

ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ

Ανδρέας Δ. Φλουρής, PhD

Αναπληρωτής Καθηγητής
Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Φυσιολογίας | FAME Laboratory
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Καρυές – Τρίκαλα 42100
Τηλ: 2431 047 029 | Email : famelaboratory@gmail.com



ΣΚΟΠΟΣ

Το κείμενο αυτό είναι υποστηρικτικό του νομοθετικού κειμένου που παράχθηκε από την Τεχνική Ομάδα Εργασίας για τη μελέτη και διαμόρφωση μέτρων πρόληψης της θερμικής καταπόνησης των εργαζομένων κατά το θέρος, σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση 12668/Δ1. 4577/23-03-2018. Έχει τη μορφή πρακτικού οδηγού, προκειμένου να διευκολύνει την εφαρμογή του πλαισίου προστασίας των εργαζομένων.

1. ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΕ ΘΕΡΜΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ, ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Πρόσφατη ανάλυση σε περισσότερους από 13,000 εργαζόμενους από πολλά επαγγέλματα σε 13 χώρες έδειξε ότι πάνω από 30% των ατόμων που εργάζονται συχνά σε θερμό περιβάλλον βιώνουν συμπτώματα όπως υπερθερμία, συγκοπή, μειωμένη νεφρική λειτουργία, αφυδάτωση και νευρολογική δυσλειτουργία.¹

Οι διαταραχές της υγείας που σχετίζονται με την εργασία σε θερμό περιβάλλον κυμαίνονται από ήπιες έως σοβαρές. Οι ήπιες διαταραχές δεν έχουν χρόνιες επιδράσεις και ο εργαζόμενος μπορεί να επιστρέψει στην εργασία την επόμενη ημέρα, αφού αποκατασταθεί η φυσιολογική θερμοκρασία σώματος και η ισορροπία υγρών. Οι σοβαρές διαταραχές της υγείας απαιτούν άμεση προσοχή και νοσηλεία, καθώς μπορούν να προκαλέσουν έντονη δυσλειτουργία σε ιστούς και όργανα για αρκετές εβδομάδες, μήνες ή περισσότερο, ή να μην επιλυθεί ποτέ.^{1,2,3}

Ορισμένες πληθυσμιακές ομάδες όπως τα ηλικιωμένα άτομα και οι ασθενείς με κάποιες κοινές χρόνιες παθήσεις είναι πιο πιθανό να βιώσουν κάποια διαταραχή της υγείας τους όταν εργάζονται σε θερμό περιβάλλον.^{4,5} Όμως, έχουν παρατηρηθεί έντονες διαταραχές ακόμη και σε άτομα χαμηλού κινδύνου (άτομα κάτω των 30 ετών χωρίς χρόνιες παθήσεις και με καλή σωματική κατάσταση) που ακολουθούν τις ενδεδειγμένες οδηγίες για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία.^{2,3}

Εκτός από τις επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων, η εργασία σε θερμό περιβάλλον επηρεάζει αρνητικά την παραγωγικότητά τους και αυτό οδηγεί σε σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομία και τη δημόσια υγεία.^{1,5} Οι επιπτώσεις είναι εντονότερες σε χώρες, βιομηχανίες και εργαζόμενους που βασίζονται στη χειρωνακτική εργασία, αλλά οι επιπτώσεις εξαπλώνονται σε όλους τομείς της οικονομίας καθώς επηρεάζουν την παραγωγικότητα του πρωτογενούς τομέα.^{1,6,7,8}

¹ Flouris AD, Dinas PC, Ioannou LG, et al. (2018). Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health*, 2(12): e521-e31.

² Kenny GP, Wilson TE, Flouris AD, Fujii N. (2018). Heat exhaustion. *Handb Clin Neurol*, 157: 505-529.

³ Laitano O, Leon LR, Roberts WO, Sawka MN. (2019). Controversies in exertional heat stroke diagnosis, prevention, and treatment. *J Appl Physiol* (1985), 127(5): 1338-1348.

⁴ Bjerglund Andersen N, Böckmann M, Bowen K, Díaz J, Flouris AD, et al. (2021). Heat and health in the WHO European Region: updated evidence for effective prevention. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark.

⁵ Ioannou LG, Tsoutsoubi L, Samoutis G, Bogataj LK, Kenny GP, Nybo L, Kjellstrom T, Flouris AD. (2017). Time-motion analysis as a novel approach for evaluating the impact of environmental heat exposure on labor loss in agriculture workers. *Temperature*, 4(3): 330-340.

⁶ Kenny GP, Groeller H, McGinn R, Flouris AD. (2016). Age, human performance, and physical employment standards. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(6 Suppl 2): S92-S107.

⁷ Nybo L, Kjellstrom T, Bogataj LK, Flouris AD. (2017). Global heating: Attention is not enough; we need acute and appropriate actions. *Temperature*, 4(3): 199-201.

⁸ Casanueva A, Kotlarski S, Fischer AM, Flouris AD, Kjellstrom T, Lemke B, Nybo L, Schwierz C, and Liniger MA. (2020). Escalating environmental summer heat exposure—a future threat for the European workforce. *Regional Environmental Change*, 20(2): 1-14.

Οι προβλέψεις δείχνουν ότι όλο και περισσότεροι άνθρωποι θα εργάζονται σε θερμό περιβάλλον τα επόμενα χρόνια.⁸ Επομένως, οι συναφείς δυσμενείς συνέπειες στη δημόσια υγεία και την παραγωγικότητα θα αυξηθούν κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα, επηρεάζοντας όλο και περισσότερους ανθρώπους.^{1,7}

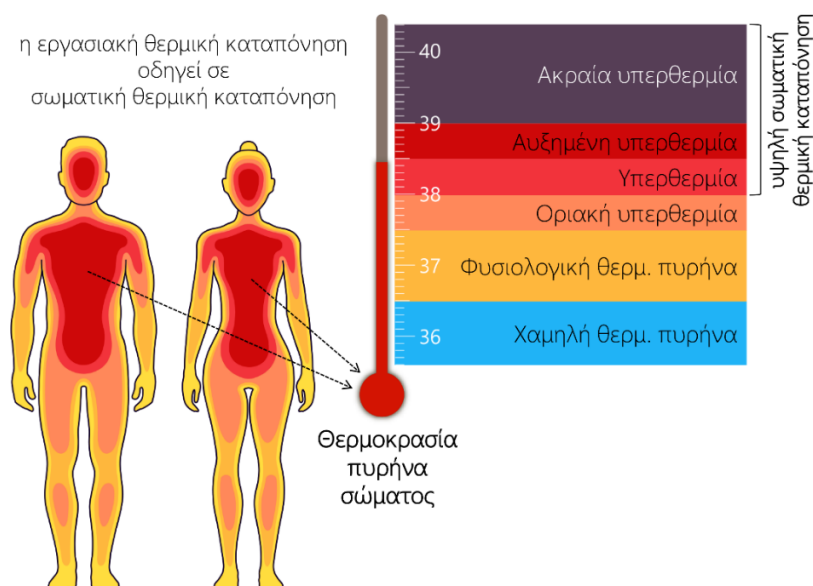
2. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

2.1. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος

Πολλά μέρη του σώματος έχουν σχετική ανοχή σε μεταβολές στη θερμοκρασία, αλλά ο **πυρήνας του σώματος** απαιτεί σχετικά σταθερή και σχετικά ομοιογενώς κατανομημένη θερμοκρασία. Αυτή η έλλειψη ανοχής σε μεταβολές θερμοκρασίας συμβαίνει γιατί αυτές επηρεάζουν τη φυσιολογική λειτουργία των βασικών οργάνων που υπάρχουν στον πυρήνα του σώματος. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.1, ο πυρήνας περιλαμβάνει το κεντρικό νευρικό σύστημα, τα ενδοθωρακικά όργανα, τα ενδοκοιλιακά όργανα, καθώς και τους μύες του θώρακα, του τραχήλου και της κοιλιακής χώρας, ενώ δεν περιλαμβάνει τα υπόλοιπα μέρη του σώματος και το δέρμα.

Σε φυσιολογικές συνθήκες, το θερμορρυθμιστικό σύστημα ενός υγιούς ατόμου σε κατάσταση ηρεμίας ρυθμίζει τη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος στους 37°C. Στην καθημερινή ζωή, η θερμοκρασία πυρήνα σώματος κυμαίνεται φυσιολογικά μεταξύ 36.5°C και 37.5°C χωρίς αυτό να αποτελεί ένδειξη παθολογικής κατάστασης ή δυσλειτουργίας του θερμορρυθμιστικού συστήματος (Εικόνα 2.1).^{9,10,11}

Εικόνα 2.1| Τα φυσιολογικά όρια της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος και τα επίπεδα στα οποία μπορεί να φτάσει εξαιτίας της εργασιακής θερμικής καταπόνησης.



⁹ Gagge A, Gonzalez R. Mechanisms of heat exchange: biophysics and physiology. In: Fregly M, Blatteis C, eds. Experimental Physiology. Oxford University Press; 1996: 45-84.

¹⁰ Kenny GP, Jay O. (2013). Thermometry, calorimetry, and mean body temperature during heat stress. *Compr Physiol*, 3(4): 1689-719.

¹¹ Flouris AD. Human thermoregulation. In: Périard JD, Racinais S, editors. Heat stress in sport and exercise: Thermophysiology of health and performance. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 3-27.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος επιτυγχάνεται προσαρμόζοντας το ρυθμό αποβολής θερμότητας προς το περιβάλλον προκειμένου να εξισορροπηθεί με το ρυθμό με τον οποίο παράγεται θερμότητα μέσα στο σώμα μέσω του μεταβολισμού.^{9,10,11} Ωστόσο, αυτή η ισορροπία διαταράσσεται εύκολα κατά την έκθεση σε θερμά περιβάλλοντα ή/και κατά τη διάρκεια μυϊκής δραστηριότητας, δύο συνθήκες οι οποίες παρατηρούνται πολύ συχνά σε εργασιακά περιβάλλοντα.

Για παράδειγμα, η αυξημένη θερμοκρασία αέρα περιορίζει το ρυθμό «ξηρής» αποβολής θερμότητας (δηλαδή, μέσω της αύξησης της ροής του αίματος στο δέρμα). Έτσι, όταν η θερμοκρασία αέρα είναι πιο υψηλή από εκείνη του δέρματος, το σώμα θερμαίνεται. Αυτό έχει ως συνέπεια να δημιουργείται η ανάγκη για εφίδρωση και για ρυθμίσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα προκειμένου να διατηρηθεί η θερμική ισορροπία.^{9,10,11}

Ομοίως, η αυξημένη παραγωγή θερμότητας μέσω του μεταβολισμού κατά τη διάρκεια της σωματικής εργασίας αυξάνει την ανάγκη για εξάτμιση ιδρώτα, η οποία είναι η κύρια οδός απώλειας θερμότητας κατά τη διάρκεια της μυϊκής δραστηριότητας.^{9,10,11} Αυτό συμβαίνει επειδή η μετατροπή της χημικής ενέργειας σε μηχανικό έργο στους μύες είναι αναποτελεσματική, με συνέπεια να παράγονται σημαντικά ποσά θερμότητας.

Το ανθρώπινο σώμα έχει μια σχετικά χαμηλή μηχανική απόδοση, που είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει το ποσοστό της μεταβολικής ενέργειας που μπορεί το σώμα να χρησιμοποιήσει για να παράγει έργο από όλη τη διαθέσιμη ενέργεια που υπάρχει στα θρεπτικά συστατικά που διασπώνται.^{12,13} Η πιο αποτελεσματική σωματική εργασία θεωρείται ότι είναι ποδηλασία σε εργομετρικό ποδήλατο. Σε αυτή την περίπτωση, περίπου 20% της διαθέσιμης ενέργειας των θρεπτικών συστατικών χρησιμοποιείται για να μετακινήσει τα πετάλια.¹⁴

Η μηχανική απόδοση των ανθρώπων στις περισσότερες επαγγελματικές εργασίες κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 12% και 18%.^{12,13} Το υπόλοιπο 82-88% της ενέργειας που περιέχεται στους χημικούς δεσμούς των θρεπτικών συστατικών **μετατρέπεται σε θερμότητα** στους μύες και τα όργανα και είτε διαχέεται στο εξωτερικό περιβάλλον είτε συσσωρεύεται μέσα στο μυ και σταδιακά κατανέμεται και αποθηκεύεται σε όλο το σώμα μέσω του κυκλοφορικού συστήματος.¹⁴ **Σε περιπτώσεις όπου η θερμότητα συσσωρεύεται στο σώμα, οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος και προκαλεί καταπόνηση που μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση, εξάντληση ή εκδήλωση διαταραχών της υγείας.**²

2.2. Τι είναι η εργασιακή θερμική καταπόνηση;

Προκειμένου να λειτουργεί η ρύθμιση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος κατά τη διάρκεια της σωματικής εργασίας, το περιβάλλον πρέπει να επιτρέπει επαρκή αποβολή

¹² Fiala D. Dynamic simulation of human heat transfer and thermal comfort. Leicester, UK: De Montfort University, 1998.

¹³ Ioannou LG, Tsoutsoubi L, Mantzios K, Flouris AD. A free software to predict heat strain according to the ISO 7933:2018. Ind Health 2019.

¹⁴ Whipp BJ, Wasserman K. Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant-load work. J Appl Physiol 1972; 33(3): 351-6.

