

OCENA ZANIECZYSZCZENIA POWIERZCHNI ZIEMI

dr Joachim Bronder – IETU

Katowice, 18 października 2018

Zawartość prezentacji

- Zarys metodyki oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016r.
- Projekt sieci punktów badawczych próby pojedynczej/ mieszanej.
Przykład
- Analiza historyczna obszaru badań. Przykład zastosowań archiwalnych materiałów kartograficznych
- Zastosowanie analizy statystycznej w ocenie gruntów badanego terenu w szczególności rola miar położenia i miar rozproszenia. Przykład
- Zastosowanie analizy geostatystycznej w ustaleniu zasięgu gruntów zanieczyszczonych lub odpadów. Przykład

Logika w ocenie zanieczyszczenia gleb



W kontekście terenu podlegającego ocenie mamy sytuację: albo grunty (gleby i ziemie) danego terenu **spełniają** kryteria przewidziane dla danej funkcji użytkowej i ochronnej albo ich **nie spełniają**.

Jeżeli oceniamy daną nieruchomość spełnianie kryteriów lub ich niespełnienie odnosić się powinno do **całości ocenianych gruntów lub obiektywnie wyróżnialnej części nieruchomości**.

Zgodnie z Rozporządzeniem o ocenie nieruchomości nie decyduje wynik **pojedynczych** oznaczeń lub ocena **pojedynczej** próbki gruntu.

5 etapów - ocena zanieczyszczenia powierzchni ziemi

1. Ustalenie **działalności** mogącej być przyczyną zanieczyszczenia na danym terenie obecnie lub w przeszłości ... ; w szczególności, *w przypadku wykonywania raportu wynikającego z przepisów o pozwoleniach zintegrowanych – działalności, o której mowa w pkt 1, oraz działalności zaliczonej do działalności stwarzającej ryzyko szkody w środowisku*
2. Ustalenie **listy substancji** powodujących ryzyko, których wystąpienie w glebie lub w ziemi jest spodziewane;
 - w szczególności substancji powodujących ryzyko szczególnie istotnych dla ochrony powierzchni ziemi,
 - ilości tych substancji oraz stosowanej technologii, w szczególności sposobów i miejsc przechowywania, transportu, wykorzystywania, produkcji i uwalniania tych substancji, podczas eksploatacji instalacji oraz w przypadku awarii,
 - charakterystyki terenu zakładu niezbędnej do dokonania oceny zanieczyszczenia, w szczególności ukształtowania terenu, pokrycia powierzchni terenu, obecności wód powierzchniowych, budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych,
 - stosowanych sposobów zapobiegania emisjom tych substancji do gleby lub ziemi.

Etapy - ocena zanieczyszczenia powierzchni ziemi

3. Zebranie oraz analizę **dostępnych i aktualnych źródeł informacji** istotnych dla oceny zagrożenia zanieczyszczeniem gleby lub ziemi oraz dostępnych i aktualnych badań zanieczyszczenia gleby i ziemi substancjami powodującymi ryzyko z listy ustalonej w etapie drugim;
4. Zebranie informacji koniecznych do wykonania **badań wstępnych** oraz wykonanie **badań wstępnych**;
5. Przeprowadzenie **badań szczegółowych**, które **mogą** zostać wykorzystane do opracowania projektu planu remediacji.

Sposób badań – zależnie od sposobu użytkowania gruntów oraz obecnością mpzp

- Użytkowanie zgodnie z ewidencją gruntów i budynków (brak mpzp)
 - Grupa gruntów I (B, Bi, Bp, Br, Bz)
 - Grupa gruntów II (R, S, Ł, Ps, Wśr, W, Bz - ogródki działkowe).
 - Grupa gruntów III (Ls, Lz, Lzr, N, Bz, E (E-Ls, E-Lz, E-N, E-Ps i E-R))
 - Grupa gruntów IV (Ba, K, dr, Tk, Ti, Tp)
- Użytkowanie zgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego
 - Grupa gruntów I (MN, MW, U, US, UC, RM, RU, ZP, ZC)
 - Grupa gruntów II (R, ZD).
 - Grupa gruntów III (ZL, ZP, ZN)
 - Grupa gruntów IV (P, PG, KD, KDW, E, G, W, K, T, O, C)

Sposób badań – zależnie od parametrów fizyko-chemicznych gruntu

1. podgrupa gruntów / gleb (g) II-1:
 - a) gleby min. b. lekkie, FG02 < 10%, niezależnie od wartości pHKCl,
 - b) gleby mineralne lekkie, FG02 10–20%, pHKCl ≤ 6,5;
2. podgrupa gruntów / gleb (g) II-2:
 - a) g. min. lekkie, FG02 10–20%, pHKCl > 6,5,
 - b) g. min. średnie, FG02 20–35%, pHKCl ≤ 5,5,
 - c) g. min. ciężkie, FG02 > 35%, o wartości pHKCl ≤ 5,5,
 - d) g. min.-org., Corg 3,5–6%, niezależnie od wartości pHKCl;
3. podgrupa gruntów / gleb (g) II-3:
 - a) g. min. średnie, FG02 20–35%, pHKCl > 5,5,
 - b) g. min. ciężkie, FG02 > 35%, pHKCl > 5,5,
 - c) g. min.-org. i org., Corg > 6%, niezależnie od wartości pHKCl.
4. Wodoprzepuszczalności warstwy poniżej 0,25m p.p.t., 10^{-7} m/s

Rodzaje działalności obejmujące eksploatację wybranych rodzajów instalacji mogących powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości (schemat uproszczony)

Rodzaje instalacji / grupa substancji	I	II	IIIA	IIIB	IIIC	IV	VA	VB	VI
Instalacje do wytwarzania energii i paliw	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Instalacje do produkcji i obróbki metali	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Instalacje w przemyśle mineralnym	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Instalacje w przemyśle chemicznym	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Instalacje w gospodarce odpadami	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Instalacje w innych rodzajach działalności	1	0	1	1	1	1	0	0	1

Zawartości dopuszczalne metale i metaloid, część 1

Parametr / grupa zanieczyszczeń	Grupa I, warstwa 0÷0.25m	Grupa I, II, III, warstwa poniżej 0.25m ^[1]	Grupa I, II, III, warstwa poniżej 0.25m ^[2]	Grupa II podgrupa gruntów II-1	Grupa II podgrupa gruntów II-2	Grupa II podgrupa gruntów II-3
Arsen (As)	25	20	50	10	20	50
Bar (Ba)	320	300	600	200	400	600
Chrom (Cr)	200	300	500	150	300	500
Cyna (Sn)	20	30	50	10	20	40
Cynk (Zn)	300	300	500	300	500	1000
Kadm (Cd)	2	3	5	2	3	5
Kobalt (Co)	50	30	60	20	30	50
Miedź (Cu)	200	150	300	100	150	300
Molibden (Mo)	50	25	50	10	25	50
Nikiel (Ni)	150	100	200	100	150	300
Ołów (Pb)	200	100	300	100	250	500
Rtęć (Hg)	5	3	5	2	4	5

