

Συνέδριο-Διημερίδα
Υγεία και Ασφάλεια στη Εργασία & Πολιτική Προστασία
14-15 Οκτωβρίου, Υπουργείο Μεταφορών

*Χημική Ανάλυση Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (VOCs) του Εκπνεόμενου αέρα ως
εργαλείο για την Εκτίμηση της έκθεσης σε εργασιακό περιβάλλον
Μελέτη Περίπτωσης: Έκθεση σε καπνό δασικής πυρκαγιάς*



Σοφία Κάρμα, Δρ. Χημικός Μηχανικός
ΕΔΙΠ, ΕΜΠ

skarma@central.ntua.gr

1. ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ VOCs

1.1 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOCs)

Οργανικές ενώσεις με:

- Τάση ατμών > 0,1 Torr, σε 25 οC και 760 mm Hg
- Σημείο ζέσεως <300 οC
- 1-12 άτομα άνθρακα στο μόριο



Πίνακας 1. Παραδείγματα VOCs & πηγές προέλευσής τους

Κατηγορία	Παράδειγμα	Πηγή προέλευσης
Αλκοόλες	αιθυλική αλκοόλη	απορριπαντικά
Αλδεΐδες	φορμαλδεΐδη	δομικά υλικά
Κετόνες	βουτανόνη	βαφές
Εστέρες	οξικός μεθυλεστέρας	κόλλες
Τερπένια	πινένιο	κόλλες
Αρωματικές	ξυλένιο	βαφές, κόλλες
Αλκένια	επτάνιο	εκπνεόμενος αέρας

1. ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ VOCs

1.2 Έκθεση

Γενικά, η έκθεση ορίζεται ως η αλληλεπίδραση ενός οργανισμού (αποδέκτης) με έναν χημικό, φυσικό ή βιολογικό παράγοντα. Η συνολική έκθεση στο χώρο και το χρόνο δίνεται από την σχέση:

$$\text{Total exposure} = S (T_m * C_m)$$

T_m = Χρόνος που παρέμεινε ο αποδέκτης στο μικρο-περιβάλλον m

C_m = μέση συγκέντρωση του παράγοντα στο μικροπεριβάλλον m



“PERSONAL BREATHING ZONE”

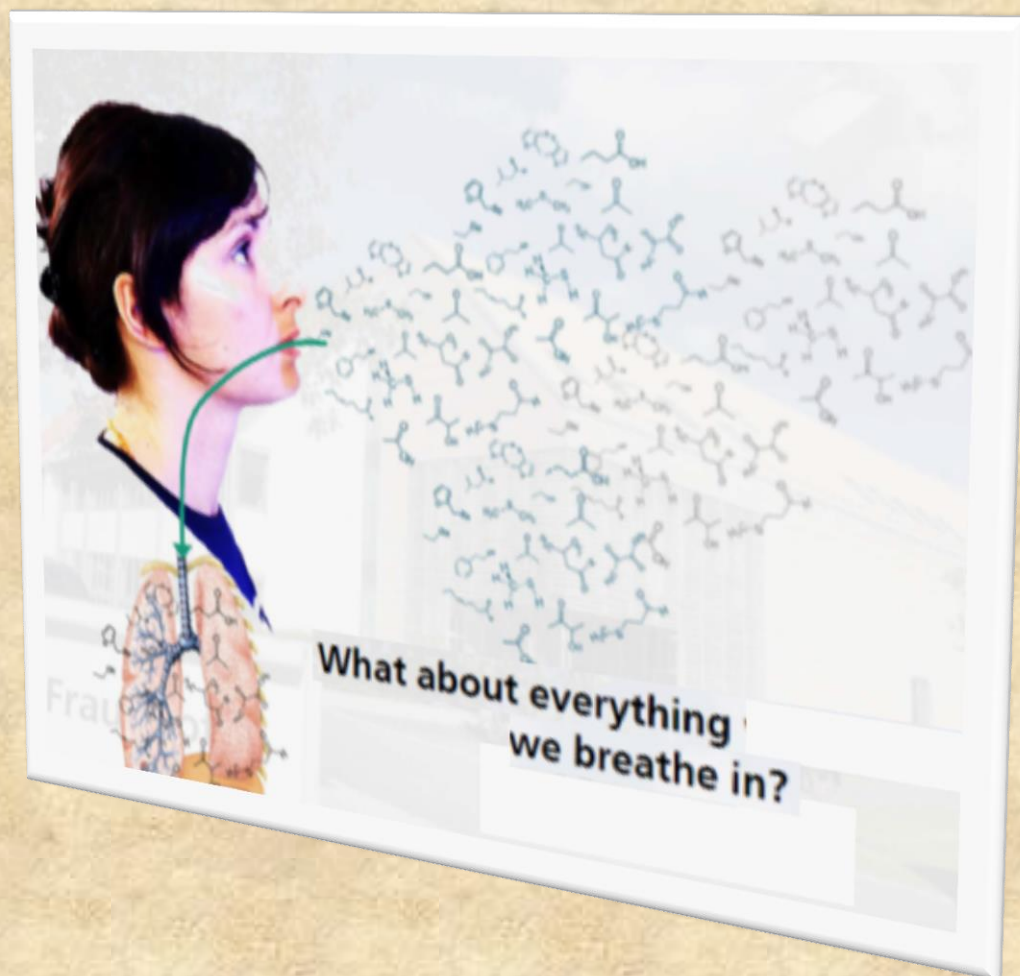
1. ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ VOCs

