



nanoMONITOR



Ανάπτυξη ενός συστήματος πληροφόρησης και παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο για την υποστήριξη της εκτίμησης επικινδυνότητας των νανοσωματιδίων σύμφωνα με την Οδηγία REACH

Αθηνά Πρόγιου, PhD ΑΞΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΕ

ap@axonenviro.gr



Διημερίδα LIFE και Πόλεις - Αθήνα 11/04/2019

NanoMONITOR was part funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662





Περιεχόμενα

- 1 ΝΣ σε αστικό περιβάλλον
- 2 Πηγές διαφυγής ΝΣ στην ατμόσφαιρα
- 3 Απαντώμενες προκλήσεις στην παρακολούθηση ΝΣ
- 4 Σχέδιο Δράσεων NanoMONITOR



Διημερίδα LIFE και Πόλεις

Αθήνα 11/04/2019

NanoMONITOR was partly funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662





1 ΝΣ σε αστικό περιβάλλον



Δημερίδα LIFE και Πόλεις Αθήνα 11/04/2019

NanoMONITOR was part funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662



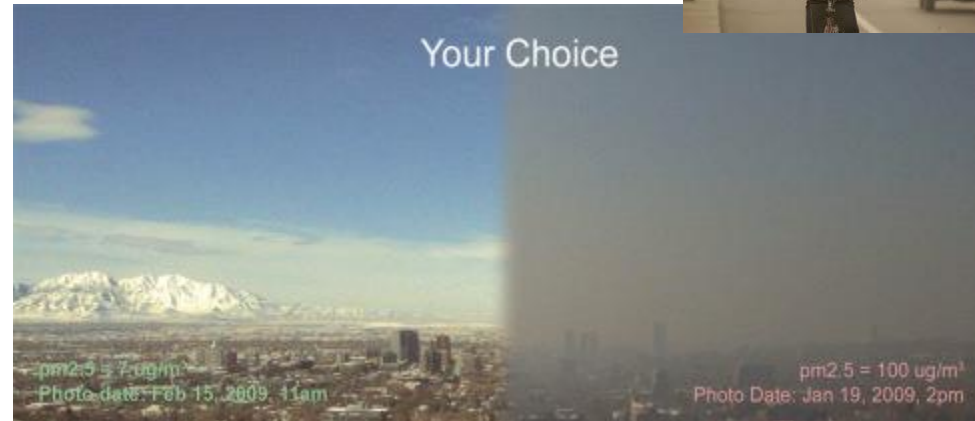
ΝΥ σε αστικό περιβάλλον

Ποιότητα της ατμόσφαιρας και ΝΥ

Η ποιότητα της ατμόσφαιρας εξακολουθεί να συνιστά σημαντικό πρόβλημα σε πολλές πόλεις. Από τις αρχές της δεκαετίας το 70 η ΕΕ εργάζεται στην κατεύθυνση της βελτίωσης της ποιότητας του αέρα.

Οι παράμετροι που προσδιορίζουν την ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε είναι οι εξής:

- Σωματίδια (PM10, PM2.5)
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Οξείδια του αζώτου (NOx, NO, NO2)
- Όζον (O3)
- Υδρογονάνθρακες
- Βαρέα μέταλλα
- Όξείδια του θείου (SOx)



Mexico city (source: <https://fieldguidetonature.wordpress.com/>)

Έχει αποδειχθεί ότι προϊόντα που περιέχουν ΝΥ μπορούν δυνητικά να **απελευθερώσουν ΝΥ** στο περιβάλλον κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

Ωστόσο, δεν έχει ακόμη διερευνηθεί από καμπάνιες μέτρησης της ποιότητας της ατμόσφαιρας η **παρουσία ΝΥ**, είτε τεχνητών είτε τυχαία δημιουργούμενων, σε σύνθετο αστικό περιβάλλον.

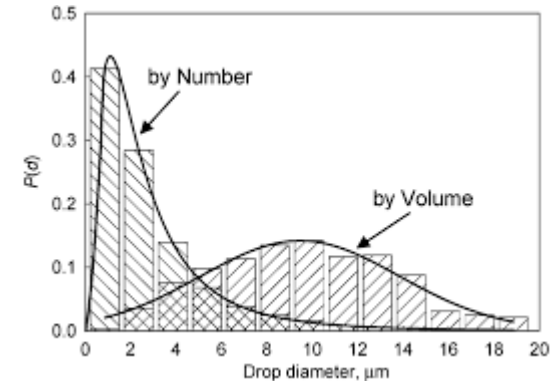




Αυξανόμενη ανησυχία για το εάν αυτά τα σωματίδια μπορεί να έχουν **μεγαλύτερο δυναμικό για δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία** συγκρινόμενα με τα σωματίδια μεγαλύτερης διαμέτρου (*WHO, 2013*).