θερμότητας από το σώμα. Ο κύριος μηχανισμός για την απώλεια θερμότητας κατά τη διάρκεια της εργασίας σε θερμό περιβάλλον είναι η εξάτμιση του ιδρώτα από την επιφάνεια του δέρματος. Όμως, αυτή η δυνατότητα για ψύξη του σώματος καθώς και οι υπόλοιποι τρόποι ψύξης του σώματος περιορίζονται από τα ρούχα που μειώνουν τη μέγιστη ικανότητα ψύξης ενός ατόμου.¹⁵ Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πολλαπλά στρώματα ρούχων, μη-υφασμένος ρουχισμός (π.χ., υφάσματα από πολυπροπυλένιο), καθώς και μονωτικά υλικά και υφάσματα που συχνά φορούν οι εργαζόμενοι μπορούν να περιορίσουν σημαντικά την ικανότητα ψύξης του σώματος.¹⁵ Εκτός από αυτά τα εμπόδια στη θερμορύθμιση, παράγοντες όπως η γήρανση, οι χρόνιες παθήσεις, η κακή σωματική κατάσταση, η έλλειψη εγκλιματισμού στη ζέστη, καθώς και η μειωμένη ενυδάτωση μπορούν να μειώσουν περαιτέρω την ικανότητα του σώματος για αποβολή θερμότητας (ενότητα 3.1).^{2,6,16,17}

Ο όρος «**εργασιακή θερμική καταπόνηση**» περιγράφει μία σειρά φυσιολογικών εκδηλώσεων που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της εσωτερικής συσσώρευσης θερμότητας και αύξησης της θερμοκρασίας του ανθρώπινου σώματος.¹ Αυτό οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος και του δέρματος, καθώς και σε αύξηση του καρδιακού ρυθμού, της εφίδρωσης και της ροής αίματος στο δέρμα. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επιβαρύνουν το καρδιαγγειακό σύστημα. Όταν η εργασιακή θερμική καταπόνηση υπερβεί το επίπεδο ανοχής του σώματος, μπορεί να οδηγήσει σε εξάντληση και σε διαταραχές της υγείας.^{2,3}

Όπως περιγράφεται στην Εικόνα 2.2, η εργασιακή θερμική καταπόνηση οφείλεται συνήθως σε έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Θερμό περιβάλλον εργασίας (π.χ., αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία του αέρα, ακτινοβολούμενες πηγές θερμότητας, περιορισμένη ροή αέρα).
2. Έντονη παραγωγή θερμότητας από το μεταβολισμό του σώματος, εξαιτίας της εκτέλεσης σωματικής δραστηριότητας υψηλής έντασης.
3. Αδιαπέραστος ή/και μονωτικός προστατευτικός ρουχισμός, ο οποίος περιορίζει τη δυνατότητα αποβολής θερμότητας στο περιβάλλον.

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι εργαζόμενοι σε ανεπτυγμένες χώρες είναι λιγότερο πιθανό να βιώσουν επικίνδυνα επίπεδα θερμικής καταπόνησης, επειδή οι σωματικές δραστηριότητες υψηλής έντασης έχουν περιοριστεί σε πολλούς εργασιακούς χώρους λόγω του αυτοματισμού και της μηχανοποίησης (2^{ος} παράγοντας κινδύνου, παραπάνω). Ταυτόχρονα όμως, έχει αυξηθεί η χρήση του προστατευτικού ρουχισμού από τους εργαζόμενους (3^{ος} παράγοντας κινδύνου, παραπάνω) ενώ πολλοί συνεχίζουν να εργάζονται σε χώρους με μεγάλη έκθεση σε ηλιακή ή ακτινοβολούμενη θερμότητα (1^{ος} παράγοντας κινδύνου, παραπάνω). Κατά συνέπεια, ακόμη και η ελαφριά έως μέτρια εργασία που εκτελείται σε ένα θερμό περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει σε υψηλή θερμική καταπόνηση και να θέσει την υγεία σε κίνδυνο.^{2,3,6}

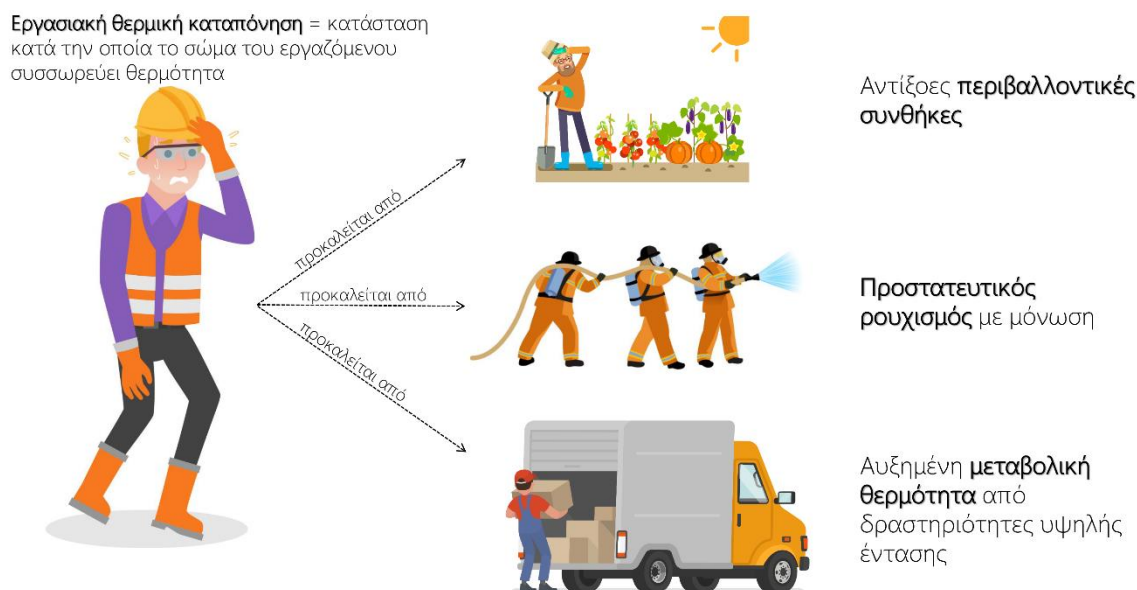
¹⁵ Poirier MP, Meade RD, McGinn R, et al. The influence of arc-flash and fire-resistant clothing on thermoregulation during exercise in the heat. *J Occup Environ Hyg* 2015; 12(9): 654-67.

¹⁶ Notley SR, Flouris AD, Kenny GP. Occupational heat stress management: Does one size fit all? *Am J Ind Med* 2019; 62(12): 1017-23.

¹⁷ Flouris AD, McGinn R, Poirier MP, et al. Screening criteria for increased susceptibility to heat stress during work or leisure in hot environments in healthy individuals aged 31-70 years. *Temperature* 2018; 5(1): 86-99.

Επίσης, παραμένει πολύ συχνό φαινόμενο σε πολλές βιομηχανίες να εκτελούν οι εργαζόμενοι παρατεταμένη και επίπονη εργασία σε θερμό περιβάλλον για διαδοχικές ημέρες.^{1,2} Αυτό αυξάνει τον κίνδυνο για εκδήλωση διαταραχών της υγείας, ιδιαίτερα εάν η αποκατάσταση του εργαζομένου είναι ανεπαρκής και η επαναπλήρωση των υγρών του σώματός του/της δεν είναι πλήρης. Κατά συνέπεια, μειώνεται η ικανότητα για εργασία τις επόμενες ημέρες,^{18,19,20} ενώ αυξάνεται ο κίνδυνος νοσηρότητας^{21,22} και θνησιμότητας.^{23,24}

Εικόνα 2.2| Οι βασικοί παράγοντες που συμβάλουν στην εμφάνιση της εργασιακής θερμικής καταπόνησης.



2.3. Ποιο είναι το όριο ασφαλείας για τη θερμοκρασία του σώματος;

Ο κίνδυνος θερμικής εξάντλησης αυξάνεται σημαντικά όταν η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος ξεπεράσει τους **38°C** (Εικόνα 2.1). Αυτό το όριο ασφαλείας καθορίστηκε σε έκθεση για την εργασιακή θερμική καταπόνηση που δημοσιεύθηκε το 1969 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.²⁵ Συγκεκριμένα, αυτή η έκθεση καταλήγει στο συμπέρασμα ότι «η άνοδος της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος του εργαζομένου πάνω από τους 38°C για παρατεταμένο χρονικό διάστημα είναι ανεπιθύμητη».

¹⁸ Schlader ZJ, Colburn D, Hostler D. Heat strain is exacerbated on the second of consecutive days of fire suppression. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49(5): 999-1005.

¹⁹ Notley SR, Meade RD, D'Souza AW, Friesen BJ, Kenny GP. Heat loss is impaired in older men on the day after prolonged work in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 2018; 50(9): 1859-67.

²⁰ Meade RD, D'Souza AW, Krishen L, Kenny GP. The physiological strain incurred during electrical utilities work over consecutive work shifts in hot environments: A case report. *J Occup Environ Hyg* 2017; 14(12): 986-94.

²¹ Wallace RF, Kriebel D, Punnett L, et al. The effects of continuous hot weather training on risk of exertional heat illness. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(1): 84-90.

²² Garzon-Villalba XP, Mbah A, Wu Y, et al. Exertional heat illness and acute injury related to ambient wet bulb globe temperature. *Am J Ind Med* 2016; 59(12): 1169-76.

²³ Arbury S, Jacklitsch B, Farquah O, et al. Heat illness and death among workers - United States, 2012-2013. *MMWR Morbidity and mortality weekly report* 2014; 63(31): 661-5.

²⁴ Gubernot DM, Anderson GB, Hunting KL. Characterizing occupational heat-related mortality in the United States, 2000-2010: an analysis using the Census of Fatal Occupational Injuries database. *Am J Ind Med* 2015; 58(2): 203-11.

²⁵ WHO. Health factors involved in working under conditions of heat stress. Technical report 412. WHO Scientific Group on Health Factors Involved in Working under Conditions of Heat Stress. Geneva, Switzerland: World Health Organisation, 1969.

Το συντηρητικό όριο των 38°C που έχει εισάγει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας παρέχει ένα περιθώριο ασφαλείας, καθώς είναι δύσκολο στο χώρο εργασίας να εκτιμηθεί με ακρίβεια η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος ή τα περιβαλλοντικά και μεταβολικά θερμικά φορτία. Αντίθετα, υπό στενά ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες, η ίδια έκθεση²⁵ θέτει το όριο ασφαλείας για τη θερμοκρασία πυρήνα του σώματος στους 39°C.

Από τη δημοσίευση της έκθεσης του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας,²⁵ τα όρια ασφαλείας των 38°C και 39°C έχουν υιοθετηθεί σε κατευθυντήριες γραμμές και συστάσεις από πολλούς οργανισμούς για την προάσπιση της υγείας και της ασφάλειας κατά τη σωματική εργασία.^{26,27,28,29,30,31,32,33,34,35}

2.4. Μπορούμε να βελτιώσουμε την ικανότητα του σώματος να εργάζεται στη ζέστη;

Όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα 2.2, η παρατεταμένη και επίπονη εργασία σε θερμό περιβάλλον για διαδοχικές ημέρες μειώνει την ικανότητα για εργασία κατά τις επόμενες ημέρες και αυξάνει τον κίνδυνο νοσηρότητας και θνησιμότητας. Ωστόσο, εάν η θερμική καταπόνηση δεν είναι ακραία και εάν παρέχεται επαρκής χρόνος για αποκατάσταση της φυσιολογικής λειτουργίας του σώματος, διαδοχικές ημέρες σωματικής άσκησης/εργασίας σε θερμό περιβάλλον θα προκαλέσουν προσαρμογές – που ονομάζουμε «**εγκλιματισμό στη ζέστη**» – οι οποίες μειώνουν την καταπόνηση του σώματος και βελτιώνουν την απόδοση κατά την εργασία.³⁶

Ο εγκλιματισμός στην εργασία σε θερμό περιβάλλον αναφέρεται σε προσαρμογές στο ανθρώπινο σώμα που ευνοούν την επιβίωση σε θερμό περιβάλλον, μειώνοντας τη θερμική καταπόνηση και, επομένως, την πιθανότητα για θερμική βλάβη – ενώ, συγχρόνως, αυξάνουν την ικανότητα του ανθρώπου να ζει και να παράγει σωματικό έργο στο περιβάλλον αυτό.³⁶ Οι πιο σημαντικές προσαρμογές της φυσιολογίας του σώματος τις οποίες προκαλεί ο εγκλιματισμός περιλαμβάνουν την σημαντική αύξηση του όγκου αίματος (εξαιτίας αύξησης του πλάσματος) καθώς και την ενεργοποίηση των εκκριτικών ιδρωτοποιών αδένων να παράγουν περισσότερο ιδρώτα και πιο νωρίς, αμέσως αφότου ανιχνευθεί κάποια αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος.

Οι προσαρμογές του εκλιματισμού προκαλούνται μετά από παρατεταμένη έκθεση του σώματος σε θερμό περιβάλλον με ταυτόχρονη παραγωγή σωματικού έργου.^{36,37} Για αθλητές,

²⁶ NIOSH. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments. Cincinnati, OH, USA: Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. U.S. Department of Health and Human Services, 2016.

²⁷ ACGIH. Heat stress, TLVs and BEIs: threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. In: ACGIH, editor. Cincinnati: ACGIH; 2020.

²⁸ ISO 7933:2004. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. London, UK: The British Standards Institution, 2004.

²⁹ ILO. Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity and decent work. Geneva, Switzerland: International Labour Organization, 2019.

³⁰ WMO, WHO. Heatwaves and health: guidance on warning-system development. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization and World Health Organization, 2015.

³¹ Ontario Ministry of Labour TaSD. Managing heat stress at work. Available at: <https://www.ontario.ca/page/managing-heat-stress-work>. Accessed on: October 23, 2020.

³² Occupational Health and Safety Council of Ontario. Heat Stress Awareness Guide. Available at: <https://www.ohcow.on.ca/edit/files/heatstressawareness/Heat%20Stress%20Awareness%20Guide.pdf>. Accessed on: October 23, 2020.

³³ Department of Labour Inspection. Workers' heat stress Code of Practice. Available at:

[http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dliup.nsf/AA15464D2FE5770FC2257E0A003C76A3/\\$file/Heat_Stress_Code_of_Practice_NEW_FINAL.pdf](http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dliup.nsf/AA15464D2FE5770FC2257E0A003C76A3/$file/Heat_Stress_Code_of_Practice_NEW_FINAL.pdf). Accessed on: October 23, 2020. Nicosia, Cyprus: Ministry of Labour, Welfare and Social Insurance - Republic of Cyprus, 2020.

³⁴ NATO. Management of heat and cold stress. Guidance to NATO medical personnel. Findings of Task Group HFM-187. Technical Report RTO-TR-HFM-187 AC/323(HFM-187)TP/496. Neuilly-sur-Seine, France: Science and Technology Organization, North Atlantic Treaty Organization, 2013.

³⁵ Flouris AD, Ioannou LG, Dinas CD, et al. Assessment of occupational heat strain and mitigation strategies in Qatar – Key Findings. Doha, Qatar: International Labour Organization, United Nations, 2019.

³⁶ Notley SR, Flouris AD, Kenny GP. Occupational heat stress management: Does one size fit all? Am J Ind Med 2019.

³⁷ Flouris AD, Poirier MP, Bravi A, Wright-Beatty HE, Herry C, Seely AJ, Kenny GP. (2014). Changes in heart rate variability during the induction and decay of heat acclimation. Eur J Appl Physiol, 114(10): 2119-28.