1.3 Exposome: Αθροιστικά διαβίου εκθέσεις

Η συνολική έκθεση ενός ανθρώπου στα διάφορα μικρο-περιβάλλοντα από τη στιγμή της σύλληψης και γέννησής του

Συνολική Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιδράσεων στην Υγεία

Ο όρος “**exposome**” προτάθηκε από τον Δρ.Christopher Wild, Ογκολόγο-επιδημιολόγο, το 2005 στο άρθρο “Complementing the Genome with an “Exposome”:



2. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Γενικά η **τοξικότητα** μια **ένωσης** παίζει καθοριστικό ρόλο στην εμφάνιση άμεσων ή μακροπρόθεσμων συμπτωμάτων στην υγεία:

Ουσίες που προκαλούν πολύ μεγάλη ανησυχία (SVHC κατά REACH)

- Καρκινογόνες,
- Μεταλλαξιογόνες
- Τοξικές για την αναπαραγωγή (KMT) με γνωστή ή υποτιθέμενη επίδραση στον άνθρωπο

Κίνδυνοι για την υγεία

GHS, CLP
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ.
1272/2008



Κατηγορία οξείας
τοξικότητας 1-3

Σοβαρός κίνδυνος
για την υγεία

Κίνδυνος
για την υγεία

ECHA
European Chemicals Agency

- Παρόλα αυτά, μιας υψηλής τοξικότητας χημική ουσία μπορεί να εμφανίζει μικρό κίνδυνο (**hazard**) για τον εργαζόμενο αν λαμβάνονται οι κατάλληλες προφυλάξεις

3. ΌΡΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΧΩΡΟ

3.1 ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

- Οργανισμός Υγείας των Εργαζομένων για τη Βιομηχανία των Η.Π.Α. (ACGIH)
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία Εργασίας (OSHA)
- το Αμερικάνικο Ινστιτούτο Έρευνας για την Υγεία και την Ασφάλεια (NIOSH)
- Αμερικάνικος Σύνδεσμος για την Υγιεινή στη Βιομηχανία (AIHA)

Όρια έκθεσης σε εργασιακό χώρο (Occupational Exposure Limits: OELs)

❖ Επιβεβλημένα όρια:

- **PELs** (Permissible Exposure Limits) κατά OSHA (adapted Threshold Limit Values)
- **Όρια κατά CFR** (Code of Federal Regulations), οδηγία 29 CFR 1910.1000

❖ Προτεινόμενα όρια:

- **TLVs** (Threshold Limit Values) κατά ACGIH
- **RELs** (Recommended Exposure Limits) κατά NIOSH
- **WEELs** (Workplace Environmental Exposure Limits) κατά AIHA

3. ΌΡΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΧΩΡΟ

3.2 Παραδοχές-Περιορισμοί για τα υπάρχοντα θεσπισμένα όρια:

- Έχουν σαν παραδοχή έναν νέο και υγιή εργαζόμενο
- Θεωρούν 40 χρόνια πιθανής συνολικής του έκθεσης στον εργασιακό χώρο
- Η εισπνοή θεωρείται η βασική οδός έκθεσης
- Το μοντέλο έκθεσης υπολογίζει 8ώρες/ημέρα & 5 ημέρες/εβδομάδα
- Δεν λαμβάνουν υπόψιν υπερευαισθησίες ή προηγούμενη έκθεση σε περιβάλλον εκτός του εργασιακού χώρου

3. ΌΡΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΧΩΡΟ



Ταυτόχρονη έκθεση σε πολλές επιβλαβείς ουσίες = **Μικτή έκθεση (Mixed Exposure)**

Επιπτώσεις στην υγεία: **αθροιστικό ή συνεργιστικό** αποτέλεσμα της επίδρασης στην υγεία όλων των επιβλαβών ουσιών



Σε περίπτωση υπέρβασης του 8-ωρου απαιτείται αναθεώρηση των υπάρχοντων ορίων. **Παράδειγμα: Πυροσβέστες**



4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.1 Χρήση βιολογικών δεικτών (Biomarkers)

