι 3
Ηλεκτρολυτικό υγρόμετρο	>20	-40 μέχρι +100		3
Υγρόμετρο απεικόνισης υγροποίησης	>0	-20 μέχρι +40	0,5	1 μέχρι 2

**Πίνακας 4.12** Αβεβαιότητα των περιγραφομένων και περαιτέρω μηχανημάτων μέτρησης υγρασίας

\*) ιδιαίτερα στενά εξαρτημένη απ' την εκάστοτε κατάσταση του αέρα: οι δοθείσες τιμές ισχύουν μόνο υπό κανονικές συνθήκες και μπορούν να υπερβληθούν

#### **4.11.11 Μέτρηση ταχύτητας αέρος**

Όταν οι μετρήσεις ταχύτητας αέρος είναι απαραίτητες, πρέπει να διεξάγονται μέσα σε πλήρως εντοιχισμένο και εξοπλισμένο χώρο μέτρησης.

##### 4.11.11.1 Εξοπλισμοί μέτρησης ταχύτητας αέρος

Για τη μέτρηση της ταχύτητας αέρος μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ακόλουθως περιγραφόμενα μηχανήματα.

##### 4.11.11.1.1 Ανεμόμετρο με έλικα

Η αρχή για την εν λόγω μέτρηση συνίσταται στο ότι ένας έλικας τίθεται, μέσω του ρεύματος αέρος, σε μία ταχύτητα περιστροφής εξαρτημένη από εκείνη του ρεύματος. Οι παραδοσιακές μορφές αυτών των μηχανημάτων είναι εξοπλισμένες με έναν μετρητή που καταγράφει το πλήθος των περιστροφών σ' ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 1 λεπτό). Απ' αυτή τη διαδικασία δύναται να εξακριβωθεί η μέση ταχύτητα αέρος σε m/s. Στο ηλεκτρονικό ανεμόμετρο με έλικα η ταχύτητα μπορεί ν' αναγνωστεί απ' ευθείας σε m/s. Το εύρος μέτρησης κυμαίνεται, σύμφωνα με τον τρόπο εκτέλεσης της μέτρησης, μεταξύ 0,5 ÷ 50 m/s.

#### 4.11.11.1.2 Ανεμόμετρο θερμαινόμενου αγωγού και θερμικό ανεμόμετρο

Στο ανεμόμετρο με θερμαινόμενο αγωγό του οποίου η αντίσταση μεταβάλλεται συναρτήσει της θερμοκρασίας αποσπάται ενέργεια από τον αγωγό αυτό, δηλαδή ψύχεται, μέσω του ρεύματος αέρος που τον περιβάλλει. Ο προκείμενος αγωγός, που ψύχεται περισσότερο ή λιγότερο σύμφωνα με την ταχύτητα του αέρα, τοποθετείται σε μία γέφυρα κατανομής ηλεκτρικών αγωγών του Wheatson. Με μια ηλεκτρική αποτίμηση των αποτελεσμάτων μπορεί η ταχύτητα του αέρα να διαβάζεται απ' ευθείας σε m/s. Εύρος μέτρησης  $0,1 \div 3,0$  m/s.

**Το θερμικό ανεμόμετρο** αποτελείται από δύο αποδέκτες θερμοκρασίας που βρίσκονται μέσα στο ρεύμα αέρος. Ο ένας μετράει τη θερμοκρασία του αέρα, ο άλλος θερμαίνεται ηλεκτρικά. Όσο υψηλότερη είναι η ταχύτητα του αέρα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απορρόφηση θερμότητας απ' τον θερμαινόμενο αποδέκτη. Η αφαιρεθείσα θερμότητα πρέπει να επαναδιοχετευτεί στον αποδέκτη υπό τη μορφή ηλεκτρικού ρεύματος. Το ηλεκτρικό ρεύμα αποτελεί, συνεπώς, ένα μέτρο για την ταχύτητα του αέρα. Με μια ηλεκτρονική αποτίμηση των αποτελεσμάτων μπορεί η ταχύτητα του αέρα να διαβάζεται απ' ευθείας σε m/s. Διαθέσιμο εύρος, σύμφωνα με τον τρόπο εκτέλεσης της μέτρησης  $0,05 \div 50$  m/s.

#### ***4.11.12 Μέθοδος καθορισμού και παρακολούθησης των βαθμών καθαρότητας αέρος.***

Ο καθορισμός και η παρακολούθηση του απαιτούμενου βαθμού καθαρότητας του αέρα κατορθώνεται γενικά με οπτικό μετρητή σωματιδίων, τον ονομαζόμενο "μετρητή σωματιδίων με διάχυση φωτός". Σ' αυτή την περίπτωση μια ακτίνα φωτός κατευθύνεται πάνω σ' ένα σύστημα μέτρησης, μέσω του οποίου αντλείται σ' έναν συγκεκριμένο χρόνο μια καθορισμένη ποσότητα αέρα (π.χ.  $1\text{ft}^3/\text{min} = 28,3$  l/min). Το διάχυτο φως που εκλείεται από κάθε ένα σωματίδιο ξεχωριστά αποτελεί ένα μέτρο για το μέγεθος των σωματιδίων. Τα σωματίδια μετρούνται αυτόματα και ταξινομούνται σε κατηγορίες μεγέθους. Με τη μέθοδο της μεμβράνης φιλτραρίσματος εξασφαλίζεται μέσω ενός ειδικού φίλτρου μια παροχή αέρος το λιγότερο 28 l/min. Έπειτα τα σωματίδια μετρούνται "με τα χέρια" κάτω από ένα μικροσκόπιο. Η μέθοδος στην πράξη, περιορίζεται στους βαθμούς καθαρότητας του αέρα  $\geq 5$  ( $\geq 10\ 000$ ), επειδή είναι δύσκολο να μετρηθούν σωματίδια  $< 10$   $\mu\text{m}$ .

#### ***4.11.13 Μέθοδοι και συσκευές μέτρησης ταλαντώσεων***

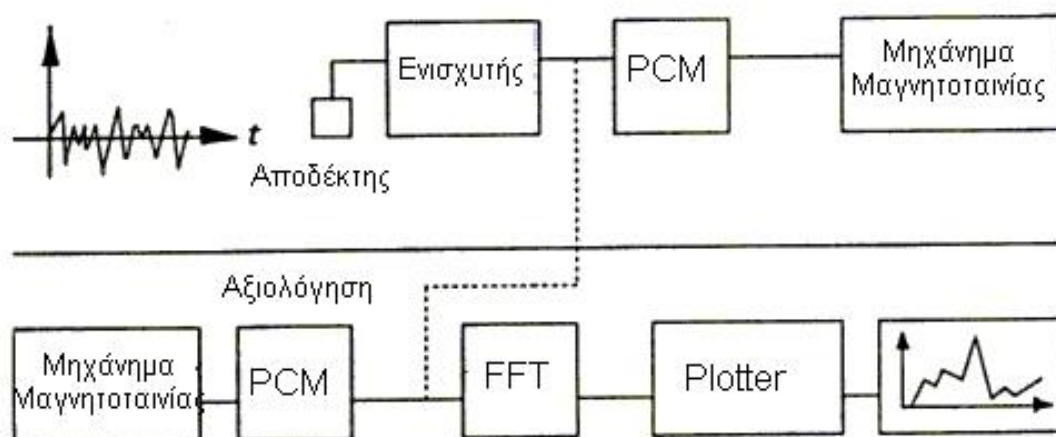
Κατά τις μετρήσεις ταλαντώσεων καταγράφονται τα μεγέθη ταλαντώσεων που ορίζονται ως το πλάτος μετατόπισης, ταχύτητας ή επιτάχυνσης μέσα στο χρόνο. Η επιλογή του τύπου και του εξοπλισμού μέτρησης εξαρτάται απ' τη μορφή των εργασιών. Κατά τη μέτρηση πρέπει μαζί με τα πλάτη να λαμβάνεται και η κατανομή του φάσματος μέσα σ' ένα εύρος από  $f = 1$  Hz μέχρι 100 Hz και με βήμα από 0,25 Hz μέχρι 0,5 Hz. Βασικά κάθε μέγεθος



ταλάντωσης (μετατόπιση, ταχύτητα, επιτάχυνση ταλάντωσης) μπορεί να μετρηθεί και να προσεγγιστεί προς εκτίμηση. Σύμφωνα με το DIN 415 – 1 μέχρι –3 προτιμάται για την αναζήτηση του εδάφους στήριξης η μέτρηση της ταχύτητας ταλάντωσης συναρτήσει της συχνότητας και για τη διερεύνηση ταλαντώσεων έδρασης ανά σημείο και μηχανημάτων η μέτρηση της επιτάχυνσης συναρτήσει της συχνότητας. Για τη μέτρηση μηχανικών ταλαντώσεων σε θέση εργασίας βλέπε DIN 45671 όπως και VDI 2057 φύλλο 4.1. Σε κάθε μέτρηση πρέπει να δίνεται προσοχή στο να μην επηρεάζεται, κατά το δυνατόν, καθόλου ή μόνο ελάχιστα το μετρούμενο μέγεθος από τη μετρητική διάταξη. Οι συνδεδεμένες μάζες της μετρητικής συσκευής πρέπει να είναι μικρές έναντι των κινητών. Ο αποδέκτης πρέπει να προσκολλάται στο αντικείμενο μέτρησης σταθερά και χωρίς ελαστικές ενδιάμεσες δυνατότητες (π.χ. επιστροφή δαπέδου).

#### 4.11.13.1 Μετρητικός εξοπλισμός μέτρησης ταλαντώσεων

Ακολουθεί η περιγραφή μιας μετρητικής αλυσίδας για την πρόσληψη και επεξεργασία κτιριακών ταλαντώσεων. Σχήμα A2.



**Σχήμα 4.14** Μετρητική αλυσίδα της μέτρησης ταλαντώσεων

#### Αποδέκτης ταλαντώσεων

Για τη μέτρηση των οριζοντίων και καθέτων συνιστωσών των ανακυπτώντων ταλαντώσεων εδάφους στήριξης και των κτιριακών διατίθενται για κάθε ένα απ' τα τρία μετρητικά μεγέθη ταλάντωσης (μετατόπιση, επιτάχυνση και ταχύτητα) αποδέκτες, με τους οποίους τα αναφερθέντα μεγέθη μπορούν άμεσα να μετρηθούν. Οι αποδέκτες πρέπει να καλύπτουν το εύρος συχνοτήτων μεταξύ περίπου 1Hz και 100Hz και το σχετικό εύρος πλάτους.

#### Ενισχυτής / Φίλτρο

Συναρτήσει του παρατιθέμενου αποδέκτη ταλαντώσεων πρέπει να χρησιμοποιείται ένας αντίστοιχος ενισχυτής (π.χ. μετρητικός ενισχυτής φερουσών συχνοτήτων, ενισχυτής τάσης και ενισχυτής φόρτισης). Είναι σκόπιμο ν' απαλείφονται με βοήθεια ενός ζωνοπερατού φίλτρου χαμηλής συχνότητας ταλαντώσεις <0,5 Hz και ταλαντώσεις >100Hz.

Καταγραφικά μηχανήματα

Απαραίτητο στοιχείο της αλυσίδας μετρήσεων αποτελεί ένα καταγραφικό μηχανήμα με το οποίο μπορούν γραμμικά να καταγραφούν τα μετρητικά σήματα μέχρι μιας συχνότητας των 100Hz.

Μηχάνημα στατιστικής ανάλυσης

Τα μετρούμενα ταλαντωτικά σήματα δεν έχουν, κατά κανόνα, ομοιόμορφη εξέλιξη, επειδή συχνά καλύπτονται από εσωτερικές, εντός του κτιρίου ανακτύπουσες ταλαντώσεις (π.χ. κίνηση πεζών, περονοφόρα, μηχανές) όσο και έξωθεν του κτιρίου επιδρώσες παρεμβολές (π.χ. κίνηση φορτηγών, τρένου). Με μηχανήματα στατιστικής ανάλυσης μπορούν ν' αναπτυχθούν από τα μετρητικά σήματα συναρτήσεις πιθανότητας ή αθροιστικές καμπύλες κατανομής. Τέτοιου είδους μηχανήματα πρέπει στο εκάστοτε πλάτος σήματος να ενεργοποιούνται θετικά ή αρνητικά.

Ταχύς μετασχηματισμός Fourier

Σε πολλές περιπτώσεις το φάσμα συχνοτήτων της ταχύτητας ταλάντωσης χρίζει ανάλυση (ενεργός τιμή της ταχύτητας ταλάντωσης συναρτήσει της συχνότητας). Κατά την ανάπτυξη του φάσματος θα πρέπει το εύρος περιοχής του φίλτρου (Filterbandbreite) να ανέρχεται σε 1Hz (0,8 Hz, ..., 1,25 Hz) και να δίνεται ένας επαρκής μέσος όρος των στοιχείων. Πρέπει να δίνεται η χρονική διάρκεια, κατά την οποία δίνεται ο μέσος όρος.

#### **4.11.14 Καθορισμός θέσεων μέτρησης**

Η επιλογή των θέσεων μέτρησης εξαρτάται απ' τη μορφή των εργασιών. Στην περίπτωση στατικών ταλαντώσεων τα μεγέθη ταλαντώσεων μετρώνται κατά προτίμηση στις θέσεις με τα μεγαλύτερα πλάτη, στην περίπτωση ταλαντώσεων μεταβατικής μορφής σε γεωμετρικά σημειωμένες θέσεις. Οι μετρήσεις προέρχονται και από τους τρεις άξονες χώρου σε περισσότερες θέσεις. Αυτές πρέπει σκοπίμως να καθορίζονται ήδη κατά τον σχεδιασμό.

#### **4.11.15 Διάρκεια μέτρησης**

Για την άφυγη ανίχνευση των ταλαντώσεων πρέπει αυτές να μετρώνται σε διαφορετικά χρονικά σημεία της ημέρας και στην κατάλληλη στιγμή, κατά προτίμηση 3 φορές ημερησίως σε ένα εκάστοτε χρονικό διάστημα μεταξύ 5 και 10 λεπτών, σε περίπτωση δε ισχυρών ταλαντωτικών μεταβολών ακόμα και για περισσότερες ημέρες.

#### **4.11.16 Αξιολόγηση των πληροφοριών μέτρησης**

Και στους 3 άξονες του χώρου πρέπει η μετατόπιση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση ταλάντωσης να μετρώνται και να τεκμηριώνονται σ' ένα εύρος από  $f = 1$  Hz μέχρι 100 Hz με βήμα των 0,25 Hz ή 0,5 Hz. Οι μετρούμενες τιμές δεν επιτρέπεται να υπερβαίνουν τις κετευθυντήριες γραμμές που ως επί το πλείστον, για μία μετρητική εγκατάσταση ή κλάση χώρων μέτρησης,

παριστάνονται ως προς τις συχνότητες εντός των οριακών καμπυλών ή των μεγίστων πλατών.

Για τις μετέπειτα τιμές σύγκρισης δεν πρέπει απ' τα πρωτόκολλα μέτρησης να παραλείπονται πληροφορίες ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιηθέντων μετρητικών μηχανημάτων, ως προς την αβεβαιότητα και το είδος της μέτρησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

#### 5.1 Υποδομή

Το εργαστήριο διαθέτει όργανα και μηχανές ακριβείας μετρήσεως μηκών, γωνιών, ελέγχου επιπεδότητας και παραλληλότητας επιφανειών, συσκευή μετρήσεως τραχύτητας επιφανειών, όργανα ελέγχου κνωδάκων, οδοντωτών τροχών και σπειρωμάτων, σειράς ελεγκτήρων και αντελεγκτήρων, συσκευή ελέγχου της συνέχειας των υλικών με υπερήχους, συσκευή παραγωγής προτύπου μήκους με συμβολή μονοχρωματικού φωτός, κα.

*Χώροι:* Οι χώροι που διαθέτει το εργαστήριο είναι οι ακόλουθοι:

Γραφείο Διευθυντή Εργαστηρίου (Κτήριο Ε, 1<sup>ος</sup> όροφος)

Γραφείου Υπευθύνου Ποιότητας - Τεχνικού Υπευθύνου (Κτήριο Ε, 1<sup>ος</sup> όροφος)

Γραφείο Υπευθύνου Εξυπηρέτησης Πελατών και Υπευθύνου Προμηθειών (Κτήριο Ν, ισόγειο)

Χώρος Ελεγχόμενων Συνθηκών (Κτήριο Ν, υπόγειο)

Βοηθητικός Χώρος Αίθουσας Ελεγχόμενων Συνθηκών (Κτήριο Ν, υπόγειο)

Χώρος Εργαστηριακών Ασκήσεων (Κτήριο Ν, υπόγειο)



**Σχήμα 5.1** Χώρος εργαστηριακών ασκήσεων

Περιγράφεται στη συνέχεια ο Χώρος Ελεγχόμενων Συνθηκών του Μετροτεχνικού Εργαστηρίου:

Για την δημιουργία ελεγχόμενων συνθηκών για διαστασιακές μετρήσεις ακριβείας και των έκδοση πιστοποιητικών διακρίβωσης με καταγεγραμμένη την ακρίβεια των μετρήσεων και υπολογισμένη την αβεβαιότητά τους έχει δημιουργηθεί χώρος ελεγχόμενων συνθηκών. Οι δυνατότητες του χώρου αυτού (αίθουσα μετρήσεων) πληρούν τις πιο κάτω συνθήκες:

- Σταθερή θερμοκρασία
- Απαλλαγή από δονήσεις
- Ελεγχόμενη υγρασία αέρα
- Καθαριότητα και απαλλαγή από σκόνη
- Ικανοποιητικός χώρος για άνετη εργασία

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι αυτόματη από σύστημα κλιματισμού. Η θερμοκρασία διατηρείται σε όριο δυνατών αποκλίσεων  $\pm 0.5$  C από την κανονική θερμοκρασία των 20 C (που είναι ακριβώς ίση με 68 F).