το προτεινόμενο³⁸ πρωτόκολλο εγκλιματισμού διαρκεί 7-14 ημέρες και περιλαμβάνει καθημερινά:

- Συνεχόμενη άσκηση
- Διάρκεια άσκησης: ~100 λεπτά/ημέρα
- Ένταση άσκησης: ≥50% μέγιστου
- Περιβάλλον: ≥35°C (επιπλέον ρουχισμός αν το περιβάλλον δεν είναι τόσο θερμό)

Οι προσαρμογές που θα προκληθούν με την ολοκλήρωση του παραπάνω πρωτοκόλλου συνήθως διαρκούν 2 έως 3 εβδομάδες.^{37,38}

Για άτομα που εκτελούν δωρη εργασία σε θερμό περιβάλλον (>30°C θερμοκρασία αέρα) η οποία περιλαμβάνει σωματική δραστηριότητα, η πλειονότητα των εργαζομένων αναμένεται να έχει εγκλιματιστεί μέσα **σε διάστημα 15 ημερών**. Όμως, σε καταστάσεις απότομης αύξησης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (π.χ., λόγω καύσωνα ή μετακίνησης σε διαφορετικό γεωγραφικό σημείο) ή του εργασιακού χώρου (π.χ., λόγω μετακίνησης σε σημείο του χώρου εργασίας όπου η θερμοκρασία είναι υψηλή) **οι εργαζόμενοι πρέπει να νοούνται ως μη-εγκλιματισμένοι**.

3. ΕΡΓΑΣΙΑΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Η εργασιακή θερμική καταπόνηση αποτελεί πλέον καθημερινό ή εποχιακό πρόβλημα για το ένα τρίτο του παγκόσμιου πληθυσμού που κατοικεί σε περιοχές όπου οι υψηλές περιβαλλοντικές θερμοκρασίες επηρεάζουν τις καθημερινές δραστηριότητες.³⁹ Όπως προαναφέρθηκε, η εργασιακή θερμική καταπόνηση σχετίζεται με κλινικά συμπτώματα όπως υπερθερμία, συγκοπή, μειωμένη νεφρική λειτουργία, αφυδάτωση και νευρολογική δυσλειτουργία, ενώ έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί παράγοντα πρόκλησης φτώχειας και κοινωνικοοικονομικής ανισότητας.¹

Εκτός από την μειωμένη ικανότητα εργασίας, η εργασιακή θερμική καταπόνηση αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο νοσηρότητας και θνησιμότητας για ορισμένους δείκτες υγείας,^{40,41,42,43} ειδικά σε πληθυσμούς εργαζομένων σε εξωτερικούς χώρους.^{1,22,44} Θερμική εξάντληση και μερικές φορές θανατηφόρα θερμοπληξία έχουν αναφερθεί επανειλημμένα μεταξύ Γερμανών ανθρακωρύχων,⁴⁵ Αυστραλιανών ανθρακωρύχων σε ανοιχτά ορυχεία,⁴⁶ ανθρακωρύχων

³⁸ Racinais S, Alonso JM, Coutts AJ, Flouris AD, Girard O, González-Alonso J, et al. (2015). Consensus recommendations on training and competing in the heat. Br J Sports Med, 49(18):1164-73.

³⁹ Mora C, Dousset B, Caldwell IR, et al. Global risk of deadly heat. Nature Climate Change 2017; 7: 501.

⁴⁰ Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. Environ Health 2009; 8: 40.

⁴¹ Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. Epidemiol Rev 2002; 24(2): 190-202.

⁴² Ye X, Wolff R, Yu W, Vaneckova P, Pan X, Tong S. Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. Environ Health Perspect 2011; 120(1): 19-28.

⁴³ Kjellstrom T, Holmer I, Lemke B. Workplace heat stress, health and productivity - an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. Glob Health Action 2009; 2.

⁴⁴ Tustin AW, Lamson GE, Jacklitsch BL, et al. Evaluation of occupational exposure limits for heat stress in outdoor workers — United States, 2011–2016, 2018.

⁴⁵ Kalkowsky B, Kampmann B. Physiological strain of miners at hot working places in German coal mines. Ind Health 2006; 44(3): 465-73.

⁴⁶ Hunt AP, Parker AW, Stewart IB. Symptoms of heat illness in surface mine workers. Int Arch Occup Environ Health 2013; 86(5): 519-27.

χρυσού στη Νότια Αφρική,⁴⁷ καθώς και σε διαφορετικές ομάδες εργαζομένων στη γεωργία⁴⁸ και τις κατασκευές⁴⁹ στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Επιπλέον, ολόένα και περισσότερα στοιχεία δείχνουν ότι η θερμοπληξία μπορεί να προκαλέσει **μακροχρόνιες επιπτώσεις** στην υγεία.^{50,51} Τα θύματα θερμοπληξίας έχουν περίπου **2.2 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο** θανάτου από ισχαιμικό καρδιακό επεισόδιο και περίπου **1.7 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο** θανάτου από άλλες καρδιαγγειακές παθήσεις σε μελλοντικό χρόνο.⁵⁰ Επιπλέον, τα θύματα θερμοπληξίας έχουν περίπου **3.9 φορές υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης σοβαρού καρδιαγγειακού συμβάντος**, περίπου **5.5 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου** και περίπου **15 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης κολπικής μαρμαρυγής**.⁵¹

3.1. Παράγοντες κινδύνου για θερμικές ασθένειες και βλάβες

Οι παράγοντες κινδύνου για εκδήλωση ασθενειών/βλαβών που σχετίζονται με τη θερμότητα λόγω έκθεσης στο χώρο εργασίας περιλαμβάνουν:

- 1) Έλλειψη εγκλιματισμού στη θερμότητα.
- 2) Χαμηλή σωματική (φυσική) κατάσταση.
- 3) Αφυδάτωση.
- 4) Προχωρημένη ηλικία (>55 έτη).
- 5) Υψηλός δείκτης μάζας σώματος.
- 6) Συγκεκριμένα υποκείμενα νοσήματα.
- 7) Ορισμένες ουσίες και φάρμακα.

Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει ατομικούς, περιβαλλοντικούς και φαρμακευτικούς παράγοντες καθώς και παθολογικές καταστάσεις που προδιαθέτουν για εκδηλώσεις/βλάβες που σχετίζονται με τη θερμότητα λόγω έκθεσης στο χώρο εργασίας. **Είναι ζωτικής σημασίας να τονιστεί, ωστόσο, ότι αυτές οι βλάβες μπορούν να εμφανιστούν ακόμη και σε άτομα χαμηλού κινδύνου που εφαρμόζουν ορθές διαδικασίες μετριασμού της έκθεσης στη θερμότητα.** Για παράδειγμα, οι διαδοχικές ημέρες εργασίας στη ζέστη μπορούν να μειώσουν την ικανότητα ενός ατόμου να αποβάλει τη θερμότητα που παράγεται στο σώμα του (ακόμη και σε εγκλιματισμένους εργαζόμενους), θέτοντάς το σε μεγαλύτερο κίνδυνο ασθένειας που σχετίζεται με τη θερμότητα.

Η ασκησιογενής θερμοπληξία (θερμοπληξία λόγω αυξημένης παραγωγής σωματικού έργου) συμβαίνει συχνά υπό συνθήκες στις οποίες ο εργαζόμενος έχει εκτεθεί χωρίς προβλήματα πολλές φορές στο παρελθόν ή σε συνθήκες στις οποίες εκτίθενται ταυτόχρονα και άλλοι εργαζόμενοι, χωρίς εκείνοι/ες να εκδηλώνουν κάποια παθολογικά συμπτώματα. Αυτό

⁴⁷ Wyndham C. Tolerable limits of air conditions for men at work in hot mines. *Ergonomics* 1962; 5(1): 115-22.

⁴⁸ Luginbuhl RC, Castillo DN, Loring KA. Heat-related deaths among crop workers: United States, 1992-2006. *MMWR Morbidity and mortality weekly report* 2008; 57(24): 649-53.

⁴⁹ Bureau of Labor Statistics. *Occupational outlook handbook*, 2010-2011. Washington, DC: US: Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2011.

⁵⁰ Wallace RF, Kriebel D, Punnett L, Wegman DH, Amoroso PJ. Prior heat illness hospitalization and risk of early death. *Environ Res* 2007; 104(2): 290-5.

⁵¹ Wang JC, Chien WC, Chu P, Chung CH, Lin CY, Tsai SH. The association between heat stroke and subsequent cardiovascular diseases. *PLoS One* 2019; 14(2): e0211386.

υποδηλώνει ότι μπορεί να υπάρξουν παράγοντες (Πίνακας 1.1) που καθιστούν κάποια άτομα εγγενώς πιο ευάλωτα κάποια συγκεκριμένη ημέρα.

Για παράδειγμα, ορισμένα θύματα ασκησιογενούς θερμοπληξίας είχαν συμπτώματα λοίμωξης κατά τις προηγούμενες ημέρες. Η ασκησιογενής θερμοπληξία συμβαίνει συχνά πολύ νωρίς κατά τη διάρκεια μιας περιόδου σωματικής εργασίας, γεγονός που υποδηλώνει ότι το άτομο ξεκίνησε τη σωματική δραστηριότητα τη συγκεκριμένη ημέρα σε κατάσταση αυξημένης επικινδυνότητας.

Πίνακας 3.1 | Παράγοντες που προδιαθέτουν για θερμικές ασθένειες/βλάβες από εργασιακή έκθεση.

Ατομικοί παράγοντες	Παράγοντες περιβάλλοντος	Παράγοντες υγείας	Φάρμακα και ουσίες
- Απώλεια εγκλιματισμού - Χαμηλή σωματική (φυσική) κατάσταση - Υψηλός δείκτης μάζας σώματος - Αφυδάτωση - Προχωρημένη ηλικία (>55 έτη) - Γυναικείο φύλο - Εγκυμοσύνη	- Υψηλή θερμοκρασία αέρα - Υψηλή υγρασία - Σωματική εργασία / άσκηση - Μειωμένη ταχύτητα αέρα - Βαριά / μη περατά ρούχα - Καύσωνας - Πηγές ακτινοβολούμενης θερμότητας (ήλιος ή/και μηχανήματα)	- Φλεγμονή και πυρετός - Καρδιαγγειακές παθήσεις - Διαβήτης - ΑΜΕΑ - Γαστρεντερίτιδα - Κακοήθης υπερθερμία - Δρεπανοκυτταρικό χαρακτηριστικό - Νεφροπάθειες - Ψυχικά νοσήματα - Νοσήματα του κεντρικού νευρικού συστήματος - Διαταραχές αρτηριακής πίεσης - Δερματικό εξάνθημα, ηλιακό έγκαυμα και/ή προηγούμενα εγκαύματα σε μεγάλες περιοχές του δέρματος	- Αντιεπιληπτικά (π.χ., τοπιραμάτη) - Αντιχολινεργικές ουσίες (π.χ. ατροπίνη) - Αντιψυχωσικά και νευροληπτικά φάρμακα (αλοπεριδόλη, κλοζαπίνη, ολανζαπίνη) - Αλκοόλ - Διουρητικά - Εργογονικά διεγερτικά και ορμόνες (π.χ. εφεδρίνη / εφέδρα) και ορμόνες (θυροξίνη) - Αντιισταμινικά - Γλουτεθιμίδη - Τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά (π.χ. ιμιπραμίνη, ανιτριπτυλίνη), αμφεταμίνες, κοκαΐνη, «έκσταση» - Νιτρώδη αγγειοδιασταλτικά και αναστολείς διαύλων ιόντων Ca⁺ - Β-αναστολείς (π.χ. προπρανολόλη, ατενολόλη)

3.2. Εργασιακές θερμικές ασθένειες και βλάβες

Η πιο πρόσφατη έκδοση της Διεθνούς Ταξινόμησης Νοσημάτων⁵² που δημοσιεύτηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας περιλαμβάνει 15 κατηγορίες ασθενειών και προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με την εργασιακή θερμική καταπόνηση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι

⁵² WHO, International Classification of Diseases, Version 10, World Health Organization, <https://icd.who.int/browse10/2019/en>, Accessed on: March 18, 2020.

ασθένειες και τα προβλήματα υγείας που αναφέρονται παρακάτω μπορούν να εμφανιστούν ακόμη και κατά τη διάρκεια εργασίας σε φυσιολογικό (μη θερμό) περιβάλλον λόγω υψηλής έντασης της σωματικής εργασίας, του προστατευτικού ρουχισμού, ή/και των υποκείμενων παραγόντων κινδύνου που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

3.2.1. Ήπιες ασθένειες / προβλήματα υγείας σχετιζόμενα με εργασιακή θερμική καταπόνηση

Από τις ασθένειες και τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την εργασιακή θερμική καταπόνηση που παρατίθενται στη Διεθνή Ταξινόμηση των Νόσων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας,⁵² τα ακόλουθα είναι συνήθως ήπια και παρουσιάζουν οξεία (σύντομα) και αντιστρεπτά συμπτώματα/επιδράσεις:

- **Θερμική κόπωση** (κωδικός διάγνωσης NF01.3) είναι μια παροδική κατάσταση που εμφανίζεται συχνά σε άτομα που εργάζονται σε θερμό περιβάλλον επειδή το σώμα τους κατευθύνει αυξημένο όγκο αίματος προς την περιφερική κυκλοφορία (κυρίως στο δέρμα) σε μια προσπάθεια αποβολής της θερμότητας που έχει συσσωρευθεί, αφήνοντας λιγότερο αίμα διαθέσιμο για να υποστηρίξει τους μύες που παράγουν έργο. Έτσι, μια συγκεκριμένη σωματική δραστηριότητα εκλαμβάνεται από το άτομο ως πιο επίπονη και η κόπωση εμφανίζεται νωρίτερα.
- **Θερμικό οίδημα** (κωδικός διάγνωσης NF01.Z) είναι μια αγγειακή κατάσταση που προκαλείται από την αυξημένη θερμοκρασία και χαρακτηρίζεται από οίδημα των περιφερειακών αιμοφόρων αγγείων στα χέρια, τις παλάμες, τα πόδια, τους αστραγάλους και τις πατούσες.
- **Θερμικό εξάνθημα** (κωδικός διάγνωσης EE02) αναπτύσσεται όταν εκκριτικοί ιδρωτοποιοί αδένες φράσσουν και παγιδεύουν ιδρώτα κάτω από το δέρμα. Τα συμπτώματα κυμαίνονται από επιφανειακές φουσκάλες έως κόκκινα εξογκώματα.
- **Θερμική κατάρρευση** (ζάλη/λιποθυμία· κωδικός διάγνωσης NF01.1) αναπτύσσεται όταν υπάρχει προσωρινή ανεπάρκεια ροής αίματος στον εγκέφαλο, επειδή το σώμα έχει κατευθύνει μεγάλο όγκο αίματος προς την περιφερική κυκλοφορία (κυρίως στο δέρμα) σε μια προσπάθεια αποβολής της θερμότητας που έχει συσσωρευθεί. Η θερμική κατάρρευση συχνά σχετίζεται με ξαφνικές/γρήγορες αλλαγές στάσης (π.χ., απότομη έγερση μετά από παρατεταμένη καθιστή ή ξαπλωτή στάση) ή με ακινησία για μεγάλο χρονικό διάστημα όπου η έλλειψη συστολής των σκελετικών μυών των ποδιών δεν διευκολύνει φλεβικό αίμα να επιστρέψει στην καρδιά.
- **Θερμικές κράμπες** (κωδικός διάγνωσης NF01.Z) είναι επώδυνοι μυϊκοί σπασμοί στο πόδι, το βραχίονα ή/και τον κορμό με ποικίλη αιτιολογία, όπου η αφυδάτωση και η απώλεια ηλεκτρολυτών αποτελούν πιθανές αιτίες.

