



Miasto
Stołeczne
Warszawa

Metodyka wykonania inwentaryzacji wyrobów
zawierających azbest stanowiących pokrycia
dachowe budynków z wykorzystaniem uczenia
maszynowego
i zdjęć lotniczych na terenie m. st.
Warszawy
w ramach
projektu unijnego „Capital Cities –
współpraca stolic
w obszarze gospodarki odpadami
niebezpiecznymi – Erywań, Warszawa, Tirana



Capital Cities – współpraca stolic
w obszarze gospodarki odpadami
niebezpiecznymi



Erywań, Warszawa, Tirana

Małgorzata Krótczyńska



Azbest



- ❑ Azbest to nazwa grupy naturalnie występujących włóknistych minerałów serpentynowych lub amfibolowych.
- ❑ Szeroko stosowany w produkcji przemysłowej ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne, m.in. niezwykła wytrzymałość na rozciąganie, słabe przewodzenie ciepła i odporność na chemikalia.
- ❑ Chryzotyl stosowany głównie w budownictwie, płyty azbestowo-cementowe produkowane w 10 zakładach w Polsce.

Pokrycia dachowe azbestowo- cementowe



- ❑ W Polsce nie ma kopalni azbestu.
- ❑ Azbest sprowadzany był do Polski głównie z krajów byłego Związku Radzieckiego.
- ❑ Szczyt produkcji wyrobów azbestowych w Polsce przypada na lata 70-te XX wieku.
- ❑ Wyroby zawierające azbest, głównie były to pokrycia dachowe azbestowo-cementowe płaskie i faliste oraz okładziny elewacyjne (acekol i kolorys).

Negatywny wpływ azbestu na zdrowie ludzi



- ❑ Pierwsze wyniki badań z 1906 roku, opublikowane w 1930 roku w Wielkiej Brytanii.
- ❑ Azbest jako substancja szczególnie niebezpieczna sklasyfikowana jako rakotwórcza.
- ❑ Ustawowy zakaz produkcji i wykorzystywania wyrobów zawierających azbest wprowadzony w Polsce w 1997 roku.
- ❑ Do końca 2032 roku wszystkie wyroby zawierające azbest powinny zostać usunięte w sposób bezpieczny dla środowiska i zdrowia człowieka.

Ilość użytkowanych wyrobów zawierających azbest



- ❑ Obowiązek prawny raportowania o ilości użytkowanych wyrobów zawierających azbest przez właścicieli / wykorzystujących / użytkowników wieczystych.
- ❑ Inwentaryzacyjne prace terenowe są czasochłonne, pracochłonne – i kosztowne.
- ❑ Inwentaryzacja i aktualizacje inwentaryzacji finansowane z budżetu Państwa w ramach Konkursu Azbest i raportowane w Bazie Azbestowej.
- ❑ Brak spójności danych w Bazie Azbestowej w wyniku stosowania różnych metod prac inwentaryzacyjnych uniemożliwia określenie ich rzeczywistej ilości, a w konsekwencji kosztów usuwania azbestu, niezbędnej pojemności składowisk czy też wyznaczenia stref zwiększenia ryzyka relatywnego zachorowania na choroby azbestozależne.

Studium przypadku



- ❑ Badania zostały przeprowadzone w gminie miejsko-wiejskiej Chęciny.
- ❑ Gmina położona w centralnej Polsce w województwie świętokrzyskim.
- ❑ Powierzchnia gminy to 127,4 km²
- ❑ Miasto i część wiejska, obejmująca 18 sołectw (Skiby, Miedzianka, Podpolichno, Polichno, Radkowice, Lipowica, Przymiarki, Bolmin, Korzecko, Starochęcin, Mosty, Tokarnia, Wolica, Ostrów, Siedlce, Wojkowiec, Łukowa, Gościńiec).

Zdjęcia lotnicze



- ❑ Wykorzystano 43 zdjęcia lotnicze.
- ❑ Każde zdjęcie o wymiarach 8961 x 9419 pikseli.
- ❑ Rozdzielczość przestrzenna 25 cm, kompozycje RGB i CIR.
- ❑ Dane z centralnego zasobu geodezyjnego i kartograficznego Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.
- ❑ Przygotowano dwie mozaiki, po jednej dla każdej z kompozycji, tj. RGB i CIR.