¹ Wartości dopuszczalne dla warstwy poniżej 0.25m p.p.t. o wodoprzepuszczalności powyżej 10^{-7} m/s

² Wartości dopuszczalne dla warstwy poniżej 0.25m p.p.t. o wodoprzepuszczalności poniżej 10^{-7} m/s

Zawartości dopuszczalne metale i metaloid, część 2

Parametr / grupa zanieczyszczeń	Grupa III	Grupa IV, warstwa 0÷0.25m	Grupa IV, warstwa poniżej 0.25m ^[1]	Grupa IV, warstwa poniżej 0.25m ^[2]
Arsen (As)	50	100	25	100
Bar (Ba)	1000	1500	300	3000
Chrom (Cr)	500	1000	300	800
Cyna (Sn)	100	350	40	300
Cynk (Zn)	1000	2000	300	3000
Kadm (Cd)	10	15	6	20
Kobalt (Co)	100	200	50	300
Miedź (Cu)	300	600	200	1000
Molibden (Mo)	100	250	30	200
Nikiel (Ni)	300	500	100	500
Ołów (Pb)	500	600	200	1000
Rtęć (Hg)	10	30	4	50

¹ Wartości dopuszczalne dla warstwy poniżej 0.25m p.p.t. o wodoprzepuszczalności powyżej 10^{-7} m/s

² Wartości dopuszczalne dla warstwy poniżej 0.25m p.p.t. o wodoprzepuszczalności poniżej 10^{-7} m/s

Próba / populacja

1. Badania opinii publicznej – wielkość próbki: 1067 – populacja Polski: 38 416 tys. (lipiec 2018)

Relacja próbka (obywatel Polski)/ populacja ~ 2.78×10^{-5}

2. Teren badań 5ha, badanie do 0,25m głębokości – objętość:
 $1,25 \times 10^{10} \text{cm}^3$

Otwory badawcze, próba mieszana: 15 obszarów badawczych \times 20 = 300 próbek pojedynczych, wysokość próbnika 25cm, ϕ próbnika 2,5cm; objętość materiału badawczego $1.47 \times 10^5 \text{cm}^3$

Relacja próbka / populacja ~ 1.2×10^{-5}

Przeprowadzenie pomiarów na etapie czwartym. Badania wstępne.

Liczba prób, grupy gruntów I oraz IV

L.p.	Obszar [ha]	Podobszar [ha]	LPZ	LPP	Formuła
1	<0,05	<0,05	1	15	1
2	0,05÷1	(0,05/3)÷0,1	3÷10	45-150	$\left(7 \frac{7}{19}\right)A + \left(2 \frac{12}{19}\right)$
3	1÷10	0,1÷0,5	10÷20	150-300	$\left(1 \frac{1}{9}\right)A + \left(8 \frac{8}{9}\right)$
4	>10	0,5÷5,0	>=20	300 i powyżej	$\left(9 \frac{161}{968}\right)A^{\left(\frac{344}{955}\right)}$

A- powierzchnia obszaru badań w hektarach

LPZ – liczba próbek zbiorczych (mieszanych)

LPP – liczba próbek pojedynczych

Z obszaru 60ha należy pobrać 40 próbek zbiorczych, co odpowiada 600 pojedynczym próbkom

Przeprowadzenie pomiarów na etapie czwartym.
 Badania wstępne.
 Liczba prób, grupy gruntów II oraz III

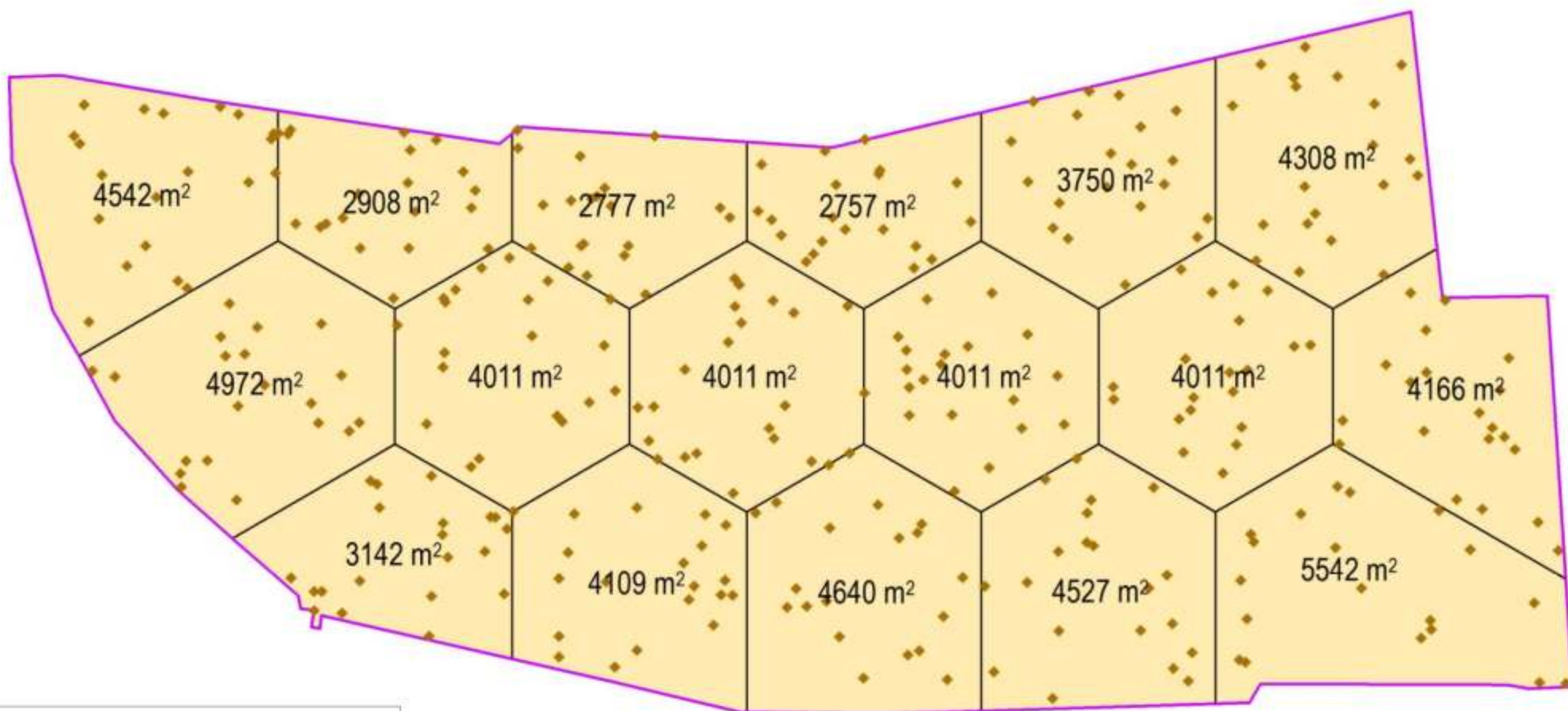
L.p.	Obszar [ha]	Podobszar [ha]	LPZ	LPP	Formuła
1	<0,5	<0,5	1	15	1
2	0,5÷10	(0,5/3)÷1	3÷10	45-150	$\left(\frac{14}{19}\right)A + \left(2\frac{12}{19}\right)$
3	10÷100	(10/10)÷5	10÷20	150-300	$\left(\frac{1}{9}\right)A + \left(8\frac{8}{9}\right)$
4	100÷500	(100/20) ÷10	20÷50	300-750	$\left(\frac{3}{40}\right)A + \left(12\frac{1}{2}\right)$
5	>500	12,5	>=40	600 i powyżej	$\left(3\frac{791}{814}\right)A\left(\frac{118}{321}\right)$

