

Szacowanie ryzyka chorób sercowo-naczyniowych za pomocą nowego wskaźnika 'ePM-years index'



**III Spotkanie Krajowego Programu Współpracy
Serwisu Monitoringu Atmosfery Copernicus**

Warszawa, 23.10.2024

Łukasz Kuźma

Klinika Kardiologii Inwazyjnej

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

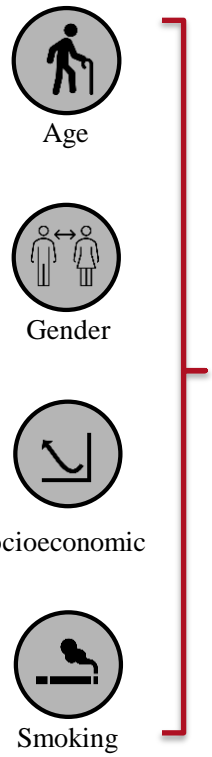
Ekspozom

8.1 million global deaths

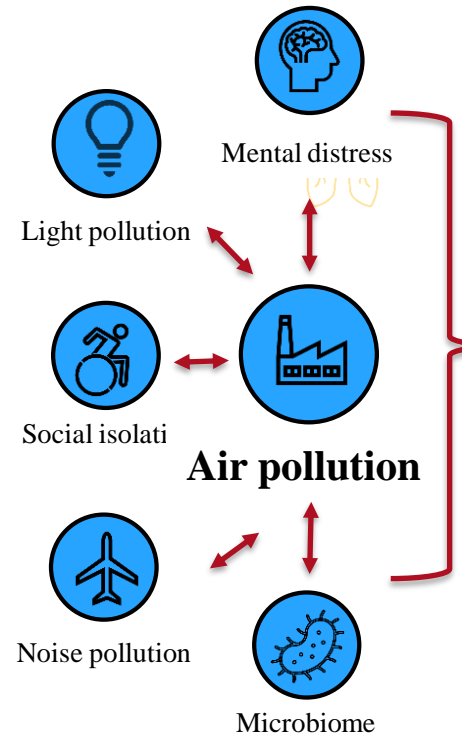
58% from PM_{2.5}

Global risk factors:

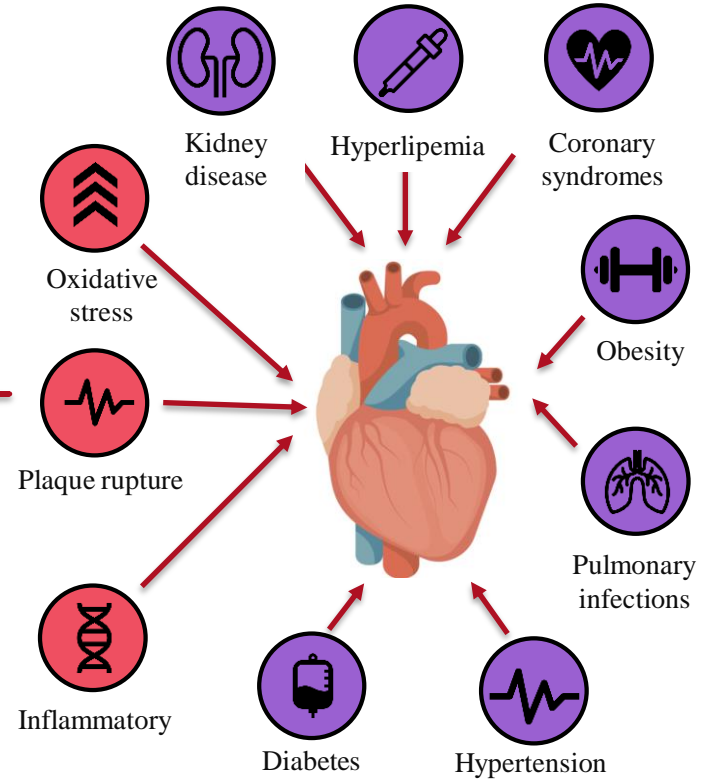
1. Hypertension
2. Air pollution
3. Tobacco
4. Diet
5. Diabetes



SES-Gene-Environment interactions



Direct & indirect impact



Naszym celem jest stworzenie prostego wskaźnika do oceny narażenia na ekspozom

'*ePM-years index*' będzie oferował:

- reklasyfikację ryzyka CVD i identyfikację kohort wysokiego ryzyka,
- możliwość jego integracji do modeli prewencji CVD,
- pokazanie strat zdrowotnych związanych z ekspozomem

'ePM-years index' I

Jak obliczać nasz wskaźnik?

$$\text{'ePM-years index'} = \max \left(\frac{1}{c_w} \sum_{i=1}^N c_i - t, 0 \right)$$

c_i : średnie roczne stężenie dla i-tego roku obserwacji

Σ : suma średnich rocznych stężeń od pierwszego do N-tego roku obserwacji

c_w : roczna norma stężenia $PM_{2.5}$ wg Światowej Organizacji Zdrowia (WHO)

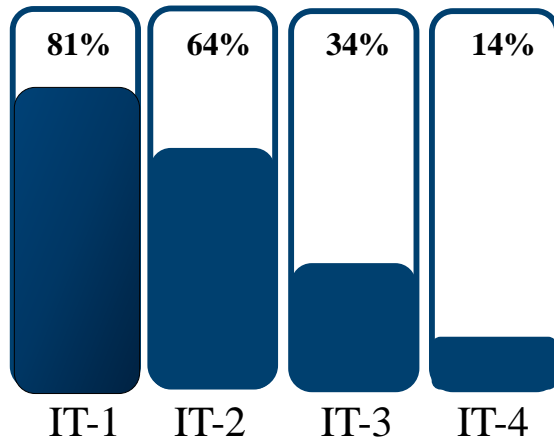
t : czas obserwacji (lata)

31.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ średnie globalne stężenie

Figura 1.

Odsetek krajów spełniających normy WHO Interim :

IT-1 (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
IT-2 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
IT-3 (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
IT-4 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Wskaźnik '**ePM-years index**' jest stworzony do oceny długo-terminowego narażenia na $PM_{2.5}$ i jego skumulowanego wpływu na zdrowie.

'**ePM-years index**' wypełnia lukę badawczą poprzez:

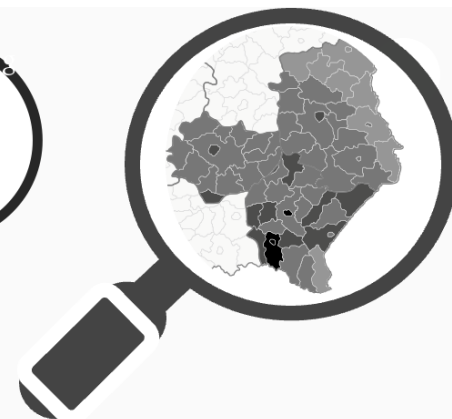
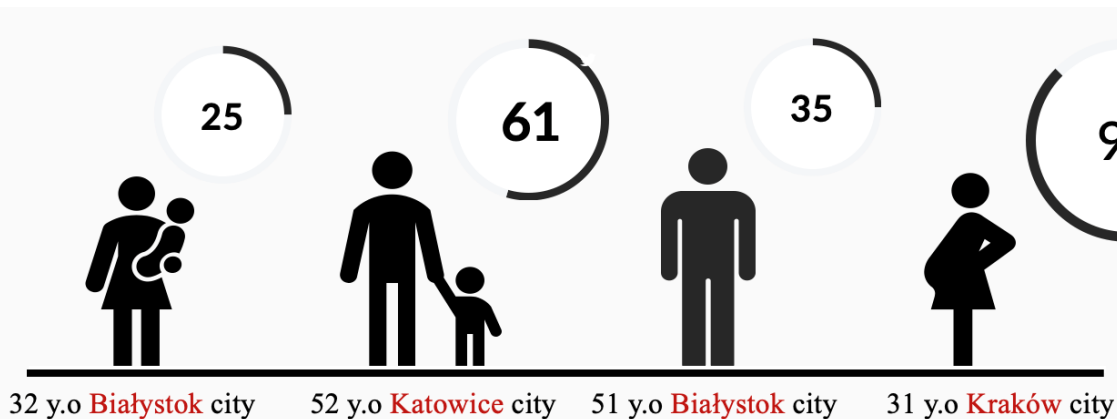
- ✓ Skumulowane narażenie
- ✓ Powiązanie ze zdrowiem
- ✓ Wspieranie polityk zdrowotnych