Αποτελέσματα δείχνουν ότι ακόμη και τα **υδατοδιαλυτά οξείδια μετάλλων σε μορφή ΝΥ είναι δυνατόν να συσσωρευθούν** σε ικανές συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν το κατώφλι τοξικότητας στο νερό και στο έδαφος.

Αν και τα ΝΥ συνεισφέρουν με ένα αμελητέο ποσοστό στην συνολική μάζα των σωματιδίων, αποτελούν το **κυρίαρχο κλάσμα με όρους αριθμού σωματιδίων**, αγγίζοντας αριθμούς τρεις τάξεις μεγέθους υψηλότερους από τα μεγαλύτερα σωματίδια, συνεπώς ένα σημαντικό τμήμα των εκπομπών παραμένει χωρίς θεσμοθετημένα όρια ποιότητας του αέρα.



- ❑ Ο αξιόπιστος χαρακτηρισμός των ΝΣ στον αέρα είναι κρίσιμος για την ανάπτυξη κανονιστικού πλαισίου.
- ❑ Η γνώση της εισπνεόμενης δοσिमетρίας είναι σημαντική για την εξεύρεση και ταυτοποίηση σχέσεων μεταξύ έκθεσης και επιπτώσεων στην υγεία
- ❑ Για την επιβεβαίωση των υποθέσεων αυτών απαιτούνται μακροχρόνιες μελέτες έκθεσης αλλά αυτές δεν είναι ακόμη διαθέσιμες



2 Πηγές εκπομπής ΝΣ



Δημερίδα LIFE και Πόλεις Αθήνα 11/04/2019

NanoMONITOR was part funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662





Ανθρωπογενείς πηγές

- Τεχνητά παραγόμενα (ENMs)
- Τυχαίως παραγόμενα (INMs)
- Εκπομπές από οχήματα (συμβατικά καύσιμα και βιοκαύσιμα)
- Αλληλεπίδραση ελαστικών και οδοστρώματος & φθορά φρένων



Φυσικές πηγές

Νέα σωματίδια σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα μέσω:

- Πήξης
- Συμπύκνωσης
- Συσσωμάτωσης
- Διάλυσης ή ανάμειξης
- Ξηρής εναπόθεσης
- Εξάτμισης
- Πυρήνωση (φωτοχημικά παραγόμενη ή από μετατροπή αερίου-σε-σωματίδιο)

Άλλες πηγές με σημαντικές αιχμές αλλά γενικά μικρής διάρκειας:

- Δασικές πυρκαγιές
- Μεταφορά σκόνης
- Εκρήξεις ηφαιστίων

Πηγές διαφυγής ΝΣ στην ατμόσφαιρα

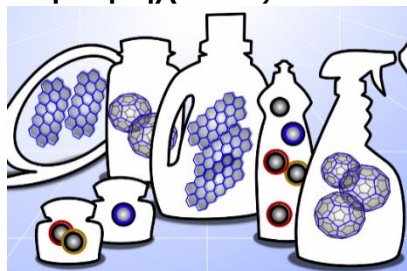
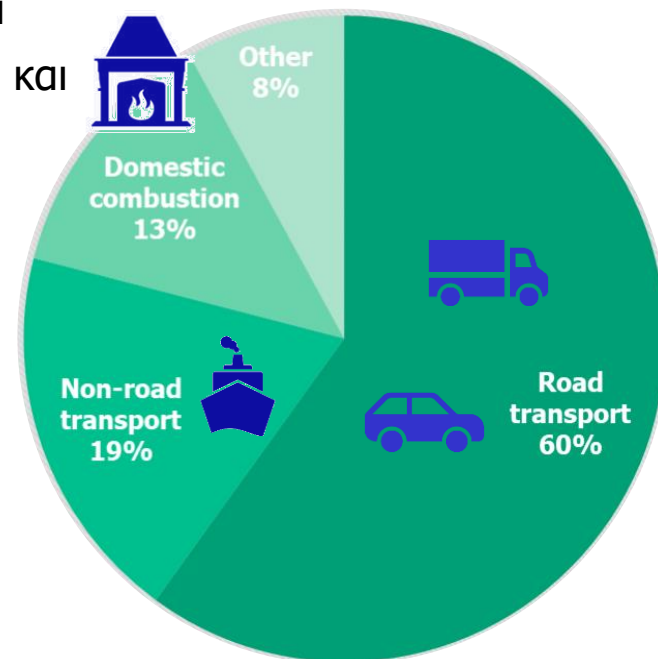
Εκπομπές από οχήματα και τυχαίως παραγόμενα ΝΣ