Dla obszaru 2380¹ ha liczba próbek wynosi 69

¹ Powierzchnia użytków rolnych ogółem w Katowicach w roku 2005 na podstawie GUS

Sieć punktów badawczych. Podobszary próby mieszanej ~7ha

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem.
Przykład podobszarów badawczych na podstawie Dz. U. z 2016 r. poz. 1359

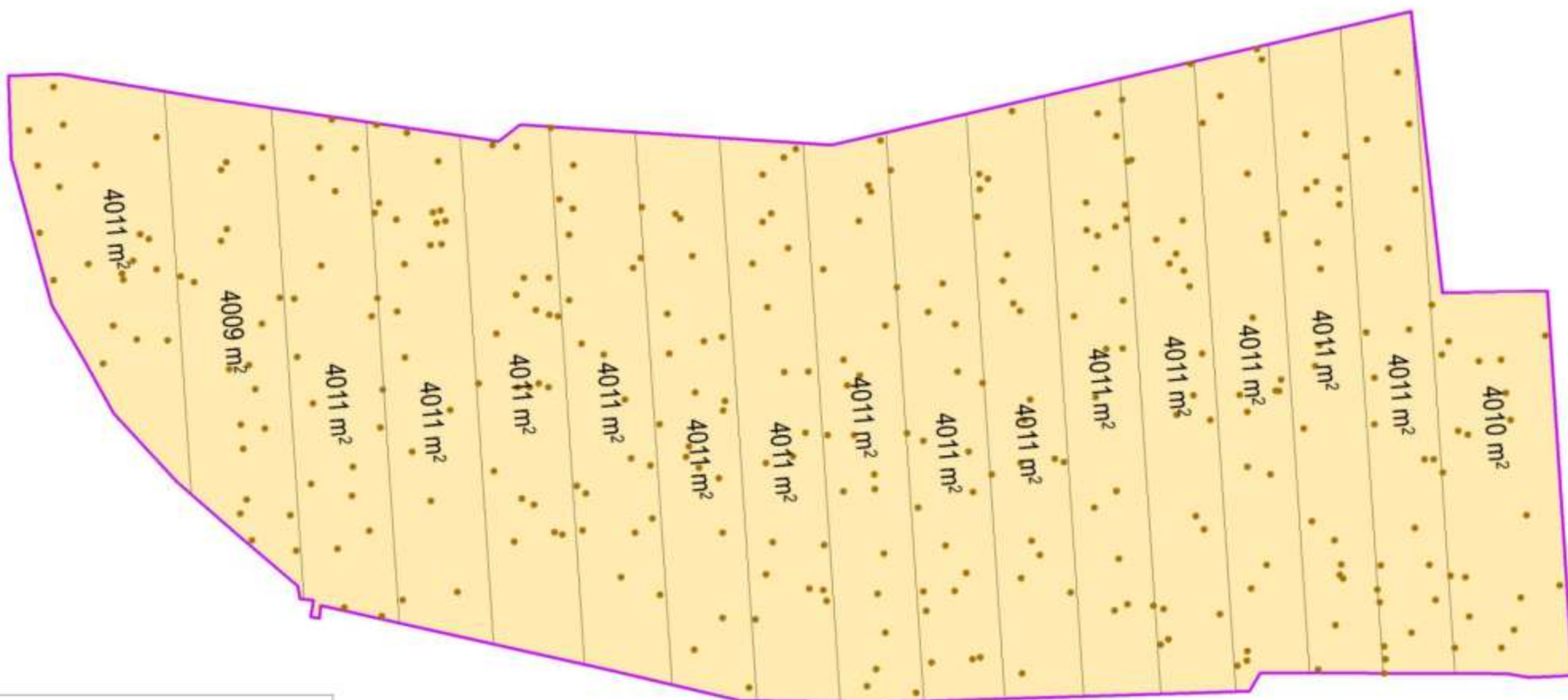


- ◆ Pojedyncze próbki gruntu - 340 próbek
- ▭ Obszar badanej nieruchomości
- ▭ Sieć heksagonalna - 17 podobszarów



Podział obszaru badań na podobszary próby mieszanej

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem.
Przykład podobszarów badawczych na podstawie Dz. U. z 2016 r. poz. 1359



- Pojedyncze próbki gruntu
- ▭ Obszar badanej nieruchomości
- ▭ Obszary próby mieszanej