Wskaźnik 'ePM-years index' można szacować dla jednostek lub określonych obszarów

‘ePM-years index’ II

Co umożliwia:

- ✓ Reklasyfikacje ryzyka CVD, identyfikacje kohort wysokiego ryzyka
- ✓ Dostarcza więcej informacji o osobach z „pośrednim” ryzykiem → decyzje
- ✓ Umożliwia modyfikację intensywności monitorowania lub wczesnych strategii prewencyjnych
- ✓ Wspiera podejmowanie decyzji dotyczących dysponowania środkami zdrowia publicznego
- ✓ Dostarcza informacji dla firm ubezpieczeniowych na temat ryzyka zdrowotnego pacjentów

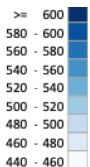
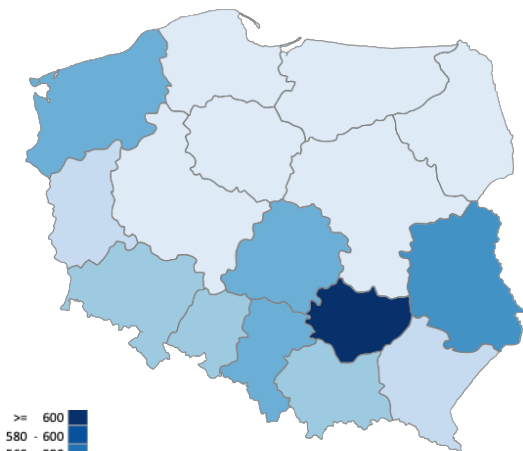


Wyniki I

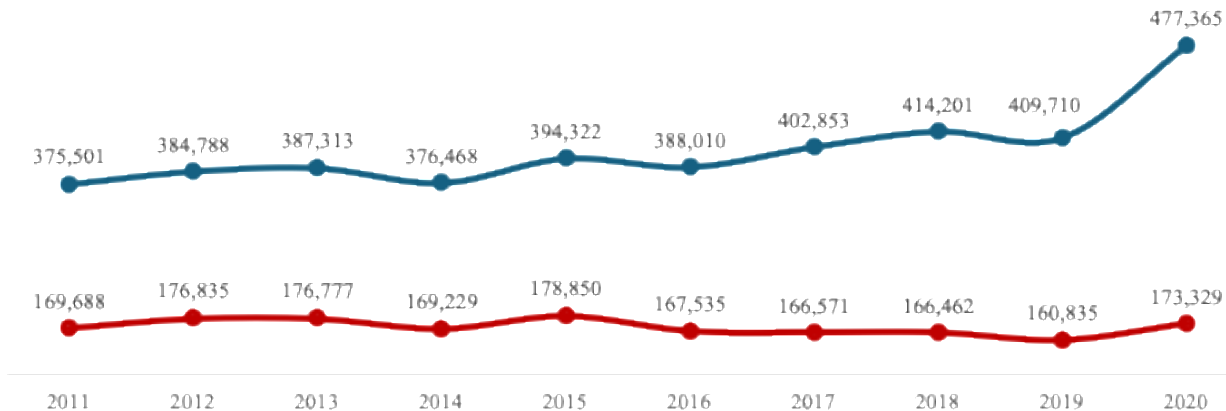
Dane dotyczące umieralności i zachorowalności w Polsce w latach 2011-2020 oraz dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza w latach 2000-2024

W latach **2011-20** odnotowano **4 010 531** zgonów, z czego **1 706 111** (42,5%) związanych było z CVD

Głównymi przyczynami CVD były: choroba niedokrwienna serca (I21-I25) - 25,47% (**434 573**), niewydolność serca (I50) - 22,22% (**379 144**), miażdżyca (I70) - 18,60% (**317 253**), udar mózgu (I63-64) - 16,19% (**276 260**)



Standardized mortality rate for cardiovascular deaths



CVD (%)	45.2	46.0	45.6	45	45.4	43.2	41.3	40.2	39.3	36.3
Age (y.)	71.7	72.1	72.5	72.7	72.3	73.3	73.7	73.9	73.9	74.4
Female (%)	53.3	53.1	53.5	53.5	53.8	53.9	54	54.2	53.3	53.3

