

ICARUS

Integrated Climate forcing and Air pollution Reduction in Urban Systems

PM exposure using portable sensor data and human respiratory tract deposition modelling

D.A. Sarigiannis^{1,2,3}, S. Karakitsios^{1,2}, D. Chapizanis^{1,2}, I. Petridis^{1,2}

¹ Aristotle University of Thessaloniki, Department of Chemical Engineering, Environmental Engineering Laboratory, University Campus, Thessaloniki 54124, Greece

² HERACLES Research Center on the Exposome and Health, Center for Interdisciplinary Research and Innovation, Balkan Center, Bldg. B, 10th km Thessaloniki-Thermi Road, 57001, Greece

³ University School for Advanced Study (IUSS), Science, Technology and Society Department, Environmental Health Engineering, Piazza della Vittoria 15, Pavia 27100, Italy

- ✓ **Sensor campaigns** completed (Winter and Summer) in Athens, Basel, Brno, Ljubljana Madrid and Milan
- ✓ QA/QC
- ✓ Data analysis
- ✓ Individual exposure assessment
- ✓ Report/feedback to/from the participants (translated in all the country languages)

CRITERIA TO BE
EXAMINED

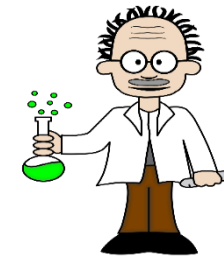
- Parameters measured
- Portability
- Reliability of captured data
- Cost
- Data collection and transfer protocols / GDPR

EXPERIENCE

- Unobtrusive to the wearer
- User-friendliness

ENGAGEMENT

- Citizens become aware of the effects of their lifestyle choices





Garmin Vivosmart 3

Steps/Distance,
Intensity of activity,
Heart rate,
Stress levels

wear it always



Silicone wristband

Passive sampler
Organic Chemicals

wear it always



ICARUS PM sensor

PM1, PM2.5, PM10,
Coordinates,
Temperature,
Humidity

*wear it when in transit – attached to belt or arm/bag
– not noisy*

uHoo static sensor

CO, CO₂, VOCs, PM2.5, O₃, NO₂,
Temperature,
Humidity,
Air pressure

Place it, forget it – not noisy





PM1, PM2.5, PM10, Temperature, Humidity, GPS

Dimensions: 11.7 x 6 x 2.7 cm / Weight: 195 gr / Battery: 8 hours (micro USB port)

Questionnaires for participants/households:

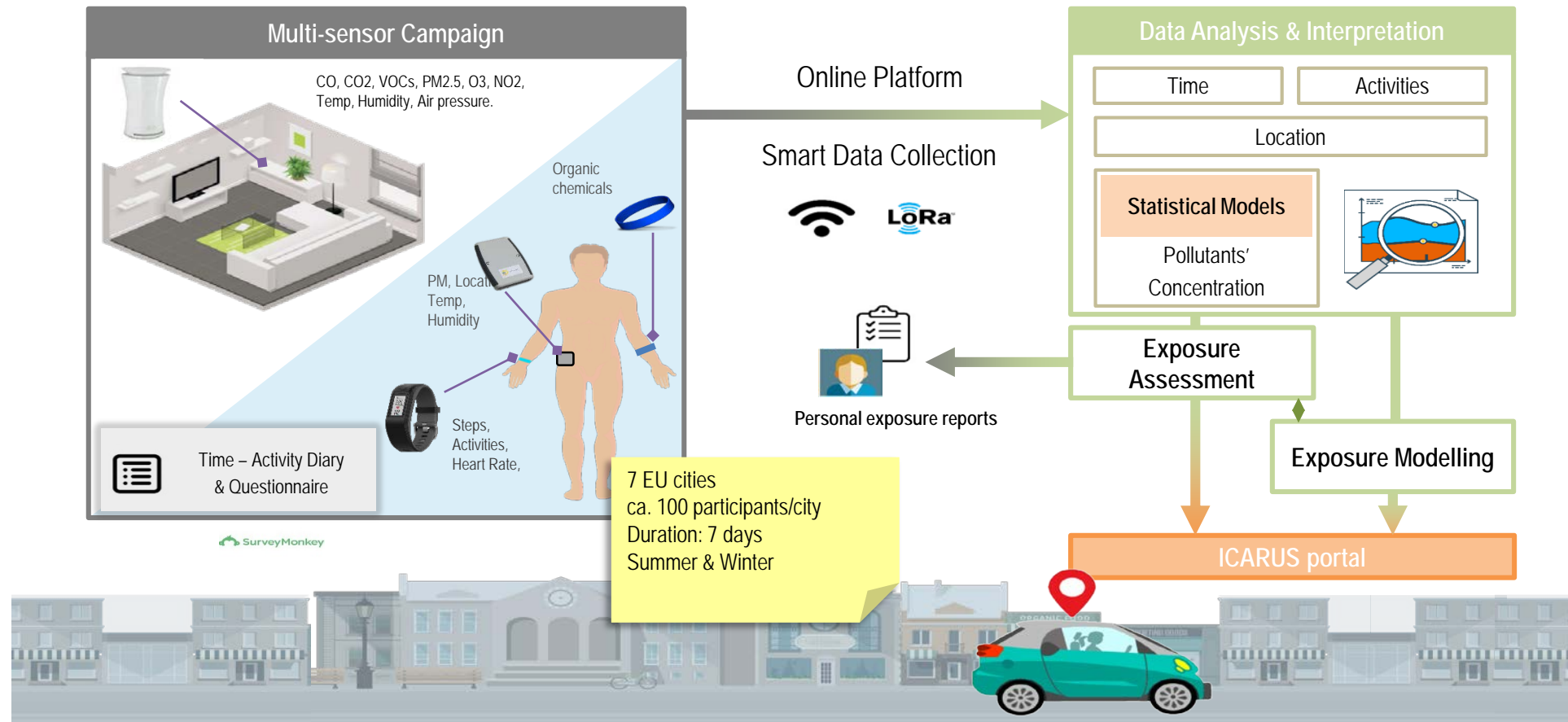
- Sociodemographic
- Time-location patterns
- Medical history
- Type of dwelling
- Living habits (cooking, cleaning, ventilating, pets, pollution sources etc.)