3.2.2. Σοβαρές ασθένειες / προβλήματα υγείας σχετιζόμενα με εργασιακή θερμική καταπόνηση

Από τις ασθένειες και τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την εργασιακή θερμική καταπόνηση, όπως παρατίθενται στη Διεθνή Ταξινόμηση των Νόσων⁵² του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, οι ανισορροπίες υγρών/ηλεκτρολυτών και η θερμική εξάντληση μπορούν

να είναι από ήπιες έως σοβαρές, ενώ η θερμοπληξία περιλαμβάνει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, οι οποίες απαιτούν άμεση προσοχή και παρακολούθηση:

- Η **θερμική εξάντληση** (κωδικός διάγνωσης NF01.2) σχετίζεται με μυϊκή προσπάθεια και περιγράφει ένα φάσμα αυξανόμενης σοβαρότητας από ήπια, μέτρια έως σοβαρή. Χαρακτηρίζεται από καρδιαγγειακή δυσλειτουργία (δηλ. αδυναμία διατήρησης της καρδιακής παροχής και της αρτηριακής πίεσης) που προκαλείται από υψηλές απαιτήσεις ροής αίματος προς το δέρμα ή/και αφυδάτωση που μπορεί (όχι όμως απαραίτητα) να συνδυαστεί με έντονη υπερθερμία. Σε περιπτώσεις σοβαρής υπερθερμίας (συνήθως $\geq 39^{\circ}\text{C}$ θερμοκρασία πυρήνα σώματος), υπάρχει αυξημένη πιθανότητα οργανικής βλάβης (π.χ. σε νεφρούς, ήπαρ) ή/και ιστικής βλάβης (π.χ. έντερο και σκελετικοί μύες).
- Η **θερμοπληξία** (κωδικοί διάγνωσης NF01.0 και NF06.0) είναι μια σοβαρή κατάσταση που μπορεί να γίνει απειλητική για τη ζωή. Ορίζεται ως έντονη δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (με συμπτώματα όπως σοβαρό αποπροσανατολισμό, επιθετικότητα, επιληπτικές κρίσεις, κώμα) που συνοδεύεται από έντονη υπερθερμία (συνήθως θερμοκρασία πυρήνα σώματος $\geq 39^{\circ}\text{C}$), οργανική/ιστική βλάβη και συχνά από διαταραχές πήξης αίματος και το σύνδρομο συστηματικής φλεγμονώδους απόκρισης. Η θερμοπληξία συχνά κατηγοριοποιείται ως «κλασική» ή «ασκησιογενής», με την πρώτη περίπτωση να παρατηρείται κυρίως σε ηλικιωμένους ή σε άτομα με υποκείμενους παράγοντες κινδύνου (Πίνακας 1), ενώ η δεύτερη παρατηρείται συνήθως σε φαινομενικά υγιή άτομα κατά τη διάρκεια ή μετά από έντονη ή/και παρατεταμένη σωματική δραστηριότητα, όπως εργαζόμενοι, στρατιωτικό προσωπικό και αθλητές.
- Οι **ανισορροπίες υγρών/ηλεκτρολυτών** (κωδικοί διάγνωσης 5C71, 5C72, MG43.4Y, PB58) συχνά συνοδεύουν ήπιες ή και σοβαρές ασθένειες και προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την εργασιακή θερμική καταπόνηση. Ο όρος «ενυδάτωση» χρησιμοποιείται για να περιγράψει την κατάσταση όπου η συνολική ποσότητα νερού του σώματος βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα. Ωστόσο, δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί πόσα υγρά πρέπει να πίνουν οι εργαζόμενοι για να παραμείνουν ενυδατωμένοι, επειδή η συνολική απώλεια νερού διαφέρει σημαντικά μεταξύ ατόμων και ακόμη και για το ίδιο άτομο σε διαφορετικές ημέρες. Η «**υπο-ενυδάτωση**» περιγράφει μια κατάσταση μειωμένου νερού σώματος, ενώ ο όρος «αφυδάτωση» δηλώνει τη διαδικασία μείωσης του νερού του σώματος. Άτομα που αντιμετωπίζουν οξεία (δηλαδή, μέσα σε λίγες ώρες) απώλεια σωματικής μάζας μεγαλύτερη από 1% (που υποδηλώνει συνολικό έλλειμμα νερού στο σώμα $>600\text{-}900\text{ mL/ημέρα}$ για τους περισσότερους άνδρες και γυναίκες εργαζόμενους) θεωρούνται ότι βρίσκονται σε κατάσταση υπο-ενυδάτωσης. Τόσο η υπο-ενυδάτωση όσο και η αφυδάτωση έχουν συσχετιστεί με επαγγελματικά ατυχήματα.

Κατά τη διάρκεια της εργασίας, ειδικά σε θερμό περιβάλλον, η απώλεια νερού είναι συνήθως σχετικά μεγαλύτερη από την απώλεια ηλεκτρολυτών, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε **υπερνατρίαμία**, δηλαδή αύξηση της συγκέντρωσης νατρίου στον ορό του αίματος (άνω των 145 mmol/L). Αντίθετα, η **υπονατρίαμία** (συγκέντρωση νατρίου στον ορό του αίματος μικρότερη από 135 mmol/L) είναι μια δυνητικά θανατηφόρα κατάσταση και, για όσους/ες εργάζονται σε θερμό περιβάλλον, προκαλείται από

υπερβολική κατανάλωση υποτονικών ποτών ή/και ανεπαρκή αποκατάσταση του νατρίου που χάνεται μέσω του ιδρώτα. Όταν εκτελείται παρατεταμένη σωματική εργασία σε θερμό περιβάλλον, η υπονατριαιμία μπορεί να αναπτυχθεί με αργό ρυθμό μετά από αρκετές ώρες. Ενώ η υπονατριαιμία και η υπο-ενυδάτωση έχουν κάποια κοινά συμπτώματα, όπως σύγχυση, κεφαλαλγία και λήθαργο, ο επαναλαμβανόμενος έμετος είναι συχνό σύμπτωμα της υπονατριαιμίας. Τα άτομα που πάσχουν από υπονατριαιμία αρχικά λανθασμένα αντιμετωπίζονται για υπο-ενυδάτωση. Εάν ο εργαζόμενος έχει λάβει επαρκή ποσότητα υγρών, αλλά επανειλημμένα συνεχίζει να κάνει εμετό ή δεν έχει παρουσιάσει γρήγορη βελτίωση με την πρόσληψη υγρών, τότε θα πρέπει να αξιολογηθεί άμεσα για υπονατριαιμία.

- **Άλλες επιπτώσεις** της θερμικής καταπόνησης (κωδικοί διάγνωσης EK90.0, NF01.Y, XE00Z, EJ1Y, PB15, SA91, SB0Y, GB7Z, 5C8Z) μπορεί να περιλαμβάνουν δερματοπάθειες, οξεία/χρόνια νεφρική βλάβη, ουρολιθίαση, δυσλιπιδαιμία και άλλα.

3.2.3. Χρόνιες επιπτώσεις στην υγεία σχετιζόμενες με εργασιακή θερμική καταπόνηση

Ήπιες ασθένειες και προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την εργασιακή θερμική καταπόνηση δεν προκαλούν χρόνιες επιπτώσεις και – μετά την αποκατάσταση της φυσιολογικής θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος ή/και της ισορροπίας υγρών-ηλεκτρολυτών – ο εργαζόμενος μπορεί να επιστρέψει στη δουλειά την επόμενη ημέρα. Ωστόσο, εάν το άτομο έχει τρία επεισόδια θερμικής εξάντλησης εντός δύο ετών, θα πρέπει να παραπεμφθεί για ιατρική εξέταση. Όταν εμφανιστούν τέτοιες περιπτώσεις, οι εργοδότες θα πρέπει να εξετάσουν τρόπους μετριασμού της εργασιακής θερμικής καταπόνησης το συντομότερο δυνατό. Η σοβαρή θερμική εξάντληση μπορεί να προκαλέσει νοσηρότητα ιστών/οργάνων που μπορεί να επιμείνει για αρκετές εβδομάδες, ενώ η θερμοπληξία προκαλεί συχνά βλάβες σε σκελετικούς μύες ή/και όργανα (ήπαρ, νεφρό, καρδιακό, κεντρικό νευρικό σύστημα) καθώς και συστημικές (διαταραχές πήξης, σύνδρομο συστηματικής φλεγμονώδους απόκρισης) παθολογίες. Η αποκατάσταση αυτών των βλαβών μπορεί να διαρκέσει μήνες ή περισσότερο. Αυτό υποδηλώνει ότι η θερμοπληξία μπορεί να προκαλέσει υπολειμματική βλάβη ιστών/οργάνων που δεν είναι εύκολα ανιχνεύσιμη, αλλά μπορεί να αυξήσει τη μακροχρόνια νοσηρότητα και θνησιμότητα.

4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ο βιοκλιματικός δείκτης που προτείνεται ως δείκτης προβλέψιμων κινδύνων είναι η θερμοκρασία υγρού βολβού και μαύρου σφαιριδίου (ΘΥΒΜΑΣ, διεθνώς γνωστή ως «Wet-Bulb Globe Temperature» ή «WBGT»). Επινοήθηκε από τον Έλληνα μηχανικό-ερευνητή Κωνσταντίνο Πρόδρομο Γιάγκλου και τον Αμερικανό φυσιολόγο David Minard για λογαριασμό του Αμερικανικού Στρατού το 1957.⁵³ Ο δείκτης ΘΥΒΜΑΣ εκτιμά τη θερμική καταπόνηση που

⁵³ Yaglou CP, Minard D. Control of heat casualties at military training centers. *AMA Arch Ind Health*. 1957; 16(4):302-316.

δέχεται ένας άνθρωπος, η οποία είναι συνάρτηση των παραμέτρων του περιβάλλοντος και της θερμότητας που παράγεται εντός του σώματος από τη μεταβολική δραστηριότητα.

Όπως καθορίζεται από το διεθνές πρότυπο ISO 7243:2017, σημείο 5,⁵⁴ ο δείκτης ΘΥΒΜΑΣ (μονάδα μέτρησης: °C) υπολογίζεται για εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους μέσω των παρακάτω εξισώσεων (1) και (2) οι οποίες συνδυάζουν τρεις παραμέτρους:

- 1) Τη φυσική θερμοκρασία υγρού βολβού (στην αγγλική γνωστή ως «natural wet-bulb temperature»), η οποία αξιολογείται με ένα υγρό θερμόμετρο εκτεθειμένο στην θερμική ακτινοβολία και τον άνεμο.
- 2) Τη θερμοκρασία μαύρου σφαιριδίου (στην αγγλική γνωστή ως «globe temperature»), η οποία αξιολογείται μέσα σε μια μαύρη σφαίρα.
- 3) Τη θερμοκρασία αέρα, η οποία αξιολογείται με ένα τυπικό θερμόμετρο υπό σκιά.

Εξίσωση (1) για υπολογισμό του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ σε εξωτερικό χώρο (δηλαδή, σε συνθήκες άμεσης έκθεσης σε ηλιακή ακτινοβολία):

$$_{\text{ΕΘΥΒΜΑΣ}} = 0.7 \times (\text{φυσική θερμοκρασία υγρού βολβού}) + 0.2 \times (\text{θερμοκρασία μαύρου σφαιριδίου}) + 0.1 \times (\text{θερμοκρασία αέρα})$$

Πρόβλεψη του δείκτη $_{\text{ΕΘΥΒΜΑΣ}}$ παρέχεται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία στην ιστοσελίδα: http://www.hnms.gr/emy/el/forecast/deikths_wbgt

Εξίσωση (2) για υπολογισμό του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ σε εσωτερικό χώρο ή σε εξωτερικό χώρο υπό σκιά (δηλαδή, χωρίς άμεση έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία):

$$_{\text{ΕΘΥΒΜΑΣ}} = 0.7 \times (\text{φυσική θερμοκρασία υγρού βολβού}) + 0.3 \times (\text{θερμοκρασία μαύρου σφαιριδίου})$$

Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν μόνο μετρήσεις θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλοποιημένη εξίσωση (3).

Εξίσωση (3) για απλοποιημένο υπολογισμό του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ (ΑΠΘΥΒΜΑΣ).⁵⁵ Η εξίσωση (3) αρχικά δημιουργήθηκε για υπολογισμό σε εσωτερικό χώρο ή εξωτερικό χώρο υπό σκιά (χωρίς άμεση έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία). Όμως έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως και για υπολογισμό σε εξωτερικό χώρο (δηλαδή, σε συνθήκες άμεσης έκθεσης σε ηλιακή ακτινοβολία). Προκειμένου να υπολογιστεί ο ΑΠΘΥΒΜΑΣ, απαιτείται υπολογισμός του σημείου δρόσου και της

⁵⁴ ISO 7243:2017, Ergonomics of the thermal environment — Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. International Organization for Standardization: Geneva.

⁵⁵ American College of Sports Medicine (1984). Prevention of thermal injuries during distance running. Position stand. Med J Aust, 141(12-13): 876-879.

πίεσης ατμού. Τα στάδια υπολογισμού, χρησιμοποιώντας μόνο θερμοκρασία αέρα και σχετική υγρασία είναι τα εξής:

$$\text{Σημείο δρόσου} = 237.3 \times (\log(\text{Σχετική υγρασία} / 100) / 17.27 + \text{Θερμοκρασία αέρα} / (237.3 + \text{Θερμοκρασία αέρα})) / (1 - \log(\text{Σχετική υγρασία} / 100) / 17.27 - \text{Θερμοκρασία αέρα} / (237.3 + \text{Θερμοκρασία αέρα}))$$

$$\text{Πίεση ατμού} = 6.11 \times 10^{(7.5 \times \text{Σημείο δρόσου}) / (237.3 + \text{Σημείο δρόσου})}$$

$$\text{ΑΠΘΥΒΜΑΣ} = 0.567 \times \text{Θερμοκρασία αέρα} + 0.393 \times \text{Πίεση ατμού} + 3.94$$

Σημείωση: σε όλες τις παραπάνω εξισώσεις η θερμοκρασία αναφέρεται σε °C και η Πίεση ατμού σε hPa.