Οι τοίχοι τα δάπεδα και η οροφή είναι κατάλληλα θερμομονωμένοι.

Εισαγωγή θερμού ή ψυχρού αέρα από την οροφή ή το δάπεδο με πολύ μικρή ταχύτητα για την αποφυγή στροβιλισμών που συνεπάγεται την ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο. Τοποθέτηση σε μικρές αποστάσεις ισχυρών λαμπτήρων είναι αιτία μιας τοπικής διέγερσης της θερμοκρασίας.

Ακριβή θερμομόμετρα έχουν τοποθετηθεί σε διάφορα σημεία του χώρου μετρήσεων για έλεγχο του αυτόματου συστήματος ρύθμισης της θερμοκρασίας.

Ο χώρος είναι απαλλαγμένος από δονήσεις πολύ σημαντική συνθήκη για ακριβείς μετρήσεις.

Η τοποθέτηση της μετρητικής μηχανής σε μονομπλόκ από τσιμέντο. Ελαφρές δονήσεις από το κτίριο στο πάτωμα από 1Hz μέχρι 100 Hz θα αποσβένονται από μονωτικά ISOLATOR μαξιλάρια από μαλακό λάστιχο.

Ο χώρος ελέγχεται για δονήσεις με επιταχυνσιόμετρα.

Αν η σχέση υγρασίας αέρος υπερβαίνει το  $50 \pm 2$  % τότε τα μηχανήματα θα διαβρωθούν. Προβλέπεται αυτόματη ρύθμιση υγρασίας (πλήρες σύστημα κλιματισμού).

Καθαριότητα και απαλλαγή από σκόνη για να μη φθείρονται τα μηχανικά μέρη και δημιουργούνται ορατές γρατσουνιές

Τοποθετήθηκε αντιστατικό δάπεδο ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία σκόνης. Πάτωμα και οροφή βαμμένα λευκά.

Το σύστημα κλιματισμού έχει ενσωματωμένα φίλτρα καθαρισμού του αέρα ώστε να αφαιρείται η σκόνη.

Ικανοποιητικός χώρος για άνετη εργασία.

Διαθέσιμος χώρος για τα προς μέτρηση κομμάτια, και όλα τα αντικείμενα που πρέπει να τοποθετούνται για ορισμένες ώρες στο χώρο ελεγχόμενων συνθηκών ώστε να επιτευχθεί εξίσωση θερμοκρασίας.

Όλα τα ανωτέρω προβλέπονται στις Γερμανικές προδιαγραφές VDI/VDE 2627 οι οποίες μεταφράστηκαν στα ελληνικά από στελέχη του εργαστηρίου και οι οποίες αναμένονται σύντομα να καθιερωθούν από τον ΕΛΟΤ σαν ελληνικό πρότυπο.

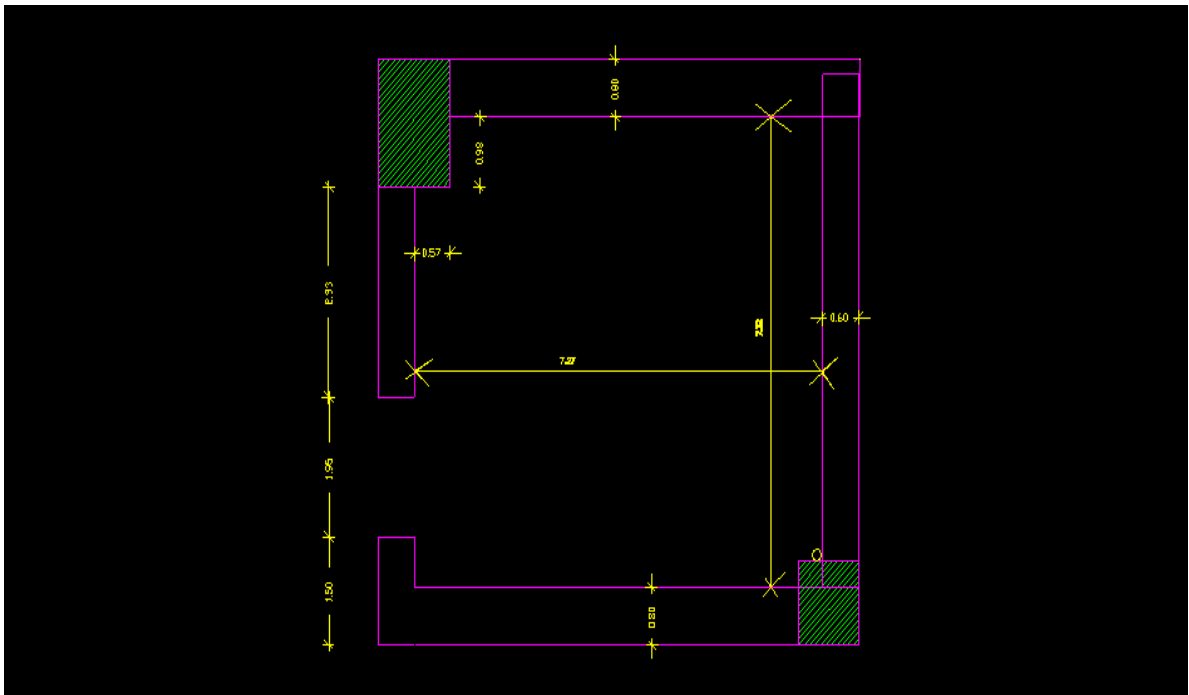
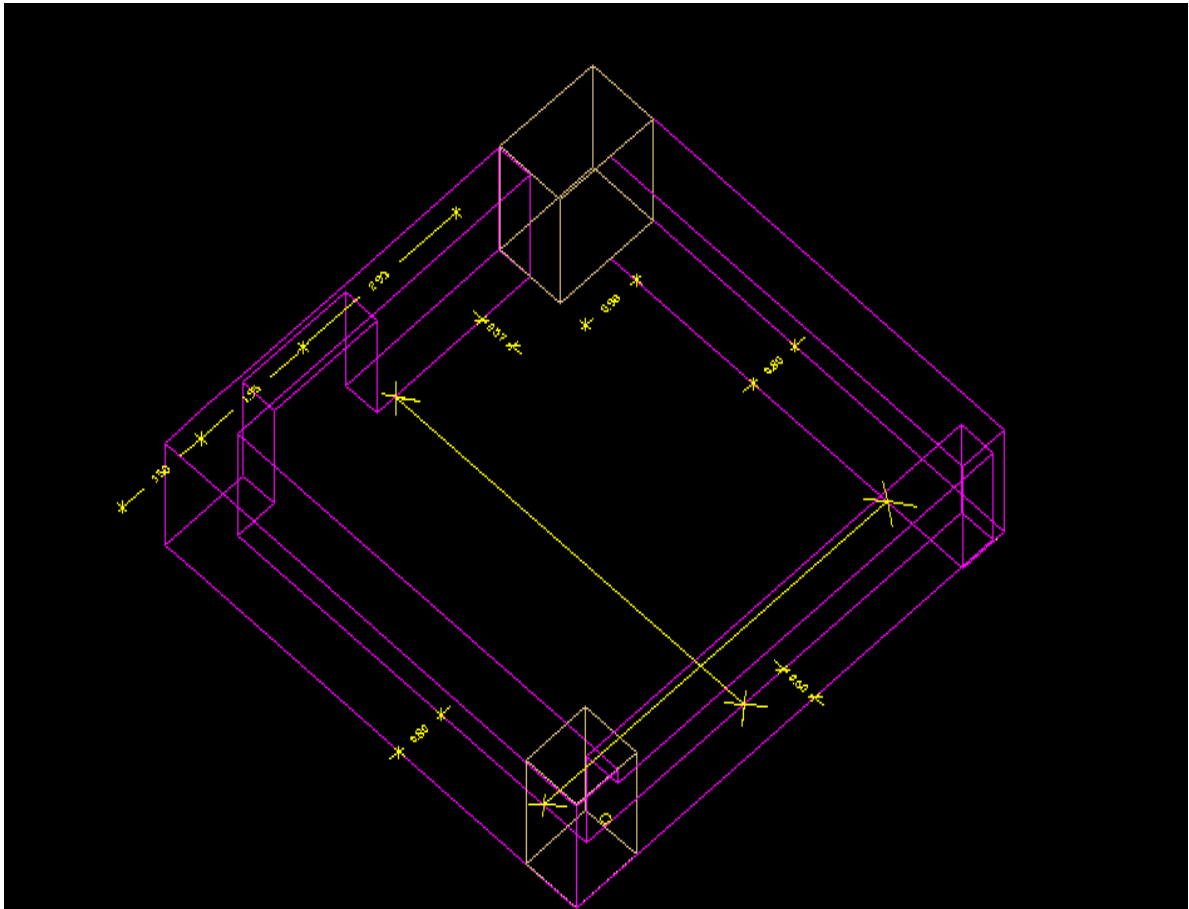
Το αντικραδασμικό δάπεδο έχει διαστάσεις  $4 * 4$  m και είναι ανεξάρτητο από το υπόλοιπο κτίριο.

Επίστρωση του δαπέδου της αίθουσας με αγωγίμο εποξειδικό σύστημα.

Υπάρχει προθάλαμος εισόδου με σύστημα air lock στην αίθουσα με σκοπό την διατήρηση των ελεγχόμενων συνθηκών μετρήσεων.

Έχουν τοποθετηθεί δύο πάγκοι από γρανίτη βαρέως τύπου διαστάσεων  $3000*1000*300$  mm.

Ένα γενικό σχέδιο του εργαστηρίου παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα 5.2** Κάτοψη εργαστηρίου και 3D απεικόνιση

## 5.2 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός

### 5.2.1 Data Logger

Το Data Logger που χρησιμοποιεί το εργαστήριο είναι το **HBM MGCplus**. Γενικά το HBM είναι ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα (αισθητήρια, ενισχυτές, λογισμικό) για την μέτρηση δύναμης, στρέψης, πίεσης, παραμόρφωσης, μετατόπισης, ροπής, επιτάχυνσης.

Τα συστήματα μέτρησης αποτελούνται από μεμονωμένους ενισχυτές μέχρι πολυκαναλικά συστήματα παράλληλης ή πολυπλεκτικής σάρωσης για χιλιάδες κανάλια εισόδου.

Το πρόγραμμα διαιρείται στην **ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ και ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ** σειρά.

Το MGCplus είναι ένα πολυκαναλικό σύστημα παράλληλης σάρωσης, μεγάλης ακριβείας κτιζόμενο σε χιλιάδες κανάλια. Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπως βαθμονόμηση, κατασκευή, ζύγισμα, πειραματική ανάλυση των τάσεων και δοκιμή αντοχής. Ο ενσωματωμένος πρότυπος Η/Υ, οι 2 PCMCIA υποδοχές και η αρθρωτή αρχιτεκτονική του MGCplus επιτρέπει στο χρήστη να επεκτείνει το σύστημα του. Μπορεί να προσθέσει νέες λειτουργικές μονάδες (modules) έτσι ώστε να ταιριάξει στις εναλλασσόμενες απαιτήσεις.

Όταν ο χρήστης θέλει να μετρήσει δυνάμεις, μετατοπίσεις, πιέσεις, θερμοκρασίες, ροπές, επιταχύνσεις, τάσεις, παραμορφώσεις, ηλεκτρικές τάσεις και εντάσεις, συχνότητες και αντιστάσεις- σε χαμηλές ή υψηλές ταχύτητες- θα βρει το MGCplus κατάλληλο για τις απαιτήσεις του.

**Αρθρωτή αρχιτεκτονική:** Οι μονοκάναλες λειτουργικές μονάδες μέτρησης περιέχουν μέχρι 5 αναλογικά σήματα (μεικτό, καθαρό, μέγιστο, ελάχιστο, από κορυφή σε κορυφή, τα οποία μπορούν να τροφοδοτηθούν σε δύο αναλογικές εξόδους κατ' επιλογήν. Οι λειτουργίες του hardware όπως η ζύγιση και η παράμετρος μεταφοράς μπορούν να ελεγχθούν από επαφές συμβατές μέσω PLC.

Επειδή το MGCplus είναι ένα αρθρωτό σύστημα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τα στοιχεία που χρειάζεται για τις μετρήσεις του. Όλο το σύστημα μπορεί να είναι πλήρως ελεγχόμενο από Η/Υ. Για χειροκίνητο χειρισμό ο χρήστης μπορεί να καλέσει όλες τις λειτουργίες που χρησιμοποιούν μια οθόνη και έναν πίνακα ελέγχου.

Οι πολυκάναλες λειτουργικές μονάδες του MGCplus μεγιστοποιούν τους αριθμούς των λειτουργιών, ελαχιστοποιούν τις χωρητικές απαιτήσεις και παρέχουν έναν εξαιρετικό λόγο τιμής-απόδοσης.



**Σχήμα 5.3** MGCplus

Το MGCplus του εργαστηρίου αποτελείται από 3 πλακέτες σύνδεσης AP01 για μονοκάναλους ενισχυτές (AP connection boards) οι οποίες είναι AP με 15-pin D socket

4 πλακέτες σύνδεσης AP για πολυκάναλους ενισχυτές οι οποίες είναι οι εξής:

- α) 2 πλακέτες AP835 με Lemo socket για 8 PT 100 (αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας)
  - β) 1 πλακέτα AP801 με βιδωτά τερματικά για οκτώ εισόδους  $\pm 10\text{ V}$  ( $0/10\text{V}$ )
  - γ) 1 πλακέτα AP402i σύνδεσης η οποία καταγράφει τάσεις και εντάσεις ρευμάτων από τα επιμέρους κανάλια του συστήματος MGCplus. Η πλακέτα σύνδεσης μπορεί να συνδυαστεί με την μονάδα ενισχυτή ML801B. Τα όρια των μετρήσεων  $\pm 1\text{ V}$ ,  $\pm 10\text{ V}$  and  $\pm 60\text{ V}$  είναι διαθέσιμα για την μέτρηση των τάσεων, οι εντάσεις των ρευμάτων μετρούνται μέχρι τα  $\pm 20\text{ mA}$ .
- 1 πλακέτα σύνδεσης για ειδικές λειτουργικές μονάδες την AP75 που έχει 8 ψηφιακές εισόδους και εξόδους καθώς και δύο αναλογικές εισόδους.

**MGCplus software:** Τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται και θα επεξηγηθούν πιο αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο είναι τα:

Catman Professional  
DIAdem  
BEAM (AMS)  
LabView, DasyLab

Οι τρεις πλακέτες AP01 συνδέονται με το PCB 482A22 το οποίο είναι ένας επεξεργαστής σημάτων.

**PCB 482A22:** Το μοντέλο 482A22 είναι ένας τετρακάναλος, επεξεργαστής σήματος (τροφοδοτούμενος από το δίκτυο) και χρησιμοποιείται για τα συστήματα αισθητήρων ICP. Αυτή η μονάδα παρέχει σταθερό ρεύμα διέγερσης στον ενσωματωμένο αισθητήρα ενισχυτή και διαχωρίζει το εναλλασσόμενο σήμα (AC) από τη DC πόλωση τάσης.

Η μονάδα επίσης περιέχει διάταξη για παρακολούθηση βλάβης ενός καναλιού, καθώς επίσης και διάταξη για εξωτερική μεταβολή του σταθερού ρεύματος



εξόδου πάνω από ένα όριο 2 έως 20 mA. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει εργοστασιακή ρύθμιση στα 4mA.

*Περιγραφή:* Το μοντέλο 482A22 τροφοδοτείται εξωτερικά από το μοντέλο 488A04. Το πίσω μέρος του πάνελ περιέχει υποδοχές BNC για είσοδο των αισθητήρων και υποδοχές BNC για συνδέσεις σημάτων εξόδου.

Η AC πληροφορία σήματος διαχωρίζεται από το επίπεδο πόλωσης του αισθητήρα μέσω ενός πυκνωτή σύζευξης και εξέρχεται στις εξωτερικές υποδοχές.

Η οθόνη αποτελείται από ένα μετρητή στο μπροστινό πάνελ χρωματικού κώδικα και από έναν διακόπτη επιλογή τεσσάρων θέσεων. Ο διακόπτης επιλέγει την τάση πόλωσης σε κάθε κανάλι και το εμφανίζει στο μετρητή του μπροστινού πάνελ. Τα χαρακτηριστικά του μοντέλου καθώς και μια εικόνα του παρουσιάζονται παρακάτω.

Αριθμός Μοντέλου	482A22
Στύλ	Χαμηλού θορύβου εναλλασσόμενο και συνεχές ρεύμα
Κανάλια	4 κανάλια
Αισθητήρας διέγερσης	26Volt, 2 έως 20mA
Κέρδος	unity
Απόκριση στις χαμηλές συχνότητες (-5%)	<0.1Hz
Απόκριση στις υψηλές συχνότητες (-5%)	>1MHz
Ευρυζωνικός θόρυβος (στην ενότητα κέρδους)	<3.25μν rms
Απαιτούμενη ισχύς	36VDC 120mA
Υποδοχείς εισόδου/εξόδου	BNC/BNC
Εξωτερική ικανότητα DC	NAI
Είσοδος τροφοδοσίας DC	DIN
Μέγεθος (ύψος x πλάτος x βάθος)	(16 x 6 x 28 cm)
Βάρος	756 gr

**Πίνακας 11** Επεξεργαστής σήματος



**Σχήμα 5.4** PCB 482A22

### 5.2.2 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στο μετροτεχνικό εργαστήριο διακρίνονται ανάλογα με το φυσικό μέγεθος που μετρούν και είναι οι εξής:

Αισθητήρες πίεσης και διαφορικής πίεσης  
Αισθητήρες μέτρησης της ταχύτητας του αέρα  
Αισθητήρες κίνησης  
Αισθητήρες μέτρησης της υγρασίας\ θερμοκρασίας  
Αισθητήρες μέτρησης ατμοσφαιρικής σκόνης

Στη συνέχεια θα αναφερθούν αναλυτικά αυτοί οι αισθητήρες καθώς και τα χαρακτηριστικά τους.