Questionnaires & Time Activity Diary



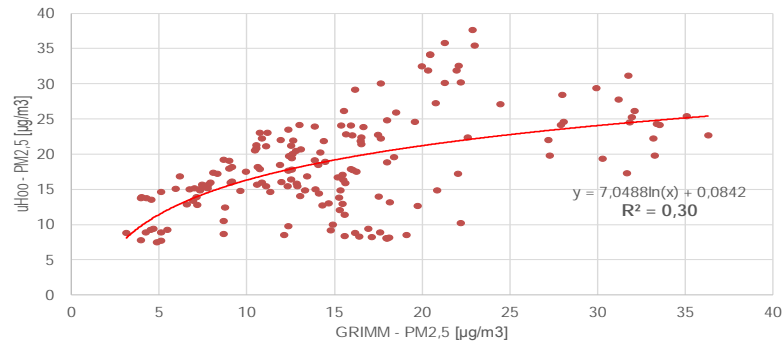
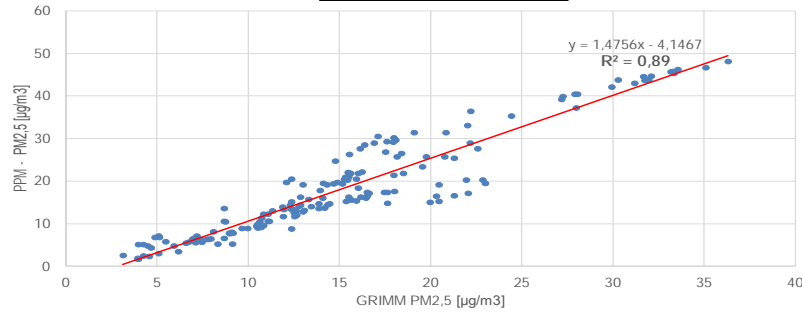
ID udeleženca:	Cas	V prostoru			Na prostem			Način prevozanja						Aktivnost														
		Dom	Pisarna	Oslobo	Dom (20)	Šola/ba	Oslobo	Avto/bus	Avto	Motorna kolo	Kolo	Peš	Oslobo	Prevož	Spajanje	Igra	Šport	Kuharje	Kopanje	Čiščenje	Delo	Šola	Odprta obila	AC Ventilator	Kamini	Tak	Drugi šport	
☐ Ponedeljek	0:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
☐ Torek	1:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
☐ Sreda	2:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
☐ Četrtek	3:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
☐ Petek	4:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
☐ Sobota	5:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
☐ Nedelja	6:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	7:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Datum:	8:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	9:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	10:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	11:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	12:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	13:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	14:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	15:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	16:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	17:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	18:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	19:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	20:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	21:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	22:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	23:00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○