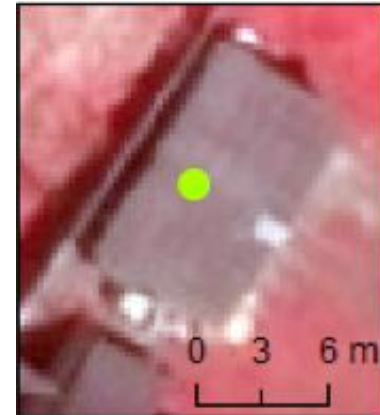
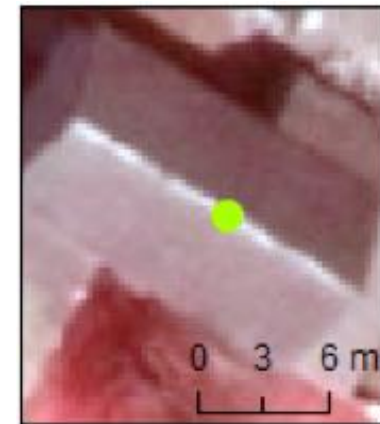
Badania terenowe

- ❑ Przygotowane wydruki ortofotomap.
- ❑ Przebadano 6287 budynków.
- ❑ Lokalizacja dachów azbestowych i nie-azbestowych wraz z funkcją budynku.
- ❑ Digitalizacja pozyskanych w terenie danych z wykorzystaniem oprogramowania geoinformatycznego.

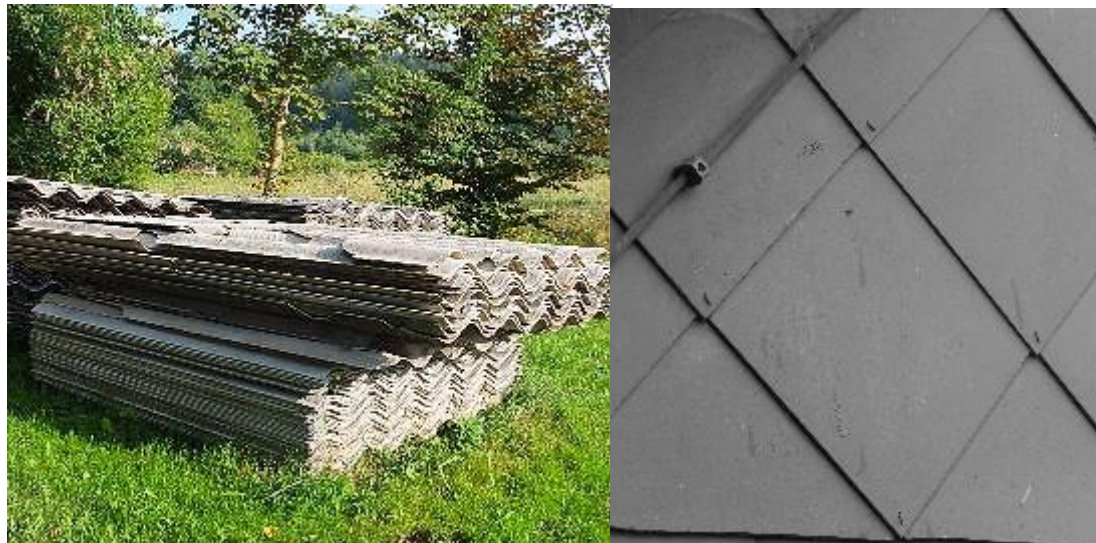


Sygnatury dachów azbestowych i nie-azbestowych

- Opracowane z użyciem wyników inwentaryzacji terenowej i zdjęć lotniczych.
- Każdy punkt reprezentował 1 dach.
- Dla każdego punktu (sygnatury) przypisano następujące dane:
 - typ dachu (azbestowy, nie-azbestowy),
 - stopień nachylenia dachu (płaski, skośny),
 - rodzaj azbestowego pokrycia dachowego (płyty faliste, płaskie).