#### Αισθητήρες πίεσης και διαφορικής πίεσης:

Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες είναι τύπου 4304

**Γενική εφαρμογή:** Οι αισθητήρες πίεσης και διαφορικής πίεσης τύπου 4304 είναι κατάλληλοι για την μέτρηση υπερπιέσεων, υποπιέσεων (χαμηλών πιέσεων-κενού) και διαφορικών πιέσεων μη διαβρωτικών αερίων.

Οι προτεινόμενοι τομείς εφαρμογής των αισθητήρων είναι η θέρμανση ο αερισμός και ο κλιματισμός, οι μετρήσεις στάθμης (bubbling-through method), μέτρηση της ροής και παρακολούθηση, η τεχνολογία φιλτραρίσματος.

Ύστερα από αίτημα του χρήστη, το όργανο μέτρησης μπορεί να διατεθεί με οθόνη LC ή με οθόνη LC και περιορισμένες επαφές.

Τεχνικά δεδομένα

Συνθήκες αναφοράς Αναφερόμενες στο DIN 16086 και DIN IEC 770/5.3	Χρόνος απόκρισης $\leq 20$ msec
Όριο υπερφόρτωσης Όρια 0—400 mbar 5 x πλήρους κλίμακας Όρια πάνω από 400 mbar 2 x πλήρους κλίμακας	Σταθερότητα ανά έτος $\leq 0,5\%$ της πλήρους κλίμακας <b>Κυματισμός</b> μέγιστο 1 V <sub>pp</sub>
Μέγιστη πίεσης συστήματος (για $\Delta p$ μετρήσεις) 1 bar (σε κάθε πλευρά)	Μέγιστο ρεύμα λήψης περίπου 25mA
Μέρη σε επαφή με το μέσο Ni, Al, CuBe, PU	Σφάλμα τάσης τροφοδοσίας $\leq 0.02\%$ ανά V
Έξοδος περιβάλλοντος 0—10 V burden $\geq 2$ k $\Omega$	Επιτρεπόμενη θερμοκρασία -10 εως +50°C

0/4—20 mA burden  $\leq 500\Omega$   
4—20 mA burden  $\leq (U_B - 12 \text{ V}) / 0.02 \text{ A}$   
**αποθήκευση**  
2-καλωδίων

Σφάλμα Burden  
του μέσου  
 $\leq 0.2\%$

Μηδενική μετατόπιση  
συμβατότητα  
 $\leq 0.5\%$  πλήρους κλίμακας  
πρότυπα EN 50 081-1  
και EN 50 082-1  
Σφάλμα θερμοκρασίας περιβάλλοντος  
Μέσα στο όριο +10 έως +50°C  
VAC  
(αντισταθμισμένη περιοχή θερμοκρασιών)  
πλήρους κλίμακας  
Μηδενισμός:  $\leq 0.02\%/^{\circ}\text{C}$  τυπική,  
του ορίου  
 $\leq 0.05\%/^{\circ}\text{C}$  μέγιστο.  
Βαθμονόμιση:  $\leq 0.02\%/^{\circ}\text{C}$  τυπική,  
μέγιστο 400g περίπου

Χαρακτηριστικά  
standard: Γραμμικό  
Ύστερα από αίτηση: τετραγωνικής ρίζας

Απόκλιση από την χαρακτηριστική  
 $\leq 1\%$  της πλήρους κλίμακος

Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται οι διαστάσεις καθώς και μια εικόνα του  
JUMO 4304 αισθητήρα πίεσης του εργαστηρίου



**Σχήμα 5.5** Αισθητήρας πίεσης JUMO 4304

## Θερμοκρασία

-10 έως +70°C

Επιτρεπόμενη θερμοκρασία  
-10 έως +50°C

Ηλεκτρομαγνητική

Αναφέρεται στα βασικά

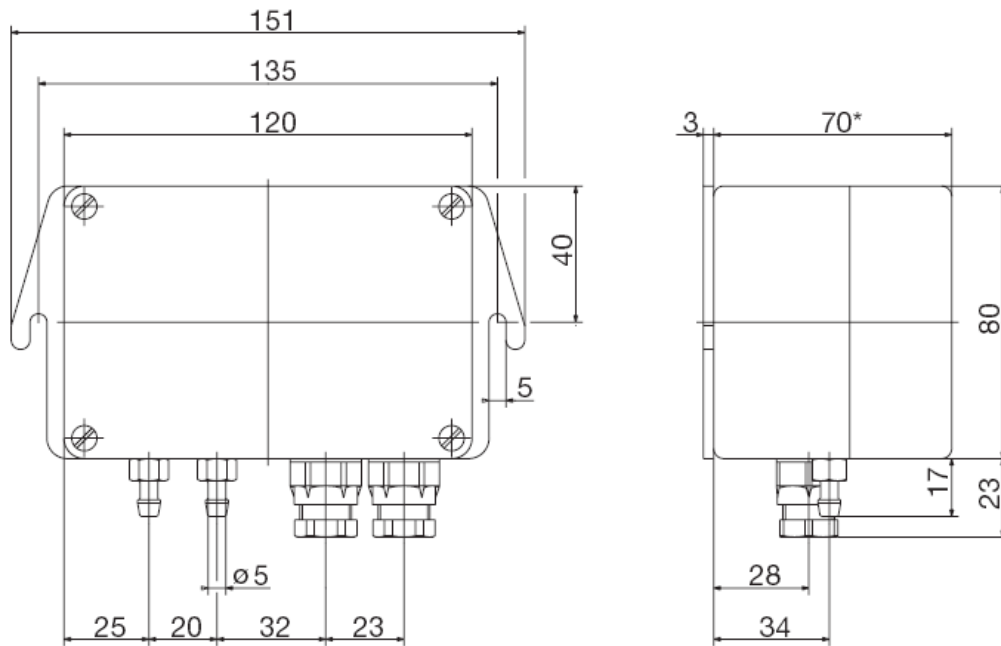
Όρια επαφών  
Αξιολόγηση επαφής: 6A, 230

Ρύθμιση: 0-100%

Διαφορική: ρύθμιση, 1-99%

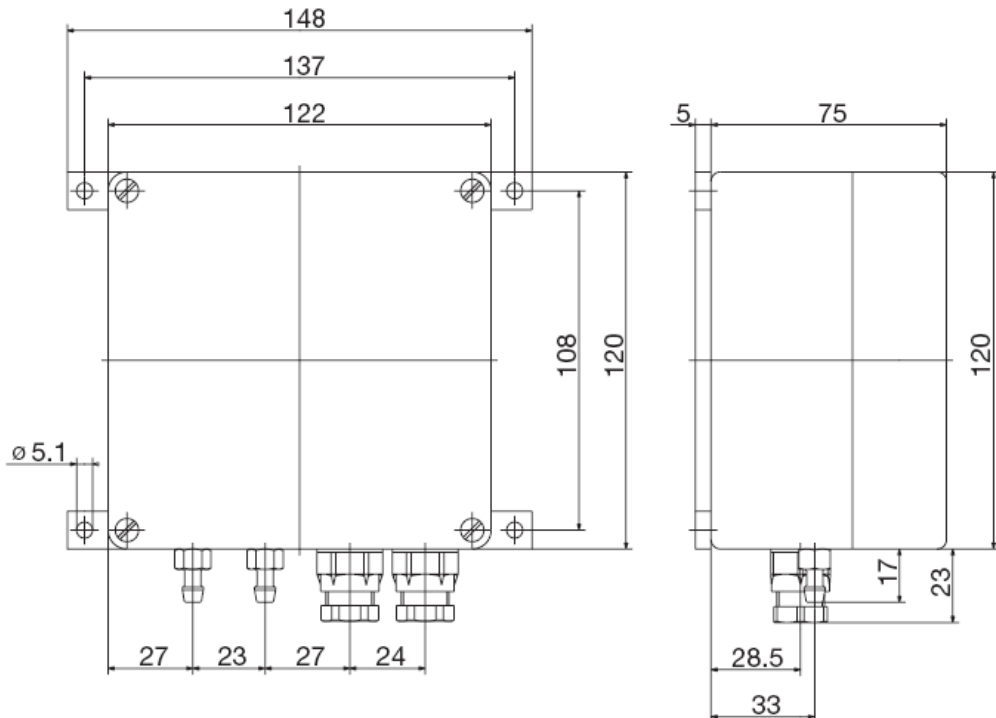
**Βάρος**  $\leq 0.05\%/^{\circ}\text{C}$

# Dimensions



\* 80 for basic type extensions "011", "012", "014", "015" and square root

## Dimensions for ranges $\leq 40$ Pa (with automatic zeroing)



**Σχήμα 5.6** Διαστάσεις του αισθητήρα πίεσης

## Αισθητήρες θερμοκρασίας/ υγρασίας:

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο είναι της εταιρίας Galltec+ MELA σειράς C 4.7.

**Περιγραφή:** Οι αισθητήρες υγρασίας/ θερμοκρασίας της MELA της σειράς αυτής, εφοδιάζονται με ένα σκληρό κράμα αλουμινίου περιβαλλόμενο από ένα μέρος αισθητήρα αλουμινίου για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας του αέρα και των άλλων μη διαβρωτικών αερίων για χρήση εξωτερική.

Η χρησιμοποίηση των στοιχείων του αισθητήρα υγρασίας της MELA παρέχουν Μακροχρόνια Σταθερότητα

Σχεδόν γραμμική χαρακτηριστική καμπύλη

Αντίσταση στην ανάπτυξη και δημιουργία υδρατμών

Μικρή υστέρηση

Καλή δυναμική συμπεριφορά

Το τύπου ZE-20 φίλτρο μεμβράνης το οποίο είναι τοποθετημένο, παρέχει στο στοιχείο προστασία για τη χρήση σε εξωτερικούς χώρους.

Τεχνικά δεδομένα

Υγρασία

Όριο μέτρησης

0...100% rh

ακρίβεια (@23°C)

±1,5% rh

επίδραση της θερμοκρασίας <10°C, >40°C

<0,1%/K

Θερμοκρασία

Στοιχείο μέτρησης

Pt 100 class 1/3-DIN

Όριο μέτρησης

-30...+70 °C

Ακρίβεια εξόδου: 0...10 V .....3/4-καλώδια

±0,2 K

Έξοδος :4...20 mA ..2-καλώδια

±0,3 K

Επίδραση της θερμοκρασίας <10°C, >40°C

±0,007 K/K

Άλλα δεδομένα

Θερμοκρασία περιβάλλοντος

-40...+80 °C

Τάση λειτουργίας

Ρεύμα εξόδου

12...30V DC

Τάση εξόδου

24V±10% AC

ή

15...30 V DC

βαθμός προστασίας

IP 65

υλικό περιβλήματος

τμήμα του αισθητήρα

αλουμίνιο

τμήμα του Μετασχηματιστή....κράμα αλουμινίου υπό πίεση

αντίσταση φορτίου (τάση εξόδου)

≥ 10kΩ

αντίσταση φορτίου (ρεύμα εξόδου)

διάγραμμα ακρίβειας

κατανάλωση ενέργειας (τάση εξόδου)

περίπου. 5mA

ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα

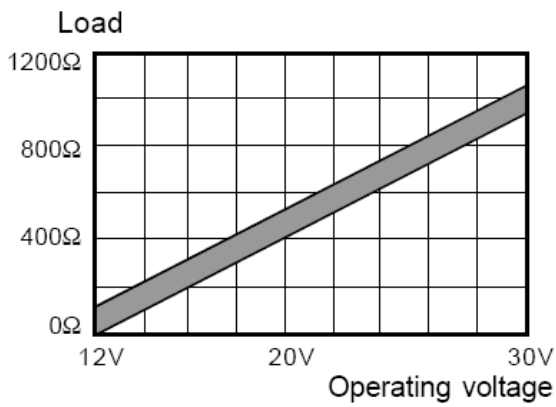
αναφορές εκπομπών

EN 55011 KI.B

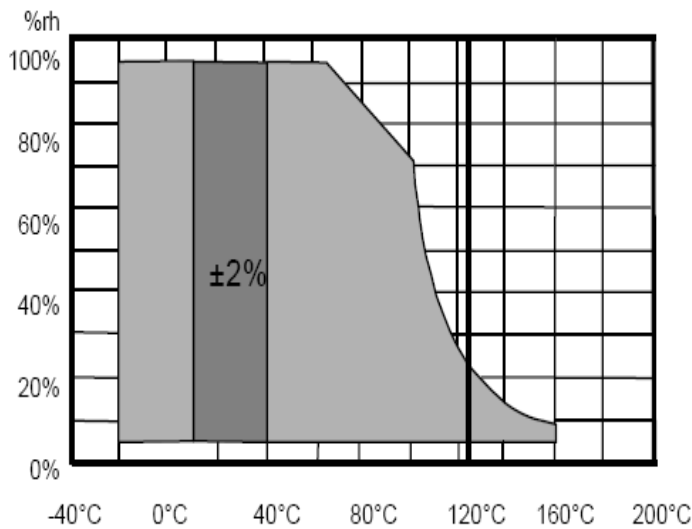
θωράκιση θορύβου

EN 50082-2

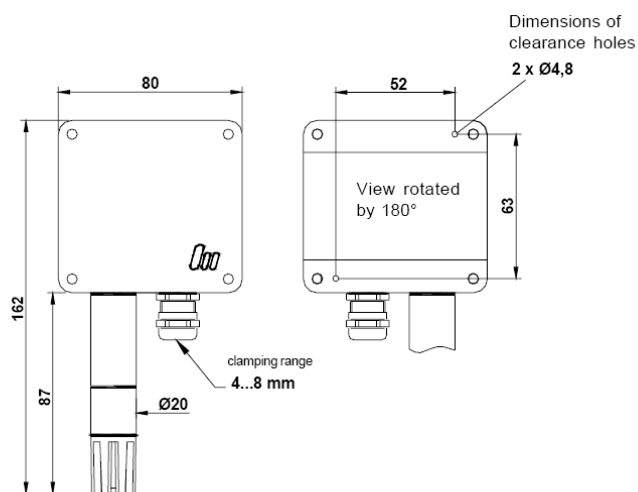
Στα παρακάτω σχήματα παρατίθενται εικόνες, οι χαρακτηριστικές, οι διαστάσεις και τα διαγράμματα σύνδεσης αυτών των αισθητήρων



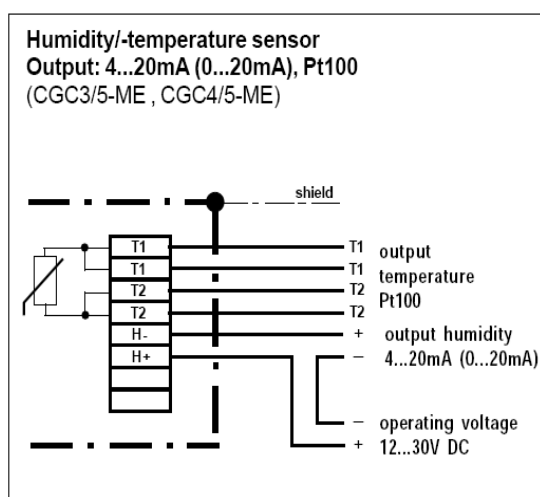
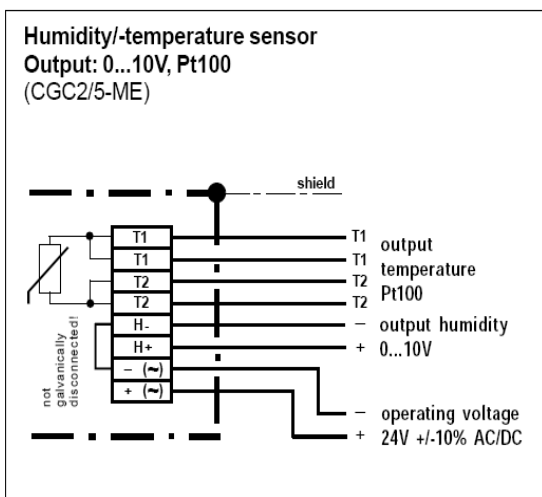
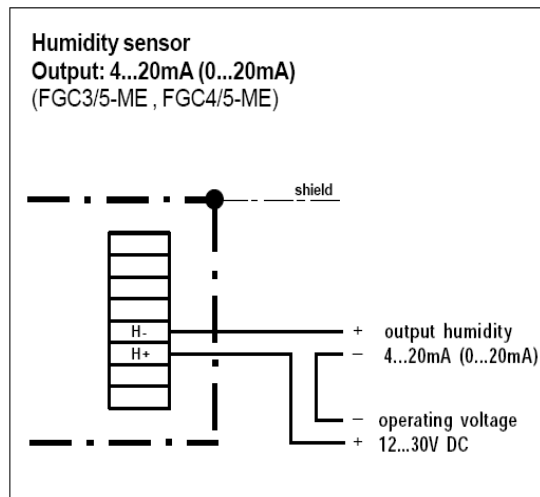
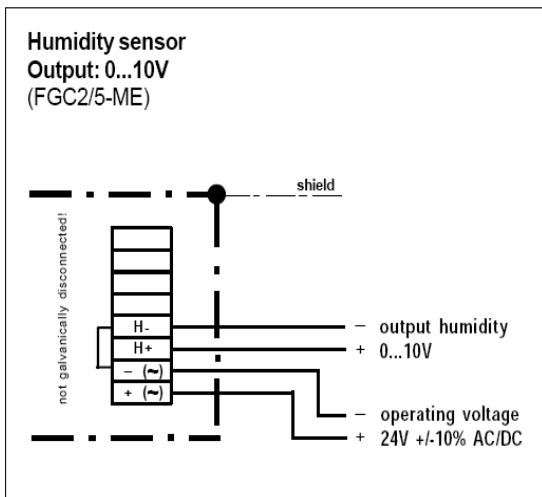
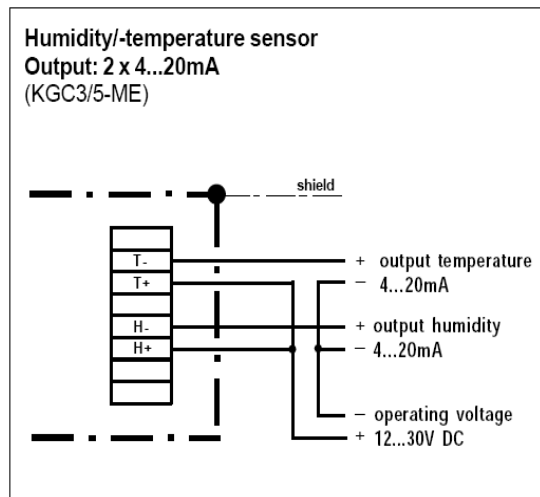
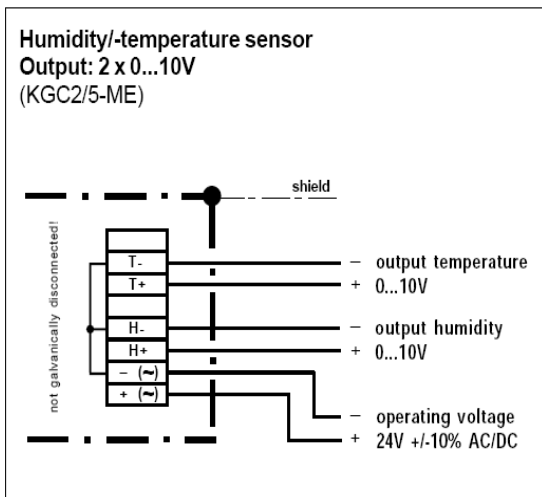
**Σχήμα 5.7** Χαρακτηριστική του αισθητήρα