nanoMONITOR

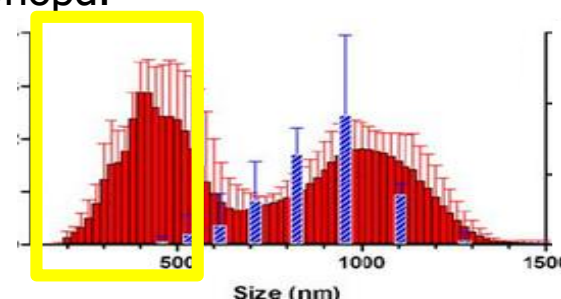
Από το σύνολο των εκπομπών σωματιδίων, το 84% βρίσκεται εντός του εύρους μεγεθών των υπέρλεπτων σωματιδίων UFP, και κυρίως οφείλονται στις εξής πηγές:

- Οδικές μεταφορές >60%
 - πτητικές εκπομπές κινητήρων,
 - σωματιδιακές εκπομπές κινητήρων,
 - Φθορά φρένων και επαναιώρηση,
- Μη-οδικές μεταφορές ~19% (και ναυσιπλοΐας)
- Οικιακή καύση ~13%
- Άλλα: αποτεφρωτήρες, χυτήρια, παραγωγή ενέργειας, βιομηχανίες σε αστικές περιοχές



Η μεγαλύτερη ποσότητα των εμπορικώς παραγόμενων σωματιδίων παρουσιάζουν ιδιαίτερη διασπορά.

↳ **μη αναμενόμενη εμφάνιση ΝΣ!**



NanoMONITOR was partly funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

Πηγές διαφυγής ΝΣ στην ατμόσφαιρα

Παρουσία ΝΑ σε αστικές υποδομές

Τα ΝΣ χρησιμοποιούνται ευρέως εντός αστικών περιοχών:

- Υφάσματα και προϊόντα ύφανσης (π.χ. σκηνιά, ιστία, τέντες): πυροκαθυστέρηση
- Τσιμέντο: αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες, φωτοκαταλυτικές επιστρώσεις
- Ατσάλι: αντιθραυστικό, λείες επιφάνειες, περιορισμοί θερμοκρασίας
- Ξύλο: προσροφητικά υγρασίας, αποφυγή αποχρωματισμού, απωθητικό νερού
- Γυαλί: έλεγχος θερμοκρασίας, περιορισμός UV & ανακλάσεων
- Χρώματα και επιστρώσεις: anti-scratch και υδροφοβικές επιφάνειες
- Μετρήσεις με αισθητήρες: πίεση, καταπόνηση, κραδασμοί, ράγισμα, διάβρωση...
- Πρόσθετα καυσίμων: αύξηση της επίδοσης
- Οχήματα: Υψηλής απόδοσης ελαστικά
- Οδικές ενδείξεις: Αντιανανκλαστικές επιφάνειες



nanoMONITOR



Roof panels of St Pancras Station in London (10000 m², 18000 Glass panels) with TiO₂ ENM photocatalyst & Self-cleaning



conventional glass self-cleaning glass



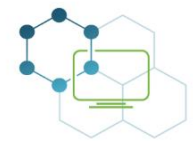
Church "Dives in Misericordia", Rome, made by using self-cleaning concrete



NanoMONITOR is part funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

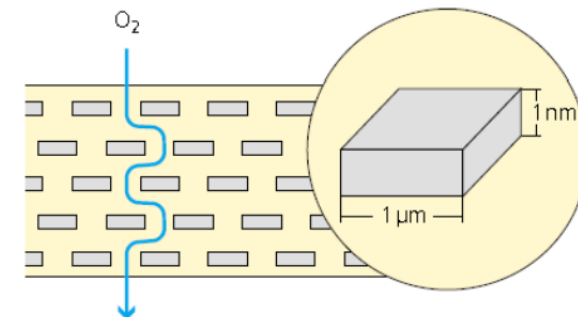
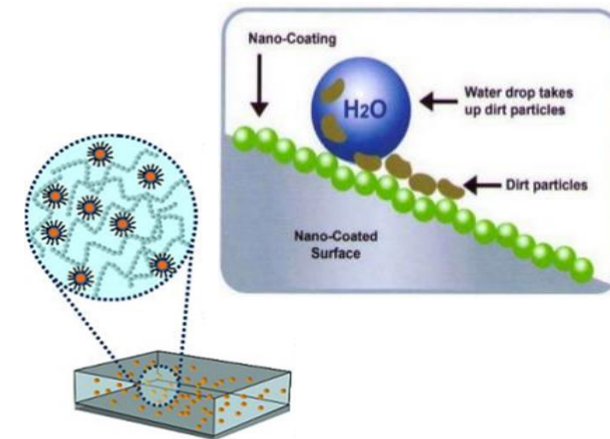
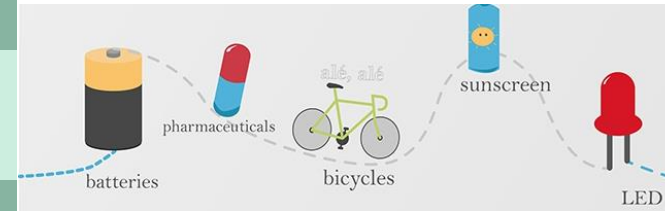
Πηγές