Ουσίες που βρίσκονται σε βιολογικά υγρά του ανθρώπου (αίμα, ούρα)

Παράδειγμα: η χρήση των μεθοξυ-φαινολών και της λεβογλυκοζάνης στα ούρα για την παρακολούθηση της έκθεσης σε καπνό από την καύση ξύλου



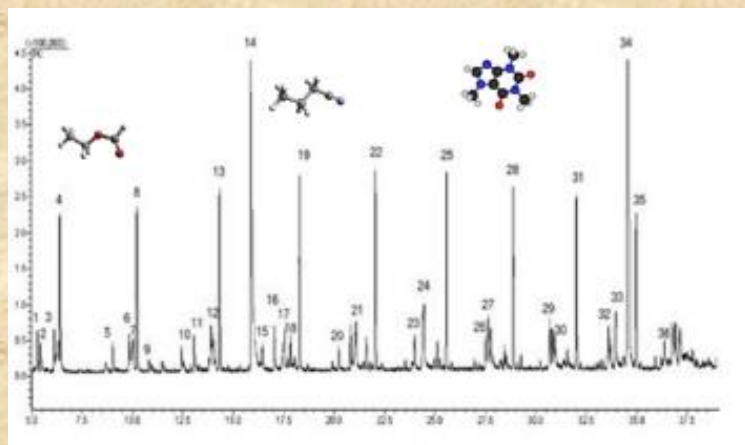
4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.2 Χημική ανάλυση Εκπνεόμενου Αέρα (Exhaled Breath analysis)

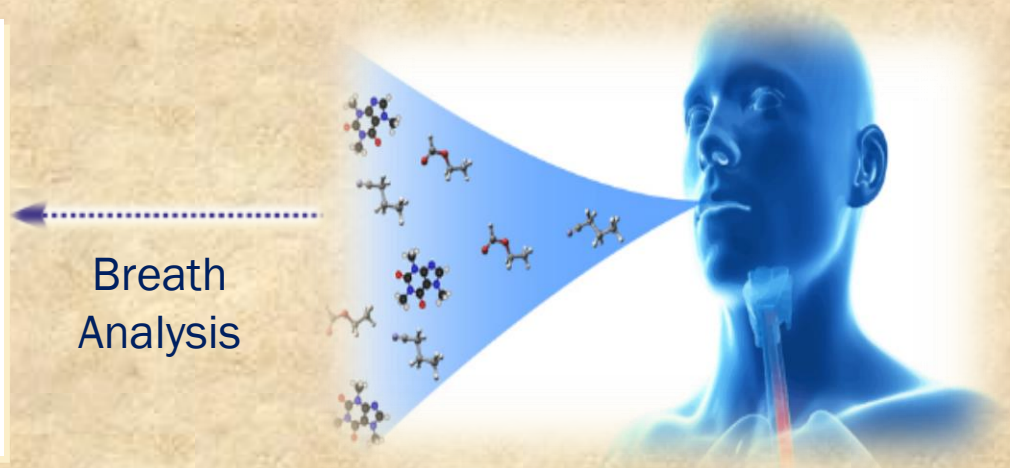
Χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια ως διαγνωστικό εργαλείο (**early diagnostic tool**)

Σύνδεση χημικών ενώσεων (**VOCs**) του εκπνεόμενου αέρα που είναι προϊόντα μεταβολικών μονοπατιών (**metabolomics**) με ασθένειες όπως:

- Αναπνευστικές παθήσεις (π.χ. ΧΑΠ, άσθμα, πνευμονία)
- Διαβήτη
- Καρκίνο (SNIFFphone project H2020)



ΕΝΔΟΓΕΝΗ VOCs



4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- **Non-invasive biomarkers**

Μη επώδυνη μέθοδος παρακολούθησης δεικτών



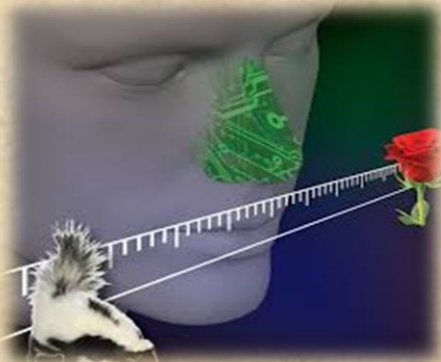
Sensors array

- **Breathprints (pattern recognition)**

Ανίχνευση με αναλυτικά όργανα τελευταίας τεχνολογίας

(e-Nose) σε συνδυασμό με χημειομετρική επεξεργασία

(π.χ. Discriminant analysis)



4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.3 Πρωτόκολλο δειγματοληψίας και χημικής ανάλυσης Εκπνεόμενου Αέρα