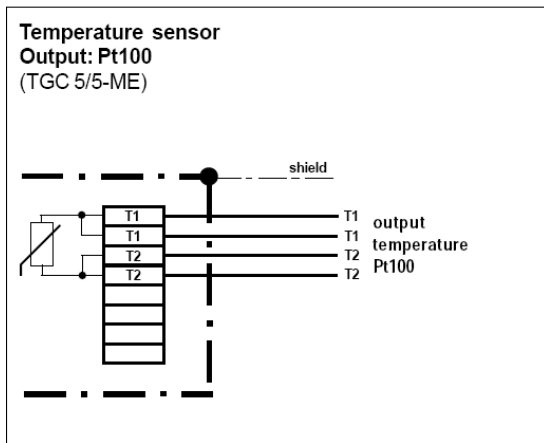
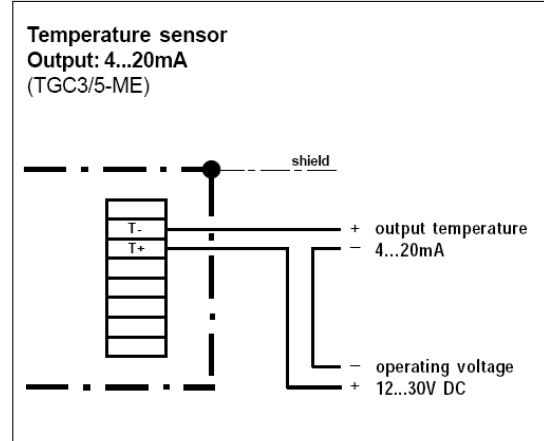
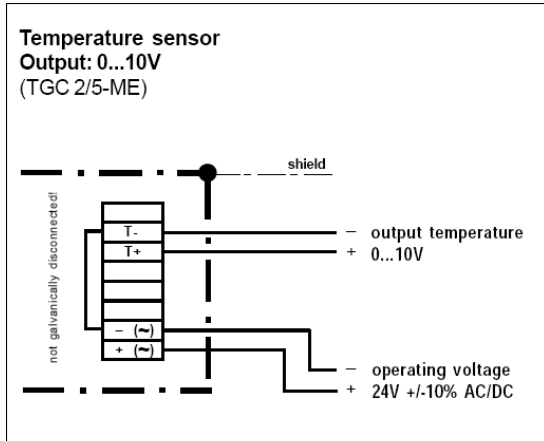
**Σχήμα 5.8** Όρια ανοχής για υγρασία



**Σχήμα 5.9** Διαστάσεις και οδηγίες προσαρμογής



**Σχήμα 5.10** Διάγραμμα σύνδεσης για αισθητήρες θερμοκρασίας/υγρασίας για βιομηχανικές εφαρμογές έως 200°C και ως 25bar



**Σχήμα 5.11** Διάγραμμα σύνδεσης για αισθητήρες θερμοκρασίας/υγρασίας



**Σχήμα 5.12** Αισθητήρας υγρασίας/ θερμοκρασίας σειράς C 4.7



## Αισθητήρες ταχύτητας αέρα:

Οι αισθητήρες ταχύτητας αέρα που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο είναι οι FMA σειρές 900-V της εταιρίας Omega.

**Περιγραφή:** Ο παραπάνω αισθητήρας χρησιμοποιεί μαζί έναν αισθητήρα ταχύτητας και έναν αισθητήρα θερμοκρασίας για να μετράει με ακρίβεια την ταχύτητα του αέρα (σε SFPM, τυπικά πόδια το λεπτό). Ο ενσωματωμένος αισθητήρας θερμοκρασίας αυτόματα διορθώνει τις θέσεις για τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Το κύκλωμα θερμαίνει τον αισθητήρα ταχύτητας σε μια σταθερή θερμοκρασιακή διαφορά πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετρά την ψυχρή επίδραση του ρεύματος αέρα. Αυτός ο σχεδιασμός παρέχει τέλεια ευαισθησία σε χαμηλές ταχύτητες και υψηλή ακρίβεια. Ο FMA-900 επίσης παρέχει αμελητέα πτώση πίεσης.

Για να υπολογιστεί ο ρυθμός ροής της μάζας σε SCFM (τυπικά κυβικά πόδια το λεπτό), η ταχύτητα SFPM που έχει μετρηθεί από τον FMA-900 πολλαπλασιάζεται με το εμβαδό της διατομής του σωλήνα ή του αγωγού που μετριέται σε τετραγωνικά πόδια. Η διαδρομή του σωλήνα ή του αγωγού μπορεί να γίνει για να καθοριστεί το σημείο εγκατάστασης για την ένδειξη της μέσης ταχύτητας. Ο FMA-900 μπορεί να προσαρμοσθεί σε σωλήνες (μέχρι 38mm διαμέτρου) με χρήση των εξαρτημάτων συμπίεσης OMEGA SSLK-14-14. Οι PTFE μεταλλικοί κρίκοι απαιτούνται (T-FER-1/4).

**Πλεονεκτήματα:** Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτών των αισθητήρων είναι τα παρακάτω:

Μέχρι 1,5% ακρίβεια

Κάθε μονάδα βαθμονομείται ξεχωριστά

Αισθητήρες από λευκόχρυσο, ανθεκτικό και γρήγορη απόκριση

Συμπαγούς στερεάς κατάστασης ηλεκτρονικά

Απευθείας απεικονίζει την αληθινή ταχύτητα του αέρα

Γραμμική 0 έως 5 Vdc ή 4 ως 20 mA έξοδος

400 msec γρήγορη απόκριση

Τεχνικά δεδομένα

Ακρίβεια: 1.5% FS @ θερμοκρασία δωματίου

2% at 50°C; 3% at 75°C; 3.1/2% at 100°C;

4% at 121°C; προσθέτοντας 1% FS κάτω από τα 1000 SFPM

Επαναληψιμότητα: ±0.2% FS

Αρχική χρονική σταθεροποίηση στη ροή: 40 sec

Χρόνος απόκρισης/μετά την σταθεροποίηση:

400 msec σε απόσταση 63% της τελικής τιμής

Στην θερμοκρασία δωματίου

Καθετήρας: Οξειδίο του αλουμινίου κεραμικό γυαλί

επένδυση, εποξικό; σώμα καθετήρα 304SS

Θερμοκρασία καθετήρα:

-40 to 121°C (-40 to 250°F)

Πίεση καθετήρα: 150 psig μέγιστη

Θερμοκρασία ηλεκτρονικών:

Λειτουργικότητα: 0 to 50°C (32 to 122°F)

Αποθήκευση: 0 to 70°C (32 to 158°F)  
Σχετική υγρασία λειτουργίας: Λιγότερη από  
80% RH, χωρίς συμπύκνωση  
Συμπύκνωση θερμοκρασίας περιβάλλοντος: Περίπου  
5 λεπτά για 11°C (20°F) αλλαγής θερμοκρασίας  
Έξοδοι: 0 έως 5 Vdc ή 4 ως 20 mA  
Τάση αντίστασης φορτίου:  
250 Ωελάχιστο  
Ρεύμα αντίστασης βρόχου:  
0 Ω έως 400 Ωμέγιστο; 4-καλώδια  
Ισχύς: 15 έως 24 Vdc, 300 mA  
(0 έως 100 και 0 έως 200 SFPM μόνο);  
15 έως 18 Vdc, 300 mA (όλες οι άλλες περιοχές τιμών)  
Διαστάσεις:  
89 H x 51 W x 31.8 mm D  
Καθετήρας: 6.35 mm ,  
330 mm μήκος  
Κοντός καθετήρας (-S): 6.35 mm ,  
95 mm μήκος  
Βάρος: 160 g

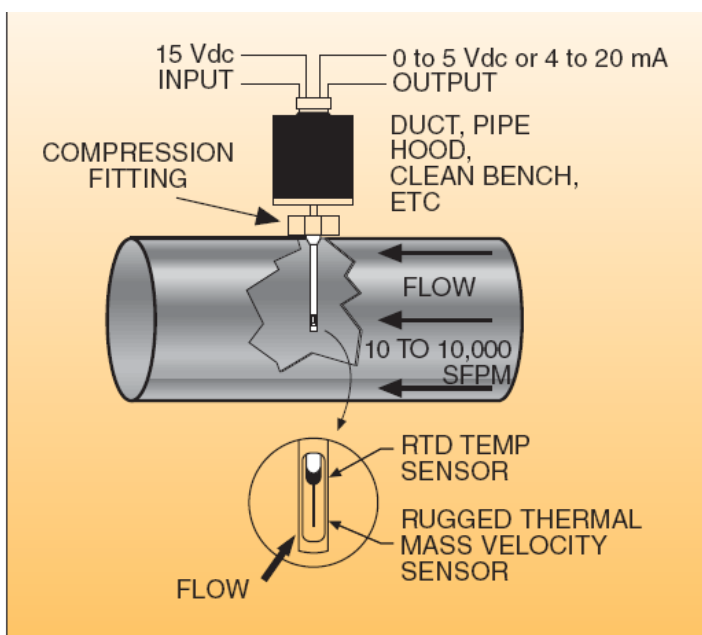
Στα παρακάτω σχήματα παρατίθενται εικόνες των αισθητήρων



**Σχήμα 5.13** Αισθητήρας ταχύτητας αέρα FMA-902



**Σχήμα 5.14** Αισθητήρας ταχύτητας αέρα σειράς FMA-900



**Σχήμα 5.15** Βύσμα αντικατάστασης μοντέλο FMA-3CON

### **Αισθητήρες σωματιδίων σκόνης αέρα:**

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι οι Airnet

**Περιγραφή:** Ο Airnet είναι ένας laser-οπτικο μετρητής ,σωματιδίων υπό μορφής αερολύματος, ο οποίος μετρά με ακρίβεια τα αιωρούμενα σωματίδια στον αέρα.

Το Airnet προσφέρει πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους συμβατικούς αισθητήρες σωματιδίων.

Είναι πολύ μικρός για να μπορεί να εγκατασταθεί οπουδήποτε

Δεν έχει κρίσιμες οπτικές επιφάνειες που να απαιτούν περιοδικό καθαρισμό και ευθυγράμμιση

Δεν απαιτεί υψηλές τάσεις

Η οπτική δίοδος έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και σταθερή ισχύ εξόδου

Δεν έχει καμία προοπτική για δημιουργία μόλυνσης , σε σχέση με τους άλλους αισθητήρες που περιέχουν αντλίες.

Επιπλέον

Η αναγνωρισμένη τεχνολογία τους παρέχει αξιόπιστα και ακριβή δεδομένα  
 Οι χρήστες μπορούν να αντιδούν άμεσα σε γεγονότα μόλυνσης των  
 σωματιδίων  
 Είναι φθηνή λύση για παρακολούθηση πολλών σημείων

Το Airnet περιλαμβάνει

2 LED's (ένα LED κατάστασης που δείχνει την κατάσταση λειτουργίας του  
 οργάνου και ένα LED δραστηριότητας που ανάβει όταν ένα σωματίδιο  
 εντοπιστεί) που βρίσκονται στην κορυφή του σκελετού του

Υποδοχείς σύνδεσης (υποδοχέας ηλεκτρική ισχύος 24 VDC, 6 pin υποδοχέας  
 σήματος 4-20 mA ο οποίος μεταδίδει δύο πληροφορίες 1) κανάλι 1 και 2  
 μέτρηση σωματιδίων 2) μηνύματα κατάστασης οργάνου, Ethernet, Πηγή  
 Vacuum (κενού) όπου επιτρέπεται σε μια πηγή κενού να διοχετεύεται στη  
 μονάδα, RS-232 RJ-11 βύσμα που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της  
 μονάδας και την εκτέλεση περιορισμένων δικνώσεων) που βρίσκονται στο  
 πίσω μέρος της συσκευής

Τεχνικά δεδομένα

Specifications					
Airnet	201	301	501	310	510 or 510XR
Size range (µm):	0.2, 0.3, 0.5, 1.0	0.3, 0.5	0.5, 5.0*	0.3, 0.5, 1.0, 5.0	0.5, 5.0
Flow rate:	0.1 CFM (2.8 LPM)	0.1 CFM (2.8 LPM)	0.1 CFM (2.8 LPM)	1.0 CFM (28 LPM)	1.0 CFM (28 LPM)
Counting efficiency**:	50% ±10% at 0.2 µm	50% ±10% at 0.3 µm	50% ±10% at 0.5 µm	50% ±10% at 0.3 µm	50% ±10% at 0.5 µm
Zero count level:	Meets JIS (less than 1 count per 5 min.)				
Maximum concentration***:	500,000/ft <sup>3</sup>	250,000/ft <sup>3</sup>	250,000/ft <sup>3</sup>	50,000/ft <sup>3</sup>	600,000/ft <sup>3</sup>
Exterior surface:	KYDEX				
Dimensions (l, w, h):	7 x 5 x 5 in. 17 x 12 x 14 cm	5 x 4 x 4 in. 14 x 10 x 9 cm	5 x 4 x 4 in. 14 x 10 x 9 cm	7 x 5 x 5 in. 17 x 12 x 14 cm	5 x 4 x 4 in. 14 x 10 x 9 cm
Weight:	5 lb. (2.3 kg)	1.6 lb. (.73 kg)	1.6 lb. (.73 kg)	5 lb. (2.3 kg)	1.6 lb. (.73 kg)
Sample probe or tubing:	1/4" ID				
Flow system:	External vacuum				
Vacuum source:	>15 in. Hg	>15 in. Hg	>15 in. Hg	>8 in. Hg	>11 in. Hg
Power:	24 V DC				
Communications:	Ethernet connector 4-20 mA connector (3 output channels: 2 particle data, 1 instrument status) RS-232 (set up and diagnostic tool only, no data)				
Status indicators:	Facility Net Interface: Programmable status: Two-color LED Activity: One-color LED 4-20 mA Interface: Laser and flow status: Two-color LED Activity: One-color LED				
Calibration:	Calibration materials used are traceable to the USA National Institute for Standards and Technology (NIST).				
Environment:	Temperature: 4-35°C Humidity: Non-condensing				

\* Airnet 501A has 0.5 and 5.0 µm channels.



**Σχήμα 5.16** Διάφοροι αισθητήρες Airnet

### **Αισθητήρες κίνησης:**

Χρησιμοποιείται το επιταχυνσιόμετρο ICP μοντέλο M393B31 της εταιρίας PCB Piezotronics Inc.