Παρουσία ΝΣ σε αστικές υποδομές



nanoMONITOR

Εφαρμογή	Ιδιότητα	Νανοϋλικά
Επιστρώσεις επιφανειών Οθόνες αφής Όψεις κτιρίων Βαφές	Αντιμικροβιακές	Ag, CuO, TiO ₂ , ZnO
Φωτισμός Πινακίδες Επιστρώσεις επιφανειών Βαφές	Αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις	SiO ₂
Συσκευασία τροφίμων Ηλεκτρονικές συσκευές	Αποφυγή εισόδου αέρα	Nanoclays
Βαφές Επιστρώσεις επιφανειών	Διάβρωση, εκτριβές, αντι-scratch	Nanoclays, boehmite, SiO ₂
Βαφές Επιστρώσεις Πλαστικά	Ηλεκτρική αγωγιμότητα Εξουδετέρωση στατικών φορτίων	ITO, ATO, SnO ₂
Προφύλαξη από πυρκαγιές Επιστρώσεις επιφανειών Άσφαλτος Πλαστικά	Πυροκαθυστέρηση	Nanoclays
Βαφές	IR-απορρόφηση/ανακλάσεις	ITO, ATO, TiO ₂ , In ₂ O ₃
Επιστρώσεις επιφανειών Απεικόνιση με μαγνητικό συντονισμό	Μαγνητικές	Fe ₂ O ₃
Οδοντικά εμφυτεύματα Καλυντικά	Μηχανικές, αντι-scratch	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , ZrO ₂
Όψεις κτιρίων Παράθυρα Βαφές Πεζοδρόμια	Φωτοκατάλυση, Αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες	TiO ₂ , ZnO
Βαφές Σήμανση οδών	UV ευστάθεια	TiO ₂ , ZnO, BaSO ₄ , CeO ₂
Ηλιακά πάνελ	Παγίδευση φωτός Συλογή φωτο-μεταφορών	CdS, CdSe, CdTe, ZnO, CuInSe ₂ , TiO ₂
Οθόνες αφής Αισθητήρες	Θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα	CNTs, graphene



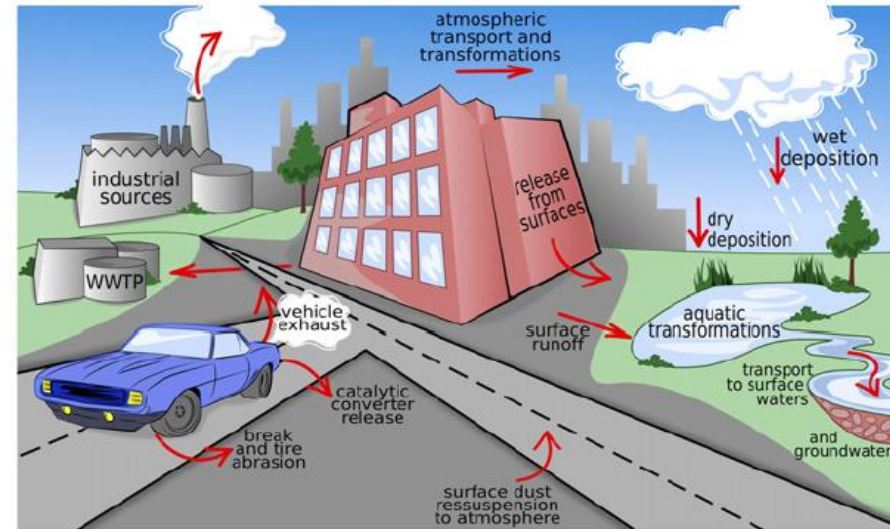
Πηγές διαφυγής ΝΣ

Πώς απελευθερώνονται ;



nanoMONITOR

- Χαλαρά δεσμευμένα ΝΣ σε επιφανειακές επιστρώσεις:
 - UV ακτινοβολία
 - Μηχανική καταστροφή
 - Απόπλυση
- Καιρικές συνθήκες, προκαλούν διάβρωση των ΝΣ που μπορεί να οδηγήσουν σε μεταφορά στον αέρα και τα νερά και εναπόθεση στο έδαφος, σε υδάτινες επιφάνειες κά.