Wyniki II

Short term exposure

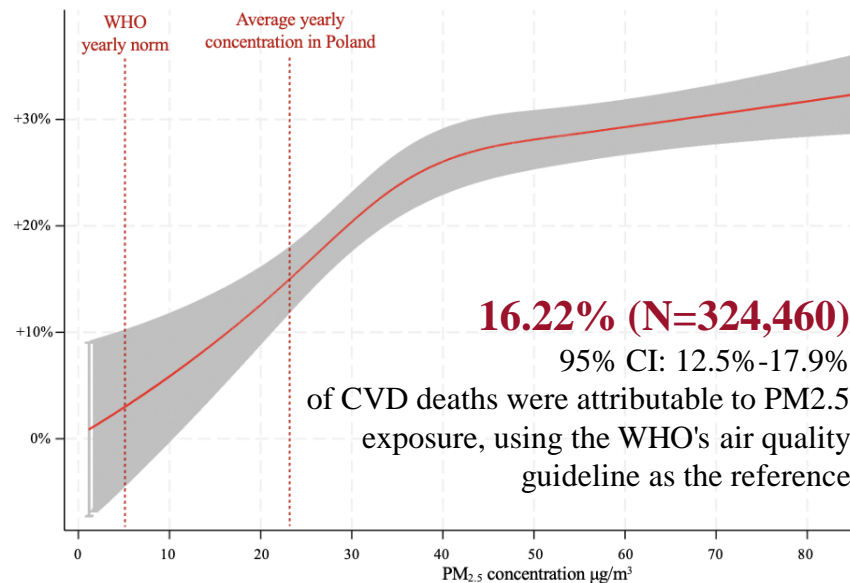
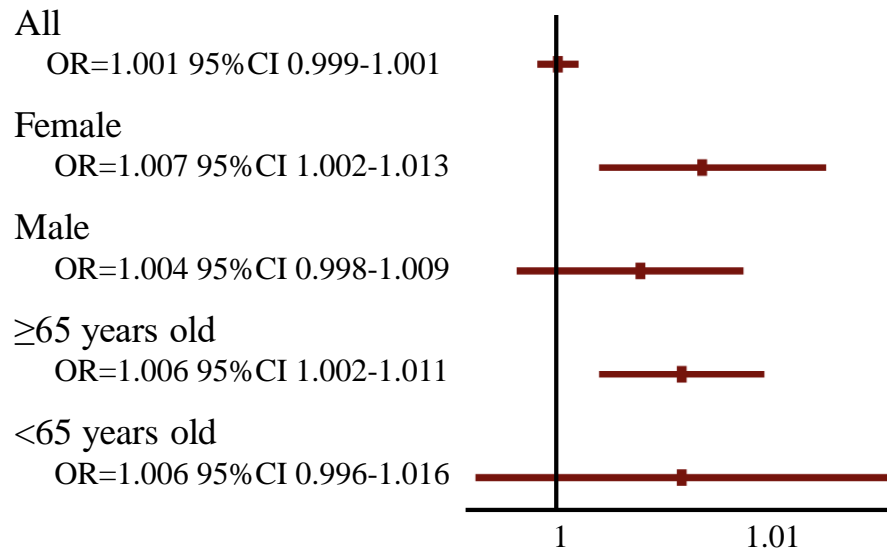


Figure 2. Association of PM_{2.5} exposure at LAG₀₋₁ with CVD mortality

Każdy wzrost stężenia PM_{2.5} o **10 µg/m³** wiąże się ze **wzrostem ryzyka zgonu z powodu CVD** nawet o 0,5%.

Ten wpływ był bardziej zauważalny wśród kobiet i osób starszych.

Wyniki III

'ePM-years index'