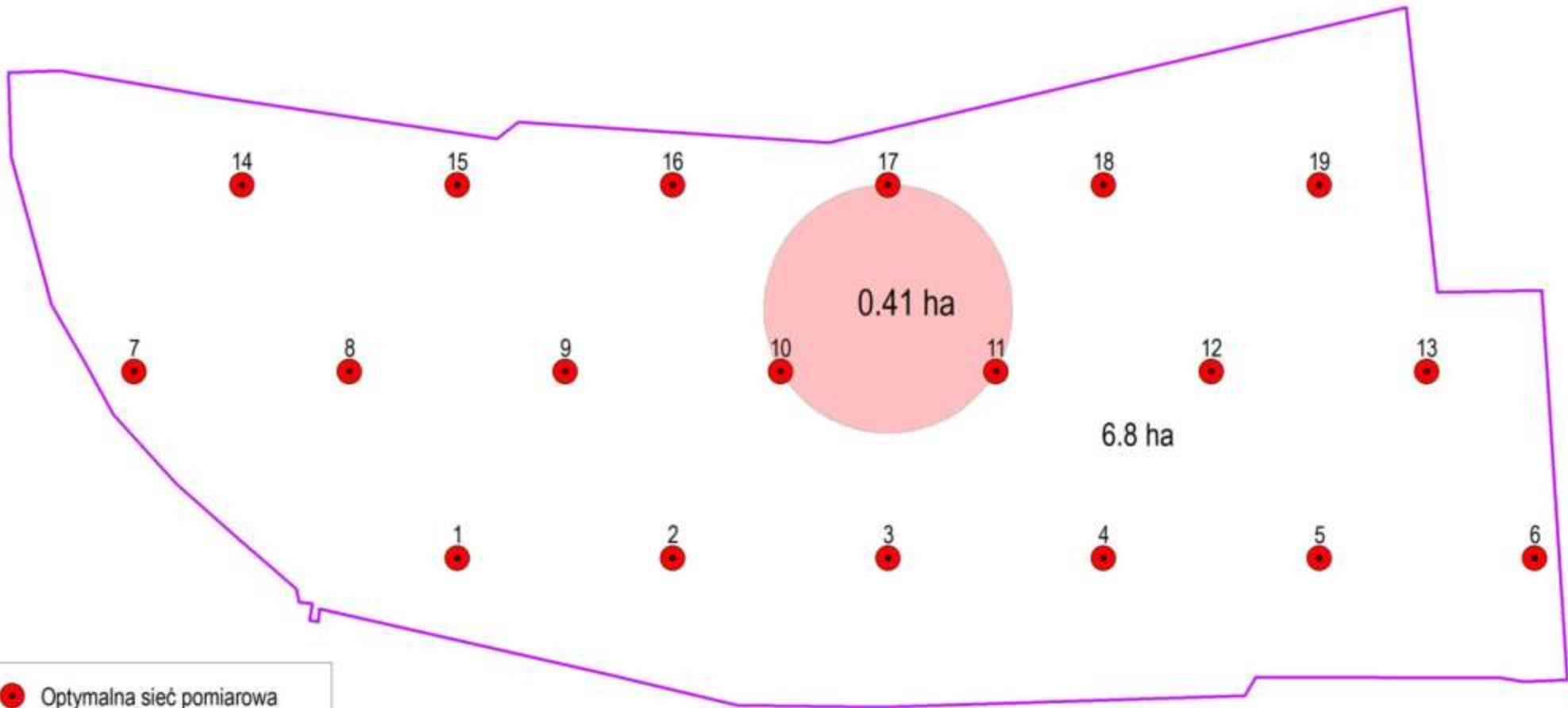
40 20 0 40 80 m



Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem
w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego.
Projekt sieci otworów badawczych
Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

Sieć punktów badawczych dla obszaru około 7ha

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem. Optymalizacja położenia sieci punktów badawczych



- Optymalna sieć pomiarowa
- Największy obszar bez próbek
- dla sieci optymalnej
- ▭ Obszar badanej nieruchomości

40 20 0 40 80 m

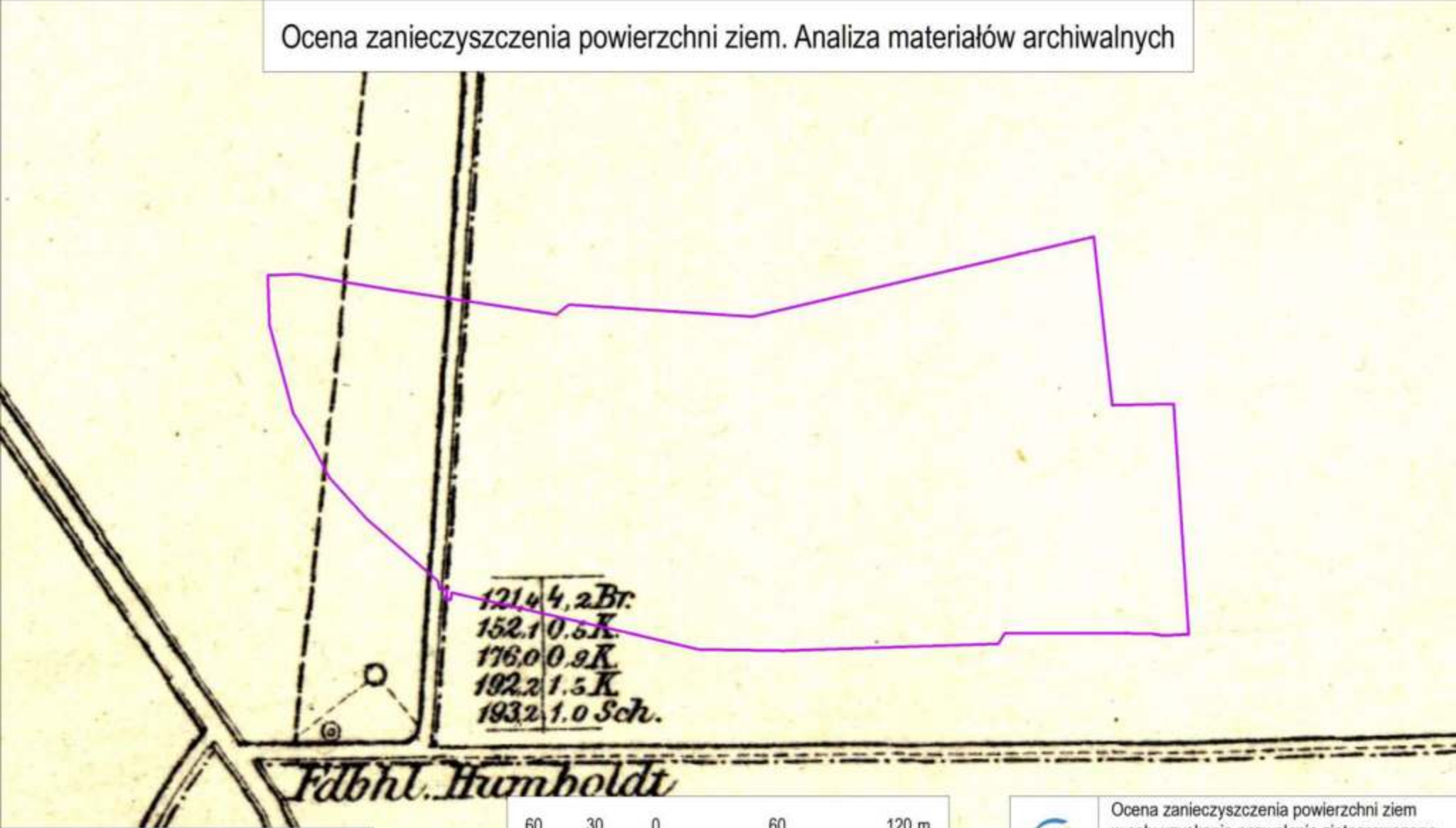


Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego. Projekt sieci otworów badawczych
Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

Mapy z Archiwum Państwowego w Katowicach. Mapa z 1883 roku



Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem. Analiza materiałów archiwalnych