- Sources and pathways of outdoor urban nanomaterials in the environment -

Source: Baalousha et al, *Sci.Tot. Env.* 557–558 (2016) 740–753

- **Θερμοκρασία**, ειδικά σε θερμές γεωγραφικές περιοχές, μπορεί να οδηγήσουν σε επιτάχυνση της φθοράς της βαφής, επαυξάνοντας την απελευθέρωση ΝΣ. **Ωστόσο δεν υπάρχουν μελέτες καταγραφής της επίπτωσης της θερμοκρασίας.**
- **Αστικές δομές**, πυκνοδομημένα υψηλά κτίρια, περιορίζουν την κυκλοφορία του αέρα και συνεπώς την διασπορά των ΝΣ,, αυξάνοντας περαιτέρω τις συγκεντρώσεις τους.



NanoMONITOR is part funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662



3

Απαντώμενες προκλήσεις στην παρακολούθηση ΝΣ



Δημερίδα LIFE και Πόλεις Αθήνα 11/04/2019

NanoMONITOR is partly funded by the European Commission Life+ with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

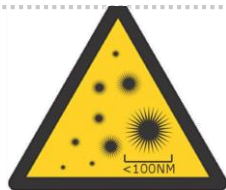


Απαντώμενες προκλήσεις στην παρακολούθηση ΝΣ

Προκλήσεις σχετικά με το αντικείμενο των μετρήσεων

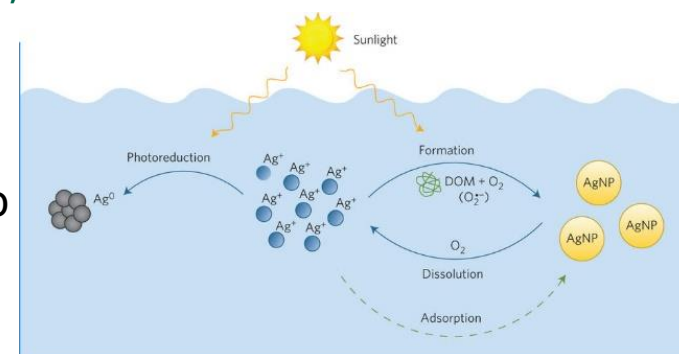
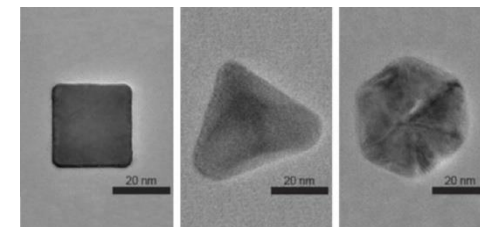


nanoMONITOR



Κατανόηση σχηματισμού νέων σωματιδίων σε αστικό περιβάλλον και ακριβής εκτίμηση αριθμού σωματιδίων και της αντίστοιχης έκθεσης

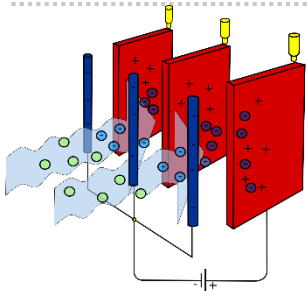
- Στην ατμόσφαιρα, τα ΝΣ προέρχονται από σημαντικό **αριθμό πηγών**, ωστόσο οι εκπομπές από τις οδικές μεταφορές συνήθως κυριαρχούν.
- Τα ΝΣ μπορούν να υπάρχουν ως **μοναδιαία ή συσσωματωμένα** σωματίδια.
- Τα ΝΣ μπορούν να κατασκευασθούν με διάφορα **σχήματα, επιστρώσεις και χαρακτηριστικά επιφανείας**.
- Τα ΝΣ μπορούν να υποστούν σημαντικό αριθμό **μετασχηματισμών** ανάλογα με τις ιδιότητες του ΝΣ και το τοπικό περιβάλλον.