Mod. 1: 'ePM-years index'+SES

OR=1.022 95% CI 1.002-1.043

Mod. 2: Mod. 1 + weather conditons*

OR=1.024 95% CI 1.004-1.046

Mod. 3: Mod. 2 + prevalence of classical risk factors**

OR=1.026 95% CI 1.005-1.049

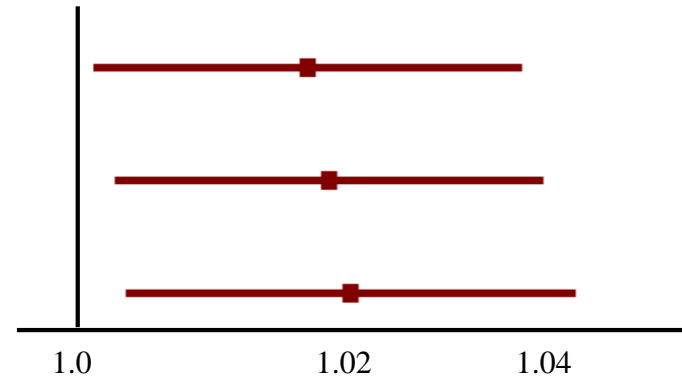


Figure. Association of 'ePM-years index' with CVD mortality

* Including long-term temperature, humidity, and atmospheric pressure

** Including standardized rates for the prevalence of diabetes mellitus, hypertension, end-stage renal failure, and obesity

Każdy wzrost o 10 jednostek skumulowanego narażenia na 'ePM-years index' wiąże się z nawet **2,6%** zwiększonym ryzykiem zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych.

Analysis of an effect of 'ePM-years Index' on heart failure mortality in Poland (EP-PARTICLES study)

Łukasz Kuźma¹, Michał Świączkowski¹, Anna Kurasz¹, Piotr Jemielita¹, Sławomir Dobrzycki¹, Gregory Y. H. Lip²

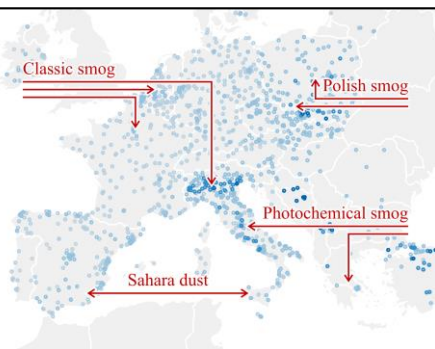
¹Department of Invasive Cardiology, Medical University of Białystok, Białystok, Poland

²Liverpool Centre for Cardiovascular Science at University of Liverpool, Liverpool John Moores University and Liverpool Heart & Chest Hospital, Liverpool, UK

Purpose: To analyze the long-term predictive performance of the 'ePM-years index' on mortality due to heart failure in Poland

Airpocalypse:

800,000 excess deaths in Europe per year, Poland is one of the most polluted countries 50,000 excess deaths yearly due to **Polish smog**.



$$\text{'ePM-years Index'} = \max \left(\frac{1}{c_w} \sum_{i=1}^N c_i - t, 0 \right)$$

c_i : mean yearly concentration for the i -th year of observation

\sum :the sum of mean yearly concentrations from the first to the N -th year of observation.

c_w : WHO annual norm for $PM_{2.5}$ concentration.

t : age or time of observation in years.

Methods:

- The data included information on gender, age, cause [according to ICD-10] codes, and place of death (municipality code - LAU -2).
- $PM_{2.5}$ concentration to calculate 'ePM-years Index' were obtained in partnership with the Institute of Environmental Protection – National Research Institute, we employed the GEM-AQ model for additional estimations.
- Levels of air pollutants were calculated using municipality resolution grids. In final analysis we use I50.XX ICD-10 codes for determine the HF death and zip codes of residence to connect individual exposure and outcomes.
- The results are presented as **hazard ratio (HR)** and **95% confidence intervals (CI)** per increase in 10 'ePM-years Index'.

Results:

- We recorded all-cause **4,011,1222** deaths / CVD related deaths were **1,705,751 (34%)**
- **379,144** deaths were recorded due to exacerbation do HF
- Mean age **78.3** [Median 81 (1Q=71- 3Q=87)], Female in **53.7%** (N=203,602)

Every 10 'ePM-years' index exposure \rightarrow Almost **4%** increase risk od death due to HF
(HR 1.037, 95%CI 1.003-1.112, $p < 0.001$)