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει τον υπολογισμό του δείκτη ΑΠΘΥΒΜΑΣ για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασίας και υγρασίας. Επίσης, ο ΑΠΘΥΒΜΑΣ μπορεί να υπολογιστεί αυτόματα από τη θερμοκρασία αέρα και τη Σχετική υγρασία στην ιστοσελίδα: www.famelab.gr/el/meteo

Ο Πίνακας 4.2 παρουσιάζει το ρίσκο για θερμική καταπόνηση με βάση την τιμή του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ. Εδώ είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι αυτά τα όρια αφορούν το «μέσο εργαζόμενο κατά τη διάρκεια μιας τυπικής εργασίας», επομένως δεν εξειδικεύονται με βάση τα χαρακτηριστικά της εργασίας (ένταση), τα μέτρα ατομικής προστασίας που φέρει ο εργαζόμενος, καθώς και το επίπεδο εγκλιματισμού του/της στη ζέστη. Στην ενότητα 5 παρατίθενται όρια που λαμβάνουν υπόψη αυτούς τους παράγοντες, ενώ στην ενότητα 6 δίδονται παραδείγματα της εφαρμογής τους.

Πίνακας 4.2| Ρίσκο για θερμική καταπόνηση με βάση την τιμή του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ για το μέσο εργαζόμενο κατά τη διάρκεια μιας τυπικής εργασίας.

Ρίσκο για θερμική καταπόνηση	Βαθμοί ΘΥΒΜΑΣ (°C)	
	Ελάχιστο	Μέγιστο
Χαμηλό	<26.6	26.6
Μέτριο	26.7	29.4
Υψηλό	29.5	31.1
Πολύ υψηλό	31.2	32.2
Εξαιρετικά υψηλό	32.3	> 32.3

Σημείωση: Η κλίμακα αυτή βασίζεται σε οδηγίες από τον Αμερικανικό στρατό και τον Οργανισμό για την Εργασιακή Ασφάλεια και την Υγεία (OSHA). Πηγή: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, <https://www.weather.gov/arx/wbgt4>, η πληροφορία αντλήθηκε 6/4/2021).

Πίνακας 4.1 | Υπολογισμός του δείκτη απ'ΟΥΒΜΑΣ για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασίας και υγρασίας.

Θερμοκρασία (°C)	15	12.78	13.11	13.45	13.78	14.12	14.45	14.79	15.12	15.46	15.79	16.13	16.46	16.80	17.14	17.47	17.81	18.14	18.48	18.81	19.15
	16	13.37	13.72	14.08	14.44	14.80	15.15	15.51	15.87	16.22	16.58	16.94	17.30	17.65	18.01	18.37	18.73	19.09	19.44	19.80	20.16
	17	13.96	14.34	14.72	15.10	15.48	15.86	16.24	16.62	17.00	17.38	17.76	18.15	18.53	18.91	19.29	19.67	20.05	20.43	20.81	21.20
	18	14.55	14.95	15.36	15.76	16.17	16.58	16.98	17.39	17.79	18.20	18.60	19.01	19.42	19.82	20.23	20.63	21.04	21.45	21.85	22.26
	19	15.14	15.57	16.00	16.44	16.87	17.30	17.73	18.16	18.60	19.03	19.46	19.89	20.32	20.76	21.19	21.62	22.05	22.49	22.92	23.35
	20	15.74	16.20	16.65	17.11	17.57	18.03	18.49	18.95	19.41	19.87	20.33	20.79	21.25	21.71	22.17	22.63	23.09	23.55	24.01	24.47
	21	16.33	16.82	17.31	17.80	18.29	18.77	19.26	19.75	20.24	20.73	21.22	21.71	22.20	22.69	23.18	23.67	24.15	24.64	25.13	25.62
	22	16.93	17.45	17.97	18.49	19.01	19.53	20.05	20.57	21.09	21.61	22.13	22.65	23.17	23.69	24.21	24.73	25.25	25.77	26.29	26.81
	23	17.53	18.08	18.63	19.18	19.74	20.29	20.84	21.39	21.94	22.50	23.05	23.60	24.15	24.71	25.26	25.81	26.37	26.92	27.47	28.02
	24	18.13	18.72	19.30	19.89	20.47	21.06	21.65	22.23	22.82	23.41	23.99	24.58	25.17	25.75	26.34	26.93	27.52	28.10	28.69	29.28
	25	18.73	19.36	19.98	20.60	21.22	21.84	22.47	23.09	23.71	24.33	24.96	25.58	26.20	26.83	27.45	28.07	28.70	29.32	29.94	30.57
	26	19.34	20.00	20.66	21.32	21.98	22.64	23.30	23.96	24.62	25.28	25.94	26.60	27.27	27.93	28.59	29.25	29.91	30.57	31.23	31.90
	27	19.95	20.65	21.35	22.05	22.75	23.45	24.15	24.85	25.55	26.25	26.95	27.65	28.35	29.05	29.76	30.46	31.16	31.86	32.56	33.26
	28	20.56	21.30	22.04	22.78	23.52	24.27	25.01	25.75	26.49	27.24	27.98	28.72	29.47	30.21	30.96	31.70	32.44	33.19	33.93	34.67
	29	21.17	21.95	22.74	23.52	24.31	25.10	25.89	26.67	27.46	28.25	29.04	29.82	30.61	31.40	32.19	32.98	33.76	34.55	35.34	36.13
	30	21.78	22.61	23.44	24.28	25.11	25.95	26.78	27.61	28.45	29.28	30.12	30.95	31.78	32.62	33.45	34.29	35.12	35.96	36.79	37.63
	31	22.40	23.28	24.16	25.04	25.92	26.81	27.69	28.57	29.46	30.34	31.22	32.11	32.99	33.87	34.76	35.64	36.52	37.41	38.29	39.18
	32	23.01	23.95	24.88	25.81	26.75	27.68	28.62	29.55	30.49	31.42	32.36	33.29	34.23	35.16	36.10	37.03	37.97	38.90	39.84	40.77
	33	23.64	24.62	25.61	26.60	27.58	28.57	29.56	30.55	31.54	32.53	33.52	34.51	35.50	36.48	37.47	38.46	39.45	40.44	41.43	42.42
	34	24.26	25.30	26.35	27.39	28.44	29.48	30.53	31.57	32.62	33.66	34.71	35.75	36.80	37.85	38.89	39.94	40.99	42.03	43.08	44.13
	35	24.89	25.99	27.09	28.20	29.30	30.40	31.51	32.61	33.72	34.83	35.93	37.04	38.14	39.25	40.35	41.46	42.57	43.67	44.78	45.89
	36	25.51	26.68	27.85	29.01	30.18	31.35	32.51	33.68	34.85	36.02	37.19	38.35	39.52	40.69	41.86	43.03	44.20	45.37	46.53	47.70
	37	26.15	27.38	28.61	29.84	31.07	32.31	33.54	34.77	36.01	37.24	38.47	39.71	40.94	42.18	43.41	44.64	45.88	47.11	48.35	49.58
	38	26.78	28.08	29.38	30.68	31.98	33.29	34.59	35.89	37.19	38.49	39.80	41.10	42.40	43.71	45.01	46.31	47.61	48.92	50.22	51.53
	39	27.42	28.79	30.16	31.54	32.91	34.28	35.66	37.03	38.41	39.78	41.16	42.53	43.91	45.28	46.66	48.03	49.41	50.78	52.16	53.53
	40	28.06	29.51	30.96	32.41	33.85	35.30	36.75	38.20	39.65	41.10	42.55	44.00	45.45	46.90	48.36	49.81	51.26	52.71	54.16	55.61
	41	28.71	30.23	31.76	33.29	34.82	36.34	37.87	39.40	40.93	42.46	43.99	45.52	47.05	48.58	50.11	51.64	53.17	54.70	56.23	57.76
	42	29.36	30.97	32.58	34.19	35.80	37.41	39.02	40.63	42.24	43.85	45.47	47.08	48.69	50.30	51.92	53.53	55.14	56.75	58.37	59.98
	43	30.01	31.71	33.40	35.10	36.80	38.49	40.19	41.89	43.59	45.29	46.98	48.68	50.38	52.08	53.78	55.48	57.18	58.88	60.58	62.28
	44	30.67	32.45	34.24	36.03	37.81	39.60	41.39	43.18	44.97	46.76	48.55	50.34	52.13	53.92	55.71	57.50	59.29	61.08	62.87	64.66
	45	31.33	33.21	35.09	36.97	38.85	40.74	42.62	44.50	46.39	48.27	50.16	52.04	53.92	55.81	57.69	59.58	61.46	63.35	65.23	67.12
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
		Υγρασία (%)																			

5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΡΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

Το όριο ασφαλείας που προτείνεται για την πρόληψη της εργασιακής θερμικής καταπόνησης είναι οι 38°C θερμοκρασίας πυρήνα του σώματος. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το όριο αυτό προτάθηκε το 1969 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας²⁵ και στη συνέχεια υιοθετήθηκε από πολλούς οργανισμούς για την προάσπιση της υγείας και της ασφάλειας κατά τη σωματική εργασία.^{26,27,28,29,30,31,32,33,34,35}

Σύμφωνα με το προτεινόμενο όριο ασφαλείας, **πρέπει να αποφεύγεται η άνοδος της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος των εργαζομένων πάνω από τους 38°C για παρατεταμένο χρονικό διάστημα.**

Προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος για εργασιακή θερμική καταπόνηση – και επειδή η αξιολόγηση της θερμοκρασίας πυρήνα σώματος είναι εξαιρετικά δύσκολο να εφαρμοστεί σε εργασιακούς χώρους⁵⁶ – οι οργανισμοί για την υγεία και την ασφάλεια διεθνώς ορίζουν άμεσα μετρήσιμες ανώτερες και κατώτερες τιμές ανάληψης δράσης:

- Η **κατώτερη τιμή ανάληψης δράσης** αποτελεί το πρώτο επίπεδο δράσης, δηλαδή το όριο θερμικής καταπόνησης πέρα από το οποίο ο εργοδότης πρέπει να παρέχει στους εργαζόμενους εκπαίδευση και κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας.
- Η **ανώτερη τιμή ανάληψης δράσης** αποτελεί το δεύτερο επίπεδο δράσης, δηλαδή το όριο πέρα από το οποίο αν δεν μπορούν να ληφθούν άμεσα μέτρα μείωσης της θερμικής καταπόνησης, τότε, οι εργαζόμενοι πρέπει υποχρεωτικά να φορούν μέσα ατομικής προστασίας, ο χώρος πρέπει να οριοθετείται με κατάλληλη σήμανση και η πρόσβαση άλλων εργαζομένων πρέπει να περιορίζεται κατά το δυνατό.

Οι ανώτερες και κατώτερες τιμές ανάληψης δράσης που έχουν υιοθετηθεί παρουσιάζουν μικρές αυξομειώσεις ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε χώρας, γιατί ο γενικός πληθυσμός τείνει να εγκλιματίζεται στο περιβάλλον που ζει. Οι ανώτερες και κατώτερες τιμές ανάληψης δράσης για τους εγκλιματισμένους εργαζόμενους που ακολουθούν το διεθνές πρότυπο ISO 7243:1989⁵⁷ τυγχάνουν γενικότερης αποδοχής διεθνώς και έχουν υιοθετηθεί στη νομοθεσία των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής,⁵⁸ του Καναδά⁵⁹ και της Κυπριακής Δημοκρατίας⁶⁰ παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

⁵⁶ Notley SR, Flouris AD, Kenny GP. (2018). On the use of wearable physiological monitors to assess heat strain during occupational heat stress. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 43(9): 869-881.

⁵⁷ ISO 7243:1989. Hot environments — Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature). International Organization for Standardization: Geneva.

⁵⁸ Title 10, Code of Federal Regulations, Part 851 and DOE Order (O) 440.1B, Worker Protection Program for DOE (including National Nuclear Security Administration) Federal Employees.

⁵⁹ Employment and Social Development Canada (2018). Thermal stress in the work place. Cat. No.: LT-313-11-18E.

⁶⁰ Διατάγματα Κ.Δ.Π. 291/2014 και Κ.Δ.Π. 206/2020 «Κώδικας Πρακτικής για τη Θερμική Καταπόνηση των εργαζομένων».

Πίνακας 5.1 | Όρια του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ σύμφωνα με την ένταση της σωματικής εργασίας.

Ήπια	Η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης σε εργασίες ήπιας έντασης ορίζονται ως 32.3°C και 30.8°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.
Μέτρια	Η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης σε εργασίες μέτριας έντασης ορίζονται ως 31.3°C και 28.2°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.
Υψηλή	Η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης σε εργασίες υψηλής έντασης ορίζονται ως 30.5°C και 27.6°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.
Πολύ υψηλή	Η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης σε εργασίες πολύ υψηλής έντασης ορίζονται ως 29.8°C και 27.9°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.1, σύμφωνα με πληθώρα μελετών και οδηγιών για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία,^{26,27,54} ο κίνδυνος για εργασιακή θερμική καταπόνηση μειώνεται σημαντικά όταν τα όρια ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ (δηλαδή, οι ανώτερες και οι κατώτερες τιμές ανάληψης δράσης) λαμβάνουν υπόψη την ένταση της σωματικής εργασίας, όπως αυτή καθορίζεται στον Πίνακα 5.2 σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 7933:2004, σημείο B6.⁶¹

Πίνακας 5.2 | Ένταση και μεταβολικός ρυθμός για διαφορετικές δραστηριότητες και εργασίες.