Πρόκληση η πρόβλεψη της επίπτωσής τους στο περιβάλλον

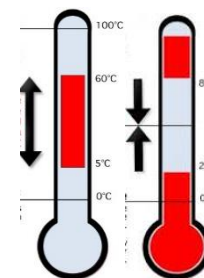


NanoMONITOR is partly funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662



Κύριες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι μετρητικές συσκευές:

- Να διασφαλίσουν την **επαναληψιμότητα** της μέτρησης και να εκτιμήσουν την **αβεβαιότητα**.
- **Ποιότητα δεδομένων** κατάλληλη για διάφορες εφαρμογές (π.χ. κανονιστικά πλαίσια, εκτιμήσεις έκθεσης, παρακολούθηση και εκπαίδευση).
- **Μακροχρόνια λειτουργία** χωρίς συστηματική παρουσία.
- Ανταπόκριση σε **διάφορες καιρικές συνθήκες**.
- Ασφαλή επίπεδα έκθεσης σε ΝΣ δεν έχουν προσδιορισθεί.



Απαιτούνται πρότυπες μέθοδοι για την μέτρηση των αερομεταφερόμενων ΝΜs



4

NanoMONITOR: Σχέδιο Δράσεων



NanoMonitor Stakeholders' day

Lancaster, 24th October, 2017

NanoMONITOR is partly funded by the European Commission Life+ with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662



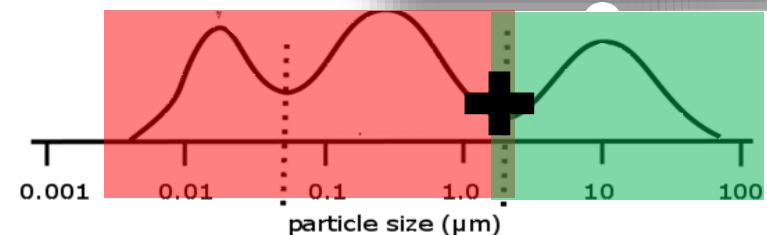
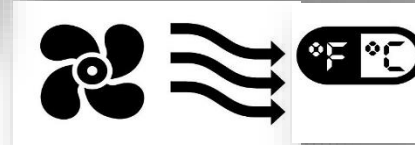
NanoMonitor Σχέδιο Δράσεων

Μετρούμενες Παράμετροι

- ✓ Συγκέντρωση αριθμού σωματιδίων < 300 nm
- ✓ Μέσο μέγεθος
- ✓ Επιφάνεια
- ✓ Ανάλυση χημικής σύστασης από δείγματα που λαμβάνονται από τα τρία φίλτρα
- ✓ Παρακολούθηση μετεωρολογικών παραμέτρων (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση..)
- ✓ GPS
- ✓ Συσκευή ψύξης(Peltier)
- ✓ Ασύρματη λειτουργία
- ✓ Διερεύνηση Hot spots (indoor/outdoor)
- ✓ Συμπλήρωση επισήμων σταθμών παρακολούθησης αέριας ρύπανσης



nanoMONITOR



NanoMONITOR is partly funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

Υπόβαθρο:

- Καθαρό περιβάλλον (ορεινές περιοχές)
- Απομονωμένες από αστική επίδραση

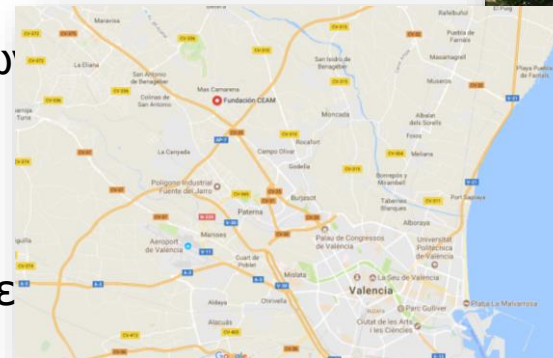


Αστικό-κυκλοφορίας:

- Περιφερειακή οδός Valencia (Highway)
- Σύνδεση με το λιμάνι

Περιαστική περιοχή (CEAM):

- Τεχνολογικό πάρκο/ Περιοχή κατοικιών
- Εγγύτητα σε αυτοκινητοδρόμους
- Εγγύτητα σε πάρκα και κήπους
- Υψηλή κυκλοφορία μόνο κατά τις ώρες αιχμής



NanoMonitor project plan

Generation of data - Hotspots



nanoMONITOR

Metro Valencia:

- Υπόγειο (2 επίπεδα)
- Υπέργειο σε κάποιες περιπτώσεις
- Μόνο 1 γραμμή με εξαναγκασμένο εξαερισμό 2 x ημέρα
- Επίδραση από fallas (πυροτεχνήματα, φωτιές κλπ.)