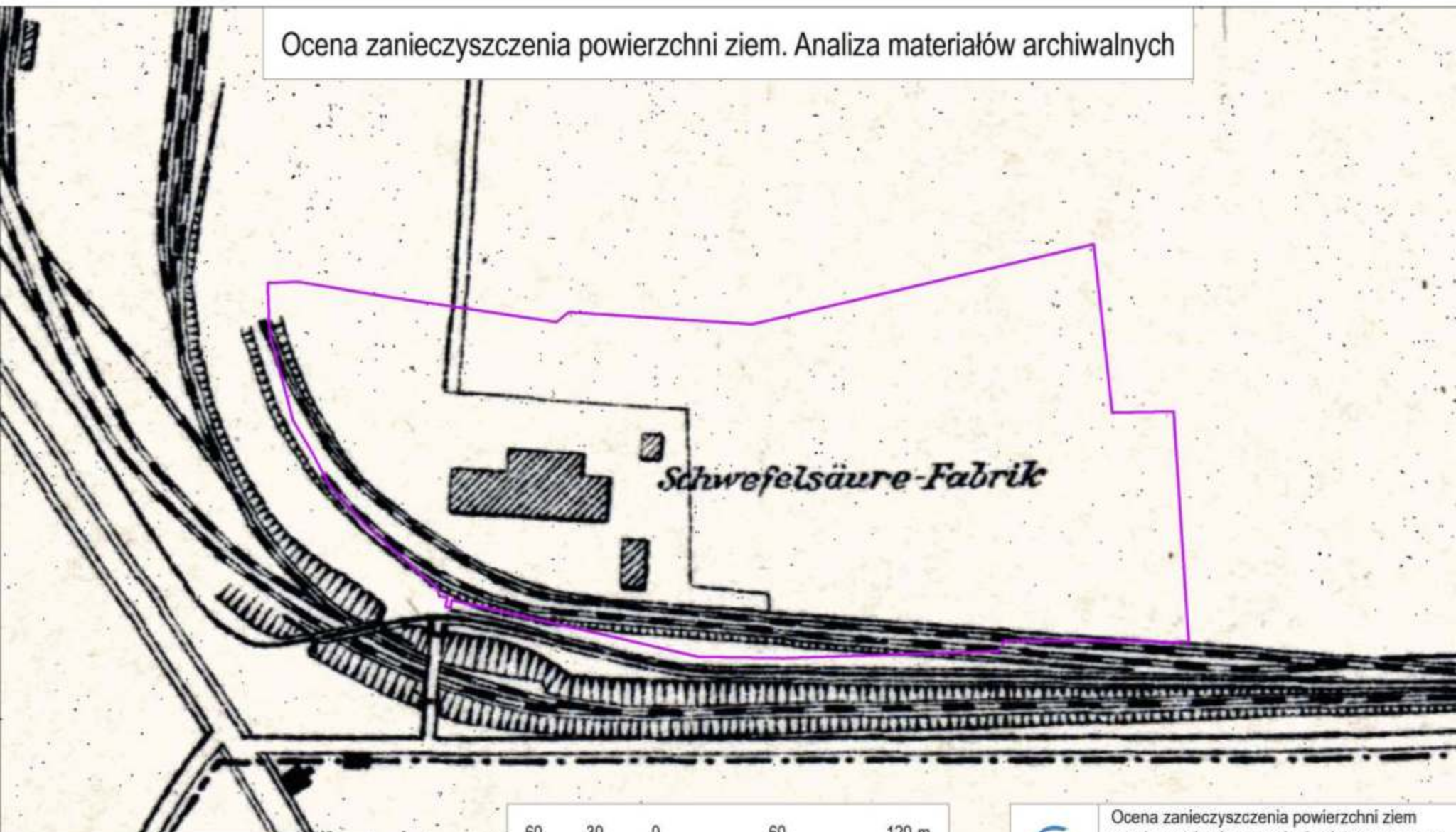


Obszar badanej nieruchomości

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego. Analiza historyczna. Mapa z lat 1879-1889. Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

Mapy z Archiwum Państwowego w Katowicach. Mapa z 1935 roku

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem. Analiza materiałów archiwalnych