Tedlar bag



α. Συλλογή δείγματος σε ειδικές σακούλες δειγματοληψίας Tedlar bags (Πολυβίνυλο-φθορίδιο (PVF))

✓ Καθαρισμός

(έκπλυση με υψηλής καθαρότητας αέριο π.χ. N₂)

✓ Χρόνος αποθήκευσης δείγματος

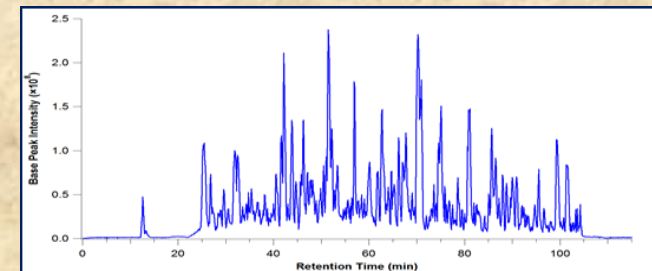
(για δείγματα ανθρώπινης εκπνοής, οι απώλειες σε VOCs περιορίζονται < 10%, για αποθήκευση 52 ωρών)

4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

β. Μεταφορά δείγματος σε προσροφητικές φύσιγγες (sorbent tubes)



γ. Ανάλυση με σύστημα Θερμικής Εκρόφησης συζευγμένο με Αέριο Χρωματογράφο και Φασματόμετρο Μάζας (TDU/GC/MS)



VOCs analysis
(Chromatogram)

TDU/GC/TOF-MS στη Σχολή Χημικών Μηχανικών για ανάλυση VOCs

4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.4 ΝΕΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΚΠΝΕΟΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ:

Εργαλείο για την εκτίμηση της έκθεσης σε χημικά περιβάλλοντα

Γενικά: Τα VOCs απομακρύνονται από το ανθρώπινο σώμα είτε μέσω της κάθαρσης (μεταβολισμός, απέκκριση) ή αλλιώς **μέσω της εκπνοής**

Εκατοντάδες VOCs εκλύονται στην περιοχή rrb ή και rpt

A. ΕΝΔΟΓΕΝΗ VOCs: Προϊόντα βιοχημικών μονοπατιών:

VOCs	Βιοχημικό μονοπάτι
▪ Ακετόνη	Καταβολισμός λιπαρών οξέων
▪ Ισοπρένιο	Βιοσύνθεση χοληστερόλης
▪ Αιθανόλη	Μεταβολισμός των σακχάρων από τα βακτήρια του στομάχου
▪ Πεντάνιο	Υπεροξειδωση των λιπιδίων
▪ Επτάνιο	Υπεροξειδωση των λιπιδίων

4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Β. ΕΞΩΓΕΝΗ VOCs : Οποιαδήποτε VOCs δεν θεωρούνται προϊόντα βιοχημικών μονοπατιών

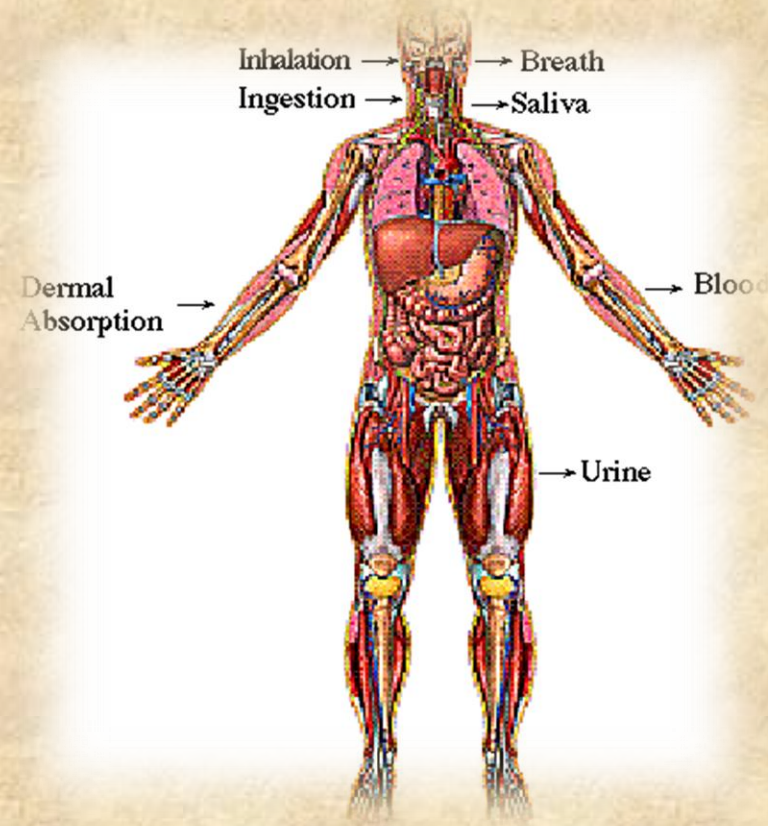
Προέλευση: έχουν εισέλθει στον ανθρώπινο οργανισμό λόγω έκθεσης σε περιβαλλοντικούς χημικούς παράγοντες (μέσω εισπνοής ή επαφής με οφθαλμούς ή το δέρμα)