Alfafar Περιοχή:

- Αυτοκινητόδρομοι
- Εμπορικά κέντρα (IKEA, Media Market, Bauhaus,...)
- Δημόσιες μεταφορές
- Βιομηχανικό πάρκο

Alcora περίχωρα:

- +600 βιομηχανίες κεραμικών (Porcelanosa, Keraben, Torrecid...)
- Υψηλοί φόρτοι βαρέων οχημάτων
- Κόκκινη σκόνη επικαλύπτει την περιοχή
- Ορεινό περιβάλλον



NanoMONITOR is part funded by the European Commission grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

NanoMonitor project plan

Generation of data - Hotspots



nanoMONITOR



NanoMONITOR is part funded by the European Commission Life+ with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

NanoMonitor project plan

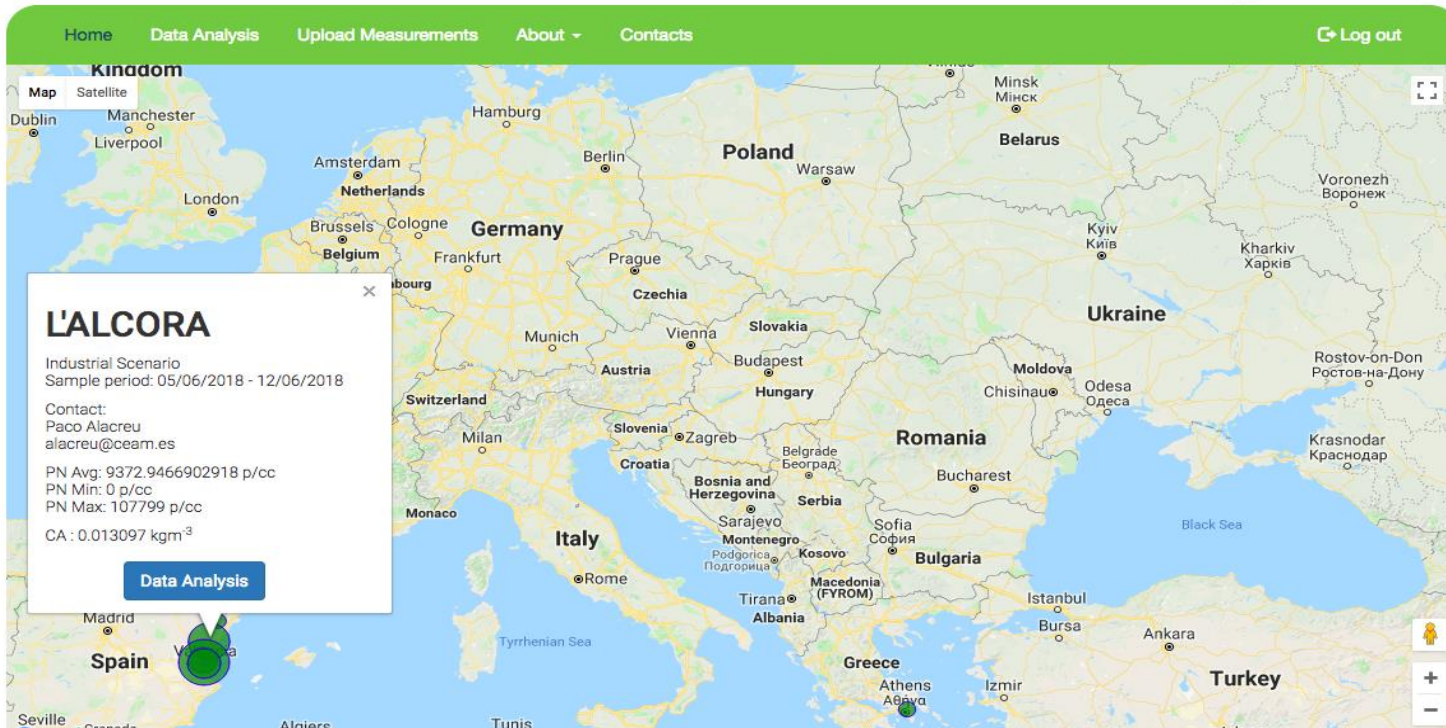
Generation of data - Hotspots



nanoMONITOR



You are logged in as nanomonitor

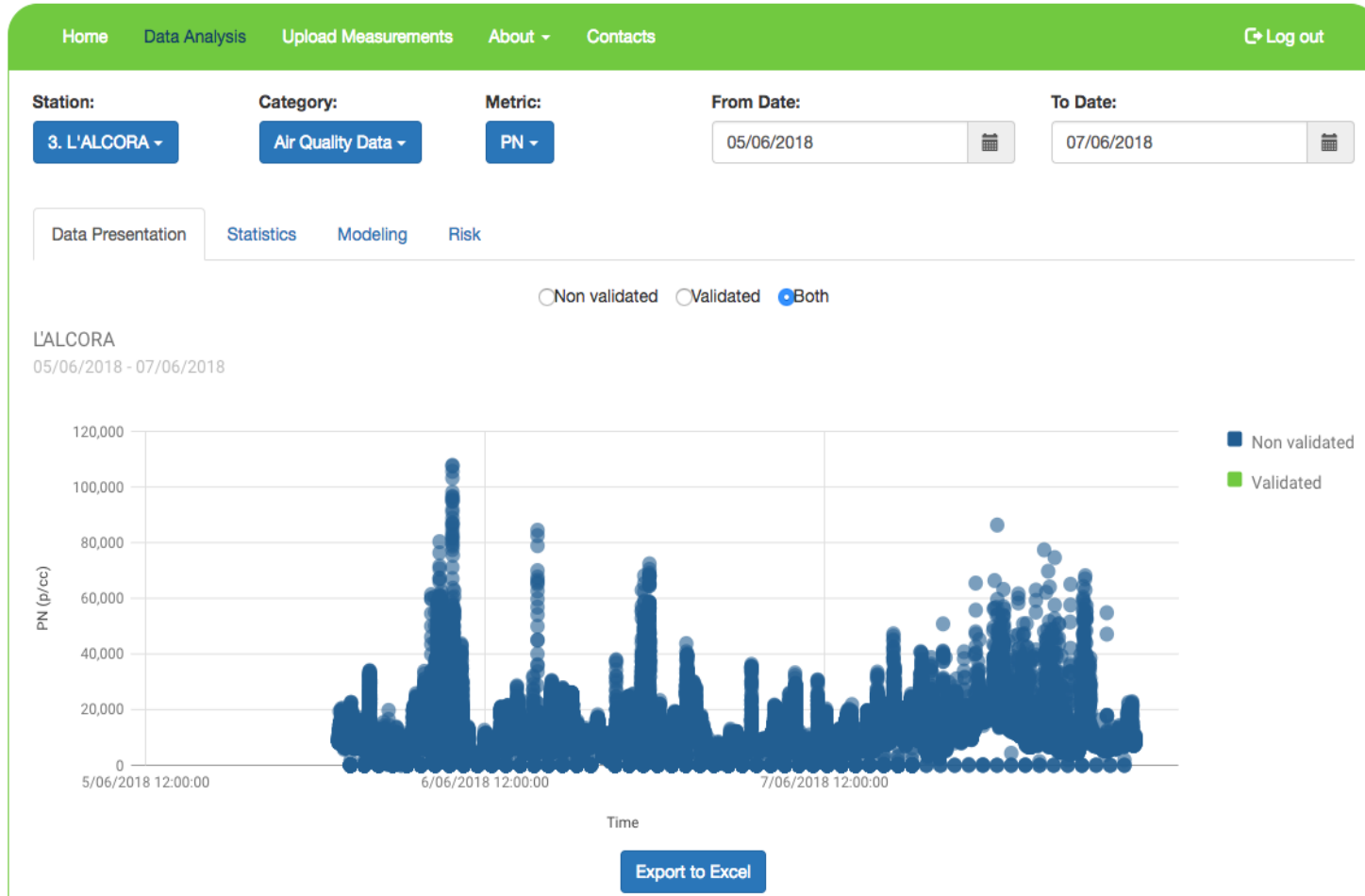


NanoMONITOR is part funded by the European Commission Life+ with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

NanoMonitor project plan

Generation of data - Hotspots

You are logged in as nanomonitor



NanoMonitor project plan

Generation of data - Hotspots



You are logged in as nanomonitor

Home Data Analysis Upload Measurements About - Contacts Log out

Station: 3. L'ALCORA Category: Air Quality Data Metric: PN From Date: 05/06/2018 To Date: 07/06/2018

Data Presentation Statistics Modeling Risk

Station ID	Location	Period	Metric	Unit	Statistic	Value
3	L'ALCORA	05/06/2018 - 07/06/2018	PN	p/cc	Min	0.00000
3	L'ALCORA	05/06/2018 - 07/06/2018	PN	p/cc	Max	107799.00000
3	L'ALCORA	05/06/2018 - 07/06/2018	PN	p/cc	Average	8368.63085
3	L'ALCORA	05/06/2018 - 07/06/2018	PN	p/cc	Variance	39696788.84583
3	L'ALCORA	05/06/2018 - 07/06/2018	PN	p/cc	Standard deviation	6300.53877

Export to Excel



This project is part funded by the European Commission Life+ with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662



NanoMONITOR is part funded by the European Commission Life+ with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

Thank you for your attention!



Διημερίδα LIFE και Πόλεις

Αθήνα 11/04/2019

NanoMONITOR is part funded by the European Commission Life with grant agreement LIFE14 ENV/ES/000662