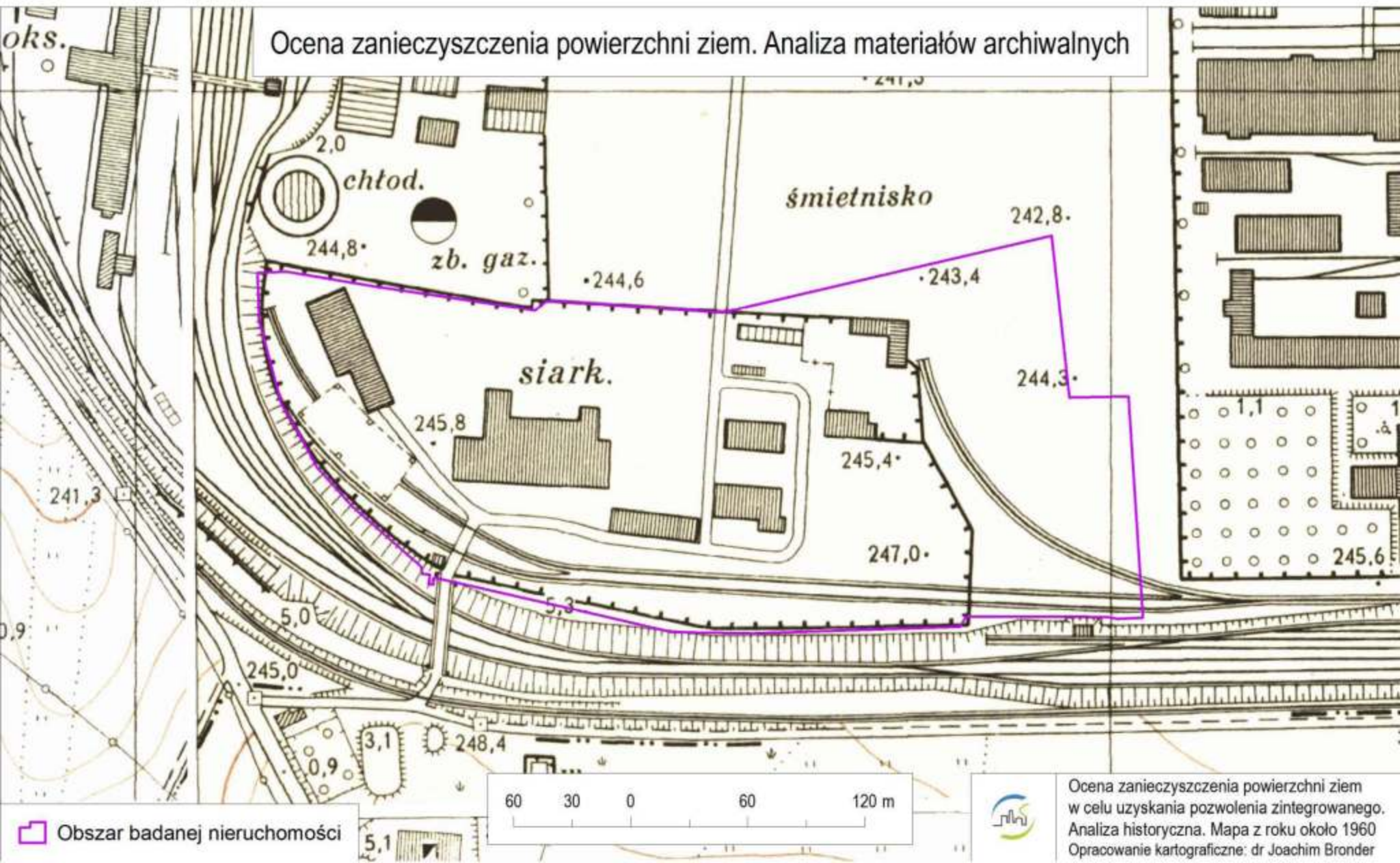
60 30 0 60 120 m

 Obszar badanej nieruchomości



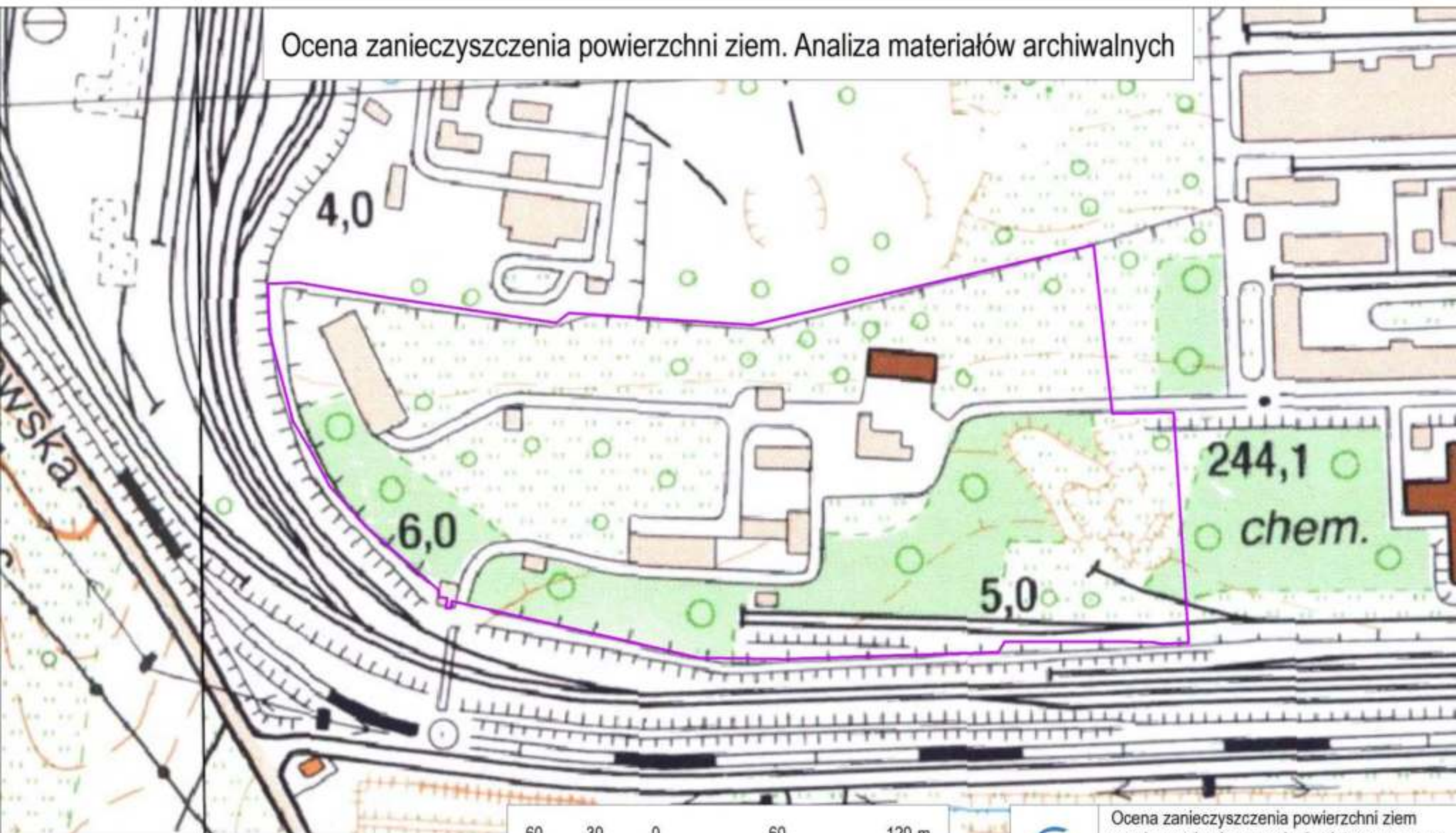
Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem
w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego.
Analiza historyczna. Mapa z lat 1930-1935
Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Brönder

Mapy z Archiwum Państwowego w Katowicach. Mapa z 1960 roku



Projekt GEOPORTAL 2. Mapa z lat 1992-2004

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem. Analiza materiałów archiwalnych



Obszar badanej nieruchomości



Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego. Analiza historyczna. Mapa z roku 1993
Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

Dane współczesne - projekt GEOPORTAL 2 - aktualna ortofotomapa



Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem. Współczesna ortofotomapa



 Obszar badanej nieruchomości



Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego. Analiza historyczna. Współczesna ortofotomapa. Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

Dane współczesne - projekt ISOK. Cień o rozdzielczości 1m

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem. Ukształtowanie powierzchni terenu