Π.χ. Βενζόλιο, Τολουόλιο, Ξυλένιο, Στυρένιο
(Προϊόντα καύσης)

Γ. ΤΟΞΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΤΩΝ VOCs (Toxicokinetics)

Μελετά τις μεταβολές των συγκεντρώσεων στους ανθρώπινους ιστούς **ξеноβιοτικών ενώσεων** κατά τη διάρκεια των πορειών απορρόφησης, κατανομής, βιομετατροπής και απέκκρισής τους

- Γενικά τα εξωγενή VOCs μεταφέρονται από το **αρτηριακό αίμα** σε όλους τους ιστούς του ανθρώπινου σώματος



4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

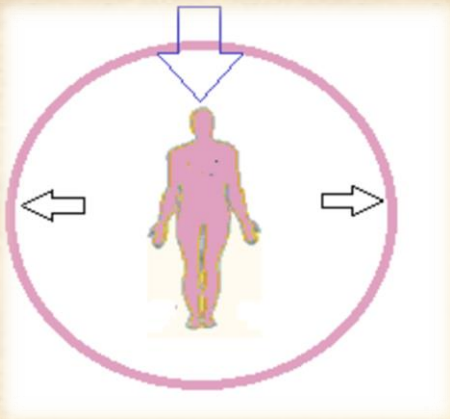
Η συσσώρευση και ο χρόνος παραμονής των VOCs στον ανθρώπινο οργανισμό εξαρτώνται από τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες:

- ✓ Πτητικότητα

Τάση ατμών (αντιστρόφως ανάλογη του MB)

- ✓ Συντελεστής οκτανόλης/νερού (Octanol-Water Partition Coefficient (KOW))

Αν KOW $\uparrow$ τότε η λιποφιλικότητα της ουσίας $\uparrow$ (μεγαλύτερη τάση να συγκεντρώνεται στον οργανισμό)



Η συστηματική απορρόφηση (systemic absorption) μιας χημικής ουσίας από έναν οργανισμό λόγω έκθεσης σε εξωγενή VOCs μέσω εισπνοής, εξαρτάται τόσο από τον μεταβολισμό, όσο και από τη χωρητικότητα των ιστών

4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Δ. Μελέτη της παραμονής εξωγενών VOCs στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω παρακολούθησης του προφίλ του εκπνεόμενου αέρα- Εκτίμηση της έκθεσης

1. Συλλογή δείγματος εκπνεόμενου αέρα πριν από την έκθεση σε χημικό περιβάλλον
2. Αμέσως μετά την έκθεση
3. Καθημερινά για μια εβδομάδα (assessment of short term effects)

Σημείωση: Επίσης προτείνεται η παράλληλη συλλογή δείγματος αέρα σε προσροφητικές φύσιγγες από τον χώρο έκθεσης του ατόμου (personal breathing zone) αλλά και τυφλό δείγμα

- ✓ Συνδυαστικά δεδομένα σπироμέτρησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποτίμηση των επιπτώσεων στην υγεία

- **Μελέτη σε πυροσβέστες (USA)**

Παρακολούθηση των VOCs στον εκπνεόμενο αέρα λόγω δερματικής έκθεσης σε VOCs του καπνού (έχοντας κάνει χρήση πλήρους αναπνευστικής συσκευής)

Παρατηρήθηκε αυξημένη συγκέντρωση Βενζολίου

5. CASE STUDY: ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΚΑΠΝΟ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

5.1 Κρίσιμοι Χημικοί Δείκτες (Critical Key Indexes-CKI) αποτίμησης κινδύνου λόγω του καπνού που παράγεται σε πυρκαγιές πεδίου

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Κρίσιμοι χημικοί δείκτες (CKI) παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα σε δασική πυρκαγιά

