

ΝΑΝΟΪΛΙΚΑ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ: ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗ

Ο τομέας της νανοτεχνολογίας εξελίσσεται ραγδαία και η χρήση νανοϋλικών γίνεται πιο συχνή. Όπως συμβαίνει και με ευρύ φάσμα άλλων κλάδων, ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης επηρεάζεται ολοένα περισσότερο από την τεχνολογία, εξέλιξη που αυξάνει τον κίνδυνο έκθεσης των εργαζομένων σε νανοϋλικά στους χώρους εργασίας τους. Οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας και των νανοϋλικών στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να προσφέρουν διάφορα οφέλη. Για παράδειγμα, χάρη στον συνδυασμό τεχνικών και μεθόδων μικρογράφησης με τη χημική σύνθεση και τον έλεγχο της μοριακής διάταξης ανοίγονται νέοι ορίζοντες για την πρόληψη, τη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενειών. Ωστόσο, παρά τη συνεχή έρευνα, ο τομέας της νανοτεχνολογίας αναπτύσσεται με ταχύτερο ρυθμό από την παραγωγή γνώσης σχετικά με τις πτυχές των νανοϋλικών που αφορούν την υγεία και την ασφάλεια. Υπάρχουν πολλές ακόμη άγνωστες μεταβλητές, γεγονός που εγείρει ερωτηματικά αναφορικά με την αξιολόγηση των κινδύνων για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγεία (EAY).

Στο παρόν ηλεκτρονικό δελτίο παρουσιάζονται οι συνθήκες υπό τις οποίες μπορεί να έρχονται σε επαφή με νανοϋλικά οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης στο πλαίσιο των καθημερινών δραστηριοτήτων τους. Επίσης παρέχονται πληροφορίες για τα μέτρα που μπορούν να λαμβάνονται για την πρόληψη δυνητικών εκθέσεων.

1. Εισαγωγή

1.1. Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης

Μεγάλο ποσοστό του εργατικού δυναμικού της ΕΕ απασχολείται στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Σύμφωνα με το σχέδιο δράσης για το εργατικό δυναμικό της ΕΕ στον τομέα της υγείας [1], οι ευκαιρίες απασχόλησης σε αυτόν τον τομέα αυξάνονται ως αποτέλεσμα της γήρανσης του πληθυσμού και της επακόλουθης αύξησης των αναγκών υγειονομικής περίθαλψης.

Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνει επιχειρήσεις και δημόσιες υπηρεσίες που παρέχουν άμεσα ή έμμεσα διάφορα είδη υπηρεσιών υγείας, όπως η διάγνωση, η θεραπεία και η προληπτική φροντίδα. Οι χώροι όπου παρέχονται υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης ποικίλλουν και περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, νοσοκομεία, οδοντιατρεία, κινητές μονάδες παροχής επείγουσας ιατρικής φροντίδας και οικίες. Το παρόν ηλεκτρονικό δελτίο ασχολείται κυρίως με τα άτομα που παρέχουν άμεσα ιατρικές υπηρεσίες (π.χ. γιατρούς, νοσηλευτικό προσωπικό ή φαρμακοποιούς), καθώς και με τους εργαζόμενους που έχουν στενή σχέση με τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, όπως για παράδειγμα τα άτομα που εργάζονται σε εργαστήρια ή οι εργαζόμενοι που αναλαμβάνουν δραστηριότητες καθαριότητας. Οι διοικητικοί υπάλληλοι ή οι εργαζόμενοι που παράγουν ιατροτεχνολογικά προϊόντα δεν εμπίπτουν στο αντικείμενο του παρόντος ηλεκτρονικού δελτίου και επομένως δεν καλύπτονται.



Φωτογραφία: Raya Gergovska

1.2. Τι είναι τα νανοϋλικά;

Ως νανοϋλικά νοούνται τα υλικά που περιέχουν σωματίδια τα οποία έχουν μία ή περισσότερες διαστάσεις μεταξύ 1 nm — 100 nm ⁽¹⁾, είναι δηλαδή συγκρίσιμα σε μέγεθος με τα άτομα και τα μόρια. Μπορεί είτε να απαντούν ελεύθερα στη φύση, όπως αυτά που προέρχονται από την τέφρα των ηφαιστειών, είτε να αποτελούν ακούσια συνέπεια της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως αυτά που περιέχονται στα καυσαέρια κινητήρων ντίζελ. Ωστόσο, το παρόν ηλεκτρονικό δελτίο επικεντρώνεται στον μεγάλο αριθμό νανοϋλικών που κατασκευάζονται και διατίθενται στην αγορά σκοπίμως.

Τα νανοϋλικά μπορούν να σχηματίζουν συμπήγματα ή συσσωματώματα που μπορεί μεν να είναι μεγαλύτερα από 100 nm, αλλά όταν αποσυντίθενται αποδεσμεύουν νανοϋλικά. Επομένως, σε κάθε εκτίμηση κινδύνου που αφορά νανοϋλικά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και αυτά τα συμπήγματα/συσσωματώματα [3, 4].

Μεγάλο ποσοστό νανοϋλικών παράγονται και διατίθενται στην αγορά επειδή παρουσιάζουν ειδικές ιδιότητες και συμπεριφορές που οφείλονται κυρίως στο μικρό τους μέγεθος ή σε άλλα χαρακτηριστικά, όπως οι τροποποιημένες (επικαλυμμένες) επιφάνειες, ή στην ειδική τους μορφολογία (σχήμα σωματιδίων). Το παρόν ηλεκτρονικό δελτίο επικεντρώνεται αποκλειστικά στα τεχνητά κατασκευασμένα (ή, αλλιώς, τεχνολογικά επεξεργασμένα) νανοϋλικά που απαντώνται στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και δεν καλύπτει τα νανοϋλικά που αποτελούν ακούσια συνέπεια της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως για παράδειγμα αυτά που περιέχονται στα καυσαέρια κινητήρων ντίζελ.

2. Νανοϋλικά στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης

Αφού εισέλθουν στο ανθρώπινο σώμα, τα νανοϋλικά μπορούν να κυκλοφορούν στον οργανισμό κινούμενα εντός και εκτός των αιμοφόρων αγγείων, να εισέρχονται σε κύτταρα και να αλληλεπιδρούν με βιομόρια, τόσο στην επιφάνεια όσο και στο εσωτερικό των κυττάρων, σε πολλά σημεία του σώματος [5]. Χάρη στην ικανότητά τους αυτή, τα νανοϋλικά στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να συμβάλλουν στην ανίχνευση ασθενειών, τη χορήγηση θεραπειών και την ανάπτυξη νέων μορφών πρόληψης.

Τα κύρια θεραπευτικά οφέλη της χρήσης των νανοϋλικών είναι τα εξής: διαλυτοποίηση (για φάρμακα που σε διαφορετική περίπτωση είναι αδιάλυτα), φορείς για υδροφοβικές ουσίες, πολυλειτουργικές δυνατότητες, ενεργητική και παθητική στόχευση ιστών, προσδέτες (αποκλεισμός βάσει μεγέθους) και μειωμένη τοξικότητα [6]. Επίσης, χάρη στις ειδικές ιδιότητές τους, τα νανοϋλικά χρησιμοποιούνται επίσης σε διαγνωστικά εργαλεία, σε σκιαγραφικές ουσίες και μεθόδους, και σε εμφυτεύματα και εφαρμογές ιστομηχανικής.

Επομένως, οι ιδιότητες και οι συμπεριφορές των νανοϋλικών καθιστούν δυνατή τη διάγνωση, παρακολούθηση, θεραπεία και πρόληψη ασθενειών, όπως καρδιαγγειακές παθήσεις, καρκίνος, μυοσκελετικές παθήσεις και φλεγμονές, νευροεκφυλιστικές και ψυχιατρικές ασθένειες, διαβήτη και μεταδοτικές ασθένειες [π.χ. βακτηριακές και ιογενείς λοιμώξεις, όπως ο ιός HIV (ιός ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας)] [7].

Στον πίνακα 1 παρατίθενται αναλυτικά κάποια από τα νανοϋλικά που χρησιμοποιούνται ήδη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης.

⁽¹⁾ Σύμφωνα με τη σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής [1]:

- Ως «νανοϋλικό» νοείται «φυσικό, περιστασιακό ή μεταποιημένο υλικό που περιέχει σωματίδια, σε μη δεσμευμένη μορφή ως σύμπηγμα ή συσσωμάτωμα και εφόσον, σύμφωνα με την κατανομή των αριθμητικών μεγεθών, τουλάχιστον το 50% των σωματιδίων έχει μία ή περισσότερες εξωτερικές διαστάσεις εντός της κλίμακας μεγέθους 1 nm — 100 nm. Η κατά μέγεθος κατανομή υλικού εκφράζεται ως αριθμός αντικειμένων εντός δεδομένου εύρους μεγέθους, διαιρούμενος με τον συνολικό αριθμό αντικειμένων.»
- «Σε ειδικές περιπτώσεις και όπου αυτό δικαιολογείται από ανησυχίες σχετικές με το περιβάλλον, την υγεία, την ασφάλεια ή την ανταγωνιστικότητα, το κατώτατο όριο 50% της κατανομής αριθμητικών μεγεθών ενδέχεται να υποκατασταθεί από κατώτατο όριο μεταξύ 1 και 50%.
- «Κατά παρέκκλιση των ανωτέρω, πρέπει να θεωρούνται ως νανοϋλικά τα φουλλερένια, οι νιφάδες γραφενίου και οι νανοσωλήνες άνθρακα μονού τοιχώματος με περισσότερες της μιας εξωτερικές διαστάσεις κάτω του 1 nm.»