Ένταση εργασίας	Μεταβολικός ρυθμός (W)	Παραδείγματα δραστηριοτήτων	Παραδείγματα εργασιών
Ήπια	180	Καθιστή θέση, όρθια θέση, ήπια εργασία με τα πόδια/χέρια και περιστασιακό περπάτημα	Εργασίες γραφείου με κάποια δραστηριότητα, υγειονομικό προσωπικό
Μέτρια	300	Τυπικό περπάτημα, τυπική ανύψωση αντικειμένων	Εργασίες ήπιας έντασης σε εργοστάσια, καταστήματα λιανικής πώλησης και εστίασης, εργασία σε κήπο
Υψηλή	415	Χειρισμός βαρειών υλικών, γρήγορο περπάτημα	Εργασίες σε κατασκευές και γεωργία, σωματική εργασία σε αποθήκη
Πολύ υψηλή	520	Σκάψιμο και φτυάρισμα	Ανθρακωρυχεία, συντήρηση δρόμων, επίπονες εργασίες σε κατασκευές και γεωργία

Για την αποτελεσματική πρόληψη της εργασιακής θερμικής καταπόνησης, τα όρια ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ πρέπει να λαμβάνουν υπόψη ότι η θερμική καταπόνηση του εργαζομένου μπορεί να αυξηθεί από τα **ατομικά μέσα προστασίας** (π.χ., ρουχισμός) που πιθανώς φέρει. Έτσι, οι τιμές ανάληψης δράσης για τον καθορισμό της πραγματικής θερμικής έκθεσης του εργαζομένου πρέπει να συνυπολογίζουν τη μείωση που παρέχεται από τα ατομικά μέσα προστασίας. Η επίπτωση αυτών των μέσων προστασίας στα όρια ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3 σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 7243:2017, Παράρτημα F.⁵⁴

⁶¹ ISO 7933:2004, Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. International Organization for Standardization: Geneva.

Πίνακας 5.3 | Συνυπολογισμός ατομικών μέσων προστασίας για τον καθορισμό των ορίων ΘΥΒΜΑΣ.

1	Τυπικός ρουχισμός εργασίας ενός επιπέδου από υφάσματα που έχουν υφανθεί ή ολόσωμη φόρμα εργασίας από υφάσματα με επεξεργασμένο βαμβάκι που έχουν υφανθεί ή ολόσωμη φόρμα εργασίας ενός επιπέδου με υφάσματα από πολυπροπυλένιο που δεν έχουν υφανθεί (π.χ., κατασκευασμένος με την τεχνολογία sprunbond meltblown sprunbond): μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 0°C ΘΥΒΜΑΣ.
2	Ολόσωμη φόρμα εργασίας από πολυαιθυλένιο ενός επιπέδου χωρίς ύφανση: μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 2°C ΘΥΒΜΑΣ.
3	Ρουχισμός εργασίας δύο επιπέδων από υφάσματα που έχουν υφανθεί (π.χ., ολόσωμη φόρμα εργασίας πάνω από ρούχα εργασίας): μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 3°C ΘΥΒΜΑΣ.
4	Ολόσωμη φόρμα εργασίας και επιπλέον μακριά ποδιά προστασίας από ατμούς και χημικά με μακριά μανίκια: μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 4°C ΘΥΒΜΑΣ.
5	Ολόσωμη φόρμα εργασίας ενός επιπέδου χωρίς κουκούλα με προστασία από ατμούς και χημικά: μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 10°C ΘΥΒΜΑΣ.
6	Ολόσωμη φόρμα εργασίας ενός επιπέδου με κουκούλα με προστασία από ατμούς και χημικά: μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 11°C ΘΥΒΜΑΣ.
7	Ρουχισμός εργασίας δύο επιπέδων με ολόσωμη φόρμα εργασίας χωρίς κουκούλα με προστασία από ατμούς και χημικά πάνω από ρούχα εργασίας: μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 12°C ΘΥΒΜΑΣ.
8	Ρουχισμός εργασίας που περιλαμβάνει κάλυμμα κεφαλής από οποιουδήποτε ύφασμα: μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 1°C ΘΥΒΜΑΣ επιπλέον της αφαίρεσης που αναφέρεται παραπάνω για τον κάθε ρουχισμό εργασίας.

Επίσης, ο καθορισμός της πραγματικής έκθεσης του εργαζομένου πρέπει να συνυπολογίζει την μείωση προκαλείται από πιθανή **έλλειψη εγκλιματισμού** του ατόμου για εργασία στο θερμό περιβάλλον. Η επίπτωση αυτή του εγκλιματισμού στα όρια ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4 | Συνυπολογισμός του εγκλιματισμού για τον καθορισμό των ορίων ΘΥΒΜΑΣ.

1	Εργασίες από άτομα τα οποία κατά τις προηγούμενες 15 ημέρες έχουν εκτελέσει 12 ή περισσότερες 8ωρες βάρδιες εργασία στις περιβαλλοντικές συνθήκες υπό διερεύνηση: μείωση 0°C ΘΥΒΜΑΣ στην ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης.
2	Εργασίες από άτομα τα οποία κατά τις προηγούμενες 15 ημέρες δεν έχουν εκτελέσει 12 ή περισσότερες 8ωρες βάρδιες εργασία στις περιβαλλοντικές συνθήκες υπό διερεύνηση: μείωση 2.5°C ΘΥΒΜΑΣ στην ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης.

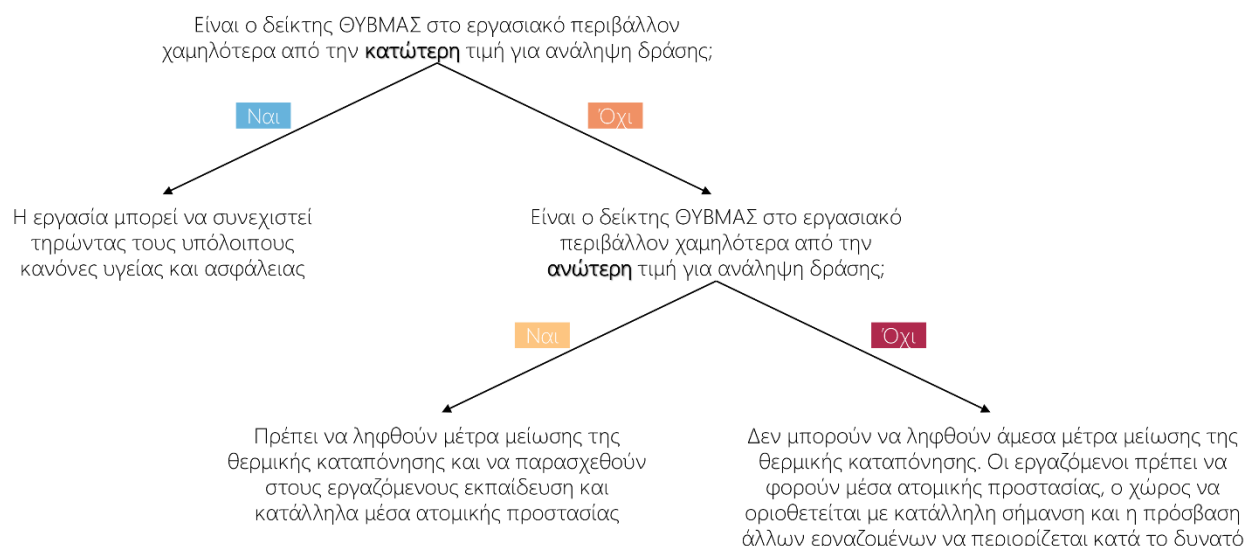
Σε ακολουθία με τα παραπάνω, τα **τελικά όρια ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ** σε κάθε περίπτωση υπολογίζονται με τη μέθοδο που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.5.

Πίνακας 5.5 | Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ.

Ανώτερη / Κατώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης	=	ΘΥΒΜΑΣ με βάση την ένταση της σωματικής εργασίας	-	ΘΥΒΜΑΣ σύμφωνα με τα ατομικά μέσα προστασίας	-	ΘΥΒΜΑΣ σύμφωνα με το επίπεδο εγκλιματισμού
--	---	--	---	--	---	--

Αφού υπολογιστούν τα τελικά όρια ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία, γίνεται σύγκριση της ανώτατης και της κατώτατης τιμής ανάληψης δράσης με την εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ στο χώρο εργασίας προκειμένου να εκτιμηθεί εάν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων, όπως περιγράφεται στον Πίνακα 5.6.

Πίνακας 5.6| Αλγόριθμος αποφάσεων για τη σύγκριση της ανώτατης και της κατώτατης τιμής ανάληψης δράσης με την εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ στο χώρο εργασίας.



Σε περίπτωση που πρέπει να ληφθούν μέτρα μείωσης της θερμικής καταπόνησης, η διαφορά μεταξύ της εκτίμησης του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ στο χώρο εργασίας και της κατώτερης τιμής ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οριστεί ο χρόνος εργασίας καθώς και τα διαλείμματα που πρέπει να κάνουν οι εργαζόμενοι προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος εργασιακής θερμικής καταπόνησης, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.7. Οι οδηγίες αυτές τυγχάνουν γενικότερης αποδοχής διεθνώς και έχουν υιοθετηθεί στη νομοθεσία των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής,⁵⁸ του Καναδά⁵⁹ και της Κυπριακής Δημοκρατίας.⁶⁰ Στοχεύουν στην προσαρμογή της παραγωγής θερμότητας μέσω του μεταβολισμού και, συνεπώς, στη διατήρηση της θερμοκρασίας πυρήνα σώματος κάτω από τους 38°C μέσω της κατάτμησης του χρόνου εργασίας σε διαστήματα εργασίας – ανάπαυσης κατά φθίνουσα αναλογία:

- 100%-0% (συνεχής εργασία),
- 75%-25%,
- 50%-50%,
- 25%-75%,
- 0%-100% (διακοπή ή μετάθεση των εργασιών)

ανάλογα με την τιμή ΘΥΒΜΑΣ, ούτως ώστε ο συνδυασμός των δύο παραμέτρων (ένταση εργασίας και διάρκεια εργασίας) να μην αντιστοιχεί σε τιμή του δείκτη που να υπερβαίνει την τιμή αναφοράς του. Παραδείγματα για τη χρήση των οδηγιών αυτών παρουσιάζονται στην ενότητα 6.

Πίνακας 5.7| Χρόνος εργασίας και διαλείμματα προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος εργασιακής θερμικής καταπόνησης σύμφωνα με την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ (°C).

Χρόνος ανά 60 λεπτά εργασιακής βάρδιας		Βαθμοί ΘΥΒΜΑΣ (°C) πάνω από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης με βάση την ένταση της εργασίας			
Εργασία (λεπτά)	Διάλειμμα (λεπτά)	Ήπια ένταση	Μέτρια ένταση	Υψηλή ένταση	Πολύ υψηλή ένταση
έως 60	έως 0	0	0	*	*
" 45	τουλάχιστον 15	0.4	0.8	0	*
" 30	" 30	1.0	1.9	1.2	0
" 15	" 45	1.5	3.1	2.9	1.9
Πλήρης διακοπή εργασίας		>1.5	>3.1	>2.9	>1.9

* : δεν παρέχονται τιμές ΘΥΒΜΑΣ για αδιάκοπη ή σχεδόν αδιάκοπη εργασία υψηλής και πολύ υψηλής έντασης. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται ακριβής εκτίμηση της θερμικής καταπόνησης με μετρήσεις θερμοκρασίας πυρήνα σώματος σε εργαζομένους κατά τη διάρκεια της εργασίας τους.

Σημείωση: οι τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα είναι σε απόλυτη συνάφεια με τον αντίστοιχο πίνακα του νομοθετικού κειμένου που παράχθηκε από την Τεχνική Ομάδα Εργασίας για τη μελέτη και διαμόρφωση μέτρων πρόληψης της θερμικής καταπόνησης των εργαζομένων κατά το θέρος, σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση 12668/Δ1. 4577/23-03-2018. Εδώ παρουσιάζονται οι διαφορές και όχι οι απόλυτες τιμές προκειμένου να διευκολυνθεί η εφαρμογή του πλαισίου προστασίας των εργαζομένων.

Προτείνεται οι θέσεις εργασίας στις οποίες οι εργαζόμενοι ενδέχεται να εκτεθούν σε επίπεδα θερμότητας που υπερβαίνουν την ανώτερη τιμή για ανάληψη δράσης να επισημαίνονται με κατάλληλη σήμανση όπου αυτό είναι εφικτό (ένα παράδειγμα παρουσιάζεται στην εικόνα 5.1). Τα όρια των χώρων αυτών θα πρέπει να καθορίζονται και η πρόσβαση σε αυτούς να περιορίζεται όταν αυτό είναι τεχνικά εφικτό και δικαιολογείται από τον κίνδυνο έκθεσης.

Εικόνα 5.1| Προτεινόμενη σήμανση για θέσεις εργασίας στις οποίες οι εργαζόμενοι ενδέχεται να εκτεθούν σε επίπεδα θερμότητας που υπερβαίνουν τις ανώτερες τιμές για ανάληψη δράσης.



6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΘΥΒΜΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 33 του Κ.Ν.Υ.Α.Ε. και στην παρ. 8 του άρθρου 10 (Παραρτήματα Ι, ΙΙ) του ΠΔ 16/1996, οι εργοδότες έχουν την υποχρέωση να εκτιμούν και, εάν είναι απαραίτητο, να μετρούν τα επίπεδα της θερμότητας στα οποία εκτίθενται οι εργαζόμενοί τους.

Οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ πρέπει να επιτρέπουν τον καθορισμό των παραμέτρων που περιγράφονται στην ενότητα 4, ανάλογα με την εξίσωση που θα χρησιμοποιηθεί. Επίσης, οι συσκευές μέτρησης θα πρέπει να παρέχουν κατάλληλη ακρίβεια για τις επικρατούσες συνθήκες (π.χ. χαρακτηριστικά της μετρούμενης θερμότητας, διάρκειας της έκθεσης), όπως περιγράφεται στο διεθνές πρότυπο ISO 7243:2017, σημείο 5.2.⁵⁴

Η εκτίμηση των κινδύνων από την εργασιακή έκθεση στη θερμότητα αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της γραπτής εκτίμησης των υφισταμένων κατά την εργασία κινδύνων για την ασφάλεια και την υγεία σύμφωνα με το άρθρο 43 του Κ.Ν.Υ.Α.Ε., την οποία πρέπει να έχει στη διάθεσή του ο εργοδότης. Η εν λόγω εκτίμηση ενημερώνεται τακτικά, ιδίως εάν έχουν επέλθει σημαντικές μεταβολές που μπορεί να την καθιστούν ξεπερασμένη ή όταν το επιβάλλουν τα αποτελέσματα της επίβλεψης της υγείας και μπορεί να υποβοηθηθεί με τη χρήση πιστοποιημένων ψηφιακών εργαλείων (π.χ., OiRA ή εργαλεία εκτίμησης ατομικής θερμικής καταπόνησης).