40 20 0 40 80 m

Obszar badań

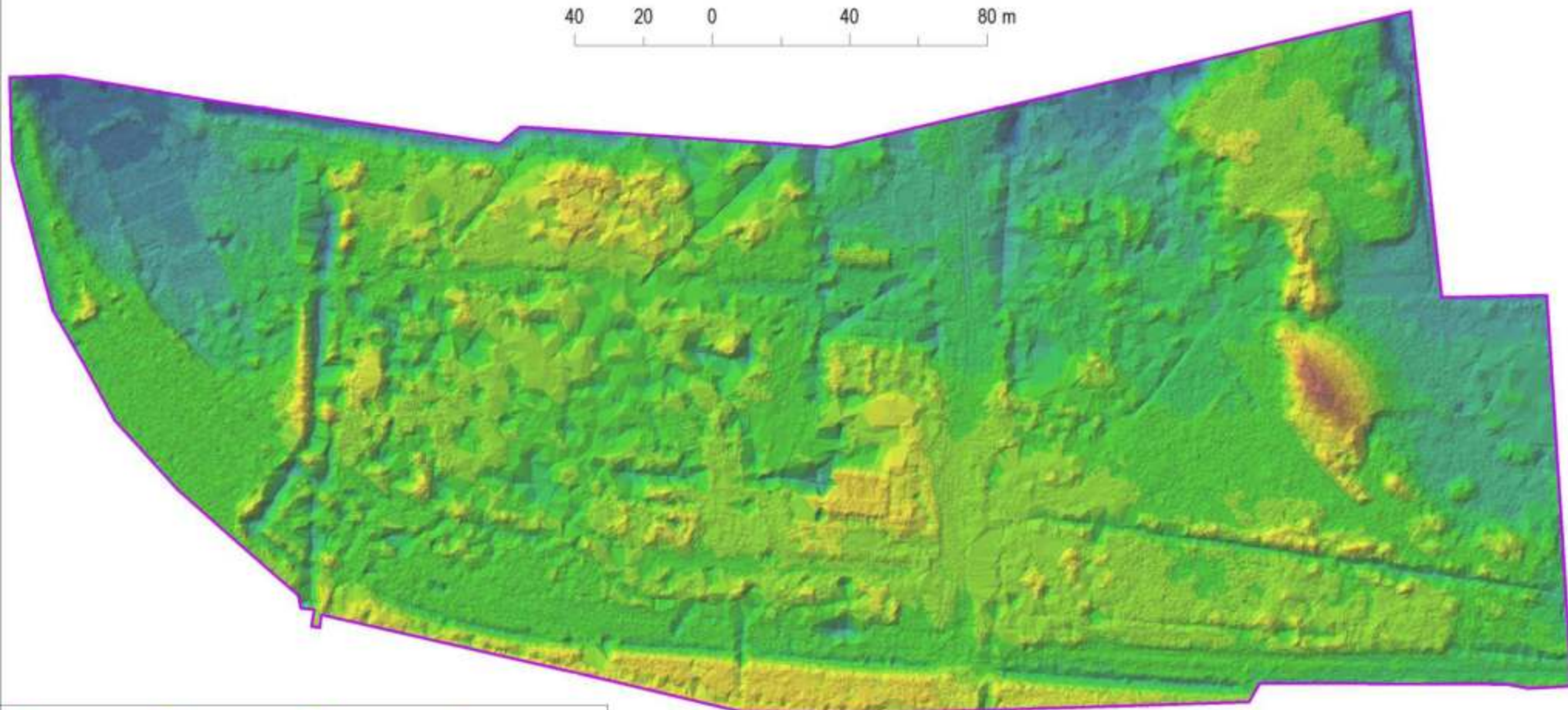


Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem
w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego.
Powierzchnia terenu na podstawie danych ISOK
Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

Model wysokości terenu na podstawie danych lidarowych (2014)

Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziem. Szacunek objętości gruntów zanieczyszczonych

40 20 0 40 80 m



250.3 - 250.8	248.1 - 248.7	245.9 - 246.5	243.8 - 244.3
249.8 - 250.3	247.6 - 248.1	245.4 - 245.9	243.2 - 243.8
249.2 - 249.8	247.0 - 247.6	244.9 - 245.4	242.7 - 243.2
248.7 - 249.2	246.5 - 247.0	244.3 - 244.9	Obszar badań

PWG - Tychy Sp. z o.o. 43-100 Tychy, ul. Fabryczna 11		KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO Profil numer 301				Załącznik: 1.1 Wiertrice: WH-4				
Miejscowość: Tychy - Czulów Gmina: Tychy Powiat: Tychy Województwo: śląskie		Objekt: Tychy - Czulów, ul. Zwierzyniecka Inwestor: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowlonych Wiercenie wykonał: PWG - Tychy Sp. z o.o. Nadzór geologiczny: mgr S. Surdel		System wiercenia: mechaniczno-obrotowy Rzędna: 266.25 m Skala 1: 50 Data wiercenia: 2016-04-28						
Wiercenie	Ciepłota zwrócenia wody	Słupki gruntu	Profil litologiczny		Przebieg	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Włgłość	Ilość wałczków	Stan gruntu
			[m]	[m]						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
DR. ANTROPOGENICZNY Nasypany niekontrolowany						nasypany niekontrolowany zbudowany z mieszanki pyłu, żyłki piaszczystego, gliny, piasku, okruchów piaskowca, kruszywa przepalonego, gliny... barwy ciemnej, c. szaro-czarnej...				szp
				1.80		nasypany niekontrolowany zbudowany z mieszanki pyłu, żyłki piaszczystego, gliny, piasku, gliny, kawałków szkła, metali, drewna, szmat, sznurka, papieru, folii, plastiku... barwy ciemnej, c. szaro-czarnej...	rN	w		
				2.80		nasypany niekontrolowany zbudowany z mieszanki pyłu, żyłki piaszczystego, gliny, papieru, sznurka, znacznej ilości brzośki wapna?... barwy c. szaro-białej...				h
				4.00		nasypany niekontrolowany zbudowany z mieszanki pyłu, żyłki piaszczystego, piasku, okruchów ogry, kamieni, kawałków papieru, szkła, metali, folii... barwy ciemnej, c. szaro-czarnej...		m		
				5.00		nasypany niekontrolowany (j.w.) - nawodniony		rw		
				5.50		głina warstwowana pyłem piaszczystym, żółto-oliwowa	Gt/tp	rw	Gt	st
				7.00						

Uwaga:

W podłożu badanego terenu do głębokości rozpoznania geologicznego nie występuje typowa warstwa wodonosna.
Wody gruntowe występują fragmentarycznie, głównie w dnach nasypów, w zagłębieniach stropu nieprzepuszczalnego gliniastej