**Περιγραφή:** Τροφοδοτούμενοι από το PCB 482A22, αυτοί οι αισθητήρες είναι εύκολοι στο χειρισμό επαφίονται με την ανάλυση σήματος, την απόκτηση στοιχείων, και την καταγραφή των οργάνων. Τα κάτωθι χαρακτηριστικά είναι συνώνυμα των αισθητήρων αυτών:

Σταθερή ευαισθησία τάσης ανεξάρτητα του τύπου καλωδίου ή του μήκους  
Χαμηλής αντίστασης σήμα εξόδου το οποίο μπορεί να μεταφερθεί σε μεγάλα καλώδια σε αντίξοες συνθήκες με σχεδόν χωρίς απώλειες στην ποιότητα του σήματος

Λειτουργία δύο καλωδίων με χαμηλού κόστους ομοαξονικό καλώδιο, δύο χρωματικά καλώδια αγωγού ή συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίων

Χαμηλού θορύβου, σήμα τάσης εξόδου συμβατό με το πρότυπο, ανάλυση σήματος, καταγραφή, και εξοπλισμός απόκτησης στοιχείων

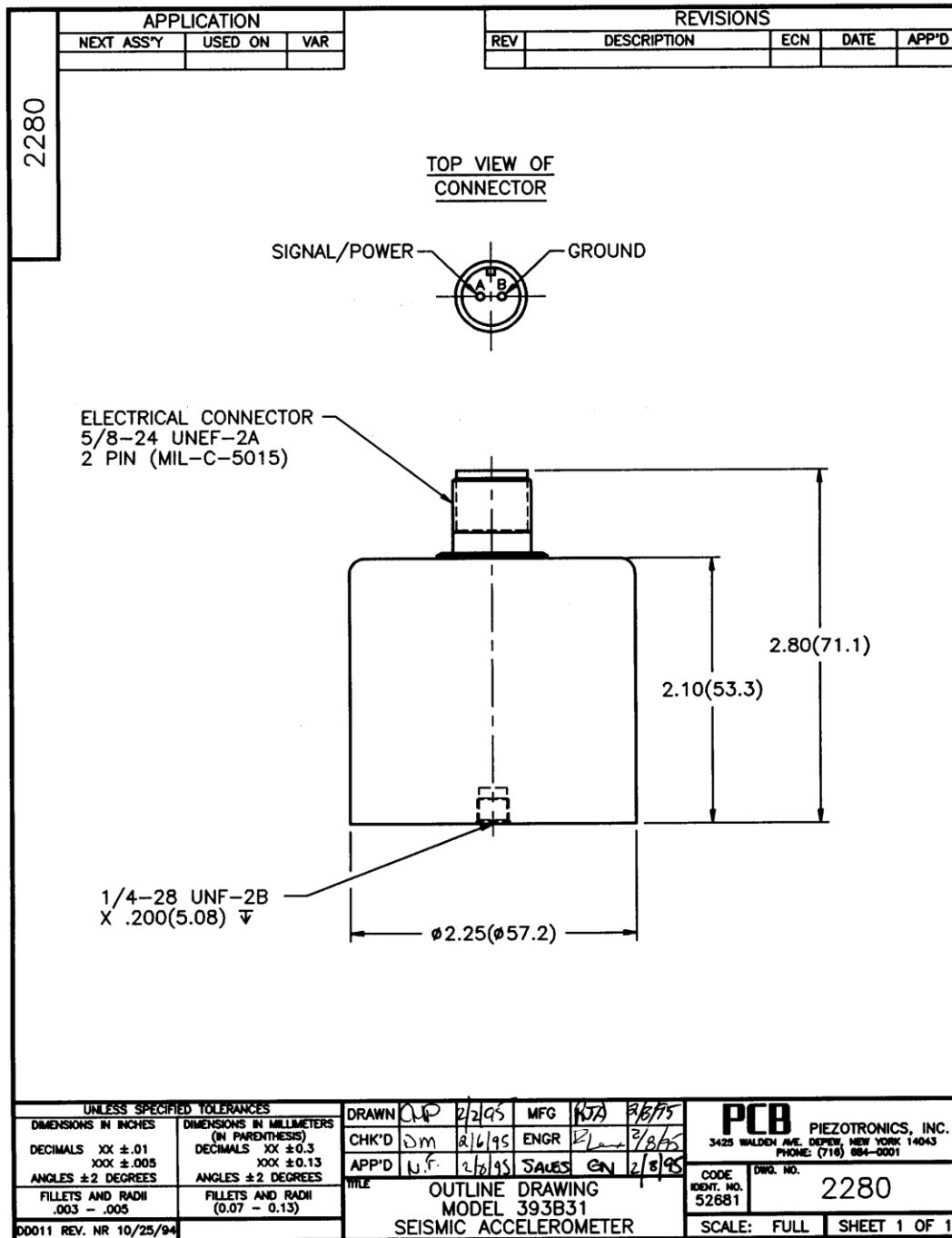
Χαμηλό κόστος ανά κανάλι επιταχυνσιόμετρα, απαιτούν ένα μόνο ακριβό επεξεργαστή σήματος

**Λειτουργία:** Μετά την εγκατάσταση του επιταχυνσιόμετρου, θέτουμε σε λειτουργία τον επεξεργαστή σήματος PCB 482A22 και αφήνουμε 1 με 2 λεπτά για να σταθεροποιηθεί το σύστημα. Το LED του επεξεργαστή πρέπει να γίνει πράσινο. Αυτό συνιστά κατάλληλη λειτουργία οπότε μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις. Αν αντί για πράσινο ανάψει κίτρινο ή κόκκινο πρέπει πρώτα να ελέγξουμε όλες τις συνδέσεις και μετά τον επεξεργαστή σήματος καθώς και τη λειτουργικότητα των καλωδίων.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα τεχνικά δεδομένα του επιταχυνσιομέτρου καθώς και και ένα σχέδιο του.

# Τεχνικά δεδομένα

Model Number 393B31	<b>ACCELEROMETER, ICP<sup>®</sup>, SEISMIC</b>		Revision E ECN #: 25688										
<b>Performance</b>	<b>ENGLISH</b>	<b>SI</b>	Optional Versions (Optional versions have identical specifications and accessories as listed for standard model except where noted below. More than one option maybe used.)  <b>Notes</b> [1] Typical. [2] Measured at 10 Hz, 0.1 gms [3] Zero-based, least-squares, straight line method. [4] See PCB Declaration of Conformance PS023 for details.  <b>Supplied Accessories</b> 081B20 Mounting Stud, with shoulder (1/4-28 to 1/4-28) (1) ACS-4 Single-axis, low frequency phase and amplitude response calibration. (1) M081B20 Mounting Stud 1/4-28 to M6 X 0.75 ( )										
Sensitivity (±5 %)	10.0 V/g	1.02 V/(m/s <sup>2</sup> )											
Measurement Range	0.5 g pk	4.9 m/s <sup>2</sup> pk											
Frequency Range (±5 %)	0.1 to 200 Hz	0.1 to 200 Hz											
Frequency Range (±10 %)	0.07 to 300 Hz	0.07 to 300 Hz											
Resonant Frequency	≥700 Hz	≥700 Hz											
Broadband Resolution (1 to 10000 Hz)	0.000001 g rms	0.000009 m/s <sup>2</sup> rms											
Non-Linearity	≤1 %	≤1 %											
Transverse Sensitivity	≤5 %	≤5 %											
<b>Environmental</b>													
Overload Limit (Shock)	±40 g pk	±392 m/s <sup>2</sup> pk											
Temperature Range	0 to +150 °F	-18 to +65 °C											
Temperature Response	See Graph	See Graph											
Base Strain Sensitivity	≤0.0005 g/με	≤0.005 (m/s <sup>2</sup> )/με											
<b>Electrical</b>													
Excitation Voltage	24 to 28 VDC	24 to 28 VDC											
Constant Current Excitation	2 to 10 mA	2 to 10 mA											
Output Impedance	≤500 ohm	≤500 ohm											
Output Bias Voltage	8 to 14 VDC	8 to 14 VDC											
Discharge Time Constant	≥5 sec	≥5 sec											
Settling Time (within 10% of bias)	60 sec	60 sec											
Spectral Noise (1 Hz)	0.06 μg/√Hz	0.6 (μm/s <sup>2</sup> )/√Hz											
Spectral Noise (10 Hz)	0.01 μg/√Hz	0.1 (μm/s <sup>2</sup> )/√Hz											
Spectral Noise (100 Hz)	0.004 μg/√Hz	0.04 (μm/s <sup>2</sup> )/√Hz											
Electrical Isolation (Case)	≥10 <sup>8</sup> ohm	≥10 <sup>8</sup> ohm											
<b>Physical</b>													
Sensing Element	Ceramic	Ceramic											
Sensing Geometry	Flexural	Flexural											
Housing Material	Stainless Steel	Stainless Steel											
Sealing	Hermetic	Hermetic											
Size (Hex x Height)	2.25 in x 2.8 in	57.2 mm x 71.1 mm											
Weight	22.4 oz	635 gm											
Electrical Connector	2-Pin MIL-C-5015	2-Pin MIL-C-5015											
Electrical Connection Position	Top	Top											
Mounting Thread	1/4-28 Female	1/4-28 Female											
Mounting Torque	2 to 5 ft-lb	2.7 to 6.8 N-m											
<p><i>All specifications are at room temperature unless otherwise specified.</i>                      In the interest of constant product improvement, we reserve the right to change specifications without notice.                      ICP<sup>®</sup> is a registered trademark of PCB group, Inc.</p>													
<table border="1"> <tr> <td>Entered: BAN</td> <td>Engineer: BAM</td> <td>Sales: WDC</td> <td>Approved: JJB</td> <td>Spec Number:</td> </tr> <tr> <td>Date: 01/17/2007</td> <td>Date: 01/17/2007</td> <td>Date: 01/17/2007</td> <td>Date: 01/17/2007</td> <td>2005</td> </tr> </table>		Entered: BAN	Engineer: BAM	Sales: WDC	Approved: JJB	Spec Number:	Date: 01/17/2007	Date: 01/17/2007	Date: 01/17/2007	Date: 01/17/2007	2005	<p>3425 Walden Avenue                      Depew, NY 14043                      UNITED STATES                      Phone: 888-684-0013                      Fax: 716-685-3886                      E-mail: vibration@pcb.com                      Web site: www.pcb.com</p>	
Entered: BAN	Engineer: BAM	Sales: WDC	Approved: JJB	Spec Number:									
Date: 01/17/2007	Date: 01/17/2007	Date: 01/17/2007	Date: 01/17/2007	2005									

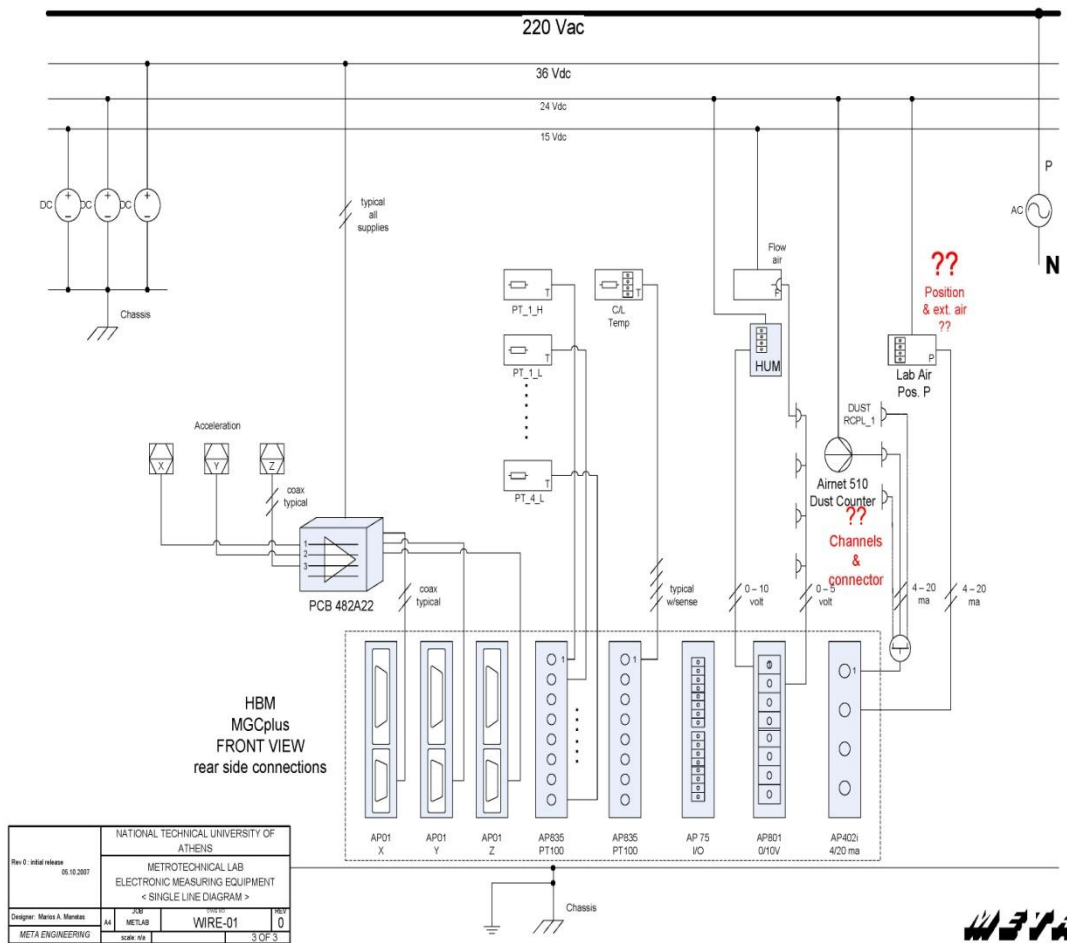


**Σχήμα 5.17** Σχέδιο επιταχυνσιόμετρου 393B31



**Σχήμα 5.18** Εικόνα επιταχυνσιόμετρου 393B31

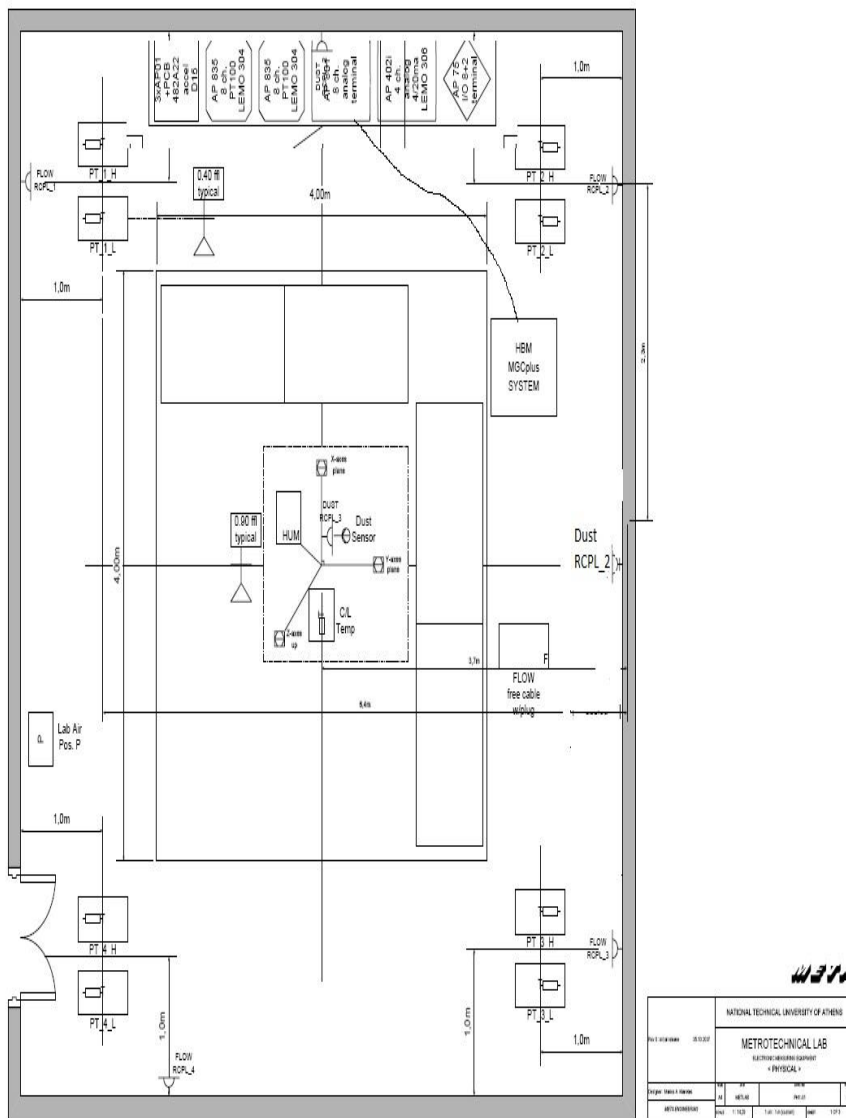
Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται ο εξοπλισμός του εργαστηρίου, η θέση των data logger και η καλωδίωση



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	
METROTECHNICAL LAB	
ELECTRONIC MEASURING EQUIPMENT	
< SINGLE LINE DIAGRAM >	
Rev 0 - initial release	9/10/2007
Designer: Manos A. Manetas	DATE: 2/4/07
META ENGINEERING	SCALE: 1:1
WIRE-01	3 OF 3







### 5.2.3 Λογισμικό διαχείρισης

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την απόκτηση δεδομένων (Data acquisition) με τη βοήθεια του MGCplus Data Logger είναι το **catman Professional v5.0**. Παρακάτω θα αναφερθεί ένας οδηγός για το πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα.

#### 5.2.3.1 Εγκατάσταση

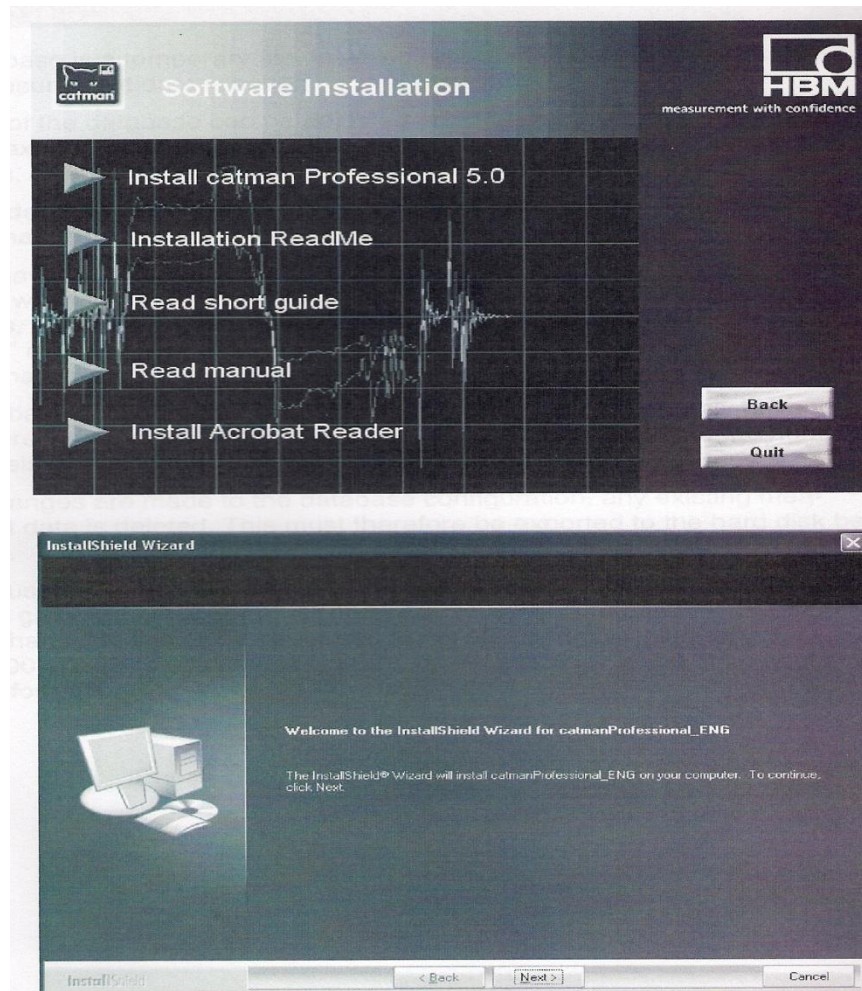
Για να εγκατασταθεί το catman βάζουμε το CD στο οδηγό της συσκευής (CD). Η εγκατάσταση θα ξεκινήσει αυτόματα μέσα σε δευτερόλεπτα αλλά σε περίπτωση που δεν ξεκινήσει ο χρήστης μπορεί να πατήσει το Setup.exe που βρίσκεται μέσα στο φάκελο του CD.

Μόλις επιλεγθεί η γλώσσα εγκατάστασης, η εγκατάσταση ξεκινά και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το path καθώς και τον τύπο προγράμματος (Professional,

runtime and ActiveX). Το Professional περιέχει τα υπόλοιπα δύο πακέτα οπότε δεν χρειάζεται να εγκατασταθεί επιπρόσθετα.

Την πρώτη φορά που γίνεται η εγκατάσταση θα χρειαστεί το license number όχι πριν ξεκινήσει το catman.

Τα δικαιώματα του διαχειριστή απαιτούνται για τον Η/Υ.



Σχήμα 5.19 Εγκατάσταση λογισμικού

### 5.2.3.2 Ρύθμιση της βάσης δεδομένων

Η βάση δεδομένων είναι ένα προσωρινό αρχείο, στο οποίο σώζονται τα καταγεγραμμένα και κατά περίπτωση υπολογιζόμενα δεδομένα μετρήσεων.

Το μέγεθος της βάσης δεδομένων μπορεί να ρυθμιστεί σε μήκος (αριθμός καναλιών) και σε βάθος (μέγιστος αριθμός στοιχείων δεδομένων ανά κανάλι) ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Για να γίνει αυτό ο χρήστης πρέπει να πατήσει το **"Configure database"** στο μενού **Options**.

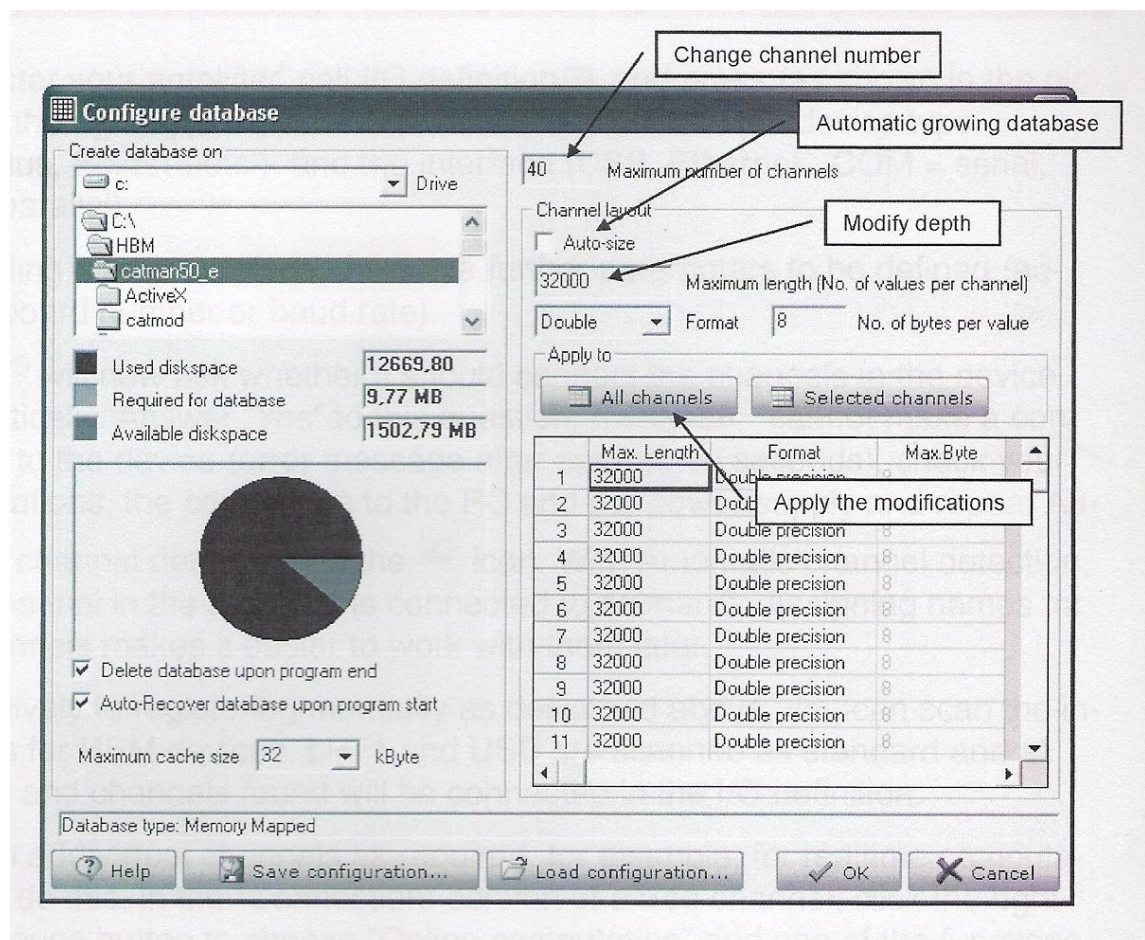
Για τυπικές μετρήσεις, οι προκαθορισμένες τιμές είναι επαρκείς. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να κλείσει το παράθυρο διαλόγου πατώντας το **"OK"**.

Πρέπει να αυξηθεί το μήκος και το βάθος της βάσης δεδομένων αν θέλουμε να μετρήσουμε πάνω από 40 κανάλια ή πάνω από 3200 τιμές ανά κανάλι. Για να γίνει αυτό, εισάγουμε την απαιτούμενη τιμή στο σχετικό εδάφιο ("**Maximum number of channels**" ή "**Maximum depth**") και εφαρμόζουμε την τιμή σε όλα τα κανάλια χρησιμοποιώντας το "**All channels**".

Η διαμόρφωση της βάσης δεδομένων σώζεται αυτόματα, οπότε, ο χρήστης πρέπει μόνο να την επαναδιαμορφώσει αν υπάρξει μια τροποποίηση στο όργανο μετρήσεων που σημαίνει ότι ο αριθμός των καναλιών ή το βάθος των καναλιών πρέπει να αλλάξει.

Όταν συμβαίνουν αλλαγές στη διαμόρφωση της βάσης δεδομένων, οποιοδήποτε δεδομένο μετρήσεων διαγράφεται. Αυτό το δεδομένο μετρήσεων πρέπει να εξαχθεί στο σκληρό δίσκο πριν γίνει η αλλαγή.

Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τη λειτουργία "**Auto-size**". Η βάση δεδομένων θα ρυθμιστεί αυτόματα και θα μεγαλώσει με τα δεδομένα μέχρι και 500 κανάλια. Για να χρησιμοποιηθεί αυτή η λειτουργία, ο σκληρός δίσκος του Η/Υ πρέπει να διαμορφωθεί σε NTFS διαμόρφωση. Κανονικά τα Windows 2000 και XP ακολουθούν αυτό τον κανόνα.



Σχήμα 5.20 Ρύθμιση της βάσης δεδομένων

### 5.2.3.3 Καταχώρηση της συσκευής και σύνδεση των καναλιών

Για να καταχωρηθεί ο ενισχυτής καλούμε το "I/O definition" και πατάμε (όπως φαίνεται στο σχήμα 5.21) το κουμπί "New device" και επιλέγουμε τον τύπο της συσκευής (MGCplus, Spider8 κτλ) που στην περίπτωση μας είναι ο MGCplus, καθώς και τη διασύνδεση (USB, Ethernet, COM=serial, LPT=parallel).

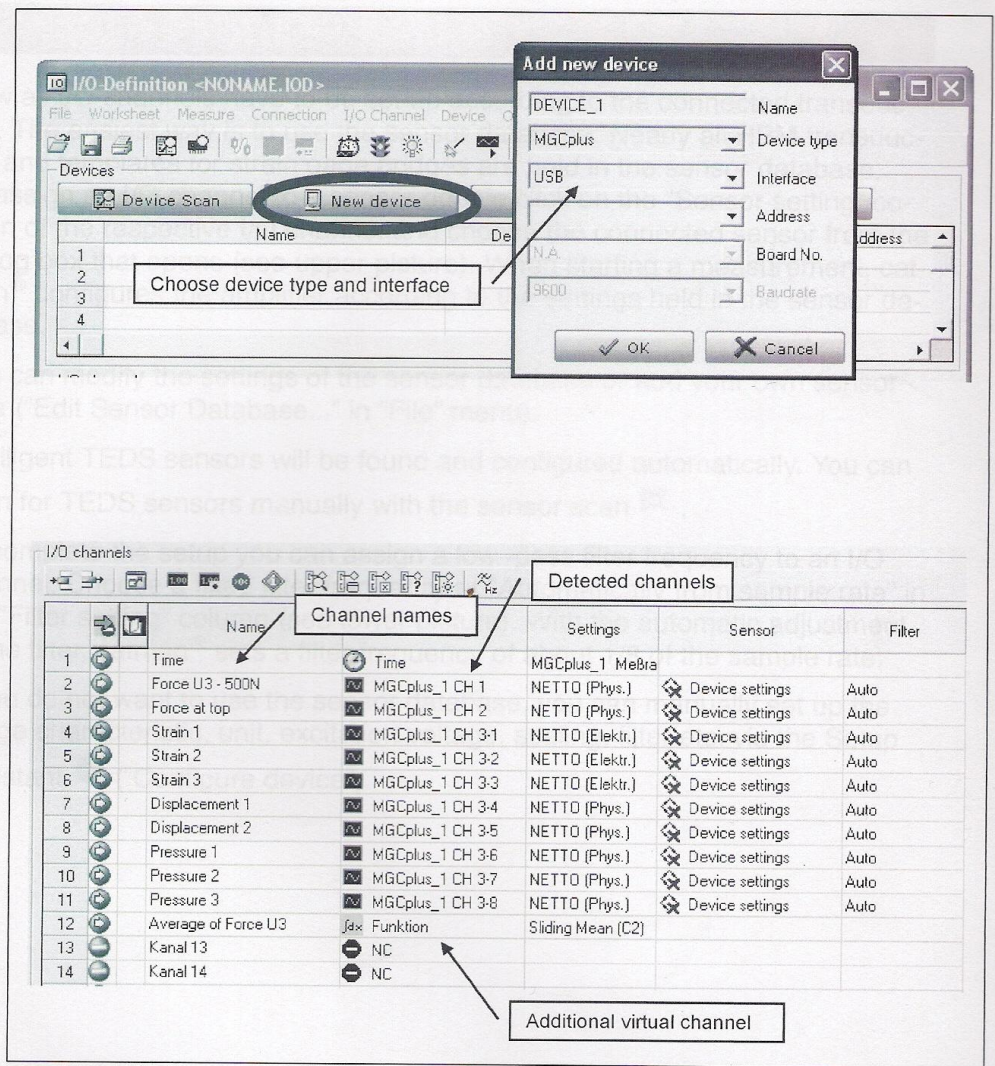
Ανάλογα με τη διασύνδεση, υπάρχουν επιπρόσθετες παράμετροι για να καθοριστούν (διεύθυνση, board number ή baud rate).

Το catman θα ρωτήσει αν θα πρέπει να συνδέσει τα κανάλια στη συσκευή αυτόματα. Σε αυτή την ερώτηση ο χρήστης πρέπει να απαντήσει "Yes". Αν το catman δεν μπορέσει να δημιουργήσει σύνδεση στη συσκευή (σφάλμα μετά από περίπου 10 δευτερόλεπτα), ο χρήστης πρέπει να ελέγξει τις προδιαγραφές, τη σύνδεση με τον Η/Υ και την τροφοδοσία και να επαναλάβει τον αυτόματο εντοπισμό καναλιού. Με τον αυτόματο εντοπισμό καναλιού, κάθε κανάλι στον ενισχυτή, συνδέεται με το catman. Η εκχώρηση ονομάτων για τα κανάλια κάνει πιο εύκολο το να εργαστείς με αυτά αργότερα.

Εναλλακτικά με τη χειροκίνητη καταχώρηση που περιγράφηκε παραπάνω, ο χρήστης μπορεί να σαρώσει διασυνδέσεις για τις HBM συσκευές. LPT1 και USB ανιχνεύονται ως τυπικές και όλες οι συσκευές και τα κανάλια που βρίσκονται, θα συνδεθούν στο I/O.

Ο χρήστης μπορεί να προστέσει εικονικά κανάλια όπου απαιτείται, για παράδειγμα, για πραγματικό χρόνο υπολογισμού. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, στη στήλη "Connection" ενός ελεύθερου καναλιού, ο χρήστης πρέπει να πατήσει το δεξί κουμπί του mouse για να επιλέξει "Online computation" και μια από τις λειτουργίες "Free computation", "Hard coded fuction" ή "S.G. rosette calculation".





**Σχήμα 5.21** Καταχώρηση συσκευής και σύνδεση καναλιών

#### 5.2.3.4 Εγκατάσταση I/O καναλιών

Τώρα όλα τα I/O κανάλια πρέπει να εγκατασταθούν ανάλογα με τους διασυνδεδεμένους μορφοτροπίες. Ο πιο εύκολος τρόπος είναι να χρησιμοποιηθεί η βάση δεδομένων του αισθητήρα. Σχεδόν όλοι οι HBM μορφοτροπίες και τα πρότυπα των στελεχών βρίσκονται στη βάση δεδομένων του αισθητήρα.

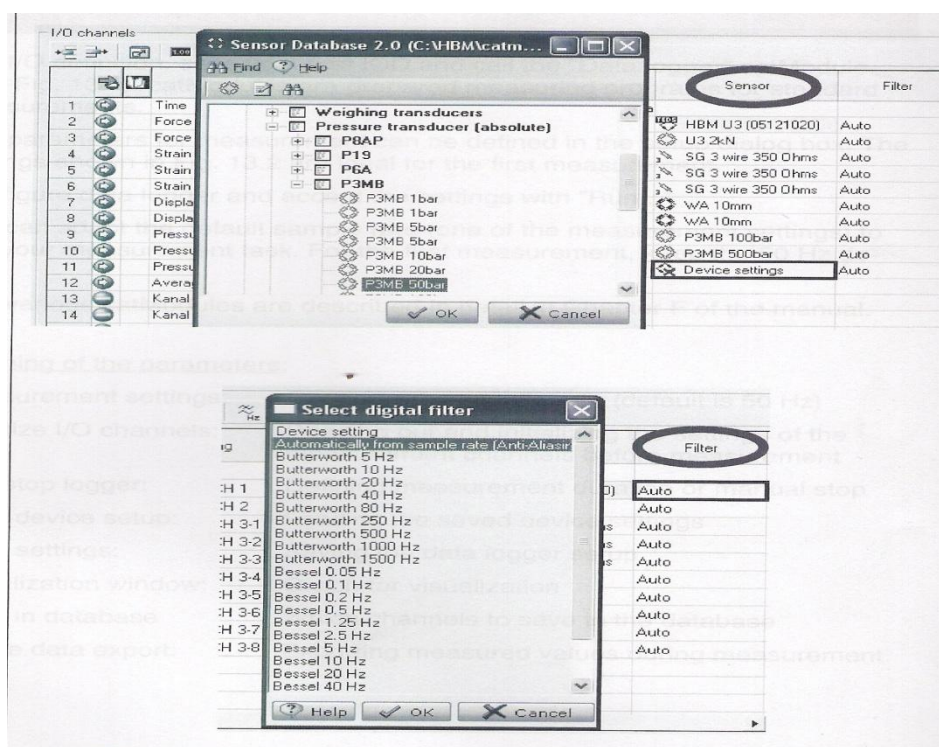
Για την ανάθεση ενός I/O καναλιού σε έναν αισθητήρα ο χρήστης κάνει διπλό κλικ στη στήλη **"Sensor setting"** του αντίστοιχου I/O καναλιού και διαλέγει τον συνδεδεμένο αισθητήρα από το παράθυρο διαλόγου που ανοίγει (δες σχήμα 5.22). Όταν ξεκινήσει η μέτρηση, το catman ρυθμίζει τον ενισχυτή ανάλογα με τις ρυθμίσεις που έχουν κρατηθεί στην βάση δεδομένων του αισθητήρα.

Ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει τις ρυθμίσεις στη βάση δεδομένων του αισθητήρα ή να προσθέσει τον δικό του τύπο αισθητήρα (**"Edit Sensor Database..."** στο μενού **"File"**).

Οι έξυπνοι αισθητήρες TEDS μπορούν να βρεθούν και να ρυθμιστούν αυτόματα. Ο χρήστης μπορεί να ανιχνεύσει για αισθητήρες TEDS χειροκίνητα με τον αισθητήρα ανίχνευσης (sensor scan).

Για να ολοκληρώσει την εγκατάσταση πρέπει να αναθέσει μια βαθυπερατή συχνότητα σε ένα I/O κανάλι. Διαλέγει μια σταθερού φίλτρου συχνότητα ή **"Automatically from sample rate"** στη στήλη **"Filter setting"**. Με την αυτόματη προσαρμογή του φίλτρου, το catman θέτει ένα φίλτρο συχνότητας περίπου 1/8 της συχνότητας δειγματοληψίας.

Αν ο χρήστης δεν επιθυμεί να χρησιμοποιήσει τη βάση δεδομένων των αισθητήρων, μπορεί χειροκίνητα να εγκαταστήσει τα χαρακτηριστικά γέφυρας, μονάδας, τάση διέγερσης, φίλτρο, κτλ μέσω του βοηθού εγκατάστασης (**"Configure device"**).



Σχήμα 5.22 Επιλογή φίλτρων- εγκατάσταση καναλιών

### 5.2.3.5 Απόκτηση δεδομένων - παράθυρο διαλόγου εγκατάσταση

Φεύγεις από τον ορισμό I/O, σώζεις το πρώτο σου IOD και καλείς το **"Data logger"** (σχήμα 5.23). Οι catModules είναι έτοιμες να μετρήσουν προγράμματα για πρότυπες μετρήσεις.

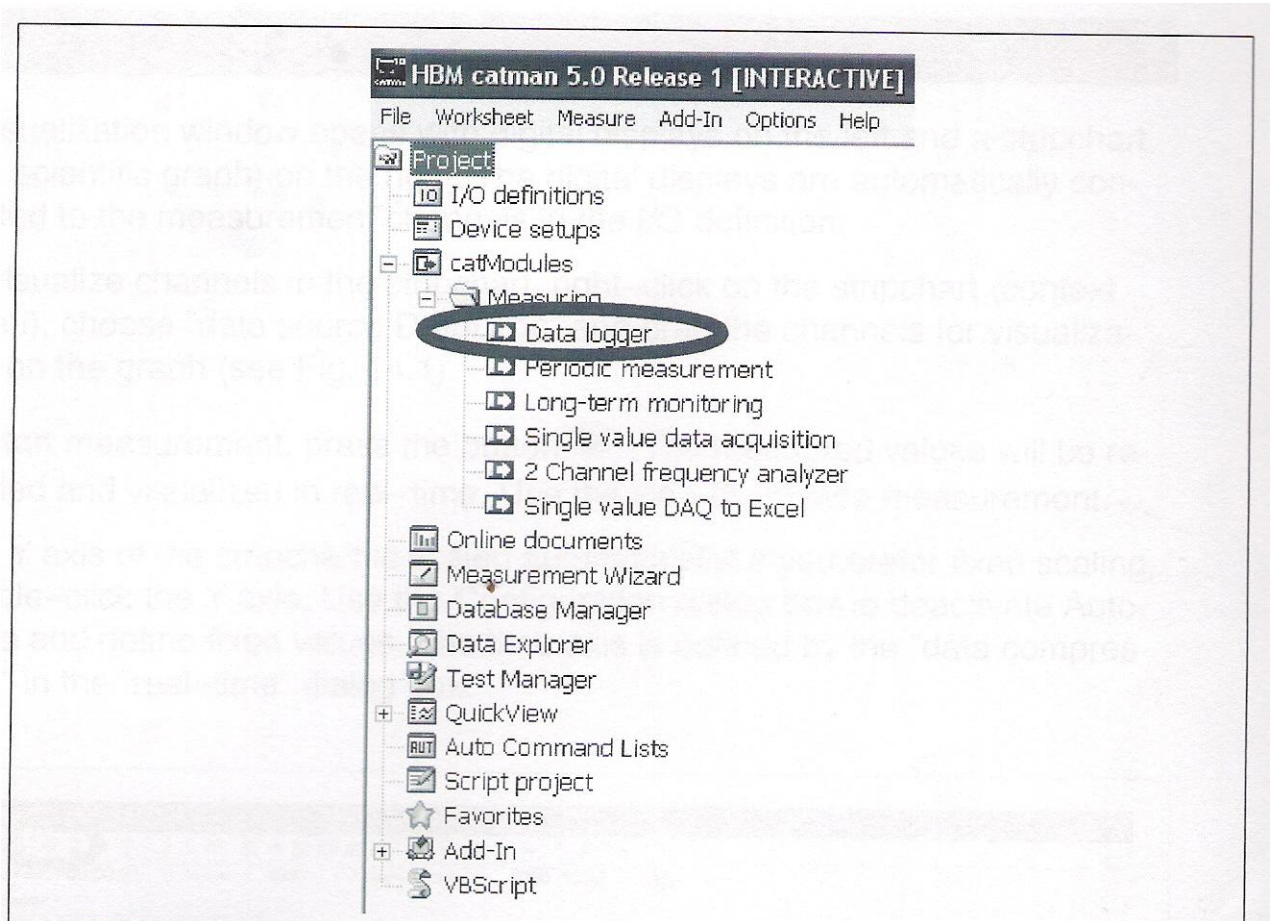
Οι παράμετροι για την μέτρηση μπορούν να καθοριστούν στο παράθυρο διαλόγου εγκατάσταση (setup dialog box). Οι ρυθμίσεις που φαίνονται στο σχήμα είναι ιδανικές για την πρώτη μέτρηση.

Ρυθμίζετε τον data logger και αποδέχεστε τις ρυθμίσεις με το **"Run"**.

Ο χρήστης μπορεί να πάρει το προεπιλεγμένο δείγμα (μια από τις ρυθμίσεις μετρήσεων) για να πραγματοποιήσει τις μετρήσεις του. Για την πρώτη μέτρηση, κρατά την προεπιλογή των 50Hz.

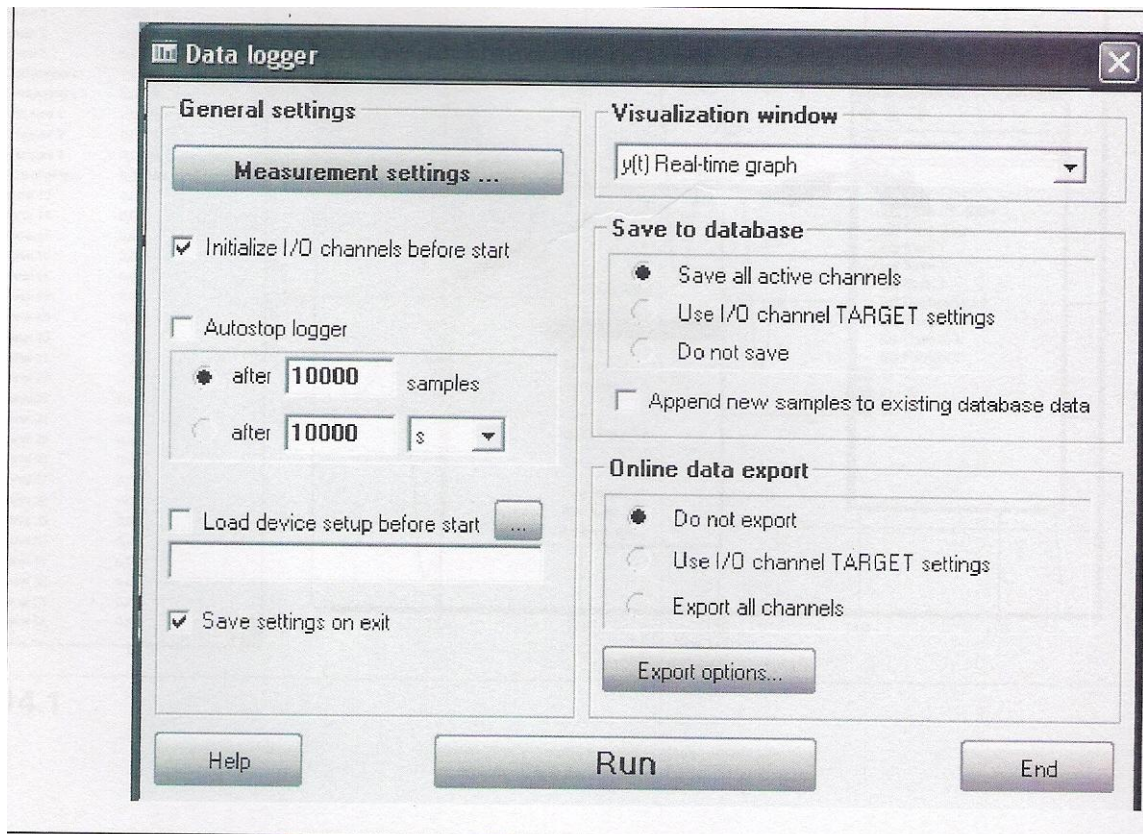
## Ορισμοί των παραμέτρων

Measurement settings:	Επιλογή του προεπιλεγμένου δείγματος (50 Hz)
Initialize I/O channels:	Διαβάζει και αρχικοποιεί τις ρυθμίσεις των καναλιών
Μέτρησης πριν την μέτρηση	
Autostop logger:	Διευκρινίζει την διάρκεια της μέτρησης ή της
Χειροκίνητης παύσης	
Load device setup:	Φορτώνει τις σωσμένες ρυθμίσεις των συσκευών
Save settings:	Σώζει το setup του data logger
Visualization window:	Γράφημα για οπτικοποίηση
Save in database:	Ποια κανάλια θα σωθούν στη βάση δεδομένων
Online data export:	Εξάγει μετρήσιμες τιμές κατά τη διάρκεια της μέτρησης



**Σχήμα 5.23** Data logger





**Σχήμα 5.24** Data logger

### 5.2.3.6 Απόκτηση δεδομένων- παράθυρο απεικόνισης

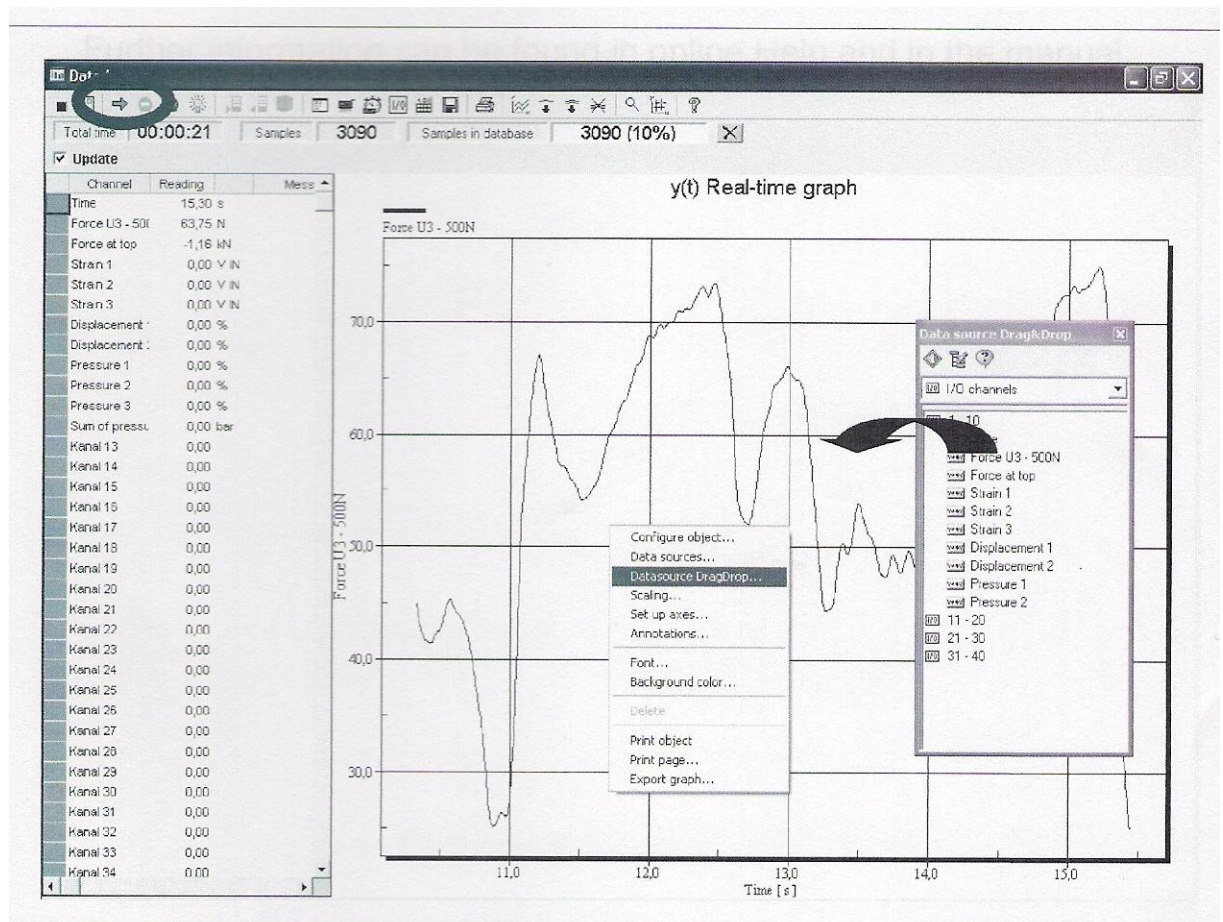
Ένα παράθυρο απεικόνισης ανοίγει με ψηφιακές οθόνες στα αριστερά και ένα γράφημα  $y(t)$  επιστημονικό γράφημα) στα δεξιά. Οι ψηφιακές οθόνες αυτόματα συνδέονται στα κανάλια μέτρησης στο I/O definition.

Για την απεικόνιση των καναλιών στο γράφημα  $y(t)$  ο χρήστης κάνει δεξί κλικ στο γράφημα (context menu) επιλέγει **"data source DragDrop"** και σέρνει τα κανάλια για απεικόνιση στο γράφημα

Για να ξεκινήσει η μέτρηση πατάει το κουμπί  $\rightarrow$ . Οι μετρούμενες τιμές θα καταγραφούν και απεικονηθούν σε πραγματικό χρόνο. Χρησιμοποιώντας το εικονίδιο  $\ominus$  σταματά η μέτρηση

Ο άξονας Y του γραφήματος έχει αυτόματη κλίμακα. Αν ο χρήστης προτιμά σταθέρη κλίμακα τότε πατά διπλό κλικ στον άξονα Y. Χρησιμοποιεί το παράθυρο διαλόγου ρυθμίσεις για να απενεργοποιήσει το Autoscale και να καθορίσει τις σταθερές τιμές. Ο άξονας του χρόνου ορίζεται από το **"data compression"** στο παράθυρο διαλόγου **"real-time"**





Σχήμα 5.25 Data acquisition

### 5.2.3.7 Οργάνωση δεδομένων

Ο χρήστης καλεί το database channel manager. Εδώ μπορεί να ερευνήσει και να παρακολουθήσει τις σωζόμενες τιμές των μετρήσεων στα κανάλια της βάσης δεδομένων.

Τα δεδομένα των μετρήσεων μπορούν επίσης να αναλυθούν μαθηματικά. Μια εκτενής βιβλιοθήκη μαθηματικών συναρτήσεων είναι διαθέσιμη.

Ο database editor δημιουργεί μια επισκόπηση των μετρούμενων τιμών σε ένα πίνακα. Αν ο χρήστης προτιμά να χρησιμοποιήσει Microsoft Excel για την απεικόνιση και την ανάλυση τότε χρησιμοποιεί το εικονίδιο του Excel για να εξαγάγει τις μετρούμενες τιμές στο Excel με το πάτημα ενός κουμπιού.

Τα δεδομένα των μετρήσεων μπορούν να σωθούν (εξαχθούν) στο σκληρό δίσκο. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, όπως ακριβώς το path και το όνομα αρχείου, μπορείς επίσης να επιλέξεις τα κανάλια που θα εξαχθούν και να καθορίσεις τη μορφή εξαγωγής. Η **"Binary standard format"** εξαγωγή είναι η μορφή του catman.



**Database channel manager**

File Worksheet Measure Edit Mathematics Marker Options Help

File Edit Measure Mathematics Marker Options Help

	Typ	I/O	M	Title	Unit	Values	Modified
DB1	read	I/O		Time	s	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB2	read	I/O		Force U3 - 500N	N	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB3	read	I/O		Force at top	N	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB4	read	I/O		Strain 1	µm/m	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB5	read	I/O		Strain 2	µm/m	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB6	read	I/O		Strain 3	µm/m	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB7	read	I/O		Displacement 1	mm	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB8	read	I/O		Displacement 2	mm	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB9	read	I/O		Pressure 1	bar	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB10	read	I/O		Pressure 2	bar	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB11	read	I/O		Pressure 3	bar	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB12	read	I/O		Average of Force U3	N	0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB13	read			Channel 15		0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB14	read			Channel 16		0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB15	read			Channel 17		0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB16	read			Channel 18		0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB17	read			Channel 19		0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB18	read			Channel 20		0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB19	read			Channel 21		0(32000)	12.12.2004 19:15:14
DB20	read			Channel 22		0(32000)	12.12.2004 19:15:14

... Catman's own script language

**Data export**

My new measurement data

File name  Append to file

BinärDaten\_catman31.bin  
 Data\_catman45.bin  
 Dortmund.bin  
 Graz.BIN  
 Innsbruck2.BIN  
 Oslo first measurement.bin  
 Test1.BIN  
 TestDatei\_catman40.BIN  
 Testdaten.bin  
 TestMeanVal.bin  
 Wien.BIN  
 Wolfsburg.BIN

C:\catman32>Data

MESSFAHRT 29\_08\_02

File name

Choose export channels

Channels to be exported

- Time
- Force U3 - 500N
- Force at top
- Strain 1
- Strain 2
- Strain 3
- Displacement 1
- Displacement 2
- Pressure 1
- Pressure 2
- Pressure 3
- Average of Force U3
- Channel 15
- Channel 16
- Channel 17
- Channel 18
- Channel 19

Export format

catman  
 catman (Version 4.5)  
 ASCII  
 ASCII + channel information  
 DIADEM/DIA-PC (GIS)  
 nSoft Time Series (.DAC)  
 nSoft X-Y Pairs (.MDF)  
 EDASWin (.EDT)  
 FlexPro  
 CAESAR Remus (.RMS)  
 MTS RPC III (.RSP)  
 ASAM ODS (.ATF)  
 Microsoft Excel

\*.BIN (catman)

c:

File comment

Help

OK Cancel

Σχήμα 5.26 Database channel manager-data export



### 5.2.3.8 Σημειώσεις και πρόσθετη υποστήριξη

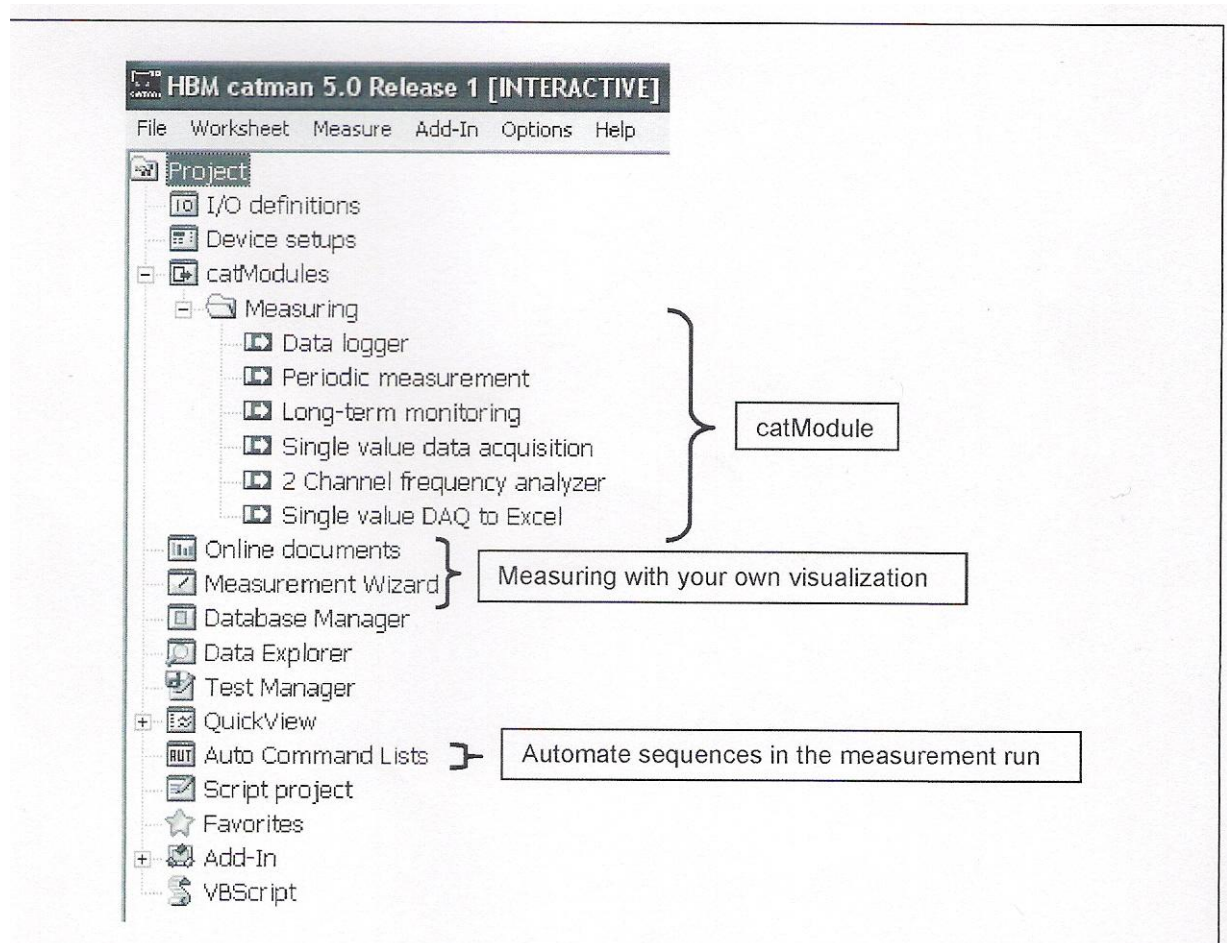
Περισσότερες επιλογές με το catman Professional

Όπως ακριβώς με το **"Data logger"** catModule που περιγράφηκε, υπάρχουν και άλλα catModules διαθέσιμα για μια ποικιλία μετρήσεων (πχ περιοδικές μετρήσεις)

Χρησιμοποιούμε το QuickView για να απεικονίσουμε τα δεδομένα και να χρησιμοποιήσουμε τις λειτουργίες cursor και zoom για να αξιολογήσουμε το γράφημα

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον online document editor για να δημιουργήσουμε δικές μας σελίδες απεικόνισης και να χρησιμοποιήσουμε τον Measurement Wizard για να τις ενσωματώσουμε στις δικές μας μετρήσεις

Ο χρήστης ακόμα μπορεί να κάνει χρήση του Auto Command List για να αυτοματοποιήσει αλληλουχίες κατά την διάρκεια των μετρήσεων



Σχήμα 5.27 Περισσότερες επιλογές του λογισμικού

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΛΑΣΗΣ ΜΕΤΡΟΤΕΧΝΙΚΟΥ

### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

#### VDI/VDE 2627

Όπως αναφέρθηκε για την δημιουργία ελεγχόμενων συνθηκών για διαστασιακές μετρήσεις ακριβείας και την έκδοση πιστοποιητικών διακρίβωσης με καταγεγραμμένη την ακρίβεια των μετρήσεων και υπολογισμένη την αβεβαιότητά τους έχει δημιουργηθεί χώρος ελεγχόμενων συνθηκών. Οι δυνατότητες του χώρου αυτού (αίθουσα μετρήσεων) πληρούν τις πιο κάτω συνθήκες:

#### **6.1 Θερμοκρασία**

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι αυτόματη από σύστημα κλιματισμού. Η θερμοκρασία διατηρείται σε όριο δυνατών αποκλίσεων  $\pm 0.5$  C από την κανονική θερμοκρασία των 20 C (ακριβώς ίση με 68 F).

Ακριβή θερμομέτρα έχουν τοποθετηθεί σε κατάλληλα και σύμφωνα με το σχεδιασμό του προτύπου σημεία του χώρου μετρήσεων για έλεγχο του αυτόματου συστήματος ρύθμισης της θερμοκρασίας.

Οι τοίχοι, τα δάπεδα και η οροφή είναι κατάλληλα θερμομονωμένοι.

Η είσοδος του αέρα στο χώρο γίνεται από το πάτωμα, περιμετρικά του θαλάμου, με ταχύτητα μικρότερη του μισού μέτρου ανά δευτερόλεπτο, και η έξοδος του γίνεται από ολόκληρη την (διάτρητη) ψευδοροφή. για την αποφυγή στροβιλισμών που συνεπάγεται την ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο. Γίνεται δειγματοληπτικός έλεγχος της ταχύτητα του αέρα

Σύμφωνα με το πρότυπο VDI/VDE (κεφ4.3.1 Πίνακας 3) για επιτρεπτή διαφορά  $\Delta T=0.5$  °C η κλάση θερμοκρασίας είναι C.

#### **6.2 Υγρασία**

Η σχέση υγρασίας αέρος δε πρέπει να υπερβαίνει το  $50 \pm 2$  % γιατί υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης των μηχανημάτων. Προβλέπεται αυτόματη ρύθμιση της υγρασίας του χώρου από το σύστημα κλιματισμού.

Σύμφωνα με το πρότυπο VDI/VDE η σχετική υγρασία αέρα πρέπει συνήθως να κυμαίνεται μεταξύ 30-60%. Από το κεφάλαιο 4.3.2 πίνακας 4 η κλάση υγρασίας του εργαστηρίου θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η A.

## 6.3 Καθαρότητα αέρα

Η καθαριότητα και η απαλλαγή από τη σκόνη είναι απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε να μη φθείρονται τα μηχανικά μέρη και να μη δημιουργούνται ορατές γρατσουνιές

Η είσοδος στο χώρο γίνεται διαμέσου ενός προθαλάμου ώστε να διασφαλίζεται η μη διατάραξη της θερμικής ισορροπίας και η μη είσοδος σωματιδίων σκόνης στο χώρο.

Στο χώρο των μετρήσεων έχει τοποθετηθεί αντιστατικό δάπεδο ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία σκόνης.

Το πάτωμα και η οροφή είναι βαμμένα λευκά.

Το σύστημα κλιματισμού έχει ενσωματωμένα φίλτρα καθαρισμού του αέρα ώστε να αφαιρείται η σκόνη.

Σύμφωνα με το πρότυπο VDI/VDE η κλάση καθαρού χώρου, με βάση το κεφάλαιο 4.4 και από τον πίνακα 5 και εφόσον στο εργαστήριο δουλεύουν φίλτρα αιωρούμενων σωματιδίων, είναι Β.

## 6.4 Ταλαντώσεις

Χώρος απαλλαγμένος από δονήσεις αποτελεί πολύ σημαντική συνθήκη για ακριβείς μετρήσεις.

Στο χώρο μετρήσεων έχει γίνει αναβάθμιση του υπάρχοντος θαλάμου μετρήσεων (είχε προβλεφθεί κατά την κατασκευή των κτιρίων της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ), αυξάνοντας το υφιστάμενο ωφέλιμο ύψος του κατά ένα μέτρο και δημιουργώντας στο κέντρο του μια αντικραδασμική βάση μεγάλης μάζας, διαστάσεων τέσσερα επί τέσσερα μέτρα

Η τοποθέτηση της μετρητικής μηχανής σε μονομπλόκ από τσιμέντο με κατάλληλα διαμορφωμένο υπέδαφος εξασφαλίζει την απαλλαγή από δονήσεις. Ελαφρές δονήσεις από το κτίριο στο πάτωμα από 1Hz μέχρι 100 Hz αποσβένονται από μονωτικά ISOLATOR μαξιλάρια από μαλακό λάστιχο.

Ο χώρος ελέγχεται για δονήσεις με τρία επιταχυνσιόμετρα μεγάλης ευαισθησίας, τοποθετημένα επί της πλάκας εφαρμογής, ένα σε κάθε μία από τις τρεις διαστάσεις, για τον έλεγχο των ταλαντώσεων.

Έχουν τοποθετηθεί δύο πάγκοι από γρανίτη βαρέως τύπου διαστάσεων 3000\*1000\*300 mm.

Σύμφωνα με το πρότυπο στο κεφάλαιο 4.5 και ειδικότερα στο σχήμα 4 πρέπει να μετρηθεί η επιτάχυνση  $a$  για να χαρακτηρίσουμε την κατάσταση σε κλάση του εργαστηρίου όσον αφορά τις ταλαντώσεις.

## **6.5 Προτάσεις βελτίωσης / Μελλοντικής ανάπτυξης**

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας προβλέπεται διατύπωση προτάσεων για τη βελτίωση ή/και τη μελλοντική ανάπτυξη της υποδομής του Μετροτεχνικού Εργαστηρίου. Οι προτάσεις αυτές θα κινηθούν σε τρεις βασικούς άξονες:

### ***A. Άμεσες ενέργειες***

Σε αυτή τη παράγραφο θα περιγραφούν τρόποι βελτίωσης της λειτουργίας του χώρου μετρήσεων που μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα.

A1. Αλλαγή των φωτιστικών λαμπτήρων και αντικατάστασή τους με νέους, τεχνολογίας LED. Με αυτή την ενέργεια περιορίζουμε την εκλυόμενη θερμότητα και βελτιώνουμε την κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο.

A2. Καθαρισμός της ψευδοροφής ορυκτής ίνας. Η κυκλοφορία του αέρα εντός του χώρου μέτρησης (είσοδος από χαμηλά – έξοδος από όλη την οροφή) δημιουργεί συγκέντρωση σκόνης στις πλάκες ορυκτής ίνας της οροφής. Προτείνεται αφαίρεση των πλακών και καθαρισμός με χρήση αέρα υπό πίεση.

A3. Καθαρισμός των καναλιών εισαγωγής αέρα του κλιματισμού. Είναι βέβαιο πως με τη πάροδο του χρόνου ποσότητα σκόνης παραμένει παγιδευμένη στο εσωτερικό των καναλιών μεταφοράς αέρα. Καθαρίζοντάς τα θα αποφύγουμε να μεταφέρουμε ποσότητα αυτής της σκόνης εντός του χώρου μέτρησης.

A4. Αλλαγή φίλτρων αέρα των κλιματιστικών μονάδων. Ομοίως, θα αποφύγουμε την εισαγωγή σκόνης στο χώρο.

### ***B. Συστηματικές ενέργειες***

Για να πετύχουμε συνολικά καλύτερη λειτουργία του χώρου μετρήσεων πρέπει να σχεδιάσουμε και να εντάξουμε στη λειτουργία του, διαδικασίες προστασίας των συνθηκών

B1. Διακρίβωση των αισθητήρων μέτρησης των συνθηκών σύμφωνα με το πρόγραμμα των κατασκευαστών τους

B2. Ο καθαρισμός της ψευδοροφής αλλά και των καναλιών αέρα πρέπει να γίνεται επαναλαμβανόμενα σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα του ενός έτους ώστε να διατηρούνται σε καλή κατάσταση.

B3. Ο καθαρισμός των φίλτρων των κλιματιστικών πρέπει να γίνεται τουλάχιστον δυο φορές το χρόνο ενώ πρέπει να αντικαθιστούνται σύμφωνα με το πρόγραμμα του κατασκευαστή.

B4. Καθιέρωση της χρήσης αέρα υπό πίεση για τον καθαρισμό από τη σκόνη των ρούχων και των υποδημάτων των ανθρώπων πριν από την είσοδό τους στο χώρο των μετρήσεων.

B5. Χρήση ειδικών ελαστικών προστατευτικών στα υποδήματα των χρηστών της αίθουσας μετρήσεων αφού από εκεί προκύπτει μεγάλος κίνδυνος εισαγωγής σκόνης/ακαθαρσιών στο χώρο.

B6. Προσθήκη συστήματος ελέγχου πρόσβασης ώστε να υπάρχει αναβάθμιση του επιπέδου ασφαλείας των χώρων του εργαστηρίου.

### ***Γ. Ενέργειες προώθησης και διαφήμισης***

Είναι σημαντικό, σε κάθε προσπάθεια που γίνεται και έχει στόχο την προσέλκυση πελατών να προτείνουμε τρόπους για την βελτίωση της εξωτερικής εικόνας του Μετροτεχνικού εργαστηρίου

Γ1. Δημιουργία χώρου στο διαδίκτυο όπου θα υπάρχει παρακολούθηση αληθινού χρόνου των μετρήσεων με ταυτόχρονη παρουσίαση των συνθηκών περιβάλλοντος που επικρατούν.

Γ2. Προσθήκη αισθητήρα ήχου ώστε να μετρείται ο θόρυβος που επικρατεί στο χώρο των μετρήσεων. Οι μετρήσεις αυτές προβλέπονται από το πρότυπο αλλά δε θεωρούνται απαραίτητες.

# Επικληθείσα Βιβλιογραφία

## 1. Συστήματα καταγραφής δεδομένων

^ COMDEX FALL November 18, 1981 Las Vegas, NV, "Tecmar shows 20 IBM PC option cards.. LabMaster,LabTender,DADIO,DeviceTender,IEEE-488.."

^ PC Magazine Vol1 No.1, "Taking the Measure" by David Bunnell, "Tecmar deployed 20 option cards for the IBM PC"

^ PC Magazine Vol1 No.5, "Tecmar Triumph" by David Bunnell, Scientific Solutions releases 20 new products for the PC

^ BYTE Vol7 No.1 "Scientific Solutions - Advertisement for data acquisition boards, stepper controllers, IEEE-488 products

^ Test&Measurement World Vol11 No 10 Decade of Progress Award: Scientific Solutions - LabMaster First in PC Data Acquisition

Simon McBeath (2002). Competition Car Data Logging: A Practical Handbook. J. H. Haynes & Co.. ISBN 1-85960-653-9.

Simon S. Young (2001). Computerized Data Acquisition and Analysis for the Life Sciences. Cambridge University Press. ISBN 0-521-56570-7.

W. R. Leo (1994). Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. Springer. ISBN 3-540-57280-5.

Charles D. Spencer (1990). Digital Design for Computer Data Acquisition. Cambridge University Press. ISBN 0-521-37199-6.

B.G. Thompson & A. F. Kuckes (1989). IBM-PC in the laboratory. Cambridge University Press. ISBN 0-521-32199-9.

Buddy Fey (1996). Data Power: Using Racecar Data Acquisition. Towery Pub. ISBN 1-88109-601-7.

## 2. Χώροι Μετρήσεων

VDI/VDE 2627 Blatt1 Measuring Rooms / Classification and characteristics (August 1998)

VDI/VDE 2627 Blatt2 Measuring Rooms / Guide for planning, construction and operation (April 2002)

## 3. Καταγραφείς και αισθητήρες

<http://www.picotech.com/datatable.html>

<http://www.hbm.com/en/menu/products/measurement-electronics-software/laboratory-test-stand/mgcplus/>

## 4. Λογισμικό

Technical datasheet HBM catman professional v5.0