6.1. Παραδείγματα αξιολόγησης της εργασιακής θερμικής καταπόνησης και εφαρμογής των ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ

6.1.1. Παράδειγμα 1: εργαζόμενοι σε γραφείο κατά το θέρος

Το υποτιθέμενο σενάριο αφορά μια λογιστική επιχείρηση σε μια καλοκαιρινή ημέρα. Η θερμοκρασία στο χώρο του γραφείου είναι 25°C και η σχετική υγρασία είναι 60%. Ο εργοδότης θα ακολουθήσει την παρακάτω διαδικασία προκειμένου να εκτιμήσει την ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης και στη συνέχεια θα εκτιμήσει εάν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων:

Βήμα 1. Εκτίμηση της έντασης εργασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2, οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση εργάζονται με ήπια ένταση. Επομένως, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1 η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης στη συγκεκριμένη επιχείρηση ορίζονται ως 32.3°C και 30.8°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.

Βήμα 2. Εκτίμηση της επίπτωσης των ατομικών μέσων προστασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.3, η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης δεν θα πρέπει να αλλάξει, αφού οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση εργάζονται φορώντας τυπικό ρουχισμό εργασίας ενός επιπέδου από υφάσματα που έχουν υφανθεί.

Βήμα 3. Εκτίμηση της επίπτωσης του εγκλιματισμού: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.4, η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης δεν θα πρέπει να αλλάξει, αφού οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση κατά τις προηγούμενες 15 ημέρες έχουν εκτελέσει 12 ή περισσότερες 8ωρες βάρδιες εργασία στις περιβαλλοντικές συνθήκες υπό διερεύνηση.

Βήμα 4α.Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική ανώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 32.3^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{32.3^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 4β.Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική κατώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 30.8^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{30.8^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 5.Εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, η θερμοκρασία στο χώρο του γραφείου είναι 25°C και η σχετική υγρασία είναι 60%. Χρησιμοποιώντας την ιστοσελίδα: www.famelab.gr/el/meteo για τον υπολογισμό του $\Delta\text{ΠΘΥΒΜΑΣ}$, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4, το αποτέλεσμα είναι $\underline{25.6^{\circ}\text{C}}$ ΘΥΒΜΑΣ.

Βήμα 6.Σύγκριση της ανώτατης και της κατώτατης τιμής ανάληψης δράσης με την εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: Οι μετρήσεις στο χώρο του γραφείου δείχνουν ότι η θερμική καταπόνηση που δέχονται οι εργαζόμενοι είναι σε επιτρεπτά επίπεδα, εφόσον η εκτιμώμενη θερμοκρασία ΘΥΒΜΑΣ (25.6°C) είναι χαμηλότερη από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης (30.8°C). Επομένως, δεν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων. Όμως, είναι απαραίτητο η διαδικασία για την εκτίμηση της θερμικής καταπόνησης να επαναλαμβάνεται συχνά, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες στο χώρο εργασίας έχουν αλλάξει (κατά τη διάρκεια καύσωνα, λόγω διακοπής ηλεκτροδότησης, κ.α.).

6.1.2. Παράδειγμα 2: εργαζόμενοι σε μεταφορές κατά το θέρος

Το υποτιθέμενο σενάριο αφορά ένα υποκατάστημα μιας επιχείρησης που δραστηριοποιείται στην αγορά των ταχυμεταφορών (courier services) κατά τη διάρκεια μιας καλοκαιρινής ημέρας. Η θερμοκρασία στο χώρο των γραφείων του υποκαταστήματος είναι 25°C και η σχετική υγρασία είναι 60%. Επίσης, σύμφωνα με την ενημέρωση από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την περιοχή που δραστηριοποιούνται οι εργαζόμενοι του υποκαταστήματος, η εξωτερική θερμοκρασία είναι 31°C και η σχετική υγρασία είναι 50%. Το υποκατάστημα απασχολεί εργαζόμενους σε χώρους γραφείου (τύπος Α), μεταφορείς με αυτοκίνητα (τύπος Β), καθώς και μεταφορείς με δίκυκλα (τύπος Γ). Ο εργοδότης θα ακολουθήσει την παρακάτω διαδικασία προκειμένου να εκτιμήσει την ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης

για τους τρεις τύπους εργαζομένων και στη συνέχεια θα εκτιμήσει εάν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων:

Βήμα 1. Εκτίμηση της έντασης εργασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2, οι εργαζόμενοι τύπου Α στη συγκεκριμένη επιχείρηση εργάζονται με ήπια ένταση. Επομένως, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1 η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Α στη συγκεκριμένη επιχείρηση ορίζονται ως 32.3°C και 30.8°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα. Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2, οι εργαζόμενοι τύπου Β και Γ στη συγκεκριμένη επιχείρηση εργάζονται με μέτρια ένταση. Επομένως, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1 η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Β και Γ στη συγκεκριμένη επιχείρηση ορίζονται ως 31.3°C και 28.2°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.

Βήμα 2. Εκτίμηση της επίπτωσης των ατομικών μέσων προστασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.3, η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Α και Β δεν θα πρέπει να αλλάξει, αφού αυτοί οι εργαζόμενοι εργάζονται φορώντας τυπικό ρουχισμό εργασίας ενός επιπέδου από υφάσματα που έχουν υφανθεί. Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.3, θα πρέπει να υπάρξει μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 1°C ΘΥΒΜΑΣ στην ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Γ, αφού αυτοί οι εργαζόμενοι εργάζονται φορώντας τυπικό ρουχισμό εργασίας ενός επιπέδου από υφάσματα που έχουν υφανθεί και κράνος.

Βήμα 3. Εκτίμηση της επίπτωσης του εγκλιματισμού: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.4, η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης δεν θα πρέπει να αλλάξει, αφού όλοι οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση κατά τις προηγούμενες 15 ημέρες έχουν εκτελέσει 12 ή περισσότερες 8ωρες βάρδιες εργασία στις περιβαλλοντικές συνθήκες υπό διερεύνηση.

Βήμα 4α. Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική ανώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Α είναι:

$$\begin{array}{ccccccc} 32.3^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{32.3^{\circ}\text{C}} \\ \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\ & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{array}$$

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική ανώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Β είναι:

$$\begin{array}{ccccccc} 31.3^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{31.3^{\circ}\text{C}} \\ \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\ & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{array}$$

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική ανώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Γ είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 31.3^{\circ}\text{C} & - & 1^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{30.3^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 4β. Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική κατώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Α είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 30.8^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{30.8^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική κατώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Β είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 28.2^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{28.2^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική κατώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης για τους εργαζόμενους τύπου Γ είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 28.2^{\circ}\text{C} & - & 1^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{27.2^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 5. Εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, η θερμοκρασία στο χώρο των γραφείων του υποκαταστήματος (εργαζόμενοι τύπου Α) είναι 25°C και η σχετική υγρασία είναι 60%. Χρησιμοποιώντας την ιστοσελίδα: www.famelab.gr/el/meteo για τον υπολογισμό του $\text{A}_{\text{Π}}\text{ΘΥΒΜΑΣ}$, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4, το αποτέλεσμα είναι 25.6°C ΘΥΒΜΑΣ.

Για τους εργαζόμενους τύπου Β, σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, η ενημέρωση από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την περιοχή που δραστηριοποιούνται αναφέρει

ότι η εξωτερική θερμοκρασία είναι 31°C και η σχετική υγρασία είναι 50%. Υποθέτουμε ότι οι εργαζόμενοι τύπου Β περνούν 1/3 του χρόνου τους στο εξωτερικό περιβάλλον (παράδοση δεμάτων, θερμοκρασία: 31°C, σχετική υγρασία: 50%), 1/3 του χρόνου τους στο αυτοκίνητο (θερμοκρασία: 24°C, σχετική υγρασία: 40%) και 1/3 του χρόνου τους σε εσωτερικούς χώρους (γραφεία υποκαταστήματος και άλλες επιχειρήσεις, θερμοκρασία: 25°C, σχετική υγρασία: 50%). Επομένως, οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας κατά την εργασία των εργαζομένων τύπου Β είναι 26.4°C και 46.2%, αντίστοιχα. Χρησιμοποιώντας την ιστοσελίδα: www.famelab.gr/el/meteo για τον υπολογισμό του Δ ΠΘΥΒΜΑΣ, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4, το αποτέλεσμα είναι 25.2°C ΘΥΒΜΑΣ.

Για τους εργαζόμενους τύπου Γ, σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, η ενημέρωση από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την περιοχή που δραστηριοποιούνται αναφέρει ότι η εξωτερική θερμοκρασία είναι 31°C και η σχετική υγρασία είναι 50%. Υποθέτουμε ότι οι εργαζόμενοι τύπου Γ περνούν 2/3 του χρόνου τους στο εξωτερικό περιβάλλον (παράδοση δεμάτων και οδήγηση, θερμοκρασία: 31°C, σχετική υγρασία: 50%) και 1/3 του χρόνου τους σε εσωτερικούς χώρους (γραφεία υποκαταστήματος και άλλες επιχειρήσεις, θερμοκρασία: 25°C, σχετική υγρασία: 50%). Επομένως, οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας κατά την εργασία των εργαζομένων τύπου Γ είναι 28.7°C και 49.5%, αντίστοιχα. Χρησιμοποιώντας την ιστοσελίδα: www.famelab.gr/el/meteo για τον υπολογισμό του Δ ΠΘΥΒΜΑΣ, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4, το αποτέλεσμα είναι 27.9°C ΘΥΒΜΑΣ.

Βήμα 6. Σύγκριση της ανώτατης και της κατώτατης τιμής ανάληψης δράσης με την εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: Για τους εργαζόμενους τύπου Α, οι μετρήσεις στο χώρο του γραφείου δείχνουν ότι η θερμική καταπόνηση που δέχονται οι εργαζόμενοι είναι σε επιτρεπτά επίπεδα, εφόσον η εκτιμώμενη θερμοκρασία ΘΥΒΜΑΣ (25.6°C) είναι χαμηλότερη από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης (30.8°C). Επομένως, δεν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων τύπου Α. Όμως, είναι απαραίτητο η διαδικασία για την εκτίμηση της θερμικής καταπόνησης να επαναλαμβάνεται συχνά, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες στο χώρο εργασίας έχουν αλλάξει (κατά τη διάρκεια καύσωνα, λόγω διακοπής ηλεκτροδότησης, κ.α.).

Για τους εργαζόμενους τύπου Β, η εκτίμηση που περιγράφεται παραπάνω δείχνει ότι η θερμική καταπόνηση που δέχονται οι εργαζόμενοι είναι σε επιτρεπτά επίπεδα, εφόσον η μέση εκτιμώμενη θερμοκρασία ΘΥΒΜΑΣ (25.2°C) είναι χαμηλότερη από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης (28.2°C). Επομένως, δεν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων τύπου Β. Όμως, είναι απαραίτητο η διαδικασία για την εκτίμηση της θερμικής καταπόνησης να επαναλαμβάνεται συχνά, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ., κατά τη διάρκεια καύσωνα), η κατάσταση του αυτοκινήτου (π.χ., δυσλειτουργία κλιματισμού), ή/και οι συνθήκες στους εσωτερικούς χώρους εργασίας (π.χ., λόγω διακοπής ηλεκτροδότησης) έχουν αλλάξει.

Για τους εργαζόμενους τύπου Γ, η εκτίμηση που περιγράφεται παραπάνω δείχνει ότι η θερμική καταπόνηση που δέχονται οι εργαζόμενοι είναι πάνω από τα επιτρεπτά επίπεδα, εφόσον η μέση εκτιμώμενη θερμοκρασία ΘΥΒΜΑΣ (27.9°C) είναι υψηλότερη από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης (27.2°C). Επομένως, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων τύπου Γ. Εφόσον οι εργαζόμενοι αυτοί εργάζονται σε εξωτερικό χώρο και μετακινούνται συνεχώς με δίκυκλα, δεν είναι δυνατό να μειωθεί η θερμική καταπόνηση με μέτρα όπως κλιματισμός. Επίσης, δεν είναι δυνατό να αφαιρεθεί ο κράνος, για λόγους ασφαλείας. Επομένως, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για να μειωθεί η έκθεση των εργαζομένων αυτών στη θερμική καταπόνηση. Παραδείγματα αποτελούν η εργασία σε ώρες όταν η θερμική καταπόνηση είναι σε χαμηλότερα επίπεδα – τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες όταν οι τιμές ΘΥΒΜΑΣ είναι χαμηλότερες από 27.2°C. Αν κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό,

μπορούν να υιοθετηθούν οι εναλλαγές εργασίας – διαλειμμάτων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.7. Σύμφωνα με αυτές, τα άτομα που εργάζονται με μέτρια ένταση σε περιβάλλον με ΘΥΒΜΑΣ έως 0.8°C πάνω από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης, μπορούν να συνεχίσουν να εργάζονται στο περιβάλλον αυτό αν κάνουν κατά μέσο όρο 15 λεπτά διάλειμμα για κάθε εργάσιμη ώρα. Τέλος, είναι απαραίτητο η διαδικασία για την εκτίμηση της θερμικής καταπόνησης να επαναλαμβάνεται συχνά, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ., κατά τη διάρκεια καύσωνα) ή/και οι συνθήκες στους εσωτερικούς χώρους εργασίας (π.χ., λόγω διακοπής ηλεκτροδότησης) έχουν αλλάξει.

6.1.3. Παράδειγμα 3: εργαζόμενοι στη γεωργία κατά το θέρος

Το υποτιθέμενο σενάριο αφορά μια γεωργική επιχείρηση σε μια καλοκαιρινή ημέρα. Σύμφωνα με την ενημέρωση από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την περιοχή που βρίσκεται η επιχείρηση, τις πρωινές ώρες (08:00 – 12:00) η εξωτερική θερμοκρασία είναι 24°C και η σχετική υγρασία είναι 55%, τις μεσημεριανές ώρες (12:00 – 16:00) η εξωτερική θερμοκρασία είναι 32°C και η σχετική υγρασία είναι 55%, ενώ τις απογευματινές ώρες (16:00 – 20:00) η εξωτερική θερμοκρασία είναι 24°C και η σχετική υγρασία είναι 55%. Το τυπικό ωράριο εργασίας στη συγκεκριμένη επιχείρηση είναι 08:00 – 16:00. Ο εργοδότης θα ακολουθήσει την παρακάτω διαδικασία προκειμένου να εκτιμήσει την ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης και στη συνέχεια θα εκτιμήσει εάν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων.

Βήμα 1. Εκτίμηση της έντασης εργασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2, οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση εργάζονται με υψηλή ένταση. Επομένως, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1 η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης στη συγκεκριμένη επιχείρηση ορίζονται ως 30.5°C και 27.6°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.