Κατηγορίες		No	Κρίσιμα συστατικά του δασικού καπνού-Δείκτες παρακολούθησης
Πτητικές Οργανικές ενώσεις (VOCs)	Αλδεΐδες	1	Φορμαλδεΐδη
		2	Ακεταλδεΐδη
		3	Κροτοναλδεΐδη
		4	Ακρολεΐνη
		5	Βενζαλδεΐδη
		6	Φουρφουράλη
	Κετόνες	7	Βουταν-2-όνη
		8	Ακετόνη
	Αλκοόλες	9	μ,π-Κρεσόλες
		10	Φαινόλη
	Αρωματικοί υδρογονάνθρακες	11	Βενζόλιο
		12	Τολουόλιο
		13	Ξυλένιο
		14	Στυρένιο
		15	Ναφθαλένιο
Ημιπτητικές Οργανικές ενώσεις (SVOCs)	Πολυαρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAHs)	16	Βενζο (α) ανθρακένιο
		17	Βενζο (α) Πυρένιο
		18	Χρυσένιο
Μόνιμα αέρια		19	Μονοξείδιο του άνθρακα
Λεπτόκοκκα σωματίδια		20	PM _{2.5} , PM ₁



Κριτήρια επιλογής CKI καπνού:

1. Η συχνότητα εμφάνισής (αντιπροσωπευτικότητα)

2. Η τοξικότητά τους (φυσικοχημικές ιδιότητες, π.χ. συντελεστής οκτανόλης/νερού)

3. Τα πιθανά συμπτώματα στην υγεία

5. CASE STUDY: ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΚΑΠΝΟ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Συμπληρωματικοί κρίσιμοι χημικοί δείκτες (CKI) παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα σε διαφορετικά σενάρια πυρκαγιών πεδίου

		Πυρκαγιές πεδίου
Αζωτούχες ενώσεις	Αμμωνία (NH_3)	Όταν το μέτωπο της δασικής πυρκαγιάς έχει εξαπλωθεί σε αγροτικές καλλιέργειες.
	Οξειδία του αζώτου (NO_x)	
Θειούχες ενώσεις	Διοξείδιο του θείου (SO_2)	Όταν το μέτωπο της δασικής πυρκαγιάς έχει επεκταθεί σε καλλιέργειες που έχουν εφαρμοστεί φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα ή λιπάσματα.
	Υδρόθειο (H_2S)	
Χλωριωμένες ενώσεις	Διοξίνες ($PCDDs/PCDFs$)	Όταν το μέτωπο της δασικής πυρκαγιάς έχει επεκταθεί σε: ➤ αγροτικές καλλιέργειες με φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα ή λιπάσματα ➤ χωματερές ➤ κατοικίες ➤ χώρους που έχουν απορριφθεί, οργανικά απόβλητα, μπαταρίες ή ηλεκτρικές συσκευές.
	Πολυχλωριωμένα διφαινύλια ($PCBs$)	
	Υδροχλώριο (HCl)	
Κυανιούχες ενώσεις	Υδροκυάνιο (HCN)	Όταν το μέτωπο της δασικής πυρκαγιάς έχει επεκταθεί σε αγροτικές καλλιέργειες με φυτοφάρμακα, π.χ. MCPA (2-μεθυλ-4-χλωροφenoξυ-οξικό οξύ).
Βαρέα μέταλλα	Μόλυβδος (Pb)	Κυρίως στην περίπτωση που το μέτωπο της δασικής πυρκαγιάς έχει επεκταθεί σε χωματερή.
	Ψευδάργυρος (Zn)	
	Κάδμιο (Cd)	
Ραδιονουκλίδια	Κέσιο ($Cs-137$)	Όταν το μέτωπο της δασικής πυρκαγιάς έχει επεκταθεί σε χώρους που έχουν απορριφθεί ραδιενεργά απόβλητα.
	Ιώδιο ($I-129$)	
	Χλώριο ($Cl-36$)	

5. CASE STUDY: ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΚΑΠΝΟ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

5.2 Ειδικές ομάδες έκθεσης (Πυροσβέστες)

- Εκτίθενται σε ένα χημικά επιβαρυμένο περιβάλλον που διαμορφώνεται κοντά στο μέτωπο της φωτιάς (έκθεση σε μίγμα)
- Η έκθεση στον καπνό μπορεί να είναι εποχιακή ή συνεχής
- Οι βάρδιες σε μια μεγάλη δασική πυρκαγιά μπορούν να υπερβούν κατά πολύ το 8-ωρο εργασίας (14-16h ή και παραπάνω)
- Η τοποθεσία του καταλύματος των πυροσβεστών καθώς και η διάρκεια παραμονής τους σε καθαρό περιβάλλον θεωρούνται κρίσιμες για την ανάκτησή τους από την εισπνοή μονοξειδίου του άνθρακα (CO)



5. CASE STUDY: ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΚΑΠΝΟ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

5.3 Επιπτώσεις στην υγεία

☐ Άμεσα συμπτώματα (έκθεση $24 < h$)

- Ερεθισμός στη μύτη και τα μάτια
- Βήχας
- Άμεση λοίμωξη του αναπνευστικού συστήματος

☐ Βραχυπρόθεσμα συμπτώματα (έκθεση < 7 ημέρες)