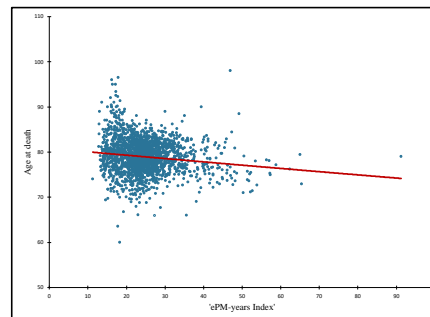


Fig 1. Correlation between 'ePM-years Index' exposure and age at deaths

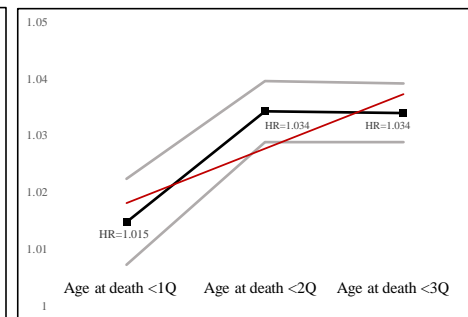


Fig 2. Differences in 'ePM-years Index' impact depend age at deaths

Clinical implications:

The 'ePM-years Index'

- is an independent predictor of HF mortality.
- can be used as a tool for risk stratification for patients
- can be incorporated into prediction models to improve efficacy in primary & secondary prevention

Kohorta AF-CAD

2007



2016

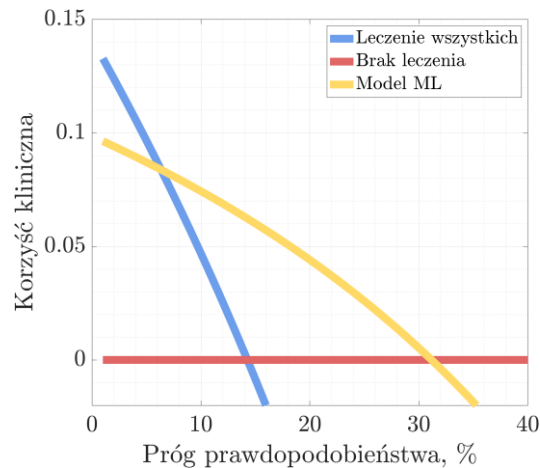
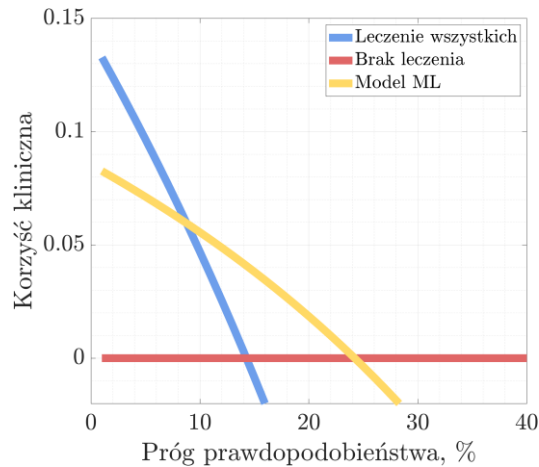
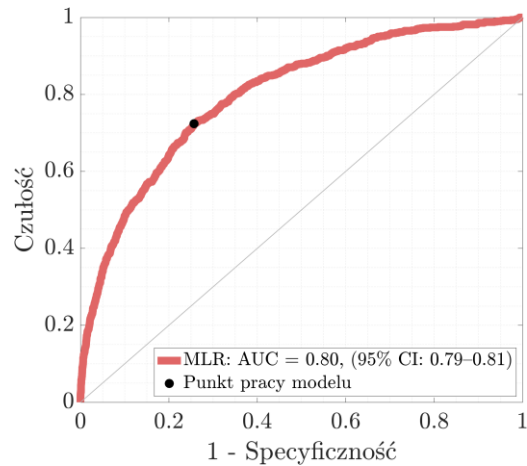
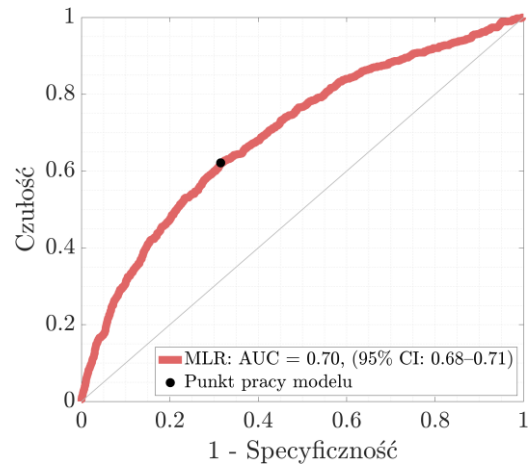
6935 pacjentów kierowanych na **planową angiografię tętnic wieńcowych** z dynamicznym oknem obserwacji, mediana 3140 dni (2377–4170)