Βήμα 2. Εκτίμηση της επίπτωσης των ατομικών μέσων προστασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.3, η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης δεν θα πρέπει να αλλάξει, αφού οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση εργάζονται φορώντας τυπικό ρουχισμό εργασίας ενός επιπέδου από υφάσματα που έχουν υφανθεί.

Βήμα 3. Εκτίμηση της επίπτωσης του εγκλιματισμού: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.4, η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης δεν θα πρέπει να αλλάξει, αφού οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση κατά τις προηγούμενες 15 ημέρες έχουν εκτελέσει 12 ή περισσότερες 8ωρες βάρδιες εργασία στις περιβαλλοντικές συνθήκες υπό διερεύνηση.

Βήμα 4α. Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική ανώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 30.5^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{30.5^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 4β. Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική κατώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 27.6^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{27.6^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 5. Εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, το τυπικό ωράριο εργασίας στη συγκεκριμένη επιχείρηση είναι 08:00 – 16:00. Επομένως, οι εργαζόμενοι περνούν 50% του χρόνου τους (τις πρωινές ώρες: 08:00 – 12:00) σε περιβάλλον με θερμοκρασία 24°C και σχετική υγρασία 55% και το υπόλοιπο 50% του χρόνου τους (τις μεσημεριανές ώρες: 12:00 – 16:00) σε περιβάλλον με θερμοκρασία 32°C και σχετική υγρασία 55%. Επομένως, οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας κατά την εργασία των εργαζομένων είναι 28°C και 55%, αντίστοιχα. Χρησιμοποιώντας την ιστοσελίδα: www.famelab.gr/el/meteo για τον υπολογισμό του $\Delta\text{P}\Theta\text{ΥΒΜΑΣ}$, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4, το αποτέλεσμα είναι $\underline{28^{\circ}\text{C}}$ ΘΥΒΜΑΣ.

Βήμα 6. Σύγκριση της ανώτατης και της κατώτατης τιμής ανάληψης δράσης με την εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: η εκτίμηση που περιγράφεται παραπάνω δείχνει ότι η θερμική καταπόνηση που δέχονται οι εργαζόμενοι είναι πάνω από τα επιτρεπτά επίπεδα, εφόσον η μέση εκτιμώμενη θερμοκρασία ΘΥΒΜΑΣ (28°C) είναι υψηλότερη από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης (27.6°C). Επομένως, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων. Εφόσον οι εργαζόμενοι εργάζονται σε εξωτερικό χώρο, δεν είναι δυνατό να μειωθεί η θερμική καταπόνηση με μέτρα όπως κλιματισμός. Επομένως, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για να μειωθεί η έκθεση των εργαζομένων αυτών στη θερμική καταπόνηση. Ένα παράδειγμα είναι να εκτελεστεί μειωμένη εργασία σε ώρες όπου η θερμική καταπόνηση είναι σε χαμηλότερα επίπεδα από 27.6°C ΘΥΒΜΑΣ, δηλαδή τις πρωινές ώρες (08:00 – 12:00). Επίσης, μπορούν να υιοθετηθούν οι εναλλαγές εργασίας – διαλειμμάτων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.7. Σύμφωνα με αυτές, τα άτομα που εργάζονται με υψηλή ένταση πρέπει, ούτως ή άλλως, να κάνουν τακτικά διαλείμματα κατά τη διάρκεια τους εργασίας τους. Σε περιβάλλον με ΘΥΒΜΑΣ έως 1.2°C πάνω από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης, οι εργαζόμενοι μπορούν να συνεχίσουν να εργάζονται αν κάνουν κατά μέσο όρο 30 λεπτά διάλειμμα για κάθε εργάσιμη ώρα. Μια άλλη εναλλακτική πιθανότητα είναι να εκτελεστεί 8ωρη εργασία σε ώρες όταν η θερμική καταπόνηση είναι σε χαμηλότερα επίπεδα – τις πρωινές (08:00 – 12:00) και τις απογευματινές (16:00 – 20:00) ώρες όταν οι τιμές ΘΥΒΜΑΣ είναι χαμηλότερες από 27.6°C. Πράγματι, σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, αν οι εργαζόμενοι εργαστούν 50% του χρόνου τους τις πρωινές ώρες (08:00 – 12:00) και το υπόλοιπο 50% του χρόνου τους τις απογευματινές ώρες (16:00 – 20:00), η έκθεσή τους χαρακτηρίζεται από $\underline{24^{\circ}\text{C}}$ ΘΥΒΜΑΣ. Τέλος, είναι απαραίτητο η διαδικασία για την εκτίμηση της θερμικής καταπόνησης να επαναλαμβάνεται συχνά, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ., κατά τη διάρκεια καύσωνα) έχουν αλλάξει.

6.1.4. Παράδειγμα 4: εργαζόμενοι στις κατασκευές κατά τη διάρκεια καύσωνα

Το υποτιθέμενο σενάριο αφορά μια κατασκευαστική επιχείρηση σε μια καλοκαιρινή ημέρα με καύσωνα. Σύμφωνα με την ενημέρωση από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την

περιοχή που δραστηριοποιούνται οι εργαζόμενοι της επιχείρησης, τις πρωινές ώρες (08:00 – 12:00) η εξωτερική θερμοκρασία είναι 24°C και η σχετική υγρασία είναι 55%, τις μεσημεριανές ώρες (12:00 – 16:00) η εξωτερική θερμοκρασία είναι 38°C και η σχετική υγρασία είναι 53%, ενώ τις απογευματινές ώρες (16:00 – 20:00) η εξωτερική θερμοκρασία είναι 29°C και η σχετική υγρασία είναι 55%. Το τυπικό ωράριο εργασίας στη συγκεκριμένη επιχείρηση είναι 08:00 – 16:00. Ο εργοδότης θα ακολουθήσει την παρακάτω διαδικασία προκειμένου να εκτιμήσει την ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης και στη συνέχεια θα εκτιμήσει εάν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων.

Βήμα 1. Εκτίμηση της έντασης εργασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2, οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση εργάζονται με υψηλή ένταση. Επομένως, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1 η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης στη συγκεκριμένη επιχείρηση ορίζονται ως 30.5°C και 27.6°C ΘΥΒΜΑΣ, αντίστοιχα.

Βήμα 2. Εκτίμηση της επίπτωσης των ατομικών μέσων προστασίας: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.3, θα πρέπει να υπάρξει μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 1°C ΘΥΒΜΑΣ στην ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης, αφού οι εργαζόμενοι εργάζονται φορώντας τυπικό ρουχισμό εργασίας ενός επιπέδου από υφάσματα που έχουν υφανθεί και κράνος.

Βήμα 3. Εκτίμηση της επίπτωσης του εγκλιματισμού: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.4, η ανώτερη και η κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης δεν θα πρέπει να αλλάξει, αφού οι εργαζόμενοι στη συγκεκριμένη επιχείρηση κατά τις προηγούμενες 15 ημέρες έχουν εκτελέσει 12 ή περισσότερες 8ωρες βάρδιες εργασία στις περιβαλλοντικές συνθήκες υπό διερεύνηση.

Βήμα 4α. Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική ανώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 30.5^{\circ}\text{C} & - & 1^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{29.5^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 4β. Υπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5, η τελική κατώτερη τιμή ΘΥΒΜΑΣ για ανάληψη δράσης είναι:

$$\begin{array}{ccccccc}
 27.6^{\circ}\text{C} & - & 1^{\circ}\text{C} & - & 0^{\circ}\text{C} & = & \underline{26.6^{\circ}\text{C}} \\
 \text{Αρχικό όριο με βάση} & & \text{Μείωση από ατομικά} & & \text{Μείωση από έλλειψη} & & \text{Τελικό όριο ΘΥΒΜΑΣ} \\
 \text{την ένταση εργασίας} & & \text{μέσα προστασίας} & & \text{εγκλιματισμού} & &
 \end{array}$$

Βήμα 5. Εκτίμηση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ: σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, το τυπικό ωράριο εργασίας στη συγκεκριμένη επιχείρηση είναι 08:00 – 16:00. Επομένως, οι εργαζόμενοι περνούν 50% του χρόνου τους (τις πρωινές ώρες: 08:00 – 12:00) σε περιβάλλον με θερμοκρασία 24°C και σχετική υγρασία 55% και το υπόλοιπο 50% του χρόνου τους (τις μεσημεριανές ώρες: 12:00 – 16:00) σε περιβάλλον με θερμοκρασία 38°C και σχετική υγρασία 53%. Επομένως, οι μέσες τιμές

θερμοκρασίας και υγρασίας κατά την εργασία των εργαζομένων είναι 31°C και 54%, αντίστοιχα. Χρησιμοποιώντας την ιστοσελίδα: www.famelab.gr/el/meteo για τον υπολογισμό του $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$, όπως περιγράφεται στην ενότητα 4, το αποτέλεσμα είναι 31°C $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$.

Βήμα 6. Σύγκριση της ανώτατης και της κατώτατης τιμής ανάληψης δράσης με την εκτίμηση του δείκτη $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$: η εκτίμηση που περιγράφεται παραπάνω δείχνει ότι η θερμική καταπόνηση που δέχονται οι εργαζόμενοι είναι πάνω από τα επιτρεπτά επίπεδα, εφόσον η μέση εκτιμώμενη θερμοκρασία $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$ (31°C) είναι υψηλότερη από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης (26.6°C). Επομένως, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων. Εφόσον οι εργαζόμενοι εργάζονται σε εξωτερικό χώρο, δεν είναι δυνατό να μειωθεί η θερμική καταπόνηση με μέτρα όπως κλιματισμός. Παρόλα αυτά, στις κατασκευές μπορούν να υιοθετηθούν μέτρα όπως σκίαση και ηλεκτρικοί ανεμιστήρες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο απλοποιημένος δείκτης $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$ δεν μπορεί να αξιολογήσει την πιθανή μείωση της θερμικής καταπόνησης, επομένως θα πρέπει να γίνει εκτίμηση μέσω ειδικού οργάνου που αξιολογεί επίσης την ηλιακή ακτινοβολία και την ταχύτητα αέρα. Άλλα μέτρα περιλαμβάνουν τη μείωση της έκθεσης των εργαζομένων αυτών στη θερμική καταπόνηση. Ένα παράδειγμα είναι να εκτελεστεί μειωμένη εργασία σε ώρες όπου η θερμική καταπόνηση είναι σε χαμηλότερα επίπεδα, δηλαδή τις πρωινές ώρες (08:00 – 12:00). Κατά τις μεσημεριανές ώρες δεν μπορούν να υιοθετηθούν οι εναλλαγές εργασίας – διαλειμμάτων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.7 γιατί σε περιβάλλον με $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}} > 2.9^\circ\text{C}$ πάνω από την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης, οι εργαζόμενοι δεν μπορούν να συνεχίσουν να εργάζονται. Μια άλλη εναλλακτική πιθανότητα είναι να εκτελεστεί 8ωρη εργασία σε ώρες όταν η θερμική καταπόνηση είναι σε χαμηλότερα επίπεδα – τις πρωινές (08:00 – 12:00) και τις απογευματινές (16:00 – 20:00) ώρες όταν οι τιμές $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$ είναι χαμηλότερες από 26.6°C. Πράγματι, σύμφωνα με την περιγραφή του σεναρίου, αν οι εργαζόμενοι εργαστούν 50% του χρόνου τους τις πρωινές ώρες (08:00 – 12:00) και το υπόλοιπο 50% του χρόνου τους τις απογευματινές ώρες (16:00 – 20:00), η έκθεσή τους χαρακτηρίζεται από 26.4°C $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε περίπτωση που ο καύσωνας λάβει χώρα κατά την αρχή του καλοκαιριού (οι καύσωνες κατά το πρώτο 10ήμερο του Ιουνίου είναι συχνό φαινόμενο), οι εργαζόμενοι δεν θα πρέπει να νοούνται ως εγκλιματισμένοι. Σε αυτή την περίπτωση, κατά το Βήμα 3 παραπάνω θα πρέπει να υπάρξει μείωση των ορίων ασφαλείας κατά 2.5°C $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$ στην ανώτερη και την κατώτερη τιμή για ανάληψη δράσης, επανυπολογισμός των τελικών ορίων ασφαλείας, καθώς και σύγκριση αυτών με την εκτίμηση του δείκτη $\Delta T_{\text{ΥΒΜΑΣ}}$ προκειμένου να εκτιμηθεί εάν είναι απαραίτητο να γίνουν συγκεκριμένες ενέργειες για την προάσπιση της υγείας των εργαζομένων.

Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Φυσιολογίας FAME Lab

Στο FAME Lab οραματιζόμαστε έναν κόσμο, στον οποίο η συντριπτική πλειονότητα των ανθρώπων θα κατανοούν πώς το περιβάλλον επηρεάζει τη ζωή τους και θα σχεδιάζουν τους στόχους και τις δραστηριότητές τους με γνώμονα τη μακροπρόθεσμη ευημερία της ανθρωπότητας. Στόχος μας είναι να δείξουμε το δρόμο προς αυτή την κατεύθυνση και να εμπνεύσουμε άτομα και φορείς να γίνουν συνοδοιπόροι μας προς τη δημιουργία του κόσμου που ονειρευόμαστε.

Επιδιώκουμε να βοηθήσουμε την κοινωνία να κατανοήσει και να προσαρμοστεί στις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων. Η κατανόηση και η αντιμετώπιση των παραγόντων που επιδρούν αρνητικά στην υγεία, την απόδοση και την παραγωγικότητα, καθώς και η προσαρμογή σε αυτούς, αναμφίβολα θα επιταχύνει τη βελτίωση της ποιότητας ζωής όλων των ανθρώπων – με βιώσιμο και δίκαιο τρόπο.

Η ερευνητική ομάδα του FAME Lab (Functional Architecture of Mammals in their Environment) ιδρύθηκε το 2008. Έκτοτε έχουμε συμμετάσχει σε >20 ερευνητικά έργα χρηματοδοτούμενα από την Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλους διεθνείς οργανισμούς (χρηματοδότηση >19 εκατ. ευρώ την τελευταία δεκαετία), έχουμε δημοσιεύσει >200 επιστημονικά άρθρα και έχουμε παρουσιάσει το έργο μας σε περισσότερα >300 διεθνή συνέδρια. Μπορείτε να ενημερωθείτε για τις δράσεις και τα αποτελέσματα των ερευνών μας στο www.famelab.gr καθώς και μέσα από τα κοινωνικά δίκτυα twitter, facebook, youtube και instagram.