- Δυσλειτουργία πνευμόνων
- Αύξηση της ευαισθησίας της αναπνευστικής οδού

☐ Μακροπρόθεσμα συμπτώματα (αρκετά μεγάλης διάρκειας ή χρόνια έκθεση/μήνες ή χρόνια)

- Ασθένειες των πνευμόνων (π.χ. Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια/ΧΑΠ)
- Άσθμα
- Καρκίνος

5. CASE STUDY: ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΚΑΠΝΟ ΔΑΣΙΚΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

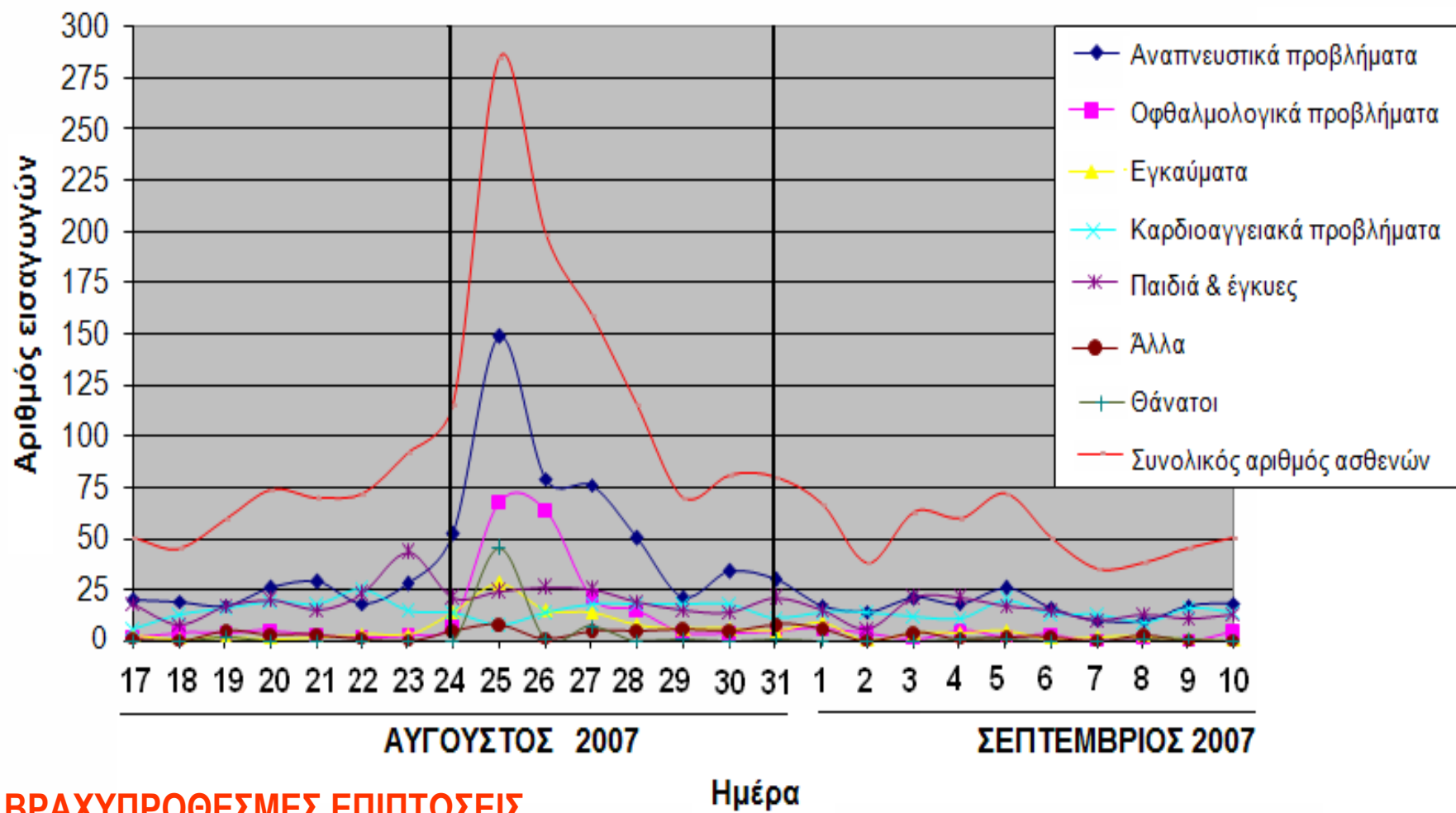
5.4 Μεγάλες πυρκαγιές στην Ελλάδα το καλοκαίρι του 2007:

Μια χαρακτηριστική μελέτη των επιπτώσεων στην υγεία από έκθεση σε δασικό καπνό



Αριθμός εισαγωγών των ασθενών και θάνατοι που καταγράφηκαν από 19 Ιατρικά Κέντρα και Νοσοκομεία της Πελοποννήσου την περίοδο