- Analizie poddano *dane demograficzne, choroby towarzyszące*, parametry *biochemiczne* oraz zastosowane terapie.
- Wyściowe ryzyko S-N oszacowano przy pomocy Framingham CVD Risk Score
- W analizie wykorzystano autorską ideę wskaźnika „**Pyło-lata**” jako wskaźnika skumulowanej ekspozycji w czasie na zanieczyszczenie powietrza.
- Punkt końcowy obejmował zgon sercowo-naczyniowy.
- Wykorzystano metodę **Monte Carlo** (1000 powtórzeń), do wyboru **najistotniejszych predyktorów** oraz **techniki uczenia maszynowego** (wielokrotną regresję logistyczną) w celu przeprowadzenia analizy klasyfikacyjnej.

Charakterystyka kohorty badawczej (na czerwono zaznaczono predyktory)

Parametr	Wartość
Wiek (lata); Mediana (1Q– 3Q)	65 (57-72)
Płeć męska; (%), n	54 (6936)
Wskaźnik masy ciała (BMI); Mediana (1Q– 3Q)	28.7 (25.8-32)
Skurczowe ciśnienie krwi [mmHg]; Mediana (1Q– 3Q)	130 (120-147)
Rozkurczowe ciśnienie krwi [mmHg]; Mediana (1Q– 3Q)	80 (70-85)
Liczba erytrocytów [mln/ μ l]; Mediana (1Q– 3Q)	4.59 (4.29-4.88)
eGFR według CKD-EPI; (%), n	79.72 (65.83-90.87)
Glukoza na czczo [mg/dL]; Mediana (1Q– 3Q)	102 (92-123)
Lipoproteiny o niskiej gęstości (LDL) [mg/dL]; Mediana (1Q– 3Q)	100 (78-128)
Lipoproteiny o wysokiej gęstości (HDL) [mg/dL]; Mediana (1Q–3Q)	47 (39-56)
Cholesterol całkowity [mg/dL]; Mediana (1Q– 3Q)	173 (148-205)
Trójglicerydy [mg/dL]; Mediana (1Q– 3Q)	118 (85-166)
Przewlekła obturacyjna choroba płuc (POCHP); (%), n	4.5 (315)
Migotanie przedsionków; (%), n	19.6 (1357)
Nadciśnienie tętnicze; (%), n	82.9 (5749)
Przewlekła choroba nerek; (%), n	19.3 (1338)
Cukrzyca; (%), n	25.3 (1755)
Hiperlipemia; (%), n	89 (6174)
Niewydolność serca z obniżoną frakcją wyrzutową (HFrEF); (%), n	12.9 (894)
Istotne zmiany miażdżycowe w tętnicach wieńcowych; (%), n	38 (2646)
Zwężenie pnia lewej tętnicy wieńcowej; (%), n	2.9 (202)
Zwężenie gałęzi przedniej zstępującej; (%), n	24.7 (1716)

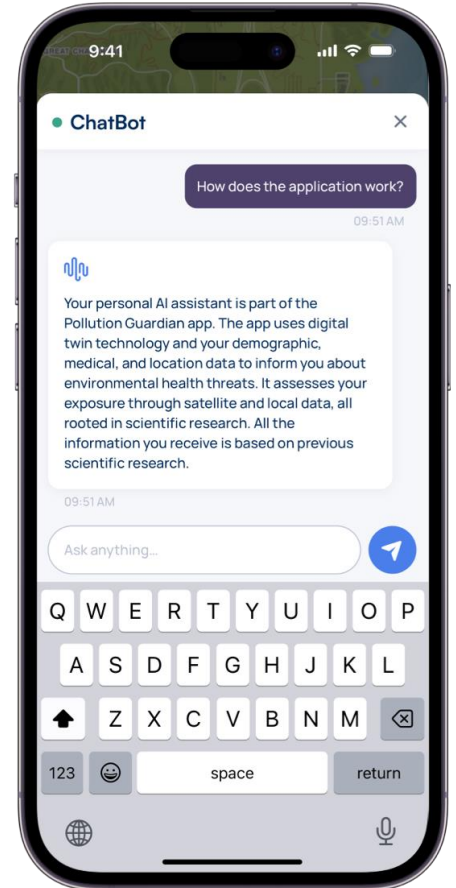
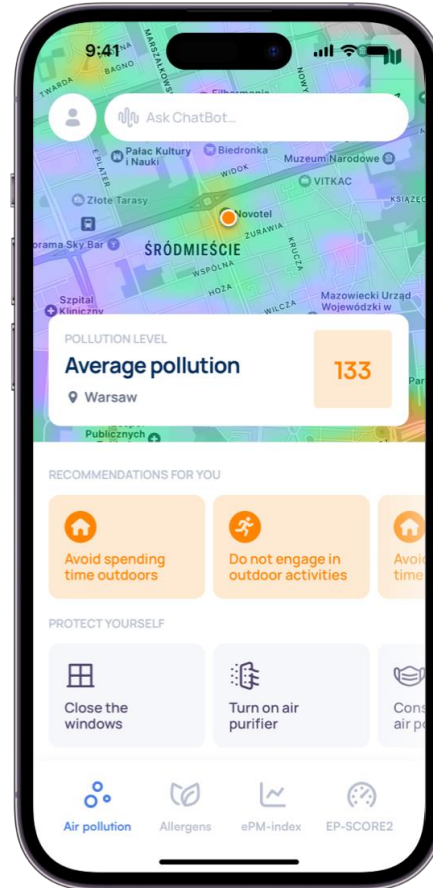
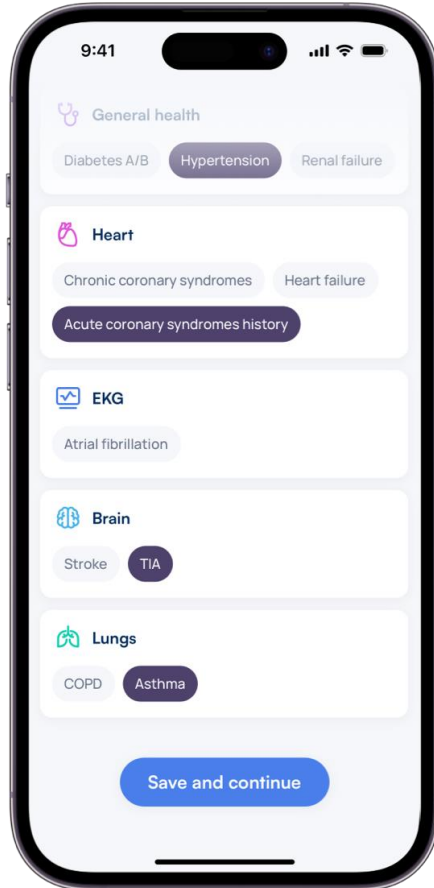
Kohorta AF-CAD – wyniki I



Krzywe ROC dla modelu niewykorzystującego wskaźnika „Pyło-lata” (po lewej) oraz wykorzystującego wskaźnik „Pyło-lata” (po prawej) do **identyfikacji pacjentów wysokiego ryzyka**

Analiza krzywej decyzyjnej dla modelu niewykorzystującego wskaźnika „Pyło-lata” (po lewej) oraz wykorzystującego wskaźnik „Pyło-lata” (po prawej) do **identyfikacji pacjentów wysokiego ryzyka**

Aplikacja Pollution Guardian



Wnioski badań

- ! Zarówno krótkoterminowe, jak i długoterminowe narażenie na zanieczyszczenie powietrza wiąże się ze wzrostem śmiertelności z powodu CVD
- ! Zmniejszenie poziomu zanieczyszczeń mogłoby potencjalnie zapobiec co szóstemu zgonowi z powodu CVD.
- ! Wskaźnik 'ePM-years index' może służyć jako cenne narzędzie w kształtowaniu strategii prewencyjnych poprzez integrację z modelami predykcyjnymi

Co możemy zrobić?

- ! Inwestowanie w programy edukacyjne i warsztaty; współpraca z lokalnymi władzami i społecznościami
- ! Promowanie kampanii zwiększających świadomość w zakresie zdrowia publicznego i wdrażanie ukierunkowanych działań na rzecz poprawy jakości powietrza
- ! Angażowanie się w badania nad wpływem zanieczyszczeniem powietrza na zdrowie

Dziękuję za uwagę



Łukasz Kuźma

@LukaszKuzma @PolishSmog

Lukasz.kuzma@umb.edu.pl

www.polishsmog.com