Πίνακας 1: Κύρια είδη νανοϋλικών σε εφαρμογές του τομέα υγειονομικής περίθαλψης

Είδος νανοϋλικού	Εφαρμογές στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης
Μεταλλικά σωματίδια (π.χ. οξείδιο του σιδήρου (III), χρυσός ή άργυρος)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Υπερθερμία ως θεραπεία για τον καρκίνο ▪ Επιλεκτικοί μαγνητικοί βιοδιαχωρισμοί ▪ Επικάλυψη με αντισώματα που αναγνωρίζουν τα αντιγόνα συγκεκριμένων κυττάρων ώστε να διαχωρίζονται από την περιβάλλουσα μήτρα ▪ Μελέτες μεμβρανικής μεταφοράς ▪ Χορήγηση φαρμάκων ▪ Σκιαγραφικά για μαγνητικές τομογραφίες
Νανოსωματίδια αργύρου	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αντιμικροβιακός παράγοντας ▪ Ενσωματώνονται σε ευρύ φάσμα ιατροτεχνολογικών προϊόντων, όπως στο οστικό τσιμέντο, σε χειρουργικά εργαλεία και χειρουργικές μάσκες
Νανოსωματίδια χρυσού	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Βελτιώνουν τη διαλυτοποίηση των φαρμάκων ▪ Επιτρέπουν την περαιτέρω σύζευξη
Νανοϋλικά άνθρακα [φουλλερένια και νανοσωλήνες άνθρακα (CNT)]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Τα «buckyball» (δομές σε σχήμα μπάλας ποδοσφαίρου που αποτελούνται από 60 άτομα άνθρακα) χρησιμοποιούνται σε συστήματα χορήγησης φαρμάκων υποστηρίζοντας τη βέλτιστη μεταφορά και αποδέσμευση των φαρμάκων στον οργανισμό [5] ▪ Επιστρώσεις για προσθετικά μέλη και χειρουργικά εμφυτεύματα ▪ Ενεργοποιημένοι νανοσωλήνες άνθρακα: <ul style="list-style-type: none"> ○ για χορήγηση θεραπειών ○ για βιοϊατρικές εφαρμογές όπως οι ενδαγγειακές προσθέσεις και η ανάπτυξη και αναγέννηση νευρώνων ○ γονιδιακή θεραπεία, καθώς οι αλυσίδες DNA μπορούν να σχηματίζουν χημικούς δεσμούς με νανοσωλήνες
Κβαντικές κουκίδες (Qdots)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Πολλαπλά βιομόρια επισήμανσης για την παρακολούθηση σύνθετων κυτταρικών αλλαγών και συμβαμάτων που σχετίζονται με ασθένειες ▪ Οπτική τεχνολογία [8] ▪ Τεχνολογίες διάγνωσης ασθενειών και προσυμπτωματικού ελέγχου
Δενδριμερή	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Πολυμερισμένα μακρομόρια—δομές με πολλές διακλαδώσεις που έχουν εσωτερικές νανοκοιλότητες ή διαύλους με διαφορετικές ιδιότητες σε σχέση με εκείνους στην εξωτερική επιφάνεια ▪ Χρησιμοποιούνται ως φορείς για μεγάλο φάσμα φαρμάκων (π.χ. αντικαρκινικών, αντιπικίων, αντιβακτηριακών κ.λπ.), καθώς έχουν την ικανότητα να βελτιώνουν τη διαλυτοποίηση και τη βιοδιαθεσιμότητα φαρμάκων περιορισμένης διαλυτότητας
Νανოსωματίδια με λιπιδιακή βάση	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Μπορούν να συντήκονται με την κυτταρική μεμβράνη και να απελευθερώνουν μόρια στο εσωτερικό των κυττάρων
Κεραμικά νανოსωματίδια	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ανόργανα συστήματα που χρησιμοποιούνται ως φορείς φαρμάκων (εάν είναι πορώδη και βιοσυμβατά) και σε εφαρμογές καλλυντικών (οξείδιο του ψευδαργύρου, διοξείδιο του τιτανίου)
Νανოსωλήνες, νανოსύρματα,	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Τεχνολογίες διάγνωσης ασθενειών και προσυμπτωματικού ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων μικροσυστημάτων «lab-on-a-chip» [8]

Είδος νανοϋλικού	Εφαρμογές στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης
μαγνητικά νανοσωματίδια	

Καταρτίστηκε από τους συντάκτες βάσει διαφόρων πηγών [5, 6, 8–11].

Το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της ανακάλυψης ενός ιατροτεχνολογικού προϊόντος ή φαρμάκου και της διάθεσής του για κλινική χρήση είναι εξαιρετικά μεγάλο. Ωστόσο, αυτή τη στιγμή ορισμένες εφαρμογές νανοτεχνολογίας βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης και σύντομα θα καταστούν διαθέσιμες. Στις εφαρμογές αυτές περιλαμβάνονται, για παράδειγμα, βελτιωμένες ιατρικές απεικονίσεις [5], χρήση υποδόριων τσιπ που μπορούν να παρακολουθούν σε συνεχή βάση σημαντικές παραμέτρους όπως οι σφυγμοί, η θερμοκρασία και τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα [5], και η ελαχιστοποίηση της ανάπτυξης και μεταφοράς παθογόνων [8].

3. Κίνδυνοι από τα νανοϋλικά για τους εργαζόμενους στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης

Τα νανοϋλικά στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μπορεί αφενός να έχουν πολλαπλά οφέλη για τους ασθενείς, αφετέρου όμως μπορεί επίσης να εκθέτουν τους εργαζόμενους στον τομέα αυτό σε νέους κινδύνους.

Εξακολουθεί να υπάρχει γνωστικό κενό όσον αφορά τα διαθέσιμα στοιχεία για την τοξικότητα των τεχνολογικά επεξεργασμένων νανοϋλικών, γεγονός που δυσχεραίνει τη διενέργεια των εκτιμήσεων κινδύνου (βλ. ηλεκτρονικό δελτίο «E-fact» αριθ. 72 που διατίθεται στη διεύθυνση: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-72-tools-for-the-management-of-nanomaterials-in-the-workplace-and-prevention-measures/view>) σχετικά με τα εργαλεία διαχείρισης κινδύνου για τα νανοϋλικά). Η κύρια πρόκληση είναι να γίνουν κατανοητοί οι δυνητικοί κίνδυνοι που μπορεί να αντιμετωπίζουν οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης όταν εργάζονται με τεχνολογικά επεξεργασμένα νανοϋλικά ή νανοσυσκευές. Λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων αυτών των νανοϋλικών στη νανοκλίμακα - που σχετίζονται κυρίως με το μικρό μέγεθός τους, αλλά και με το σχήμα, τη χημική φύση, την κατάσταση της επιφάνειας (π.χ. εμβαδόν της επιφάνειας, τροποποίηση της επιφάνειας, επεξεργασία της επιφάνειας) και την κατάσταση σύμπτυξης/συσσωμάτωσης [8, 12] των σωματιδίων - οι αλληλεπιδράσεις τους με το ανθρώπινο σώμα και, συνεπώς, οι επιδράσεις τους στην υγεία αναμένεται να είναι διαφορετικές από εκείνες που σχετίζονται με ίδια υλικά της ίδιας σύστασης στη μακροκλίμακα. Το γεγονός αυτό λοιπόν γεννά ανησυχίες για τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει για την υγεία η επαγγελματική έκθεση σε νανοϋλικά.

Υπό φυσιολογικές συνθήκες περιβάλλοντος, τα νανοϋλικά μπορούν να σχηματίζουν συμπήγματα ή συσσωματώματα μεγαλύτερα των 100 nm, γεγονός που επιφέρει μεταβολή (αλλά όχι κατ'ανάγκη και απώλεια) των ειδικών ιδιοτήτων τους ως νανοϋλικών. Τα νανοϋλικά μπορεί, ωστόσο, να αποδεσμεύονται από συμπήγματα με χαλαρούς δεσμούς και, υπό ορισμένες συνθήκες, ενδεχομένως ακόμη και από συσσωματώματα με ισχυρούς δεσμούς. Το ενδεχόμενο να μπορεί να συμβεί κάτι τέτοιο στο πνευμονικό υγρό μετά την εισπνοή τέτοιων συμπηγμάτων ή συσσωματωμάτων τελεί υπό διερεύνηση [8, 12]. Επομένως, σε κάθε εκτίμηση κινδύνου χώρου εργασίας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα συμπήγματα και τα συσσωματώματα που περιέχουν νανοϋλικά.

Ο μηχανισμός εσωτερικής έκθεσης, μετά την είσοδο των νανοϋλικών στο σώμα, μπορεί να περιλαμβάνει την περαιτέρω απορρόφηση, διασπορά και μεταβολισμό τους. Κάποια νανοϋλικά βρέθηκαν, για παράδειγμα, στους πνεύμονες, στο συκώτι, στους νεφρούς, στην καρδιά, στα αναπαραγωγικά όργανα, σε έμβρυα, στον εγκέφαλο, στον σπλήνα, στον σκελετό και σε μαλακούς ιστούς [13]. Υπάρχουν αναπάντητα ερωτήματα αναφορικά με τη βιοσυσσώρευση των νανοϋλικών και τους μηχανισμούς αποβολής από τα κύτταρα και τα όργανα. Ένα ακόμη ζήτημα είναι ότι ακόμη και ένα νανοϋλικό που το ίδιο δεν είναι τοξικό μπορεί να λειτουργήσει ως δούρειος ίππος, δηλαδή κάποιο υλικό μεγαλύτερης τοξικότητας μπορεί να προσκολληθεί πάνω του και να το χρησιμοποιήσει για να εισέλθει στα όργανα ή τα κύτταρα του σώματος [14].

Οι πιο σημαντικές επιπτώσεις των νανοϋλικών παρατηρούνται στους πνεύμονες και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων φλεγμονή, βλάβη των ιστών, οξειδωτικό στρες, χρόνια τοξικότητα, κυτταροτοξικότητα πνευμονική ίνωση και δημιουργία όγκων. Κάποια νανοϋλικά μπορεί να προσβάλλουν και το καρδιαγγειακό σύστημα. Οι δυνητικά επικίνδυνες ιδιότητες των τεχνολογικά επεξεργασμένων νανοϋλικών αποτελούν αντικείμενο συνεχούς έρευνας [8, 12].

Τα νανοϋλικά μπορεί να εισέλθουν στο ανθρώπινο σώμα μέσα από διάφορες οδούς που μπορεί να αποτελούν κίνδυνο για την επαγγελματική υγεία:

- Η **εισπνοή** είναι η συνηθέστερη οδός έκθεσης σε αιωρούμενα νανοσωματίδια στον χώρο εργασίας [15, 16]. Τα εισπνεόμενα νανοσωματίδια μπορεί να επικαθίσουν στην αναπνευστική οδό και τους πνεύμονες ανάλογα με το σχήμα και το μέγεθός τους. Μετά την εισπνοή μπορεί να διασχίσουν το πνευμονικό επιθήλιο, να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος και να φτάσουν σε άλλα όργανα και ιστούς. Κάποια εισπνεόμενα νανοσωματίδια διαπιστώθηκε ότι έφτασαν μέχρι και τον εγκέφαλο μέσω του οσφρητικού νεύρου.
- Η **κατάποση** μπορεί είναι το αποτέλεσμα ακούσιας μεταφοράς από επιμολυσμένες επιφάνειες μέσω των χεριών, ή της κατανάλωσης επιμολυσμένων τροφίμων ή νερού. Μπορεί επίσης να υπάρξει κατάποση ως συνέπεια της εισπνοής ενός νανοϋλικού, καταπίνοντας τα εισπνεόμενα σωματίδια που απομακρύνονται από την αναπνευστική οδό μέσω της βλεννοκροσσωτής κάθαρσης [15, 16]. Μετά την κατάποση κάποια νανοϋλικά μπορεί να διασχίσουν το εντερικό επιθήλιο, να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος και να φτάσουν σε άλλα όργανα και ιστούς.
- Η **δερματική** διείσδυση παραμένει υπό διερεύνηση [15, 16]. Το ανέπαφο δέρμα φαίνεται να αποτελεί αποτελεσματικό φραγμό κατά της πρόσληψης νανοϋλικών [17]. Εάν έχει επέλθει λύση της συνέχειάς του, το δέρμα φαίνεται να είναι λιγότερο αποτελεσματικό, αλλά το επίπεδο της πρόσληψης είναι πιθανόν να είναι μικρότερο από το αντίστοιχο της εισπνοής. Παρ' όλ' αυτά, η επαφή με το δέρμα πρέπει να προλαμβάνεται και να ελέγχεται.

Τα νανοϋλικά μπορούν επίσης να εισέλθουν στο ανθρώπινο σώμα μέσω της παρεντερικής οδού ⁽²⁾, τυχαία μέσω τραυματισμών από βελόνες, κοψιμάτων ή άλλων βλαβών του δέρματος [15].

Λαμβάνοντας υπόψη τις δραστηριότητες που ασκούνται στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι εργαζόμενοι που συγκεντρώνουν τις περισσότερες πιθανότητες έκθεσης σε νανοϋλικά είναι εκείνοι που παρασκευάζουν ή χορηγούν νανοφάρμακα ή εργάζονται σε χώρους όπου γίνεται χρήση αυτών των φαρμάκων, καθώς τα άτομα αυτά μπορεί να έρθουν εύκολα σε επαφή με αυτά τα αιωρούμενα σωματίδια (π.χ. φαρμακευτικό και νοσηλευτικό προσωπικό, γιατροί, εργαζόμενοι περιβαλλοντικών υπηρεσιών, προσωπικό που αναλαμβάνει τις αποστολές και τις παραλαβές).

Έκθεση σε νανοϋλικά σε περιβάλλοντα παροχής υγειονομικής περίθαλψης [15] μπορεί επίσης να υπάρξει στις εξής περιπτώσεις:

- κατά την απόρριψη απεκκριμάτων ασθενών που λαμβάνουν νανοφάρμακα,
- από διαρροές νανοϋλικών,
- κατά τον χειρισμό αντικειμένων που έχουν επιμολυνθεί από νανοϋλικά,
- από την κατανάλωση τροφίμων ή ποτών που έχουν έρθει σε επαφή με νανοφάρμακα, και
- κατά τον καθαρισμό και τη συντήρηση χώρων όπου γίνεται διακίνηση νανοφαρμάκων.

Πιθανές καταστάσεις έκθεσης μπορεί να προκύψουν στο πλαίσιο οδοντιατρικών και χειρουργικών επεμβάσεων που μπορεί να περιλαμβάνουν εργασίες φρεζαρίσματος, διάτρησης, τροχίσματος και στίλβωσης εφαρμοζόμενων ιατρικών υλικών που περιέχουν νανοϋλικά. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η οδοντιατρική αποκατάσταση οδοντικών κοιλοτήτων, που συνήθως περιλαμβάνει την τοποθέτηση εμφράξεων (σφραγισμάτων) που περιέχουν νανοϋλικά (π.χ. ναοκεραμικά σφραγίσματα) τα οποία προσαρμόζονται στην απαιτούμενη ανατομική μορφή μέσω της λείανσης της επιφάνειας με τη χρήση πολύστροφων εργαλείων. Κατά τη διαδικασία αυτή υπάρχει κίνδυνος τα νανοσωματίδια να περιέλθουν σε αιωρούμενη μορφή και να τα εισπνεύσει τόσο ο ασθενής όσο και το οδοντιατρικό προσωπικό.

⁽²⁾ Όταν μια φαρμακευτική ή άλλη ουσία εισάγεται στο σώμα παρεντερικά, εισάγεται μέσω άλλης οδού πέραν της γαστρεντερικής (π.χ. με ένεση).

Μερικοί από τους δυνητικούς κινδύνους για την ΕΑΥ που ενέχουν τα νανοϋλικά στον τομέα της υγειονομικής περιθαλψής παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Παραδείγματα νανοϋλικών που χρησιμοποιούνται στον τομέα της υγειονομικής περιθαλψής και δυνητικοί κίνδυνοι για την υγεία και την ΕΑΥ

Παράδειγμα νανοϋλικού	Δυνητικοί κίνδυνοι για την υγεία και την ΕΑΥ
Νανοϋλικά άνθρακα	Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι η εισπνοή κάποιων τύπων νανοϋλικών άνθρακα μπορεί να προκαλέσει πνευμονικές διαταραχές, συμπεριλαμβανομένων επιπτώσεων παρόμοιων με αυτές του αμιάντου [9]
Δενδριμερή	<p>Παρά το ευρύ φάσμα δυνατοτήτων εφαρμογής τους στη φαρμακευτική, για παράδειγμα κατά τη χορήγηση αντικαρκινικών φαρμάκων, η χρήση των δενδριμερών στο ανθρώπινο σώμα είναι περιορισμένη λόγω της εγγενούς τοξικότητάς τους [11].</p> <p>Έχει αναφερθεί περίπτωση δερματίτιδας εξ επαφής με εικόνα πολύμορφου ερυθήματος λόγω έκθεσης σε δενδριμερή [14].</p>
Νανοσωματίδια αργύρου	<p>Σύμφωνα με την επισκόπηση του προγράμματος ENRHES [18], η χρήση νανοσωματιδίων αργύρου αποτελεί δυνητικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, η μελέτη όμως της τοξικότητάς τους βρίσκεται ακόμη σε εμβρυακό στάδιο. Η Επιστημονική Επιτροπή για τους Αναδυόμενους και τους Πρόσφατα Εντοπιζόμενους Κινδύνους για την Υγεία (SCENIHR) της ΕΕ κλήθηκε να καταθέσει επιστημονική γνωμοδότηση σχετικά με τις επιπτώσεις του νανοαργύρου στην ασφάλεια, την υγεία και το περιβάλλον και τον ρόλο του στη μικροβιακή αντοχή [19]. Ιδιαίτερες ανησυχίες γεννά το γεγονός ότι τα νανοσωματίδια αργύρου, σε υψηλές δόσεις, μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία, όπως πνευμονικά οιδήματα και λεκέδες στο δέρμα [3]. Η πιο συχνά αναφερόμενη αντίδραση του ανθρώπινου οργανισμού στην παρατεταμένη έκθεση είναι η αργυρίαση (δηλ. φαιός ή φαιοκυανός αποχρωματισμός ή μαύρη χρώση του δέρματος, των νυχιών, των οφθαλμών, των βλεννογόνων ή των εσωτερικών οργάνων από απόθεση αργύρου) [20]. Οι καταστάσεις αυτές είναι μη αναστρέψιμες και ανίατες [20].</p> <p>Στον τομέα της υγειονομικής περιθαλψής, ο νανοάργυρος χρησιμοποιείται ως αντιβακτηριακός παράγοντας σε επιθέματα τραυμάτων για την προστασία ασθενών με βαριά εγκαύματα από τις μολύνσεις. Αυτό αποτελεί έναν από τους κύριους κινδύνους έκθεσης για τους εργαζόμενους στον τομέα. Επίσης, έχουν εκφραστεί ανησυχίες για έμμεσες δυσμενείς επιπτώσεις του νανοαργύρου στην ανθρώπινη υγεία μέσω της αύξησης της ανθεκτικότητας των μικροοργανισμών στον άργυρο [19].</p> <p>Σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε αρουραίους παρατηρήθηκε ότι τα νανοσωματίδια αργύρου μπορεί να φτάσουν στον εγκέφαλο μέσω του ανώτερου αναπνευστικού [12]</p>
Διοξειδίο του τιτανίου (TiO ₂)	Τα σωματίδια TiO ₂ , όταν εισπνέονται, έχουν χαρακτηριστεί από το Διεθνές Κέντρο Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC) ως καρκινογόνα ομάδας 2B «πιθανώς καρκινογόνα για τον άνθρωπο» [21]. Το Εθνικό Ίδρυμα Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας των ΗΠΑ (NIOSH) συνιστά χαμηλότερο όριο έκθεσης για τα πολύ λεπτά σωματίδια TiO ₂ : 0,3 mg/m ³ για τα νανοσωματίδια TiO ₂ (< 100 nm), έναντι 2,4 mg/m ³ για τα λεπτά σωματίδια (> 100 nm) [22]

Νανοσωματίδια χρυσού	Μελετήθηκε η τοξικότητα των νανοσωματιδίων χρυσού, όταν εισπνέονται από αρουραίους, και παρατηρήθηκε συσσώρευση χρυσού στους πνεύμονες και τους νεφρούς [23]
----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Πηγή: καταρτίστηκε από τους συντάκτες.

Πέραν των κινδύνων για την υγεία, η αερολυματοποίηση νανοσκόνης ή εύφλεκτων νανοσωματιδίων προκαλεί κίνδυνο έκρηξης ή πυρκαγιάς.

Η ορθή εκτίμηση και διαχείριση των πιθανών κινδύνων των νανοϋλικών για την ΕΑΥ στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης είναι πολύ σημαντική για την επαρκή προστασία της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων.

4. Πρόληψη

Σύμφωνα με την οδηγία 89/391/ΕΟΚ της ΕΕ [24], οι εργοδότες οφείλουν να διενεργούν τακτικά αξιολογήσεις κινδύνων στους χώρους εργασίας και να λαμβάνουν επαρκή μέτρα πρόληψης, και τούτο ισχύει και για τους δυνητικούς κινδύνους των νανοϋλικών στον χώρο εργασίας. Επίσης, η οδηγία 98/24/ΕΚ σχετικά με την έκθεση σε χημικούς παράγοντες κατά την εργασία [25] επιβάλλει πιο αυστηρές διατάξεις για τη διαχείριση των κινδύνων που οφείλονται στην έκθεση σε χημικές ουσίες κατά την εργασία, οι οποίες ισχύουν και για τα νανοϋλικά δεδομένου ότι αυτά εμπίπτουν στον ορισμό των «χημικών ουσιών».

Ως εκ τούτου, η υποχρεωτική εκτίμηση κινδύνου του χώρου εργασίας και η ιεράρχηση των μέτρων ελέγχου [εξάλειψη, υποκατάσταση, τεχνικά μέτρα στην πηγή, οργανωτικά μέτρα και μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) ως ύστατη λύση] που περιγράφονται στις εν λόγω οδηγίες για την προστασία των εργαζομένων τυγχάνουν εφαρμογής και για τους χώρους εργασίας στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και τα νανοϋλικά.

Επίσης, εάν ένα νανοϋλικό, ή το υλικό της ίδιας σύστασης σε μακροσκοπική κλίμακα, είναι καρκινογόνο ή μεταλλαξιογόνο, πρέπει να πληρούνται οι διατάξεις της οδηγίας 2004/37/ΕΚ σχετικά με την έκθεση σε καρκινογόνους ή μεταλλαξιογόνους παράγοντες κατά την εργασία [26]. Σε κάθε περίπτωση, σε επίπεδο εθνικής νομοθεσίας μπορεί να ισχύουν αυστηρότερες διατάξεις και πρέπει να γίνεται σχετική έρευνα.

Ωστόσο, η διενέργεια της εκτίμησης κινδύνου των νανοϋλικών στον χώρο εργασίας μπορεί, σε γενικές γραμμές, να είναι προβληματική λόγω των υφιστάμενων περιορισμών που σχετίζονται με τα εξής:

1. τις γνώσεις σχετικά με τις επικίνδυνες ιδιότητες των νανοϋλικών,
2. τις υφιστάμενες μεθόδους και συσκευές που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των νανοϋλικών και των πηγών εκπομπής τους, και για τη μέτρηση των επιπέδων έκθεσης, και
3. την πληροφόρηση για την παρουσία νανοϋλικών, ιδίως σε μείγματα ή αντικείμενα, καθώς και της αλυσίδας των χρηστών, όταν γίνεται χρήση ή επεξεργασία νανοϋλικών ή προϊόντων που περιέχουν νανοϋλικά.

Τα δελτία δεδομένων ασφαλείας, που αποτελούν σημαντικό εργαλείο πληροφόρησης για την πρόληψη κινδύνων από επικίνδυνες ουσίες στους χώρους εργασίας, κατά κανόνα περιέχουν ελάχιστες ή και καθόλου πληροφορίες για την παρουσία νανοϋλικών και για τα χαρακτηριστικά τους, τους κινδύνους για τους εργαζόμενους και την πρόληψη [13, 27–29]. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει λοιπόν να απευθύνονται απευθείας στους προμηθευτές για να ζητούν περισσότερες πληροφορίες.

Επίσης, δεδομένου ότι τα νανοϋλικά θεωρούνται χημικές ουσίες, τυγχάνουν επίσης εφαρμογής ο κανονισμός σχετικά με την καταχώριση, την αξιολόγηση και την αδειοδότηση των χημικών προϊόντων (REACH) [30] και οι κανονισμοί σχετικά με την ταξινόμηση, την επισήμανση και τη συσκευασία των χημικών ουσιών και των μειγμάτων (CLP) [41], και οι αλλαγές στο παράρτημα II του κανονισμού REACH II [31] και στο νομικό πλαίσιο που διέπει τα δελτία δεδομένων ασφαλείας, καθώς και το έγγραφο καθοδήγησης του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων (ECHA) σχετικά με τα δελτία δεδομένων ασφαλείας [32], που παρέχει περαιτέρω κατευθύνσεις σχετικά με την παρουσίαση

των χαρακτηριστικών των νανοϋλικών, αναμένεται να βελτιώσουν την ποιότητα των πληροφοριών που περιέχουν τα δελτία δεδομένων ασφαλείας. (ηλεκτρονικό δελτίο «E-fact» αριθ. 72: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-72-tools-for-the-management-of-nanomaterials-in-the-workplace-and-prevention-measures>) παρουσιάζονται διαθέσιμες κατευθυντήριες γραμμές και εργαλεία για τη διαχείριση των κινδύνων των νανοϋλικών στο πλαίσιο των υφιστάμενων περιορισμών και της τρέχουσας έρευνας αιχμής. Επί του παρόντος δεν υπάρχουν συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές για την πρόληψη των κινδύνων για την ΕΑΥ από τα νανοϋλικά στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Ωστόσο, τα μέτρα που συνιστώνται σε άλλους τομείς (π.χ. για τα ερευνητικά εργαστήρια [33]) εν μέρει τυγχάνουν εφαρμογής και μπορούν να μεταφερθούν στον υγειονομικό τομέα.

4.1. Εξάλειψη και υποκατάσταση

Όπως ισχύει και με όλες τις άλλες επικίνδυνες ουσίες, πρέπει να δίνεται προτεραιότητα στην εξάλειψη και την αποκατάσταση έναντι των υπόλοιπων μέτρων πρόληψης (δηλ. στόχος πρέπει να είναι να αποτρέπεται η έκθεση κάθε εργαζόμενου σε νανοϋλικά). Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιούνται χημικοί παράγοντες, φάρμακα ή προϊόντα που περιέχουν νανοϋλικά λόγω των ειδικών ιδιοτήτων τους και γιατί επιτελούν μια συγκεκριμένη λειτουργία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, λοιπόν, εάν ένα νανοϋλικό ενέχει κινδύνους για τους εργαζόμενους στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η εξάλειψη ή υποκατάσταση από άλλη, λιγότερο επικίνδυνη εναλλακτική επιλογή μπορεί να μην αποτελεί εφικτή λύση, καθώς η εν λόγω εναλλακτική επιλογή μπορεί να μην παρουσιάζει εξίσου τις ίδιες επιθυμητές ιδιότητες και (θετικές) επιδράσεις. Ωστόσο, πρέπει πάντοτε να σταθμίζονται από τη μια μεριά οι επιθυμητές ιδιότητες και τα αποτελέσματα και από την άλλη οι κίνδυνοι για την υγεία με γνώμονα την εξεύρεση της χρυσής τομής, και να εξετάζονται διεξοδικά οι δυνατότητες εξάλειψης και υποκατάστασης. Επίσης, μπορεί να είναι δυνατό:

- να αποφευχθεί η παρουσία νανοϋλικών που μπορεί να περιέλθουν σε αιωρούμενη μορφή (όπως οι σκόνες) κάνοντας χρήση μιας λιγότερο επικίνδυνης μορφής, π.χ. διαλυτοποιώντας τα νανοϋλικά που βρίσκονται σε μορφή σκόνης σε υγρά, πάστες, κοκκώδη ή ενώσεις ή μέσω της χημικής δέσμευσής τους σε στερεά, και
- να μειωθεί η επικίνδυνη συμπεριφορά ενός νανοϋλικού μέσω της τροποποίησης της επιφάνειάς του, για παράδειγμα μέσω της επικάλυψής του ώστε να μεταβληθεί η δημιουργία σκόνης, η διαλυτοποίηση και άλλες ιδιότητες.

4.2. Μηχανικά μέσα ελέγχου

Λόγω της φύσης των εργασιών που πραγματοποιούνται στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι περισσότεροι χώροι εργασίας, όπως οι θάλαμοι των ασθενών στα νοσοκομεία ή ακόμη και τα σπίτια των ασθενών, μπορεί να μην διαθέτουν τεχνικά συστήματα για τη μείωση ή την πρόληψη της έκθεσης σε νανοϋλικά στην πηγή, όπως είναι για παράδειγμα τα κλειστά συστήματα που δημιουργούν φυσικό φραγμό μεταξύ ενός ατόμου και του νανοϋλικού. Ωστόσο, η χρήση μηχανικών μέσων ελέγχου στην πηγή μπορεί να εφικτή σε άλλες δραστηριότητες, όπως κατά την παρασκευή φαρμάκων που περιέχουν νανοϋλικά, π.χ. δισκίων ή αλοιφών σε στεγανοποιημένους θαλάμους με πλαστικά γάντια.

Οι πάγκοι εργασίας σε ασηπτικές συνθήκες (clean bench) που διαθέτουν φίλτρα ιδανικής απόδοσης (HEPA) είναι ένα ακόμη αποτελεσματικό μέτρο πρόληψης κινδύνων για δραστηριότητες όπως η παρασκευή νανοφαρμάκων, δειγμάτων ιστών ασθενών, σωματικών υγρών ή απεκκριμάτων που μπορεί να περιέχουν νανοϋλικά (εάν στον ασθενή χορηγούνται νανοφάρμακα), ή για την παρασκευή ή ανάλυση δειγμάτων μέσω της χρήσης χημικών ουσιών ανάλυσης που περιέχουν νανοϋλικά. Η έκθεση σε διαρρέοντα υγρά, σκόνες ή ατμούς νανοϋλικών από δείγματα ή προϊόντα παρασκευής δειγμάτων πρέπει να ελέγχεται μέσω της χρήσης συστήματος εξαερισμού υψηλής δυναμικότητας σε συνδυασμό με ΜΑΠ, και ιδίως γάντια και μάσκες (βλ. παράγραφο 4.4).

Στους εργαστηριακούς χώρους εργασίας, στα χειρουργεία ή σε χώρους με υψηλά πρότυπα ασφάλειας (π.χ. λόγω του κινδύνου μόλυνσεων) και σε χώρους αποθήκευσης συνήθως χρησιμοποιούνται συστήματα εξαερισμού με τοπική απαγωγή. Τα συστήματα αυτά επίσης δεσμεύουν νανοϋλικά. Ωστόσο, στην περίπτωση των νανοϋλικών, συνιστάται η χρήση κανονικών φίλτρων πολλαπλών σταδίων, όπου το τελικό φίλτρο είναι τύπου HEPA ή εξαιρετικά χαμηλής διείσδυσης αέρα (ULPA). Σε

κάθε περίπτωση πρέπει να αξιολογείται η καταλληλότητα των υφιστάμενων συστημάτων φιλτραρίσματος.

4.3. Οργανωτικά μέτρα

Στα μέτρα πρόληψης κινδύνων σε χώρους εργασίας στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης συγκαταλέγονται τα εξής:

- ειδικές ζώνες ή χώροι εργασίας για τον χειρισμό ναουλικών που διαχωρίζονται από άλλους χώρους εργασίας και σημαίνονται ευκρινώς με κατάλληλες πινακίδες,
- ελαχιστοποίηση του αριθμού των εργαζομένων που εκτίθενται σε ναουλικά,
- ελαχιστοποίηση της διάρκειας της έκθεσης των εργαζομένων σε ναουλικά,
- απαγόρευση της πρόσβασης σε μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό,
 - τακτικός καθαρισμός (υγρό σφουγγάρισμα) των χώρων εργασίας όπου γίνεται χρήση ή χειρισμός ναουλικών.
 - παρακολούθηση των επιπέδων συγκέντρωσης στον αέρα, π.χ. σε σύγκριση με προγενέστερα επίπεδα, όταν δεν γινόταν χειρισμός ναουλικών.



Φωτογραφία: Jim Holmes

Δεδομένου ότι επί του παρόντος δεν υπάρχει τυποποιημένη μεθοδολογία για τη χρήση πινακίδων ασφαλείας ή για τη σήμανση χώρων εργασίας ή περιεκτών με ναουλικά, συνιστάται η υιοθέτηση μιας επιμελούς προσέγγισης που θα περιλαμβάνει τη χρήση φράσεων κινδύνου (φράσεις R) και δηλώσεων ασφαλείας από τον κανονισμό της ΕΕ σχετικά με την ταξινόμηση, επισήμανση και συσκευασία (CLP) [41] και προειδοποιητικών πινακίδων για την παροχή επαρκούς, σχετικής και συγκεκριμένης πληροφόρησης για τυχόν υφιστάμενους ή δυνητικούς κινδύνους για την υγεία και ασφάλεια από τη χρήση και τον χειρισμό ναουλικών.

Επιπλέον, πρέπει να τηρούνται ορισμένες γενικές αρχές, οι οποίες ισχύουν ανεξαρτήτως εάν τίθεται θέμα ναουλικών:

- Ο σχεδιασμός των εργασιών πρέπει να βασίζεται σε εκτίμηση κινδύνου και να γίνεται με συμμετοχή των εργαζομένων. Εάν η εργασία διενεργείται σε χώρους εργασίας όπου γίνεται χειρισμός ναουλικών άγνωστης τοξικότητας και συμπεριφοράς, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εν λόγω ναουλικά. Στο πλαίσιο της διαχείρισης κινδύνων πρέπει να δίνεται προτεραιότητα όχι μόνο σε γνωστούς κινδύνους αλλά και στην εκτίμηση και τη διαχείριση ναουλικών στους χώρους εργασίας οι πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους και την έκθεση στα οποία είναι ανύπαρκτες, ελλιπείς ή ασαφείς.
- Πρέπει να αποφεύγεται η πίεση του χρόνου.
- Πρέπει να παρέχεται επαρκής κατάρτιση ώστε να διασφαλίζεται ότι εργαζόμενοι διαθέτουν τις δεξιότητες και τις γνώσεις για να εκτελούν τις εργασίες με ασφάλεια και να προστατεύουν τους εαυτούς τους από την έκθεση σε ναουλικά που ελευθερώνονται.
- Πρέπει να παρέχονται πάντοτε οδηγίες και πληροφορίες σε όλους τους εργαζόμενους, και ιδίως όταν αναλαμβάνουν εργασίες υπεργολαβικά ή/και δεν είναι εξοικειωμένοι γενικότερα με τους χημικούς κινδύνους και ειδικότερα με τους κινδύνους των ναουλικών (π.χ. προσωπικό καθαριότητας, φοιτητές-βοηθοί). Αυτές πρέπει να αφορούν και μέτρα προστασίας, όπως για παράδειγμα πώς να γίνεται με ασφάλεια ο χειρισμός φαρμακευτικών προϊόντων ή δειγμάτων που περιέχουν ναουλικά, το τρόχισμα ή η λείανση σφραγισμάτων και επιφανειών που περιέχουν ναουλικά, καθώς και η διάθεση των προϊόντων. Οι πληροφορίες αυτές πρέπει επίσης να είναι καταγεγραμμένες με τη μορφή οδηγιών στους χώρους εργασίας.

- Συμπερίληψη μέτρων προφύλαξης στις πρακτικές αποτροπής των κινδύνων των ναουλικών: όλα τα διαθέσιμα μέτρα πρέπει να εφαρμόζονται, βάσει της ιεράρχησης των μέτρων πρόληψης, με στόχο τον περιορισμό της ελευθέρωσης ναουλικών.

Οι εργαζόμενοι που χειρίζονται ή εκτίθενται με άλλο τρόπο σε δυνητικώς επικίνδυνα ναουλικά πρέπει να εντάσσονται σε προγράμματα παρακολούθησης υγείας στο πλαίσιο των οποίων θα καταγράφεται με κάθε λεπτομέρεια το ιστορικό της έκθεσής τους.

4.4. Μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ)

Μέσα ατομικής προστασίας πρέπει να χρησιμοποιούνται ως ύστατη λύση όταν δεν είναι δυνατόν να περιοριστεί αρκετά αποτελεσματικά η έκθεση μέσω των προαναφερθέντων μέτρων. Εάν στο πλαίσιο της εκτίμησης κινδύνου κριθεί αναγκαία η χρήση ΜΑΠ, πρέπει να καταρτίζεται πρόγραμμα ΜΑΠ. Ένα καλό πρόγραμμα ΜΑΠ περιλαμβάνει τα ακόλουθα σκέλη: επιλογή κατάλληλων ΜΑΠ, τοποθέτηση, εκπαίδευση και συντήρηση ΜΑΠ. Οι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης είναι πιθανό να χρησιμοποιούν ΜΑΠ στις δραστηριότητές τους λόγω άλλων κινδύνων για την υγεία (π.χ. βιολογικοί παράγοντες) ⁽³⁾ [34]. Ωστόσο, τα χρησιμοποιούμενα ΜΑΠ πρέπει να αξιολογούνται ως προς την καταλληλότητά τους για ναουλικά.

Ο ρυθμός εργασίας και η καταλληλότητα του χρήστη των ΜΑΠ από ιατρική άποψη πρέπει να αξιολογούνται ώστε να διασφαλίζεται ότι τα ΜΑΠ παρέχουν επαρκές επίπεδο προστασίας και μπορούν να χρησιμοποιούνται καταλλήλως. Μέσω της διενέργειας δοκιμών στα ΜΑΠ πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι χρήστες τους, ενώ φέρουν τα ΜΑΠ, θα μπορούν να εκτελούν τις εργασίες τους με ασφάλεια και θα μπορούν να κάνουν ταυτόχρονα χρήση άλλων αναγκαίων μέσων (π.χ. γυαλιά) ή εργαλείων που απαιτούνται. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η ταυτόχρονη χρήση περισσότερων του ενός ΜΑΠ μπορεί να υποβαθμίσει το επίπεδο ασφάλειας που παρέχουν τα ΜΑΠ. Επίσης, η αποτελεσματικότητα των ΜΑΠ μπορεί να μειωθεί λόγω της επίδρασης πρόσθετων κινδύνων πέραν των ναουλικών. Ως εκ τούτου, κατά την επιλογή των ΜΑΠ πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι κίνδυνοι των χώρων εργασίας. Όλα τα ΜΑΠ πρέπει να φέρουν σήμανση CE, και να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή χωρίς τροποποιήσεις.

4.4.1. Μέσα προστασίας της αναπνοής

Για τις δραστηριότητες κατά τις οποίες παράγονται αιωρούμενα ναουλικά, όπως για παράδειγμα, το τρόχισμα, η λείανση ή το φρεζάρισμα γεφυρών ή προθέσεων που περιέχουν ναουλικά, τα συστήματα εξαερισμού με τοπική απαγωγή ενδεχομένως δεν επαρκούν. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να χρησιμοποιούνται συσκευές προστασίας της αναπνοής. Τα φίλτρα HEPA, οι αναπνευστήρες με φίλτρα και οι μάσκες από ινώδη υλικά φιλτραρίσματος είναι αποτελεσματικά έναντι των αιωρούμενων ναουλικών. Οι μάσκες ημίσειας ή ολόκληρου προσώπου με φίλτρο P3/FFP3 ή P2/FFP2 θεωρούνται αποτελεσματικές έναντι των εκθέσεων αυτού του είδους. Τα φίλτρα με συντελεστή προστασίας 3 παρέχουν καλύτερη προστασία από εκείνα με συντελεστή 2 [35, 36]. Οι μάσκες προσώπου πρέπει να έχουν ικανοποιητική εφαρμογή [36]—δοκιμές σωστής εφαρμογής πρέπει να προβλέπονται για όλους τους χρήστες.

Η επιλογή συσκευής προστασίας της αναπνοής εξαρτάται από τα εξής:

- το είδος, το μέγεθος και τη συγκέντρωση του αιωρούμενου ναουλικού,
- τον βαθμό προστασίας της συσκευής προστασίας της αναπνοής (που περιλαμβάνει την αποτελεσματικότητα φιλτραρίσματος και τη στεγανή εφαρμογή στο πρόσωπο), και
- τις συνθήκες εργασίας.

Σε περιπτώσεις που οι συσκευές προστασίας της αναπνοής δεν καλύπτουν τα μάτια, πρέπει να χρησιμοποιούνται επίσης μέσα προστασίας των ματιών (προστατευτικά γυαλιά με πολύ καλή εφαρμογή).

⁽³⁾ Η οδηγία 89/686/ΕΟΚ ρυθμίζει τον σχεδιασμό και τη χρήση των ΜΑΠ και διασφαλίζει ότι πληρούν τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται, που είναι η προστασία των εργαζομένων από συγκεκριμένους κινδύνους.

4.4.2. Γάντια

Η χρήση γαντιών είναι πολύ συχνή στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Γενικά, κατά των χημικών κινδύνων πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο γάντια που πληρούν τις προϋποθέσεις της σειράς προτύπων EN 374 ⁽⁴⁾. Στην περίπτωση των νανοϋλικών έχει διαπιστωθεί ότι αποτελεσματικά είναι τα γάντια από συνθετικά πολυμερή, όπως λατέξ, νιτρίλιο ή νεοπρένιο [36]. Η αποτελεσματικότητα των γαντιών για ένα συγκεκριμένο νανοϋλικό εξαρτάται από τη μορφή που απαντάται στον χώρο εργασίας (σκόνης, υγρά κ.λπ.) και ως εκ τούτου πρέπει να υποβάλλεται σχετικό ερώτημα στον προμηθευτή των γαντιών. Το πάχος του υλικού του γαντιού αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τον καθορισμό της ταχύτητας διάχυσης του νανοϋλικού. Ως εκ τούτου συνιστάται η ταυτόχρονη χρήση δύο ζευγών γαντιών [37].

4.4.3. Προστατευτικός ρουχισμός

Πρέπει να προτιμούνται μη υφασμένα υφάσματα (αεροστεγή υλικά), όπως το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (περιορισμένη κατακράτηση σκόνης και περιορισμένη έκλυση σκόνης), έναντι των υφασμένων και η χρήση προστατευτικού ρουχισμού που παράγεται από βαμβακερά υφάσματα πρέπει να αποφεύγεται [36].

Εάν χρησιμοποιείται επαναχρησιμοποιήσιμος προστατευτικός ρουχισμός, όπως είναι τα παντελόνια εργασίας, πρέπει να προβλέπεται η τακτική πλύση τους και να προλαμβάνεται η δευτερογενής έκθεση. Σε ό,τι αφορά τα παντελόνια και τις ρόμπες εργασίας, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε τα καθαρά να φοριούνται και τα ακάθαρτα να αφαιρούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην επιμολύνονται οι εργαζόμενοι ή ο ευρύτερος χώρος εργασίας.

4.5. Πρόληψη έκρηξης ή/και πυρκαγιάς

Λόγω του μικρού μεγέθους, τα νανοσωματίδια υπό μορφή σκόνης μπορεί να ενέχουν κινδύνους έκρηξης, σε αντίθεση με τα αντίστοιχα χονδροκόκκα υλικά ⁽⁵⁾ [38]. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε όταν παράγονται νανοσκόνες (π.χ. κατά το τρόχισμα, τη λείανση ή τη στίλβωση προθέσεων και γεφυρών που περιέχουν νανοϋλικά) ή κατά τον χειρισμό νανοσκονών (π.χ. κατά την ανάδευση, τον καθαρισμό ή τη διάθεση των εν λόγω σκονών).

Τα μέτρα πρόληψης για τα νανοϋλικά σε μορφή σκόνης συμπίπτουν ουσιαστικά με εκείνα για κάθε άλλο εκρηκτικό και εύφλεκτο χονδροκόκκο υλικό και εκρηκτικό νέφος σκόνης, και πρέπει να τηρούνται οι απαιτήσεις της οδηγίας 99/92/EK σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για τη βελτίωση της προστασίας της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων οι οποίοι είναι δυνατόν να εκτεθούν σε κίνδυνο από εκρηκτικές ατμόσφαιρες. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα εξής:

- οι φαρμακοποιοί πρέπει, για παράδειγμα, να χειρίζονται τέτοια υλικά μόνο σε συγκεκριμένες εκρηκτικές ζώνες και να εκτελούν την εργασία τους σε αδρανή ατμόσφαιρα, εάν είναι δυνατόν,
- τα υλικά πρέπει να διαλυτοποιούνται μέσω της διαβροχής του χώρου εργασίας (ώστε να αποτρέπεται η δημιουργία σκονών),
- ο εξοπλισμός που παράγει σπινθήρες και κάθε άλλη πηγή ανάφλεξης πρέπει να απομακρύνεται και οι συνθήκες που διευκολύνουν την ηλεκτροστατική φόρτιση να εξαλείφονται από τον χώρο εργασίας. Αντ'αυτού, πρέπει να χρησιμοποιείται όποτε είναι δυνατό εξοπλισμός εγγενούς ασφάλειας (κυκλώματα σήματος και ελέγχου χαμηλής έντασης και τάσης),
- τα στρώματα σκόνης πρέπει να αφαιρούνται με υγρό σφουγγάρισμα, και

⁽⁴⁾ EN 374-1:2003: Γάντια προστασίας έναντι χημικών ουσιών και μικροοργανισμών - Μέρος 1: ορολογία και απαιτήσεις απόδοσης, EN 374-2:2003: Γάντια προστασίας έναντι χημικών ουσιών και μικροοργανισμών - Μέρος 2: προσδιορισμός της αντίστασης στη διείσδυση, και EN 374-3:2003: Γάντια προστασίας έναντι χημικών ουσιών και μικροοργανισμών - Μέρος 3: προσδιορισμός της αντίστασης στη διαπερατότητα από χημικά.

⁽⁵⁾ Η εκρηκτικότητα των περισσότερων οργανικών και πολλών μεταλλικών σκονών αυξάνεται καθώς μειώνεται το μέγεθος των σωματιδίων. Τα 500 μm φαίνεται να είναι το ανώτατο όριο μεγέθους των σωματιδίων ενός νέφους εκρηκτικής σκόνης. Επί του παρόντος δεν έχει καθοριστεί όριο μεγέθους κάτω από το οποίο μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο εκρήξεων σκόνης.

- η αποθήκευση εκρηκτικών ή εύφλεκτων υλικών στους χώρους εργασίας πρέπει να ελαχιστοποιείται. Πρέπει να χρησιμοποιούνται αντιστατικές σακούλες.

4.6. Έλεγχος της αποτελεσματικότητας των μέτρων

Η εκτίμηση κινδύνου πρέπει να αναθεωρείται σε τακτική βάση και τα μέτρα διαχείρισης κινδύνου που επιλέγονται και εφαρμόζονται πρέπει να ελέγχονται συστηματικά ως προς την αποτελεσματικότητά τους. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία όλου του προστατευτικού εξοπλισμού, όπως είναι οι πάγκοι εργασίας (clean bench) ή οι θάλαμοι νηματικής ροής (laminar flow booth) σε ασηπτικές συνθήκες, και να διενεργούνται τακτικές επιθεωρήσεις όλου του εξοπλισμού εξαερισμού και των αντίστοιχων συστημάτων φιλτραρίσματος. Επίσης, πρέπει να ελέγχεται και να επικαιροποιείται, εάν χρειάζεται, η καταλληλότητα των ΜΑΠ.

Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα ενός μέτρου περιορισμού του κινδύνου πρέπει να αξιολογείται μέσω της ανάλυσης της συγκέντρωσης νανοϋλικών στην ατμόσφαιρα και πριν από την εφαρμογή του μέτρου πρόληψης. Οι τιμές των επιπέδων έκθεσης που λαμβάνονται ενώ εφαρμόζονται μέτρα διαχείρισης κινδύνου δεν πρέπει να διαφοροποιούνται σημαντικά από τις προγενέστερες συγκεντρώσεις, όταν δεν υπήρχε πηγή τεχνολογικά επεξεργασμένων νανοϋλικών. Μπορούν να πραγματοποιούνται και άλλες έμμεσες μετρήσεις της αποτελεσματικότητας των τεχνικών μέτρων πρόληψης, όπως έλεγχοι υπερπίεσης/υποπίεσης (smoke test) ή/και μετρήσεις ταχύτητας.

Μελλοντικά μπορεί να προσδιοριστούν οριακές τιμές επαγγελματικής έκθεσης (OEL) για τα νανοϋλικά⁽⁶⁾ [39, 40]. Ωστόσο, βασικός στόχος της διαχείρισης κινδύνου στους χώρους εργασίας πρέπει να είναι η ελαχιστοποίηση της έκθεσης και, ως εκ τούτου, η τήρηση των OEL δεν επαρκεί.

Παραπομπές

1. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Συνοδευτικό έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής «Ένα σχέδιο δράσης για το εργατικό δυναμικό της ΕΕ στον τομέα της υγείας», SWD (2012) 93 τελικό, Στρασβούργο 18 Απριλίου 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/docs/swd_ap_eu_healthcare_workforce_en.pdf
2. Σύσταση της Επιτροπής της 18ης Οκτωβρίου 2011 για τον ορισμό των νανοϋλικών, ΕΕ L 275, σσ. 38–40. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:EL:PDF>
3. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής: *Είδη και χρήσεις των νανοϋλικών, συμπεριλαμβανομένων των πτυχών σχετικά με την ασφάλεια. Συνοδευτικό έγγραφο της ανακοίνωσης της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, στο Συμβούλιο και στην Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή για τη δεύτερη ρυθμιστική επισκόπηση σχετικά με τα νανοϋλικά*, SWD (2012) 288 τελικό, Βρυξέλλες, 3 Οκτωβρίου 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2012:0288:FIN:EN:PDF>
4. Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (EU-OSHA), *Έκθεση σε νανοσωματίδια στον χώρο εργασίας*, Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο των Κινδύνων, βιβλιογραφική ανασκόπηση, 2009. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/workplace_exposure_to_nanoparticles
5. Lauterwasser, C., *Small Size that Matter: Opportunities and Risks of Nanotechnologies* (Το μικρό μέγεθος μετράει: ευκαιρίες και κίνδυνοι των νανοτεχνολογιών), έκθεση του Allianz Center for Technology & του ΟΟΣΑ, χωρίς χρονολόγηση. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.oecd.org/dataoecd/32/1/44108334.pdf>

⁽⁶⁾ Βλ., για παράδειγμα, The Social and Economic Council of the Netherlands (SER) (2012), *Provisional Nano Reference Values for Engineered Nanomaterials* (Προσωρινές τιμές αναφοράς για τα τεχνολογικά επεξεργασμένα νανοϋλικά), και Nanowerk (2012), *SAFENANO Team Complete BSI British Standards Guide to Safe Handling of Nanomaterials* (Πλήρης οδηγός της ομάδας SAFENANO για τα βρετανικά πρότυπα BSI που αφορούν τον ασφαλή χειρισμό των νανοϋλικών).

6. Kale, S.N., *Nanomaterials and their Applications in Healthcare* (Νανοϋλικά και εφαρμογές τους στην υγειονομική περίθαλψη), παρουσίαση στο πλαίσιο εργαστηρίου του Διεθνούς κέντρου για τις επιστήμες και την υψηλή τεχνολογία του Οργανισμού βιομηχανικής ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (ICS-UNIDO) στη Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) με τίτλο «Computer Design and Discovery of Potential Drugs for Developing Countries», 2009.
7. Filipponi, L., Sutherland, D., *Medicine and Healthcare. Module 2—Applications of Nanotechnologies* (Φάρμακα και υγειονομική περίθαλψη. Εκπαιδευτική ενότητα 2 - Εφαρμογές νανοτεχνολογιών), Interdisciplinary Nanoscience Centre (iNANO), 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://nanoyou.eu/>
8. Ellis, J.R., *Nanomaterials and Their Potential in Therapy*, (Νανοϋλικά και θεραπευτικές προοπτικές), 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.mddionline.com/blog/devicetalk/nanomaterials-and-their-potential-therapy> (προσπελάστηκε στις 20 Οκτωβρίου 2012).
9. Nanowerk, *Introduction to Nanotechnology* (Εισαγωγή στη νανοτεχνολογία), 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.nanowerk.com/nanotechnology/introduction/introduction_to_nanotechnology_1.php (προσπελάστηκε στις 19 Οκτωβρίου 2012).
10. Mody, V.V., Siwale, R., Singh, A., Mody, H.R., 'Introduction to metallic nanoparticles' (Εισαγωγή στα μεταλλικά νανοσωματίδια), *Journal of Pharmacy & BioAllied Science*, 2012, 2(4): σσ. 282–289.
11. Jain, K., Kesharwani, P., Gupta, U., Jain, N.K., 'Dendrimer toxicity: let's meet the challenge' (Τοξικότητα των δενδριμερών: ας ανταποκριθούμε στην πρόκληση), *International Journal of Pharmaceutics*, 2010, 394(1–2): σσ. 122–142.
12. Haase, A., Rott, S., Mantion, A., Graf, P., Plendl, J., Thünemann, A.F., Meier, W.P., Taubert, A., Luch, A., Reiser, G., 'Effects of silver nanoparticles on primary mixed neural cell cultures: uptake, oxidative stress and acute calcium responses' (Επιδράσεις των νανοσωματιδίων αργύρου σε πρωτογενείς μεικτές καλλιέργειες νευροκυττάρων), *Toxicology Science*, 2012, 126(2): σσ. 457–468.
13. SafeWork Australia, *An Evaluation of MSDS and Labels associated with the use of Engineered Nanomaterials* (Αξιολόγηση δελτίων δεδομένων ασφαλείας υλικών και ετικετών που σχετίζονται με τη χρήση τεχνολογικά επεξεργασμένων νανοϋλικών), 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://safeworkaustralia.gov.au/AboutSafeWorkAustralia/Whatwedo/Publications/Pages/RP201006EvaluationOfMSDSAndLabels.aspx>
14. Toyama T., Matsuda H., Ishida I., Tani M., Kitaba S., Sano S., Katayama I., 'A case of toxic epidermal necrolysis-like dermatitis evolving from contact dermatitis of the hands associated with exposure to dendrimers' (Περίπτωση δερματίτιδας με εικόνα τοξικής επιδερμικής νεκρόλυσης ως εξέλιξη δερματίτιδας εξ επαφής των χεριών σχετιζόμενη με την έκθεση σε δενδριμερή), *Contact Dermatitis*, 2008, 59(2): σσ. 122–123.
15. Murashov, V., 'Occupational exposure to nanomedical applications' (Επαγγελματική έκθεση σε νανοϊατρικές εφαρμογές), *WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology*, 2009, 1: σσ. 203–213.
16. Εθνικό Ίδρυμα Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας (National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH), *Approaches to Safe Nanotechnology - Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials* (Διαχείριση των ανησυχιών που προκαλούν τα τεχνολογικά επεξεργασμένα νανοϋλικά), Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention, Publication No. 2009–125, 2009.
17. Gratieri, T., Schaefer, U.F., Jing, L., Gao, M., Kostka, K.H., Lopez, R.F.V., Schneider, M., 'Penetration of quantum dot particles through human skin (Διείσδυση των κβαντικών κουκιδών (Qdots) μέσω του ανθρώπινου δέρματος), *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 2010, 6(5): σσ. 586–595.

18. Πρόγραμμα ENRHES, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Engineered Nanoparticles: Review of Health and Environmental Safety (ENRHES)* (Τεχνολογικά επεξεργασμένα νανοσωματίδια: επισκόπηση της ασφάλειας για την υγεία και το περιβάλλον), 2009. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/whats-new/enhres-final-report>
19. Επιστημονική Επιτροπή για τους Αναδυόμενους και τους Πρόσφατα Εντοπιζόμενους Κινδύνους για την Υγεία (SCENIHR), *Request for a Scientific Opinion on Nanosilver: Safety, Health and Environmental Effects and Role in Antimicrobial Resistance* (Αίτημα επιστημονικής γνωμοδότησης για τον νανοάργυρο: επιπτώσεις στην υγεία και την ασφάλεια και ρόλος στη μικροβιακή αντοχή), 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_q_027.pdf
20. Luoma, S.N., *Silver Nanotechnologies and the Environment: Old Problems or New Challenges?* (Νανοτεχνολογίες και περιβάλλον: παλιά προβλήματα ή νέες προκλήσεις;), Pew Charitable Trust και Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2008. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7036/nano_pen_15_final.pdf
21. Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO), *Carbon Black, Titanium Dioxide and Talc* (Αιθάλη, διοξείδιο του τιτανίου και τάλκης), IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 93, 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol93/mono93.pdf>
22. Εθνικό Ίδρυμα Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας (NIOSH), 'Occupational exposure to titanium dioxide' (Επαγγελματική έκθεση σε διοξείδιο του τιτανίου), *Current Intelligence Bulletin* 63, 2011. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/>
23. Sung, J.H., Ji, J.H., Park, J.D., Song, M.Y., Song, K.S., Ryu, H.R., Yoon, J.U., Jeon, K.S., Jeong, J., Han, B.S., Chung, Y.H., Chang, H.K., Lee, J.H., Kim, D.W., Kelman, B.J., Yu, I.J., 'Subchronic inhalation toxicity of gold nanoparticles' (Υποχρόνια τοξικότητα εισπνοής νανοσωματιδίων χρυσού), *Particle and Fibre Toxicology*, 2011, 8: σ. 16.
24. Οδηγία του Συμβουλίου της 12ης Ιουνίου 1989 σχετικά με την εφαρμογή μέτρων για την προώθηση της βελτίωσης της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων κατά την εργασία (89/391/ΕΟΚ), ΕΕ L 183 της 29 Ιουνίου 1989. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1989L0391:20081211:EL:PDF>
25. Οδηγία 98/24/ΕΚ του Συμβουλίου της 7ης Απριλίου 1998 για την προστασία της υγείας και ασφαλείας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλομένους σε χημικούς παράγοντες (14η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ). Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0024:20070628:EL:PDF>
26. Οδηγία 2004/37/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που συνδέονται με την έκθεση σε καρκινογόνους ή μεταλλαξιόγόνους παράγοντες κατά την εργασία (έκτη ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16, παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ του Συμβουλίου). Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004L0037R%2801%29:EL:HTML>
27. Schneider, T., Jansson, A., Jensen, K.A., Kristjansson, V., Luotamo, M., Nygren, O., Skaug, V., Thomassen, Y., Tossavainen, A., Tuomi, T., Wallin, H., 'Evaluation and Control of Occupational Health Risks from Nanoparticles' (Αξιολόγηση και έλεγχος των επαγγελματικών κινδύνων των νανοσωματιδίων), *TemaNord* 2007: 581, Σκανδιναβικό Συμβούλιο Υπουργών, Κοπεγχάγη, 2007. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2007-581/at_download/publicationfile
28. Borm, P., Houba, R., Linker, F., *Good Uses of Nanomaterials in the Netherlands* (Καλές χρήσεις των νανοϋλικών στις Κάτω Χώρες), 2008. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.nano4all.nl/Reporthandsummary.pdf>
29. Αυστριακή Κεντρική Επιθεώρηση Εργασίας (ACLI), *Use of Nano at the Workplace* (Χρήση της νανοτεχνολογίας στον χώρο εργασίας), 2009. Διατίθεται στη διεύθυνση:

http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/592E7E96-E136-453F-A87B-3C393FC039E1/0/Nano_Untersuchung.pdf

30. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18ης Δεκεμβρίου 2006, για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH) και για την ίδρυση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων καθώς και για την τροποποίηση της οδηγίας 1999/45/ΕΚ και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 793/93 του Συμβουλίου και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1488/94 της Επιτροπής καθώς και της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου και των οδηγιών της Επιτροπής 91/155/ΕΟΚ, 93/67/ΕΟΚ, 93/105/ΕΚ και 2000/21/ΕΚ, ΕΕ L 396, 30 Δεκεμβρίου 2006. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1907:el:NOT>
31. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 453/2010 της Επιτροπής, της 20ής Μαΐου 2010, για τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH), ΕΕ L 133, 31 Μαΐου 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32010R0453:EL:NOT>
32. Ευρωπαϊκός Οργανισμός Χημικών Προϊόντων (ΕCHA), *Καθοδήγηση σχετικά με τη σύνταξη των δελτίων δεδομένων ασφαλείας*, Δεκέμβριος 2011. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://echa.europa.eu/documents/10162/17235/sds_el.pdf
33. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *General Safe Practices for Working with Engineered Nanomaterials in Research Laboratories* (Γενικές ασφαλείς πρακτικές για την εργασία με τεχνολογικά επεξεργασμένα νανοϋλικά σε ερευνητικά εργαστήρια), DHHS (NIOSH) αριθ. έκδοσης 2012–147. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2012-147/>
34. Οδηγία 89/656/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 30ής Νοεμβρίου 1989 σχετικά με τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία (Τρίτη ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ). Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/workplaces-equipment-signs-personal-protective-equipment/osh-directives/4>
35. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, 'Sichere Verwendung von Nanomaterialien in der Lack- und Farbenbranche—Ein Betriebsleitfaden' (Ασφαλείς εφαρμογές των νανοϋλικών στον κλάδο των χρωμάτων — κατευθυντήριες γραμμές), *Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Nanotech*, Band 11, 2009. Διατίθεται στη διεύθυνση: www.hessen-nanotech.de
36. Golanski, L., Guillot, A., Tardif, F., *Are Conventional Protective Devices such as Fibrous Filter Media, Respirator Cartridges, Protective Clothing and Gloves also Efficient for Nanoaerosols?* (Είναι τα συμβατικά μέσα ατομικής προστασίας όπως τα ινώδη φίλτρα, οι αναπνευστήρες με φίλτρα, ο προστατευτικός ρουχισμός και τα γάντια εξίσου αποτελεσματικά απέναντι στα νανοαερολύματα;), DR-325/326-200801-1, Nanosafe2, 2008. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR1_s.pdf
37. Klenke, M., *First Results for Safe Procedures for Handling Nanoparticles* (Πρώτα αποτελέσματα για ασφαλείς διαδικασίες για τον χειρισμό νανοσωματιδίων, DR-331 200810-6, Nanosafe2, 2008. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.nanosafe.org/home/liblocal/docs/Dissemination%20report/DR6_s.pdf
38. Dyrba, B., *Explosionsschutz: Handlungsbedarf bei Nanostäuben* (Προστασία από εκρήξεις: αναγκαιότητα λήψης μέτρων για τις νανοσκόνες), χωρίς χρονολόγηση. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.arbeitssicherheit.de/de/html/fachbeitraege/anzeigen/337/Explosionsschutz-Nanostaub/> (προσπελάστηκε στις 3 Δεκεμβρίου 2012).
39. The Social and Economic Council of the Netherlands (SER), *Provisional Nano Reference Values for Engineered Nanomaterials* (Προσωρινές τιμές αναφοράς για τα τεχνολογικά επεξεργασμένα νανοϋλικά), 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση:

http://www.ser.nl/en/sitecore/content/Internet/en/Publications/Publications/2012/2012_01.aspx (προσπελάστηκε στις 20 Οκτωβρίου 2012).

40. Nanowerk, *SAFENANO Team Complete BSI British Standards Guide to Safe Handling of Nanomaterials* (Πλήρης οδηγός της ομάδας SAFENANO για τα βρετανικά πρότυπα BSI που αφορούν τον ασφαλή χειρισμό των νανοϋλικών), 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.nanowerk.com/news/newsid=4136.php> (προσπελάστηκε στις 20 Οκτωβρίου 2012)
41. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1272/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ταξινόμηση, την επισήμανση και τη συσκευασία των ουσιών και των μειγμάτων (κανονισμός CLP), ΕΕ L 353, 31 Δεκεμβρίου 2008. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://echa.europa.eu/el/regulations/clp/legislation>

Περισσότερες πληροφορίες

- Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (EU-OSHA), Βάση δεδομένων «Περιπτώσιολογικές Μελέτες», 2012. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://osha.europa.eu/en/practical-solutions/case-studies/index_html/practical-solution?SearchableText=&is_search_expanded=True&getRemoteLanguage=en&keywords%3Alist=nanotechnology&nace%3Adefault=&multilingual_thesaurus%3Adefault=&submit=Search (προσπελάστηκε στις 23 Ιουλίου 2012).
- Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IGBCE), Nanomaterialien — *Herausforderung für Arbeits- und Gesundheitsschutz* (Νανοϋλικά: μια πρόκληση για την επαγγελματική υγεία και ασφάλεια), Hauptvorstand, 2011. Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.saarbruecken.igbce.de/portal/binary/com.epicentric.contentmanagement.servlet.ContentDeliveryServlet/site_www.igbce.de/static_files/PDF-Dokumente/Schwerpunktthemen/Nanotechnologie/d343dc332c78e5258ecea71035bf21ca.pdf
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής «Ένα σχέδιο δράσης για το εργατικό δυναμικό της ΕΕ στον τομέα της υγείας». Συνοδευτικό έγγραφο της ανακοίνωσης της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, στο Συμβούλιο, στην Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών «Στοχεύοντας σε μια ανάκαμψη με άφθονες θέσεις απασχόλησης», Στρασβούργο, 18 Απριλίου 2012 SWD(2012) 93 τελικό.
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (EU-OSHA), *Safe Maintenance in Practice* (Ασφαλείς εργασίες συντήρησης στην πράξη), 2010. Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/safe-maintenance-TEWE10003ENC/view>
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (EU-OSHA), *Υγεία και ασφάλεια του προσωπικού υγειονομικής περίθαλψης*. Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://osha.europa.eu/el/sector/healthcare>.