Baza danych sygnatur

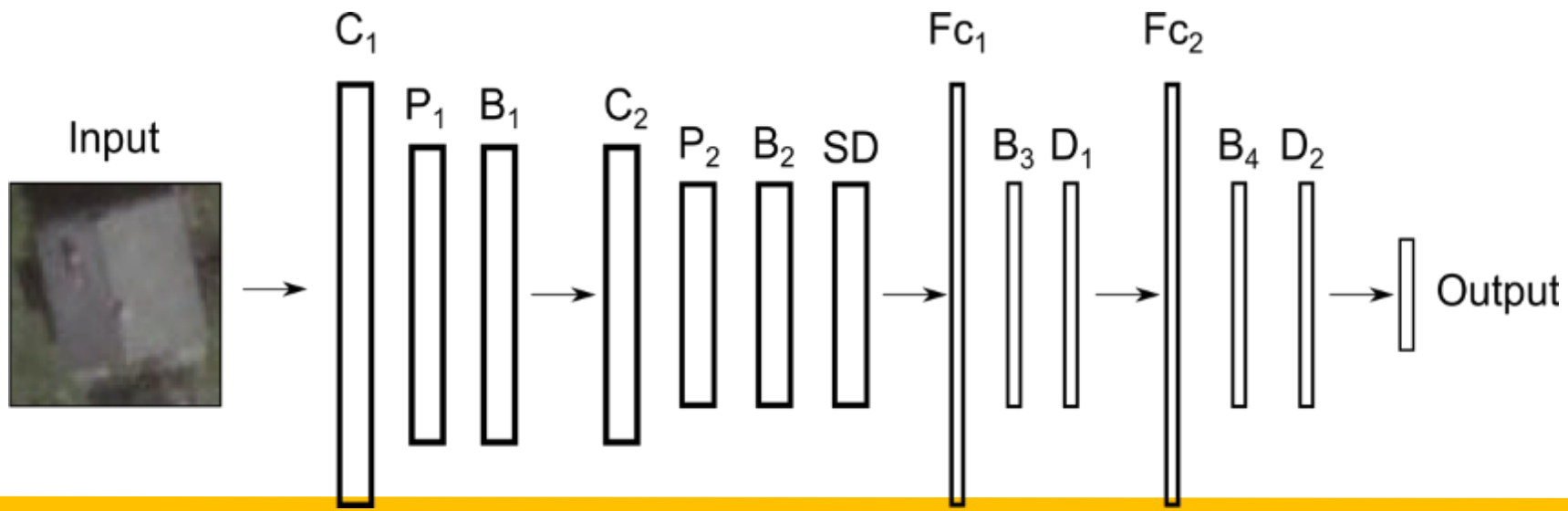


- ❑ 46% sygnatur w bazie do dachy azbestowe.
- ❑ Pozostałe 54% to inne pokrycia dachowe.
- ❑ Spośród sygnatur dachów azbestowych 92% to płyty faliste.
- ❑ Pozostałe 8% to płyty płaskie karo stosowane w budownictwie.

Architektura konwolucyjnej sieci neuronowej



- ❑ Konwolucyjna sieć neuronowa trenowana była z użyciem bibliotek TensorFlow i R-Keras w środowisku R.
- ❑ Klasyfikacja została przeprowadzona na zdjęciach lotniczych w kompozycjach RGB i CIR.
- ❑ Baza danych sygnatur została wykorzystana do treningu sieci i walidacji wyników
- ❑ Baza danych sygnatur podzielona do treningu i walidacji danych w proporcji odpowiednio 63,2% i 36,8%, zachowując podział w obrębie poszczególnych zestawów danych.

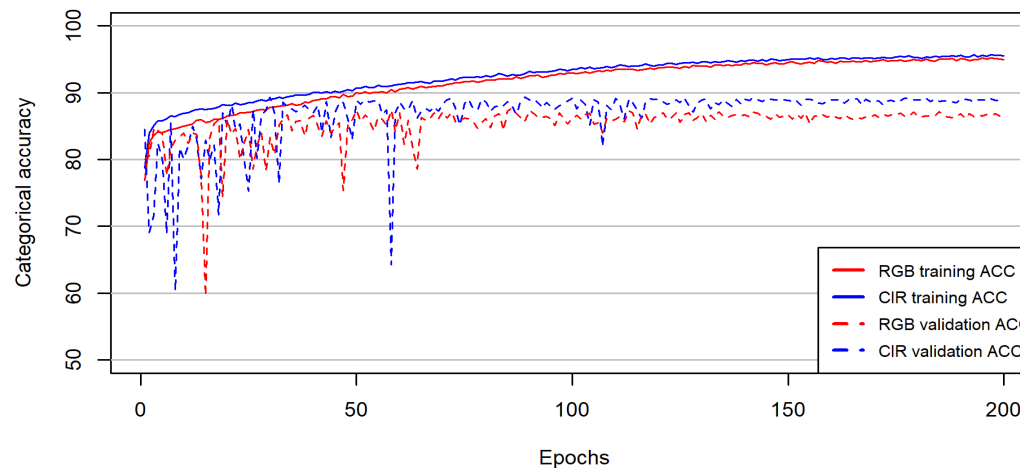


- Dwa bloki splotowe, składające się z:
 - warstwy konwolucyjnej (96 kerneli, 3x3 kernele, stride 1 dla bloku 1 i stride 2 dla bloku 2),
 - warstwa aktywacyjna (funkcja ReLU),
 - warstwa max pooling (2x2 kernele, stride 1),
 - Warstwa batch normalization.
- Warstwa spatial drop out (5%)
- Dwa bloki składające się z:
 - Dwie warstwy konwolucyjne (512 neuronów, funkcja aktywacji ReLU),
 - warstwa dropout (50%)
 - warstwa batch normalization.

Trening sieci

- ❑ Trening sieci przeprowadzony w 200 epokach.
- ❑ Parametr uczenia sieci 0,001.
- ❑ Funkcja straty – entropia krzyżowa..
- ❑ Parametr uczenia zmniejszany co 10-tą epokę o 20% bieżącej wartości dla ustabilizowania procesu uczenia sieci.
- ❑ Całkowita liczba sygnatur w treningu to 6287, z tego 2924 to dachy azbestowe.
- ❑ 2126 sygnatur dla dachów nie-azbestowych i 1848 sygnatur dla dachów azbestowych w zestawach treningowych.
- ❑ Walidacja danych - 1237 sygnatur dla dachów nie-azbestowych i 1076 dla dachów azbestowych.

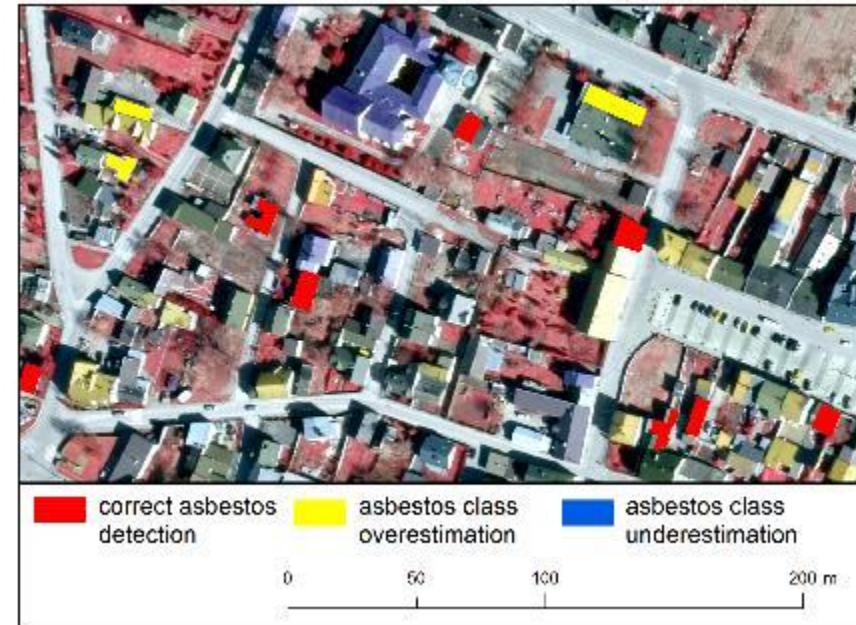
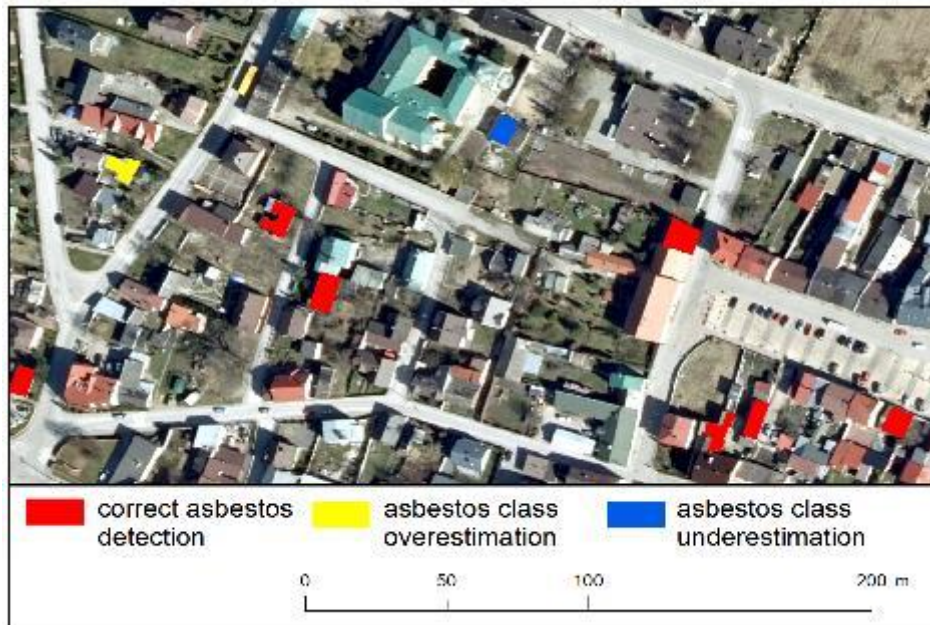
Wyniki klasyfikacji



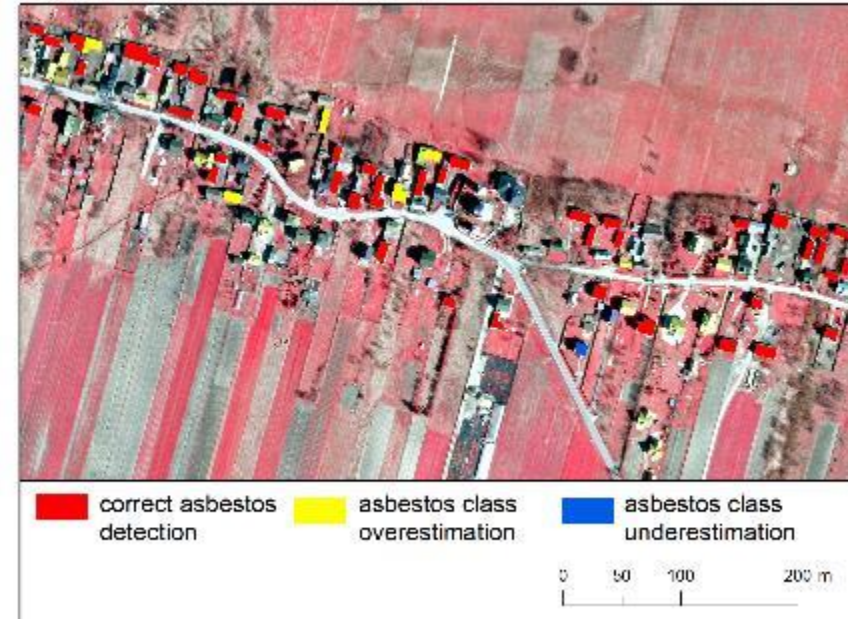
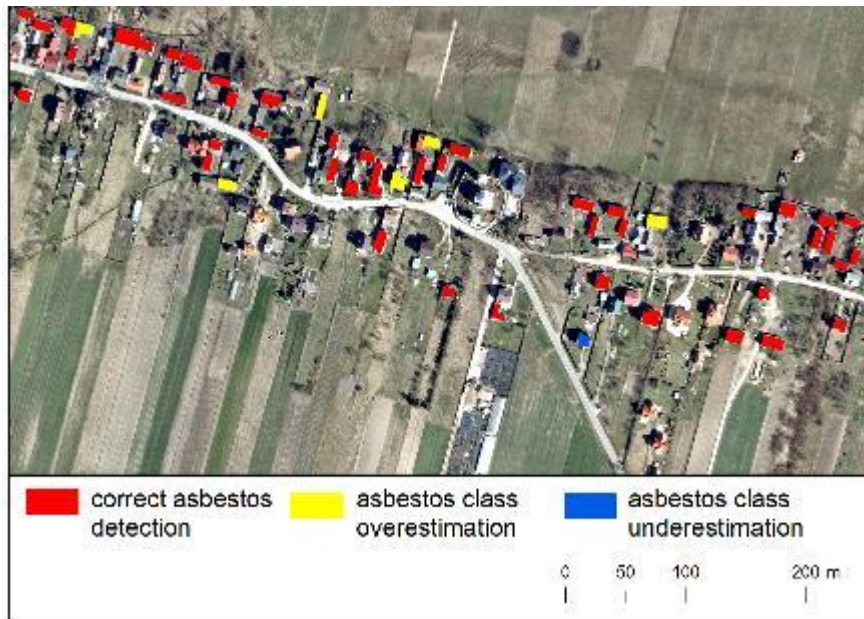
	RGB		CIR		
Tytuł ¹	Dachy azbestowe	Dachy nie-azbestowe	Tytuł ¹	Dachy azbestowe	Dachy nie-azbestowe
E_c	16,12	10,53	E_c	12,53	9,84
E_o	11,52	14,79	E_o	11,15	11,08
UA	83,88	89,47	UA	87,47	90,16
PA	88,48	85,21	PA	88,85	88,92
F-Score	86,11	87,28	F-Score	88,15	89,53
OA	86,73		OA	88,89	

¹ E_c – błąd przeszacowania; E_o – błąd niedoszacowania; UA – dokładność użytkownika; PA – dokładność producenta; OA – dokładność całkowita.

Przesłtzenie rozmiestczenie wyników klasyfikacji w obszarze miejskim i wiejskim



Przestrzenne rozmieszczenie wyników klasyfikacji w obszarze miejskim i wiejskim



Wnioski



- ❑ Całkowita dokładność dla kompozycji CIR to 89% (dokładność producenta – 88,9%) i RGB - 87% (dokładność producenta – 88,5%).
- ❑ Wysokorozdzielcze zdjęcia lotnicze (rozdzielczość przestrzenna 25 cm) oraz zbadane kompozycje RGB i CIR.
- ❑ Wykorzystanie jednolitej i spójnej metody w skali kraju umożliwi zapewnienie porównywalności danych.
- ❑ Możliwość oszacowania ekspozycji środowiskowej na azbest do określenia wzorców zachorowań na choroby azbestozależne.

Obszar prac – Warszawa

- Liczba mieszkańców 1 794 160
- Powierzchnia – 517 km²
- Liczba budynków: 156 902
 - jednorodzinnych – 82 244
 - wielorodzinnych – 22 005
 - przemysłowych - 5447
 - gospodarczych – 27 357
 - pozostałe – 19 849



Zakres prac

- ❑ wykonanie inwentaryzacji wyrobów zawierających azbest stanowiących pokrycia dachowe budynków mieszkalnych i różnego rodzaju budynków gospodarczych na prywatnych nieruchomościach,
- ❑ altanek działkowych na terenie Rodzinnych Ogródków Działkowych,
- ❑ spis budynków w terenie, który wspomagany będzie metodą zdalnego rozpoznawania dachów azbestowo-cementowych.

Dane

- ortofotomapa
- obrysy budynków
- ulice
- punkty adresowe
- granice działek ewidenc
- Baza Azbestowa



Prace terenowe



▲ Azbest falisty

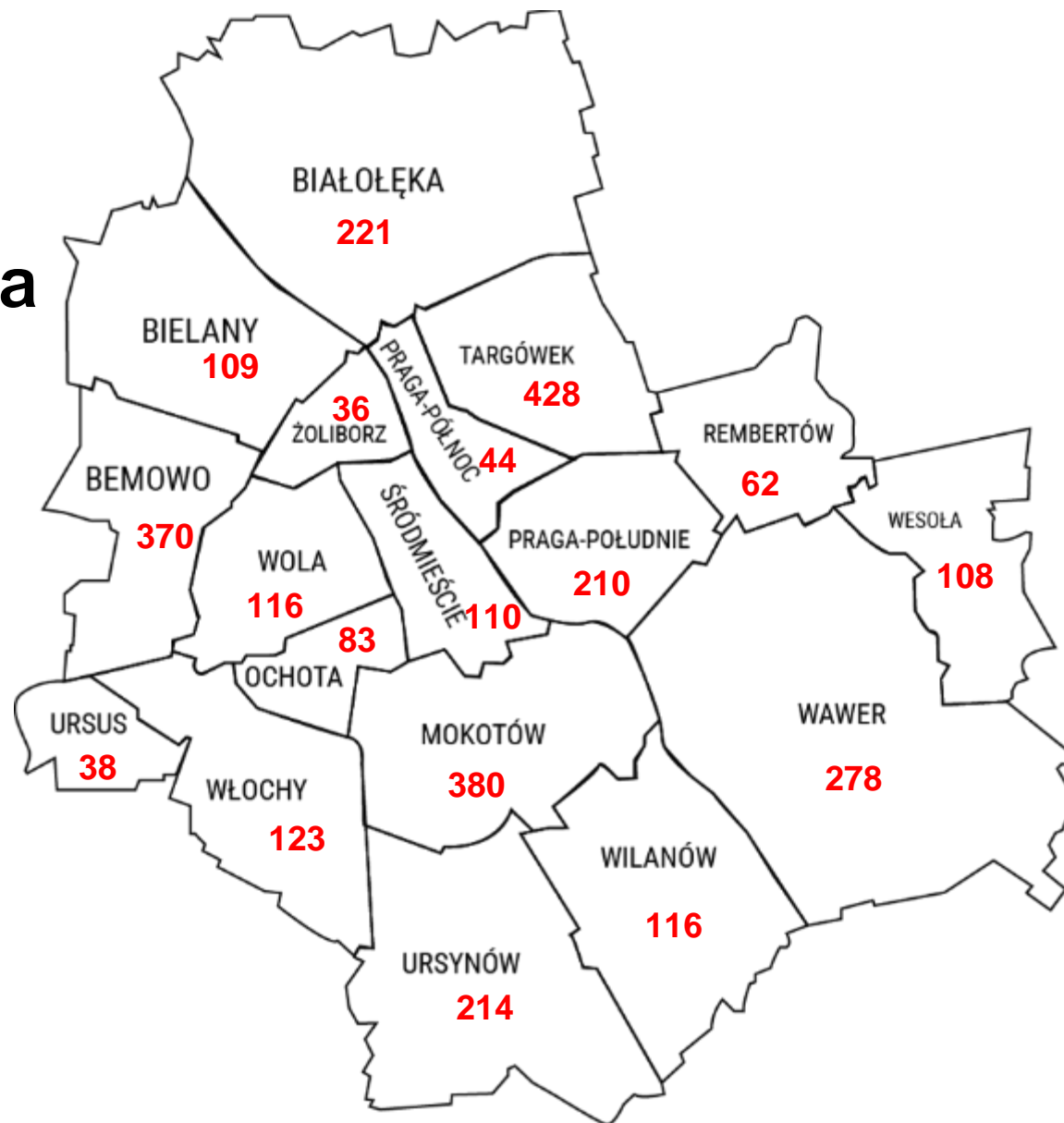
⊕ Azbest płaski

Baza danych

- ❑ typ azbestu: falisty, płaski, elewacje, magazynowany,
- ❑ stopień pilności usunięcia – 1, 2, 3,
- ❑ rodzaj dachu – płaski, skośny,
- ❑ typ budynku – mieszkalny, gospodarczy, altanki działkowe, inne,
- ❑ adres,
- ❑ TERYT w odniesieniu do działki ewidencyjnej,
- ❑ powierzchnia wyrobów azbestowo-cementowych (m²).

Dane w Bazie Azbestowej dla m.st. Warszawa

- 6545 obiektów w BA
- 5207 z nr dz. ewid.
- 2079 – opisane jako Warszawa bez podziału na dzielnice



Metodyka



- inwentaryzacja terenowa (Bemowo, Bielany, Białołęka,)
- przygotowanie wzorców i uczenie SSN, walidacja
- klasyfikacja z użyciem opracowanej SSN i ortofotomapy dla dzielnic Włochy, Mokotów (walidacja w terenie)
- klasyfikacja na podstawie ortofotomapy z użyciem dotrenowanej SSN w kolejnych dzielnicach
- kolejne walidacje metody w terenie
- raport z inwentaryzacji.

Dziękujemy za uwagę



Capital Cities – współpraca stolic
w obszarze gospodarki odpadami
niebezpiecznymi



Erywań, Warszawa, Tirana