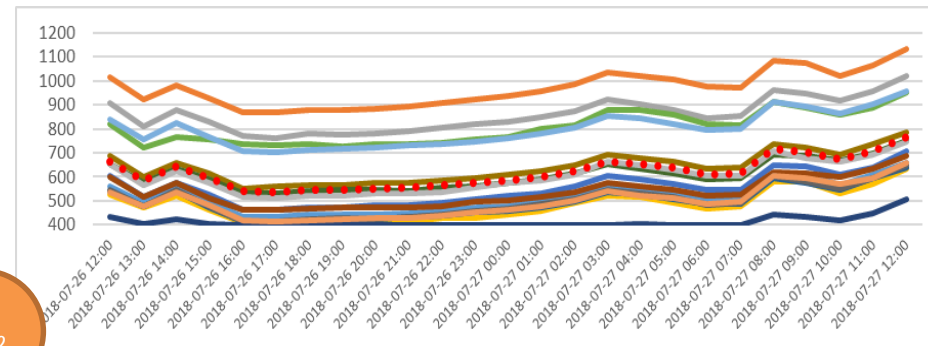
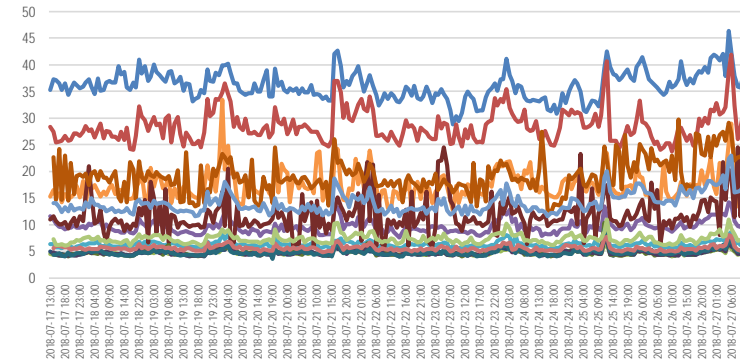
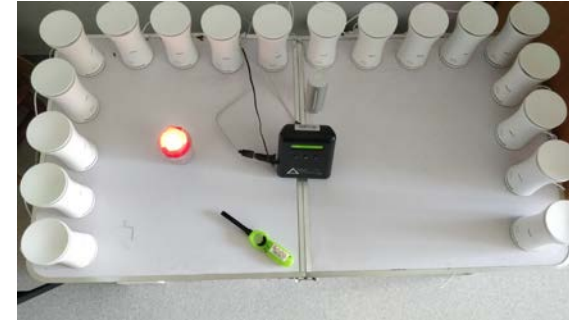
- **Exposure assessment at individual level** (*location, activity, AQ in microenvironment*)
- **Support/validation of models**(Agent Based Modelling)
- **User experience**

PM
2,5

Evaluation



Validation



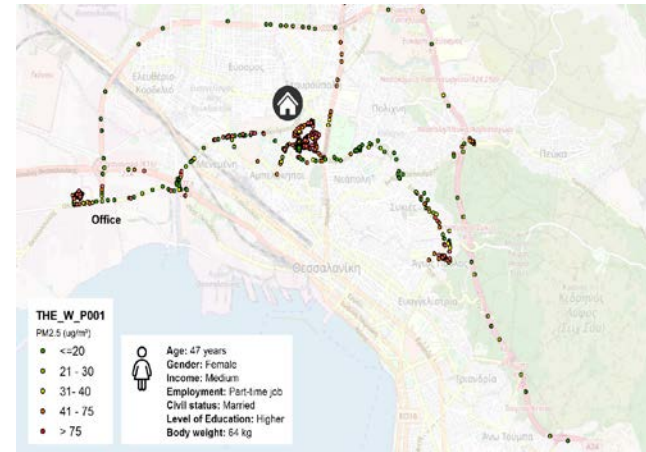
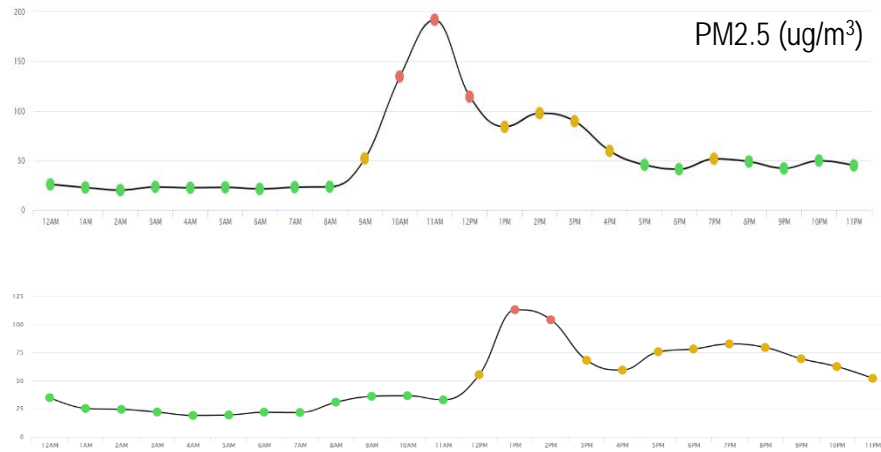
CO₂

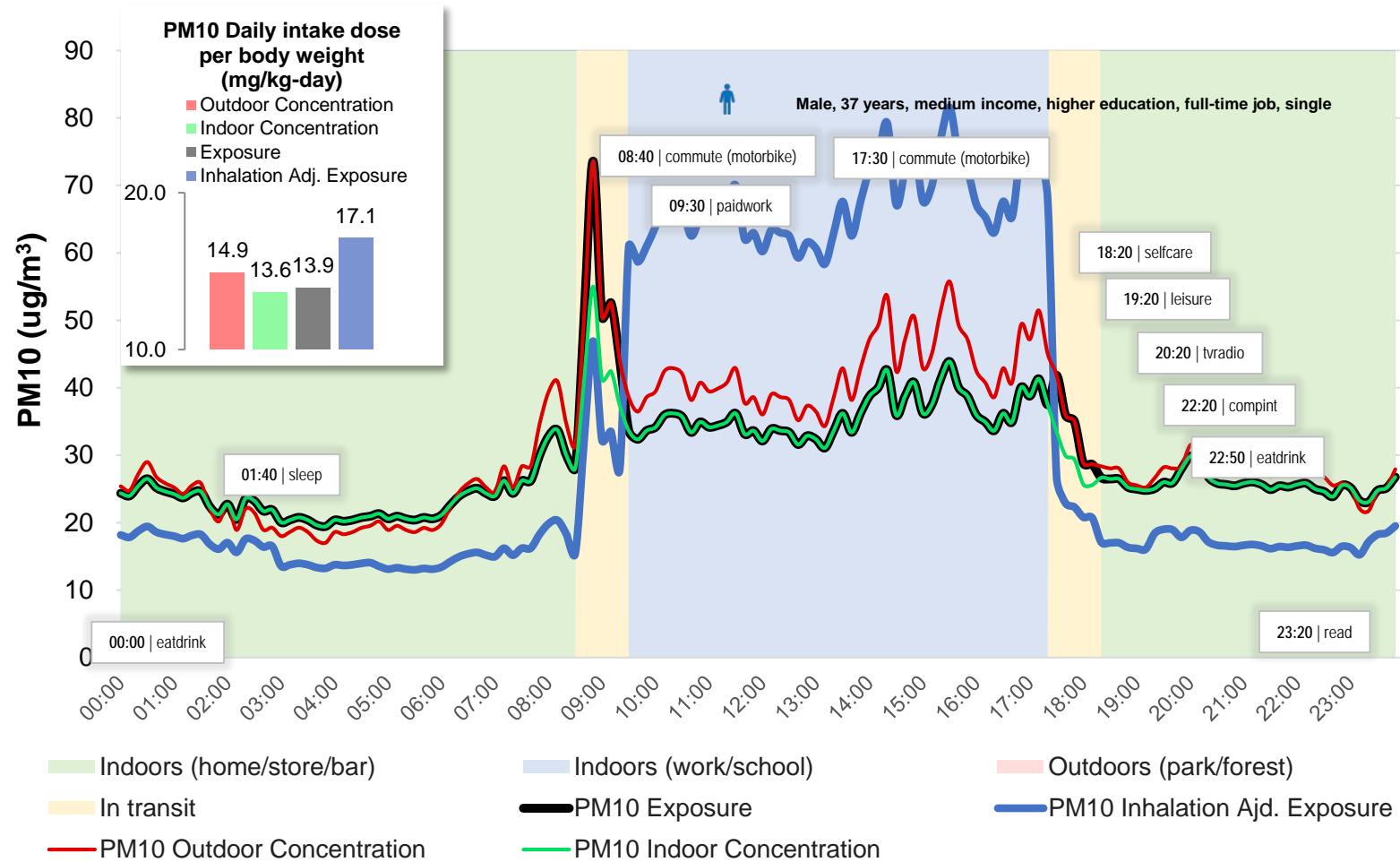
Place	Settings	Duration (h)	LR			NLR			MLR			MLR_RV			ANN		
			PM1	PM2.5	PM10	PM1	PM2.5	PM10	PM1	PM2.5	PM10	PM1	PM2.5	PM10	PM1	PM2.5	PM10
Lab	Laboratory Conditions	24	0.79	0.75	0.71	0.84	0.82	0.81	0.83	0.81	0.80	0.86	0.85	0.84	0.87	0.85	0.85
	Closed Windows / AC Off	17	0.84	0.81	0.70	0.89	0.86	0.86	0.85	0.83	0.80	0.95	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96
	Closed Windows / AC On	24	0.85	0.83	0.79	0.92	0.92	0.90	0.89	0.89	0.88	0.96	0.96	0.95	0.97	0.97	0.97
	Open Windows / AC Off	24	0.86	0.84	0.67	0.90	0.90	0.86	0.88	0.83	0.67	0.96	0.95	0.91	0.97	0.96	0.94
	Closed Windows - Battery Low	6	0.52	0.53	0.45	0.58	0.60	0.56	0.63	0.75	0.77	0.78	0.87	0.90	0.84	0.91	0.91
	Mixed - Fri/Sat/Sun	72	0.85	0.86	0.77	0.91	0.89	0.83	0.88	0.86	0.78	0.95	0.93	0.87	0.97	0.96	0.90
	Office	Closed Windows / AC On	24	0.85	0.84	0.47	0.91	0.88	0.64	0.92	0.88	0.62	0.97	0.96	0.80	0.97	0.97
Open Windows / AC On		10	0.70	0.56	0.19	0.74	0.62	0.20	0.67	0.60	0.37	0.84	0.77	0.68	0.89	0.79	0.65
Open Windows / AC Off		11	0.81	0.78	0.72	0.85	0.83	0.81	0.84	0.83	0.80	0.86	0.84	0.82	0.86	0.86	0.85
Living Room	Open Windows / Fan Off	18	0.86	0.84	0.71	0.90	0.89	0.80	0.90	0.89	0.78	0.97	0.95	0.87	0.97	0.96	0.89
Room	Open Windows / Fan On	12	0.88	0.86	0.70	0.92	0.90	0.80	0.92	0.91	0.88	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97
	Closed Windows / Fan On	12	0.87	0.83	0.77	0.91	0.88	0.85	0.91	0.89	0.82	0.96	0.96	0.92	0.96	0.97	0.94
	Closed Windows / Fan Off	12	0.81	0.68	0.37	0.85	0.77	0.49	0.85	0.73	0.46	0.93	0.82	0.56	0.94	0.86	0.68

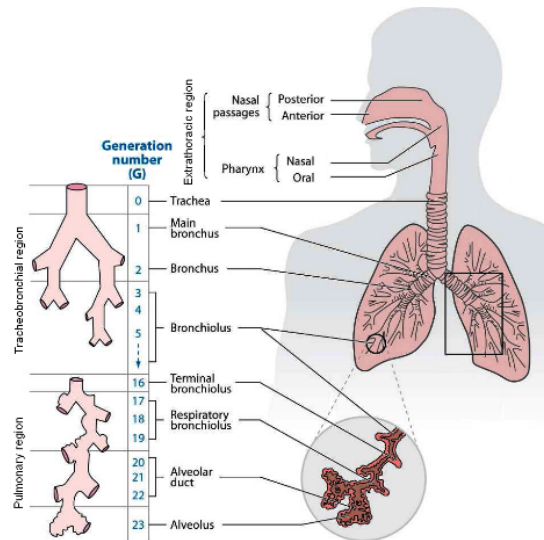
- Test device under diverse environmental conditions prior deployment
- Include additional environmental parameters that influence concentration
- Properly interpret the physicochemical phenomena and use the right statistical tools



- Increased values of pollutants linked to a few short-term daily events (e.g. cooking, heating)
- *Trajectory* of the participant in the city during a day







Multiple Path Particle Deposition Model: Tidal Volume, Functional Residual Capacity, URT volume and Breathing Frequency as inputs

Major:

- Diffusion
- Sedimentation
- Inertial Impaction

Minor:

- Interception
- Electrostatic

Aerosol property

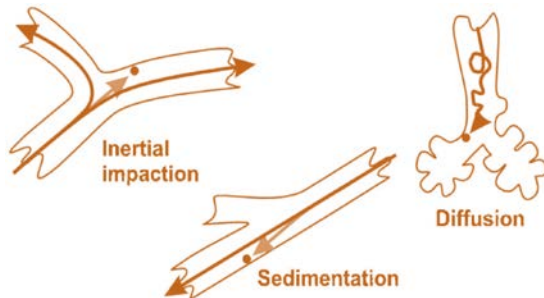
- Size distribution
- Concentration
- Particle hygroscopicity
- Gas-particle interaction
- Chemical reaction
- Particle surface

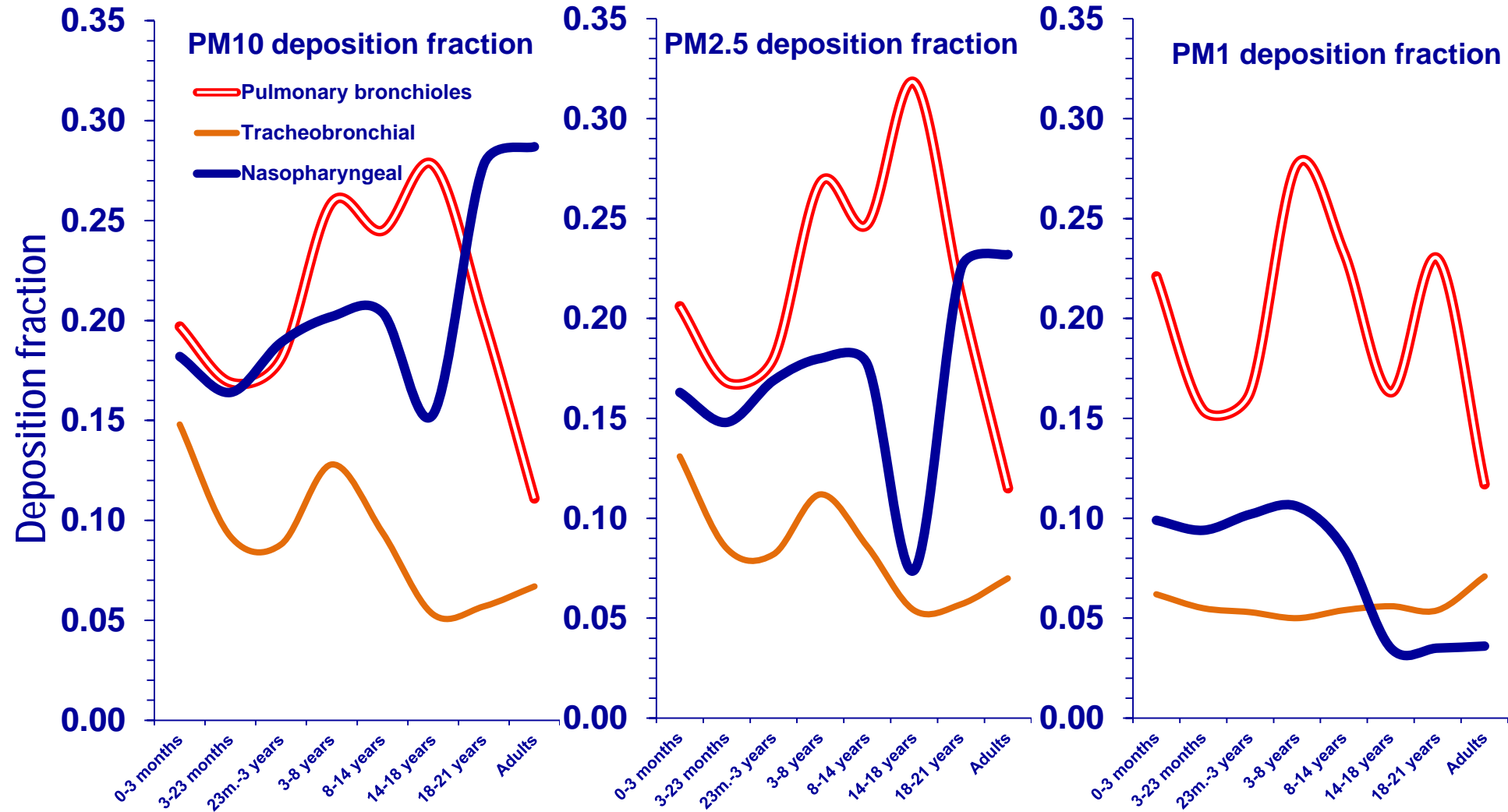
Air Flow property

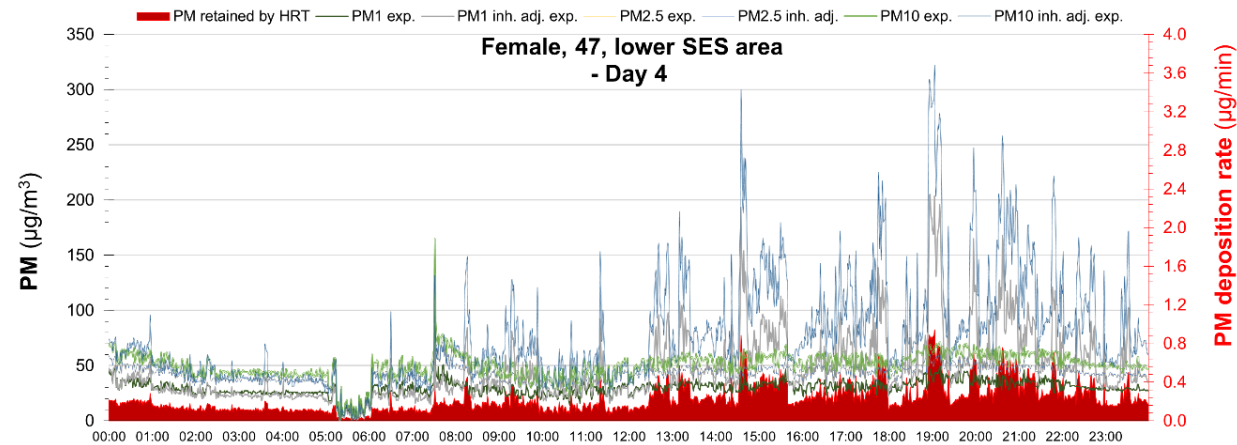
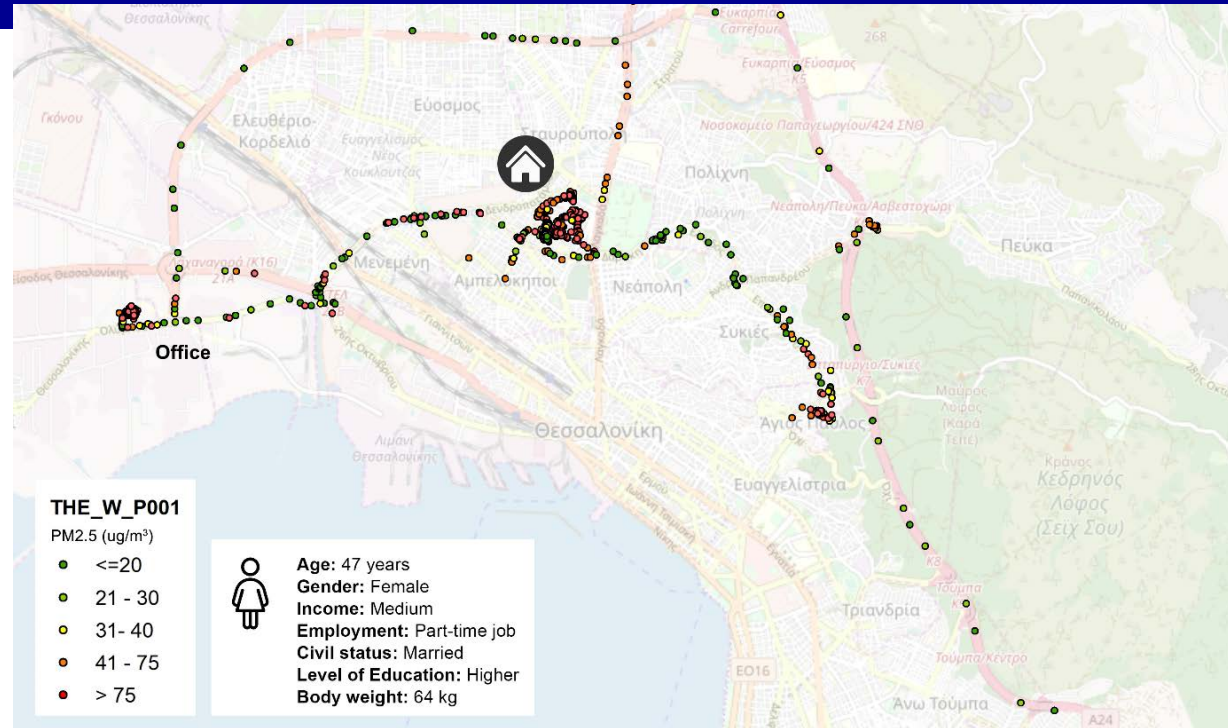
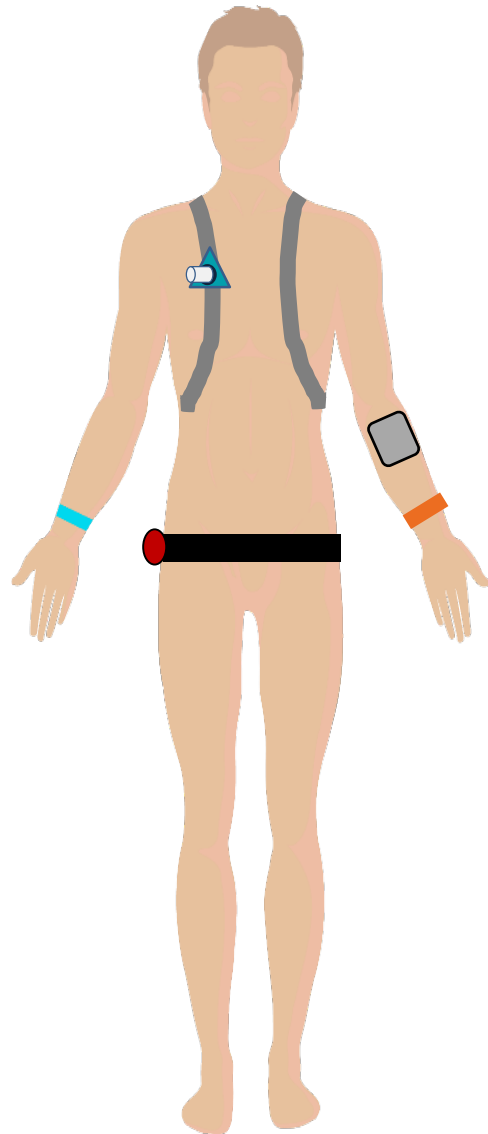
- Lung capacity
- Breathing frequency

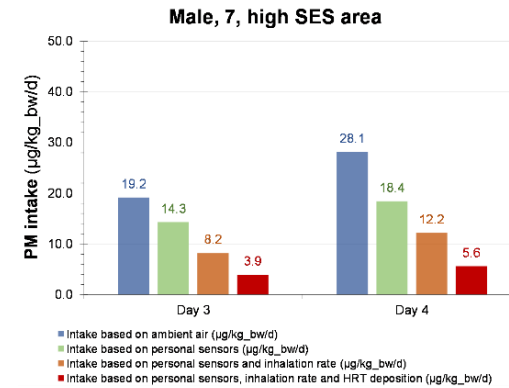
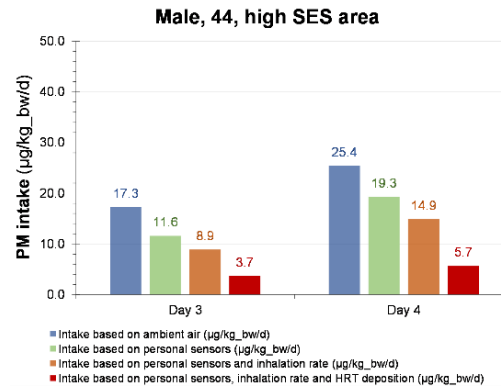
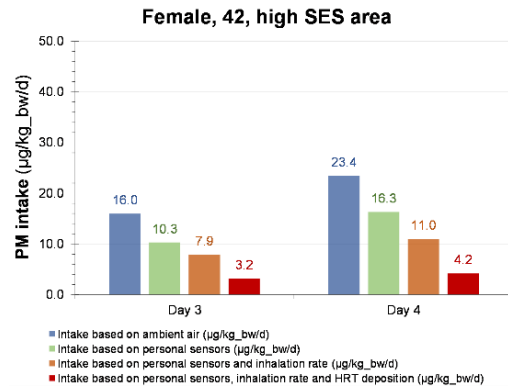
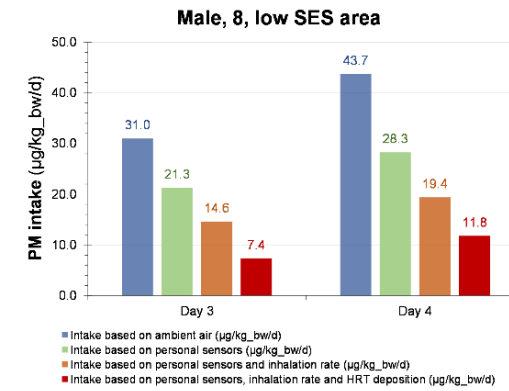
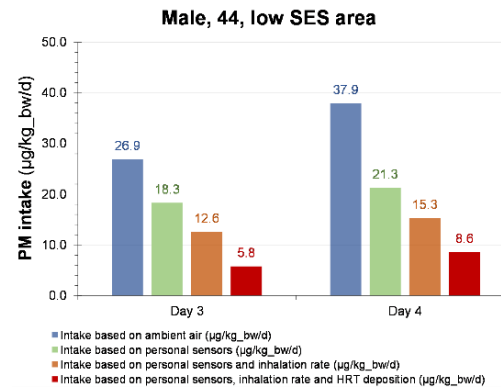
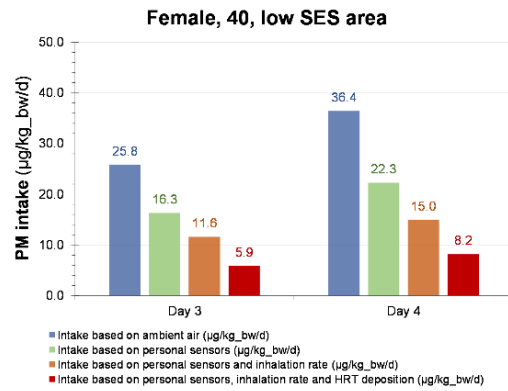
Respiratory tract

- Lung structure and morphology









**Thank you very much
for your kind attention!**

<http://icarus2020.eu/>