17/8 έως 10/9/2007



ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ

- ✓ Η χημική ανάλυση εκπνεόμενου αέρα είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της παραμονής μιας εξωγενούς ουσίας ή των μεταβολιτών της στον ανθρώπινο οργανισμό
- ✓ Είναι μέθοδος απλή και μη επώδυνη
- ✓ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο αποτίμησης της έκθεσης σε εργασιακούς χώρους χημικά επιβαρυνμένους σε VOCs (π.χ. τυπογραφεία, βυρσοδεψία, βαφεία, καθαριστήρια, φανοποιεία, μηχανουργεία, βενζινάδικα κ.λ.π) συμπληρωματικά με μετρήσεις εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου (περιμετρικά)
- ✓ Για ομάδες έκθεσης όπως είναι οι πυροσβέστες όπου εκτίθενται συνεχώς και για μεγάλο χρονικό διάστημα στο επιβαρυνμένο περιβάλλον του δασικού καπνού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος για επιδημιολογικές μελέτες
- ✓ Η παρακολούθηση του μεταβολισμού των ξеноβιοτικών VOCs από τον οργανισμό θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον σε συνδυασμό με τη μελέτη της κατανομής των λεπτόκκοκων σωματιδίων στους πνεύμονες κατά την εισπνοή (nanoparticles)

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Exhaled Breath Profiling Enables Discrimination of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Asthma Niki Fens, Aeilko H. Zwinderman, Marc P. van der Schee, Selma B. de Nijs, Erica Dijkers, Albert C. Roldaan, David Cheung, Elisabeth H. Bel, and Peter J. Sterk, AMERICAN JOURNAL OF RESPIRATORY AND CRITICAL CARE MEDICINE VOL 180 2009
2. M. Statheropoulos, A. Agapiou, G.C. Pallis, S. Karma, K. Mikioti, “Modelling entrapment in collapsed buildings: expired air analysis”, Breath 2009: International Conference on Breath and Breath Odour Research, April 26-30, 2009, Dortmund, Germany.
3. Exhaled breath analysis by electronic nose in airways disease. Established issues and key questions, N. Fens, M. P. van der Schee, P. Brinkman, P. J. Sterk, Clinical and experimental allergy, Volume 43, Issue 7, July 2013, Pages 705–715
4. ELECTRONIC NOSE COULD MAKE EARLY DETECTION OF STOMACH CANCER POSSIBLE, <http://www.ats.org/news/electronic-nose-could-make-early-detection-of-stomach-cancer-possible/>
5. Trace detection of endogenous human volatile organic compounds for search, rescue and emergency applications, Agapios Agapiou, Anton Amann, Pawel Mochalski, Milt Statheropoulos, C.L.P. Thomas, Trends in Analytical Chemistry, 66 (2015) 158-175
6. Contaminated Water Supplies at Camp Lejeune: Assessing Potential Health Effects, Washington DC 2001m www.nap.edu
7. Effects of Smoke Exposure on Firefighter Health, US Forest Service <http://www.fs.fed.us/pnw/fera/research/smoke/exposure.shtml>
8. M. Statheropoulos and S. Karma, Complexity and origin of the smoke components as measured near the flame-front of a real forest fire incident: A case study, J Anal Appl Pyrolysis, 78 (2007) 430-437.
9. Forest Fire Net, Vol 5, “Forest fires in Greece during summer 2007: The data file of a case study ” European Center for Forest Fires (ECFF, Council of Europe), October 2007 (<http://civilprotection.gr/el/ecff>)
10. Σοφία Κάρμα, Μιλτιάδης Σταθερόπουλος, “Κρίσιμοι χημικοί δείκτες (CKI) για την εκτίμηση της ποιότητας του αέρα σε πυρκαγιές πεδίου” SafeEnvros 2016, Οι Νέες Τεχνολογίες στην υπηρεσία της Πολιτικής Προστασίας”, 22-15 Ιουνίου, 2016, Αλεξανδρούπολη
11. S.Karma, M. Statheropoulos “The study of forest fire smoke impacts and strategies for coping with them”, Forest Fires Prevention International Conference organised by the Harvard School of Public Health “Prevention of Disasters and Their Consequences in Greece: Building Partnerships to Mitigate the Effects of Forest Fires, April 2, 2008, Athens Music Hall, Greece”
12. Systemic Exposure to PAHs and Benzene in Firefighters Suppressing Controlled Structure Fires, Kenneth W. Fent, Judith Eisenberg, John Snawder, Deborah Sammons, Joachim D. Pleil, Matthew A. Stiegel, Charles Mueller, Gavin P. Horn and James Dalton, Ann. Occup. Hyg., 2014, Vol. 58, No. 7, 830–845

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ !!!



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ?