

Θερμική Άνεση σε Εσωτερικούς Χώρους

Γενικά

Για όσους ασχολούνται συστηματικά με τη διασφάλιση συνθηκών άνεσης σε εσωτερικούς χώρους αποτελεί κοινό τόπο ότι το συγκεκριμένο αντικείμενο χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και ταυτόχρονη επίδραση από ποικίλα επιστημονικά πεδία. Χωρίς αντίρρηση όμως οι άνετες συνθήκες διαβίωσης δεν αφορούν πλέον στις μέρες μας μόνο τους ειδικούς αλλά και όλους όσους διαμένουν ή βρίσκονται σε εσωτερικούς χώρους κτηρίων δηλαδή τους πάντες. Συχνά συνομιλώντας με χρήστες των χώρων αυτών διαπιστώνουμε την παρανόηση βασικών αρχών που έχουν ως συνέπεια την αναζήτηση λύσεων σε λάθος κατεύθυνση.

Μιας και το αντικείμενο της άνεσης στους εσωτερικούς χώρους είναι από τη φύση του πολύπλοκο θα περιοριστούμε να εξετάσουμε μόνο το κομμάτι της άνεσης που σχετίζεται με τη θερμότητα και συνοπτικά ονομάζεται «θερμική άνεση». Ας δούμε λοιπόν τι είναι, από ποιους παράγοντες επηρεάζεται η θερμική άνεση καθώς και πως αυτές οι παράμετροι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Θερμική Άνεση

Θερμική άνεση είναι ο βαθμός ικανοποίησης στην αντίληψη των ανθρώπων σχετικά με τις συνθήκες που βιώνουν στο θερμικό τους περιβάλλον. Είναι δηλαδή ένας δείκτης που εκφράζει το πόσο καλά νοιώθει κάποιος βρισκόμενος σε ένα δεδομένο θερμικό περιβάλλον και πόσο ικανοποιημένος είναι από αυτό ώστε να μην επιθυμεί την αλλαγή του.

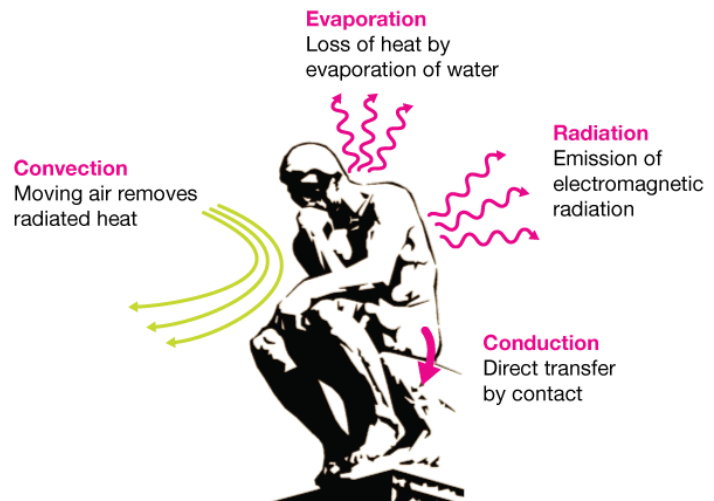
Από τον ορισμό της θερμικής άνεσης αντιλαμβανόμαστε ότι πρόκειται για έναν υποκειμενικό δείκτη που δεν είναι δυνατό να είναι ίδιος για όλους. Πράγματι η επιστήμη έχει χωρίσει τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η θερμική άνεση σε δυο μεγάλες κατηγορίες: τους ατομικούς και τους περιβαλλοντικούς.

- I. Ατομικοί παράγοντες. Πρόκειται για παραμέτρους που επηρεάζουν την αντίληψη του ατόμου για τη θερμική άνεση και έχουν σχέση με το ίδιο το άτομο και τις ιδιαιτερότητές του. Η ηλικία, η σωματική άσκηση, η κατάσταση της υγείας κ.α .είναι παράμετροι που επιδρούν σημαντικά στο αίσθημα της θερμικής άνεσης. Άτομα μεγάλης ηλικίας συνήθως νοιώθουν άνετα όταν η θερμοκρασία χώρου είναι μεγαλύτερη. Το ίδιο συμβαίνει σε άτομα που νοσηλεύονται σε νοσοκομεία ενώ το ακριβώς αντίθετο, αλλά με παροδικό χαρακτήρα, σε εγκύους. Επίσης άτομα που αθλούνται θέλουν γενικά ηπιότερες θερμοκρασίες στους χώρους άθλησης. Αυτά είναι μερικά παραδείγματα που δείχνουν ότι ο άνθρωπος επιδρά σημαντικά στη διαμόρφωση του δείκτη θερμικής άνεσης.
- II. Περιβαλλοντικοί παράγοντες. Έχουν να κάνουν με τις εξωγενείς συνθήκες που επιδρούν και διαμορφώνουν την αντίληψη θερμικής άνεσης του ατόμου όπως η θερμοκρασία, οι ακτινοβολίες, η υγρασία και η ροή του αέρα. Πρόκειται για παράγοντες για τους οποίους η αντικειμενικότητα της φύσης τους και η καθολικότητα της επίδρασής τους στον άνθρωπο τους κάνει περισσότερο πρόσφορους να ελεγχθούν και να διαμορφώσουν το γενικό αίσθημα της θερμικής άνεσης. Αν για παράδειγμα η θερμοκρασία σε ένα δωμάτιο κατά το χειμώνα είναι 21C τότε ικανοποιείται η γενική συνθήκη θερμικής άνεσης που ικανοποιεί τους περισσότερους ανθρώπους.

Ασφαλώς είναι δυνατό να παρέμβουμε με τεχνικά μέσα και να διαμορφώσουμε όλους τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Γι' αυτό θα ασχοληθούμε μόνο με αυτούς εξετάζοντας τον καθένα ξεχωριστά και τη μεταξύ τους σχέση στη διαμόρφωση της θερμικής άνεσης. Αφού η ανθρώπινη υποκειμενικότητα μας απαγορεύει να διατυπώσουμε γενικούς κανόνες το μόνο που μας απομένει και που είναι εφικτό με τη χρήση τεχνικών μέσων (κλιματισμός, σκίαση κ.α.) είναι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες με τους οποίους θα ασχοληθούμε συστηματικά.

Ο Άνθρωπος

Αρχικά είναι χρήσιμο να δούμε πως λειτουργεί ο άνθρωπος σαν θερμική μηχανή και ποιες είναι οι ανάγκες του για να αισθάνεται θερμικά άνετα. Το ανθρώπινο σώμα καταναλώνει ουσίες που λαμβάνει με την τροφή και με τη χημική διαδικασία της καύσης χρησιμοποιώντας το ατμοσφαιρικό οξυγόνο παράγει θερμότητα. Η διαδικασία αυτή που ονομάζεται μεταβολισμός είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ζωής. Η θερμική ενέργεια που παράγεται αυξάνει τη θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος στους 36.6C και τη διατηρεί εκεί. Πώς όμως το καταφέρνει αυτό; Γιατί η θερμοκρασία είναι πάντα η ίδια ενώ οι εξωτερικές συνθήκες και η μυϊκή δραστηριότητα του ατόμου μεταβάλλονται; Το ανθρώπινο σώμα διαθέτει διάφορους μηχανισμούς που δρουν εξισορροπιστικά στη μεταβολή της θερμοκρασίας διατηρώντας τη στο σωστό επίπεδο όπως ακριβώς επιτυγχάνει και ο κινητήρας του αυτοκινήτου που μέσω του ψυγείου του.



Εικόνα 1
Μεταφορά θερμότητας στον άνθρωπο
(xactly.com)

Το σώμα λοιπόν παράγει θερμότητα και οι διάφοροι μηχανισμοί αναλαμβάνουν να την αποβάλλουν στο περιβάλλον ώστε η τελική του θερμοκρασία να παραμένει πάντα η ίδια. Με ποιο τρόπο όμως γίνεται η αποβολή θερμότητας; Υπάρχουν τρεις μηχανισμοί μεταφοράς της θερμότητας από ένα σώμα η αγωγή, η συναγωγή και η ακτινοβολία. Το ανθρώπινο σώμα χρησιμοποιεί και τους τρεις τρόπους για να αποβάλλει τη θερμότητα προς το περιβάλλον που συνήθως βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτό.

- i. **Αγωγή θερμότητας** Πρόκειται για το μηχανισμό μεταφοράς θερμικής ενέργειας που γίνεται όταν ένα σώμα μεγαλύτερης θερμοκρασίας βρίσκεται σε άμεση επαφή με κάποιο χαμηλότερης. Τότε όπως μας πληροφορεί η Φυσική η θερμότητα «ρέει» από το θερμό προς το ψυχρό σώμα. Όταν θέλουμε να ζεστάνουμε νερό τοποθετούμε το σκεύος στο μάτι της κουζίνας και με αγωγή η θερμότητα μεταφέρεται από το μεγαλύτερης θερμοκρασίας μάτι στο χαμηλότερης θερμοκρασίας νερό ζεσταίνοντάς το. Αυτό είναι ένα κλασικό παράδειγμα θερμικής αγωγής που δείχνει την αμεσότητα και την αποτελεσματικότητα του μηχανισμού αυτού στη μετάδοση της θερμότητας. Πράγματι η αγωγή είναι ο καλύτερος τρόπος μεταφοράς θερμότητας γι αυτό και χρησιμοποιείται όταν απαιτείται η ταχεία και άμεση μεταφορά. Στον άνθρωπο ο μηχανισμός της αγωγής χρησιμοποιείται με εμφανή τρόπο όταν για να δροσιστεί από την καλοκαιρινή ζέση βουτάει στο νερό της θάλασσας ή κάνει ντους. Η άμεση επαφή του σώματος με το δροσερό νερό ενεργοποιεί το μηχανισμό της αγωγής και η θερμοκρασία του ανθρώπου μειώνεται.
- ii. **Συναγωγή θερμότητας** Είναι ο μηχανισμός μεταφοράς που λαμβάνει χώρα όταν η αποθηκευμένη θερμική ενέργεια σε ένα σώμα μεταφέρεται λόγω της υλικής μεταφοράς του σώματος αυτού. Η

θερμότητα που παράγεται στον λέβητα της κεντρικής θέρμανσης μεταφέρεται μέσω (εξαναγκασμένης) συναγωγής στα σώματα με τη μετακίνηση του νερού που την περιέχει. Στη συνέχεια με αγωγή μεταφέρεται από το νερό στο μέταλλο του σώματος και από εκεί στο χώρο. Παρόμοια δρα η συναγωγή και στον άνθρωπο όταν με την εκπνοή ο ζεστός εσωτερικός αέρας μεταφέρεται στο περιβάλλον αποβάλλοντας μεγάλα ποσά μη αναγκαίας θερμότητας.

III. **Ακτινοβολία** Είναι ο λιγότερο αντιληπτός μηχανισμός μεταφοράς. Κάθε αντικείμενο που βρίσκεται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη αυτής του απολύτου μηδενός, περίπου -273°C , (και όλα τα σώματα βρίσκονται σε μεγαλύτερη θερμοκρασία) εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κάποιας διαφορετικής συχνότητας. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με την οποία είμαστε περισσότερο εξοικειωμένοι είναι το φως ή ακόμα και τα ραδιοκύματα ή η ακτινοβολία του φούρνου μικροκυμάτων. Όλα αυτά είναι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες αλλά με διαφορετική συχνότητα. Αυτό γίνεται πιο κατανοητό με το ορατό φως που η συχνότητά του γίνεται άμεσα αντιληπτή από τον άνθρωπο με τη μορφή διαφορετικού χρώματος. Το φως κόκκινου χρώματος δεν είναι τίποτα άλλο από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με κάποια συχνότητα.

Κάθε αντικείμενο λοιπόν εκπέμπει τέτοια ακτινοβολία με διαφορετικό «χρώμα» δηλαδή συχνότητα την οποία είτε την αντιλαμβανόμαστε ως άνθρωποι επειδή είναι ορατή είτε όχι όπως τα ραδιοκύματα που γίνονται αντιληπτά από τις αντίστοιχες συσκευές που είναι οι ραδιοφωνικοί δέκτες (ραδιόφωνα). Η συχνότητα της ακτινοβολίας έχει σχέση με τη θερμοκρασία του αντικειμένου και μεταφέρει πάντα ενέργεια από το σώμα προς το περιβάλλον. Το τσιγάρο που καίγεται έχει συνήθως κόκκινο-πορτοκαλί χρώμα λόγω της σχετικά μικρής θερμοκρασίας της καύσης. Αντίθετα το νήμα μιας λάμπας πυρακτώσεως με θερμοκρασία σημαντικά μεγαλύτερη έχει σχεδόν λευκό χρώμα δηλαδή κινείται φασματικά σε μεγαλύτερες συχνότητες. Το ανθρώπινο σώμα μεταφέρει και αυτό θερμότητα προς το περιβάλλον με ακτινοβολία που βέβαια είναι μη ορατή. Όμως αυτός ο ασυνήθιστος ηλεκτρομαγνητικός «πομπός» καταφέρνει να απαλλάσσεται από την αχρείαση θερμότητα μέσω της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας.

Κάθε τρόπος μεταφοράς από τους παραπάνω μπορεί να δρα και αντίστροφα μεταφέροντας ενέργεια από το περιβάλλον προς τον άνθρωπο. Η διαδικασία είναι αμφίδρομη και εκτελείται συνεχώς και προς τις δυο κατευθύνσεις. Άνθρωπος και περιβάλλον βρίσκονται σε διαρκή εναλλαγή θερμότητας κάτι που περιπλέκει περισσότερο την κατάσταση.

Ο ανθρώπινος οργανισμός ενεργοποιεί διάφορους μηχανισμούς μεγιστοποίησης ή ελαχιστοποίησης της αποβολής θερμότητας ανάλογα με το εάν απαιτείται να δροσιστεί ή να ζεσταθεί. Ο γνωστότερος τέτοιος μηχανισμός είναι η εφίδρωση κατά την οποία ο ιδρώτας που ρέει μέσω των πόρων του δέρματος στην επιδερμίδα εξατμίζεται και συνεπώς ψύχει το σώμα. Η εξατμική του ιδρώτα είναι ισχυρός μηχανισμός αποβολής εμπειρικά γνωστός σε όλους μας. Η αποτελεσματικότητά του αυξάνεται όταν επικρατεί χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία και μεγάλη ροή αέρα. Γι' αυτό σε συνθήκες εφίδρωσης η χρήση της βεντάλιας ή του ανεμιστήρα βελτιώνει περαιτέρω την κατάσταση.

Αντίθετα όταν το σώμα αντιληφθεί ότι χάνει περισσότερη θερμότητα από όση πρέπει ενεργοποιεί μηχανισμούς περιορισμού της απώλειας. Συστέλλει για παράδειγμα τα αγγεία των άκρων για να περιορίσει σε αυτά τη ροή του θερμού αίματος και να διατηρήσει ζεστό το υπόλοιπο σώμα και ενεργές τις κρίσιμες λειτουργίες του. Αυτός είναι ο λόγος που μουδιάζουν και πονάνε τα πόδια μας όταν μπαίνουμε σε θάλασσα με χαμηλής θερμοκρασίας νερό.

Ο άνθρωπος διαθέτει σχετικά ανακριβείς και αναποτελεσματικούς μηχανισμούς με τους οποίους αντιλαμβάνεται τη θερμοκρασία. Ως θερμομέτρο θα λέγαμε ότι δεν τα καταφέρνει και πολύ καλά. Για παράδειγμα ζητήστε από κάποιον να ακουμπήσει με τα χέρια του δύο αντικείμενα που βρίσκονται στον ίδιο χώρο και συνεπώς έχουν την ίδια θερμοκρασία αλλά είναι κατασκευασμένα το ένα από ξύλο και το

άλλο από μέταλλο. Θα λάβετε την απάντηση ότι το μεταλλικό είναι πιο κρύο πράγμα που είναι εμφανώς λάθος! Αυτό συμβαίνει γιατί το «ανθρώπινο θερμόμετρο» βασίζεται στη μεταφορά θερμότητας για να εκτιμήσει τη θερμοκρασία ενός σώματος όπως αυτή λαμβάνει χώρα εξαιτίας της θερμικής μεταφοράς από το ζεστό ανθρώπινο στο χαμηλότερης θερμοκρασίας μεταλλικό σώμα.

Για το λόγο αυτό αντί της θερμοκρασίας θεσπίσαμε ένα άλλο μέγεθος που έχει στενότερη σχέση με την αντίληψη που αναπτύσσει ο άνθρωπος σχετικά με τη θερμική άνεση και ονομάζεται **φαινόμενη θερμοκρασία (apparent temperature)**. Η φαινόμενη θερμοκρασία συμπεριλαμβάνει όλες τις αντικειμενικές παραμέτρους που επηρεάζουν το ανθρώπινο αίσθημα της θερμικής άνεσης και προσεγγίζει καλύτερα το πώς αισθάνεται κάποιος. Το ενδιαφέρον είναι ότι η φαινόμενη θερμοκρασία ως συνισταμένη μετρήσιμων μεγεθών όπως η θερμοκρασία, η υγρασία κ.α. μπορεί να δώσει το ίδιο αποτέλεσμα ως ανθρώπινη αίσθηση με διαφορετικούς συνδυασμούς των μεγεθών αυτών. Αναλυτικότερα όμως για αυτό στη συνέχεια.

Περιβαλλοντικοί Παράγοντες Θερμικής Άνεσης

Βασισμένοι στην παραπάνω γνώση θα δούμε τώρα πως οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν και συνεκτιμώνται από τον ανθρώπινο οργανισμό στο σχηματισμό του αισθήματος της θερμικής άνεσης.

- **Θερμοκρασία του Αέρα** Πρόκειται πράγματι για τον σημαντικότερο παράγοντα της θερμικής άνεσης ο οποίος έχει και άμεση επίδραση στην ανθρώπινη αντίληψη. Ο περιβάλλον αέρας έρχεται σε άμεση επαφή με το σώμα και συμμετέχει σημαντικά στο αίσθημα της θερμικής άνεσης. Τη θερμοκρασία του αέρα μεταβάλλουν άμεσα οι περισσότερες πηγές θερμότητας όπως τα κλιματιστικά και τα σώματα καλοριφέρ. Ο αέρας αφού ζεσταθεί ή δροσιστεί περιβάλλει το ανθρώπινο σώμα και του δημιουργεί την αίσθηση της άνεσης ή της δυσφορίας.

Ποια όμως είναι η ιδανική θερμοκρασία για τον άνθρωπο; Παραλείποντας την επίδραση των ατομικών παραγόντων για τους οποίους μιλήσαμε πριν και μερικά ακόμα υποκειμενικά στοιχεία όπως η σωματική άσκηση θα λέγαμε ότι η πλειονότητα των ανθρώπων αισθάνεται άνετα με θερμοκρασίες περίπου 21C-22C για το χειμώνα και 25C-27C για το καλοκαίρι.

Γιατί όμως συμβαίνει αυτή η διαφοροποίηση μεταξύ χειμώνα και θέρους; Με άλλα λόγια γιατί η φαινόμενη θερμοκρασία είναι διαφορετική για ίδια θερμοκρασία αέρα; Η απάντηση είναι ότι η φαινόμενη θερμοκρασία στην οποία βασίζονται τα ατελή ανθρώπινα όντα είναι διαφορετική αφού μπορεί μεν η θερμοκρασία του αέρα να είναι η ίδια αλλά διαφέρει σημαντικά η θερμοκρασία των σωμάτων (αντικειμένων) και των επιφανειών του χώρου.

- **Θερμοκρασία Σωμάτων και Επιφανειών** Τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο όπως προαναφέρθηκε έχουν κάποια θερμοκρασία και συνεπώς ακτινοβολούν. Η θερμότητα από την ακτινοβολία αυτή συμμετέχει στη διαμόρφωση της φαινόμενης θερμοκρασίας σχεδόν ισόποσα με τη θερμοκρασία αέρα. Σημαντικές διαφορές μεταξύ της θερμοκρασίας αέρα και επιφανειών μεγαλύτερες των 4C συνεισφέρουν αρνητικά στη θερμική άνεση.

Σε ένα κρύο και για μεγάλο χρονικό διάστημα δίχως θέρμανση εξοχικό χρειάζεται πολύς χρόνος για να αισθανθούμε άνετα παρόλο που η θέρμανση εργάζεται πυρετωδώς και η θερμοκρασία αέρα (αυτή που μετράει το θερμόμετρο χώρου) είναι τέτοια που θα δικαιολογούσε θερμική άνεση. Αυτό συμβαίνει γιατί οι επιφάνειες και τα αντικείμενα έχουν πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία και ακτινοβολούν πολύ λιγότερο. Δεν είναι σωστή η αντίληψη που έχουν πολλοί άνθρωποι και ενοχοποιούν την υγρασία ως γενεσιουργό αιτία του αισθήματος ψύχους. Στην πραγματικότητα η υγρασία στη συγκεκριμένη περίπτωση δε διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Το χειμώνα η θερμοκρασία

των αντικειμένων (συμπεριλαμβανομένων και των δομικών στοιχείων) είναι χαμηλότερη και σημαντικά διαφορετική από ότι το καλοκαίρι. Επομένως μια θερμοκρασία αέρα περί τους 22C μαζί με θερμοκρασία επιφανειών περί τους 20C δίνουν ένα ευχάριστο συναίσθημα. Θα περίμενε όμως κάποιος με την ίδια λογική το καλοκαίρι το ίδιο αίσθημα να εμφανίζεται με χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα μιας και η θερμοκρασία των επιφανειών είναι μεγαλύτερη. Αυτό όμως δε συμβαίνει και ο λόγος είναι η ταχύτητα του αέρα όπως θα δούμε αμέσως μετά.

- Ταχύτητα Αέρα** Όταν ο δροσισμός γίνεται μέσω κλιματισμού η ταχύτητα του αέρα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη φαινόμενη θερμοκρασία και αυτό γιατί κατά τη θερινή περίοδο ο ψυχρός αέρας που, ως σημειωθεί, έχει σημαντικά χαμηλότερη θερμοκρασία από τους έστω 26C στους οποίους είναι ρυθμισμένος ο κλιματισμός έρχεται σε άμεση επαφή με τον άνθρωπο. Αυτό από μόνο του κάνει εντονότερο το αίσθημα του ψύχους. Έχει όμως και μια επιπλέον ενισχυτική συνέπεια. Αυξάνει το ρυθμό εξάτμισης από την ανθρώπινη επιδερμίδα γιατί απομακρύνει τον σχετικά κορεσμένο με υδρατμούς αέρα που βρίσκεται σε άμεση επαφή με το δέρμα ανανεώνοντάς τον με άλλον που έχει πολύ μικρότερη υγρασία. Για τους λόγους αυτούς η θερμοκρασία αέρα σε συνθήκες κλιματισμού το καλοκαίρι ώστε να επιτυγχάνεται θερμική άνεση είναι περίπου 26C.

Το χειμώνα αντίθετα ο κλιματισμός λόγω της ροής αέρα, αλλά όχι μόνο για αυτό, χρειάζεται θερμοκρασίες γενικά μεγαλύτερες από τους 21C για να αποδώσει το επιθυμητό επίπεδο άνεσης. Η αυξημένη εξάτμιση που προκαλείται καθώς και η μεταφορά της ψυχρής ενδιάμεσης μάζας αέρα από το στόμιο του κλιματισμού προς το μέρος μας δυσχεραίνουν την επίτευξη της θερμικής άνεσης που αντισταθμίζεται απλά με την επιλογή μεγαλύτερης θερμοκρασίας αέρα. Επιπλέον ο κλιματισμός είναι η μέθοδος που εκμεταλλεύεται την άμεση ακτινοβολία λιγότερο από οποιαδήποτε άλλη. Οι επιφάνειες θα ακτινοβολήσουν αφού πρώτα θερμανθούν εμμέσως από την επαφή τους με το ζεστό κλιματισμένο αέρα. Χαμηλή ακτινοβολία σωμάτων συνεπάγεται έντονες διακυμάνσεις στη θερμική άνεση. Αυτός είναι και ο λόγος που η χρήση κλιματισμού δεν δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα στη θέρμανση.

Όμως η ταχύτητα αέρα από μόνη της αποτελεί παράγοντα σημαντικό της θερμικής άνεσης. Η ταχύτητα του αέρα όταν ξεπερνάει κάποιο όριο γίνεται άμεσα αντιληπτή και ενοχλητική από τους ανθρώπους όταν αφορά το δροσισμό. Χαμηλές ταχύτητες πάλι δίνουν το αίσθημα της στασιμότητας και της περιορισμένης ανανέωσης. Αντίθετα ο κλιματισμός στη θέρμανση γίνεται καλύτερα ανεκτός γιατί το θερμό ρεύμα συμβάλλει στη θερμική άνεση εφόσον δε συνοδεύεται από μετακίνηση των ενδιάμεσων ψυχρών αερίων μαζών. Η τοποθέτηση των στομιών του κλιματισμού στην περίπτωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Και η κατεύθυνση του ρεύματος του αέρα όμως έχει μεγάλη σημασία. Γενικά όταν ο αέρας κατευθύνεται στο ανθρώπινο πρόσωπο από το πλάι δημιουργεί έντονο και δυσάρεστο συναίσθημα. Ακόμα και όταν η ροή είναι φυσική δηλαδή ένα ανοιχτό παράθυρο από το οποίο μπαίνει αέρας θα πρέπει να φροντίζουμε ώστε να μη χτυπάει το πρόσωπό μας από το πλάι. Αυτό δεν προξενεί απλά δυσάρεστο συναίσθημα αλλά ενέχει και σημαντικούς άλλους κινδύνους. Η συνεχόμενη διαφορά πίεσης μεταξύ των αυτιών αποπροσανατολίζει τον ανθρώπινο εγκέφαλο και συγκεκριμένα το υπεύθυνο για την ισορροπία υποσύστημα που είναι ο λαβύρινθος. Η παρατεταμένη έκθεση σε ρεύμα αέρα έχει ως συνέπεια τον έντονο πονοκέφαλο, τον ίλιγγο και σε πολλές περιπτώσεις την απώλεια ισορροπίας.

- Υγρασία** Όπως αναφέρθηκε συνοπτικά παραπάνω η υγρασία είναι σημαντικός παράγοντας στη διαμόρφωση του αισθήματος της φαινόμενης θερμοκρασίας. Ο μηχανισμός μέσω του οποίου επηρεάζεται η ανθρώπινη αντίληψη είναι μονοσήμαντος και εύκολα κατανοητός αφού σχετίζεται με την εξάτμιση από την ανθρώπινη επιδερμίδα και την απομάκρυνση σημαντικών ποσών θερμικής ενέργειας από το ανθρώπινο σώμα. Ας δούμε όμως μερικά στοιχεία για την υγρασία καθαυτή.

Ατμοσφαιρική υγρασία είναι η ποσότητα των υδρατμών που βρίσκεται σε κάποιο όγκο ατμοσφαιρικού αέρα. Με άλλα λόγια το μείγμα των ατμοσφαιρικών αερίων όπως το γνωρίζουμε (άζωτο, οξυγόνο κλπ) περιέχει και κάποια ποσότητα νερού με τη μορφή υδρατμών. Όταν αναφερόμαστε λοιπόν στην ατμοσφαιρική υγρασία και συγκεκριμένα στην **απόλυτη υγρασία** εννοούμε την ποσότητα αυτού του νερού που βρίσκεται στον αέρα.

Ο αέρας όμως δεν μπορεί να συγκρατήσει απεριόριστα μεγάλη ποσότητα υδρατμών. Αν προσπαθήσουμε να εξατμίσουμε πολύ νερό και να απελευθερώσουμε τους υδρατμούς θα διαπιστώσουμε ότι μετά από κάποιο όριο αυτό είναι αδύνατο αφού οι υδρατμοί συνενώνονται και υγροποιούμενοι καταλήγουν με τη μορφή νερού να ρέουν στα τοιχώματα του δοχείου ή του δωματίου που περιέχει τον αέρα. Τότε λέμε ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι κορεσμένος δηλαδή περιέχει το μέγιστο ποσοστό υδρατμών που μπορεί να χωρέσει. Η ποσότητα των υδρατμών του αέρα σε κατάσταση κορεσμού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία. Αέρας με μεγάλη θερμοκρασία μπορεί να κατακρατήσει μεγάλη ποσότητα υδρατμών και το αντίστροφο. Ορίσαμε λοιπόν ένα άλλο χρησιμότερο μέγεθος για την υγρασία που την εκφράζει ως ποσοστό της μέγιστης επιτρεπόμενης υγρασίας σε συνθήκες κορεσμού. Το νέο μέγεθος ονομάζεται **σχετική υγρασία** και μας δίνει ένα μέτρο όχι του πόσο νερό περιέχει μια ποσότητα αέρα αλλά πόσο ποσοστό υδρατμών εν σχέσει με το μέγιστο που θα μπορούσε να έχει σε συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας κλπ.

Η γνώση της σχετικής υγρασίας είναι χρησιμότερη της απόλυτης γιατί τα φαινόμενα εξάτμισης που μας αφορούν σχετίζονται άμεσα με τη δυνατότητα απορρόφησης υδρατμών και όχι το απόλυτο μέγεθός τους. Αν έχουμε σχετική υγρασία 100% τότε είναι αδύνατο να απελευθερώσουμε περισσότερους υδρατμούς άρα είναι αδύνατο να εξατμίσουμε τον ιδρώτα της επιδερμίδα μας σε ένα τέτοιο περιβάλλον. Στον πίνακα της εικόνας 2 δείχνεται ότι η φαινόμενη θερμοκρασία σε θερμοκρασία αέρα 20C και σχετική υγρασία 50% είναι επίσης 20C. Όταν όμως η σχετική υγρασία αυξηθεί σε 80% η φαινόμενη θερμοκρασία γίνεται αυτόματα 22C. Με άλλα λόγια η αύξηση της σχετικής υγρασίας κάνει τη φαινόμενη θερμοκρασία μεγαλύτερη και αυτό συμβαίνει πάντα είτε σε χαμηλή είτε σε υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος.

		Apparent temperature (AT) from temperature and relative humidity - after Steadman 1994																																				
		Temperature (°C)																																				
Relative Humidity (%)	0	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
	5	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	44	45	46	47	48						
	10	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46	48	49	50						
	15	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	45	46	47	48	50								
	20	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	43	45	46	47	49	50									
	25	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49											
	30	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	33	34	35	37	38	39	41	42	43	45	46	48	49												
	35	19	20	21	22	23	25	26	27	28	30	31	32	34	35	36	38	39	40	42	43	45	46	48	49													
	40	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30	32	33	34	36	37	39	40	41	43	44	46	48	49														
	45	19	21	22	23	24	26	27	28	30	31	32	34	35	37	38	40	41	43	44	46	47	49															
	50	20	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47	49	50															
	55	20	22	23	24	25	27	28	30	31	32	34	35	37	38	40	42	43	45	46	48	50																
60	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	46	48	49																		
65	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34	35	37	39	40	42	43	45	47	49																			
70	21	23	24	26	27	28	30	31	33	35	36	38	39	41	43	44	46	48	50																			
75	22	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	42	44	45	47	49																				
80	22	24	25	27	28	30	31	33	34	36	38	39	41	43	45	46	48	50																				
85	23	24	26	27	29	30	32	33	35	37	38	40	42	44	45	47	49																					
90	23	25	26	28	29	31	32	34	36	37	39	41	43	45	46	48	50																					
95	23	25	26	28	30	31	33	35	36	38	40	42	43	45	47	49																						
100	24	25	27	29	30	32	33	35	37	39	41	42	44	46	48	50																						

Εικόνα 1

Σχέση φαινόμενης θερμοκρασία-σχετικής υγρασίας (Australian Government- Bureau of Meteorology)

- **Άμεση Ακτινοβολία** Αξίζει να αναφερθεί η συμμετοχή της άμεσης ακτινοβολίας κυρίως από τον ήλιο ή κάποια άλλη ισχυρή πηγή στη διαμόρφωση του αισθήματος της θερμικής άνεσης. Αν και η ακτινοβολία αυτή δε διαφέρει σε τίποτα από την ακτινοβολία των σωμάτων και των επιφανειών λόγω της θερμοκρασίας τους, για την οποία μιλήσαμε παραπάνω, εντούτοις η εξωγενής της φύση και η δραματικά μεγαλύτερη ισχύς της την καθιστά πολύ σημαντική.

Πηγές ακτινοβολίας όπως ο ήλιος προσφέρουν έστω και μέσω υαλοπινάκων δυνατό αίσθημα θαλπωρής και θερμικής άνεσης. Το ίδιο συμβαίνει και με μια άλλη πηγή άμεσης ακτινοβολίας που είναι το τζάκι. Είναι γνωστή η αίσθηση ζεστασιάς που αποκομίζει κάποιος κοντά σε μια εστία τζακιού και η οποία προέρχεται από την ισχυρή ακτινοβολία που απορροφάται από το σώμα μας παρόλο που το υπόλοιπο δωμάτιο και ο ατμοσφαιρικός αέρας μπορεί να είναι κρύα. Η ισχύς, ο διάχυτος και διεισδυτικός της χαρακτήρας καθώς και ψυχολογικοί παράγοντες κάνουν τις πηγές άμεσης ακτινοβολίας πολύ σημαντικές στο σχηματισμό του αισθήματος θερμικής άνεσης.

Επίλογος

Η θερμική άνεση λοιπόν φαίνεται ότι δεν είναι κάτι που επιτυγχάνεται με απλό τρόπο. Η συμμετοχή πολλών παραγόντων στη διαμόρφωσή της και η μεταξύ τους ισχυρή αλληλεπίδραση επιφέρουν δυσκολίες στην επίτευξή της. Σύμμαχος μας η γνώση και ο προσεκτικός σχεδιασμός των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και των συνοδευτικών αυτοματισμών.

Οι αυτοματισμοί ιδιαίτερα προσφέρουν απεριόριστες δυνατότητες οι οποίες μάλιστα διαρκώς επεκτείνονται και ολοκληρώνονται. Μέτρηση μεγεθών που κάποτε θεωρούσαμε αδύνατη ή επουσιώδη σήμερα έχει γίνει σχεδόν ο κανόνας. Η πολυεπίπεδη επεξεργαστική δυνατότητα των σύγχρονων συστημάτων δίνει σε πραγματικό χρόνο τις κατάλληλες εντολές στον κλιματισμό και τα άλλα συστήματα λαμβάνοντας υπόψη όλο και περισσότερες μεταβλητές και εφαρμόζοντας πληρέστερους και πολυπλοκότερους αλγόριθμους.