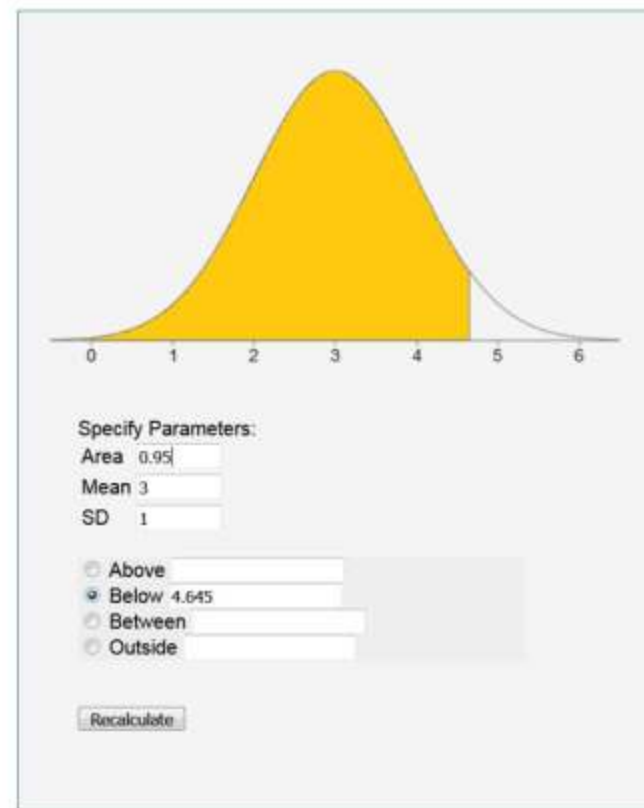
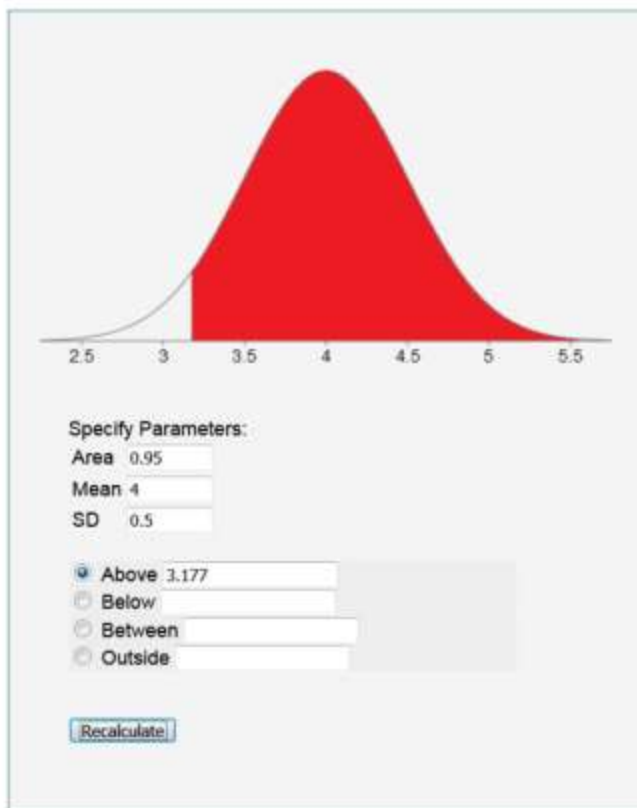
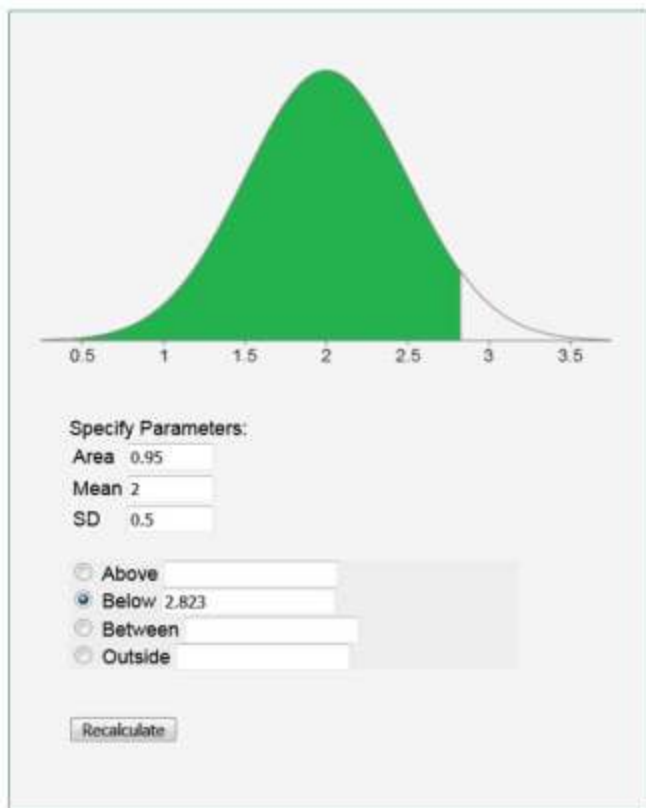
Rysunek wykonano programem "GeoStar"

Kartę opracował: mgr Sylwester Surdel

Analiza i interpretacja otrzymanych wyników

1. Statystyczna ocena zanieczyszczenia nieruchomości w oparciu o miary położenia i rozproszenia
 - ❑ Ocena gruntów warstw ze względu na ich głębokość (np. $0 \div 0,25\text{m}$; $0,25 \div 1\text{m}$ p.p.t.)
 - ❑ Ocena gruntów wyszczególnionych warstw (geotechnicznych, stratygraficznych)
 - ❑ Ocena gruntów wyodrębnionego podobszaru nieruchomości
2. Interpretacja przestrzenna
 - ❑ Ocena autokorelacji przestrzennej
 - ❑ Szacowanie wartości w punktach nie badanych (interpolacja)
 - ❑ Ustalenie zasięgu gruntów zanieczyszczonych lub materiału odpadowego

Schemat statystycznej oceny zanieczyszczenia gruntów



Jeżeli mamy do czynienia z 3 seriami pomiarów zawartości **Hg** w próbkach gruntu z Grupy I, warstwy poniżej 0,25 m p.p.t., o współczynniku wodoprzepuszczalności $K > 10^{-7}$ m/s (norma 3 mg/kg) to:

□ wykres po lewej ilustruje przykład gruntu **niezanieczyszczonego**;

□ wykres po środkowy ilustruje przykład gruntu **całkowicie zanieczyszczonego**;

□ wykres po prawej to przykład gruntu **częściowo zanieczyszczonego, spełniającego kryteria**

Statystyczna ocena zanieczyszczenia gruntów terenu przemysłowego.

Dane o rozkładzie normalnym – propozycje IETU z lat 2001 i 2008

- A. Jeżeli asymetryczny **górnny** poziom ufności średniej jest **mniejszy** od poziomu dopuszczalnego danego zanieczyszczenia, to dany teren oceniany jest jako **niezanieczyszczony**
- B. Jeżeli asymetryczny **dolny** poziom ufności średniej jest **większy** od poziomu dopuszczalnego danego zanieczyszczenia, to dany teren oceniany jest jako **zanieczyszczony**
- C. Jeżeli wartość poziomu dopuszczalnego znajduje się **między** dolnym i górnym poziomem ufności wówczas teren jest sklasyfikowany jako **prawdopodobnie zanieczyszczony**.
- D. W przypadku, gdy wartość średniej równa się wartości standardu, wówczas badany teren jest zanieczyszczony z prawdopodobieństwem równym 0,5

$$PU_{1-\alpha} = \frac{t_{\alpha, n-1} \cdot S}{\sqrt{n}}$$

Przedział ufności średniej z próby losowej
S - odchylenie standardowe próby

Rozkłady statystyczne zawartości substancji zanieczyszczających

Lp.	Typ rozkładu	Sytuacja geochemiczna	Miara położenia centralnego
1	Rozkład symetryczny, normalny	Grunt nie zanieczyszczony – naturalny / lub grunt całkowicie (jednorodnie) zanieczyszczony	Średnia arytmetyczna
2	Rozkład asymetryczny, log-normalny	Kilka rodzajów gruntów cechujących się rozkładami normalnymi zmieszane razem	Średnia geometryczna
3	Rozkład nieustalony	Kilka rodzajów gruntów łącznie z kilkoma wynikami poniżej granicy oznaczenia	Mediana

Obliczenia centralnych miar położenia i miar rozproszenia

Parametr	Miara położenia	Miara rozproszenia (wariancja)
Średnia arytmetyczna / wariancja	$\bar{A} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n a_i$	$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2$
Średnia geometryczna / wariancja	$a_g = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdots a_n}$	$s_g^2 = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^n \left(\ln \frac{a_i}{a_g}\right)^2}{n}\right)$
Średnia ważona / wariancja	$\bar{a} = \sum_{i=1}^n w_i a_i$	$\text{var}(z) = s^2 \cdot \sum_{i=1}^n (w_i)^2$

Przykład z badań IETU. Projekt TIMBRE



Zawartości substancji zanieczyszczającej (sumy benzyn C_6-C_{12}) w glebie w mg/kg suchej masy, w strefie poniżej 2m p.p.t.; geologia – piaski średnioziarniste. Norma = 50mg/kg

Próbki pojedyncze: 0,25; 3,14; 6,51; 6,66; 11,54; 16,25; 16,39; 27,78; 115 (9 wyników)

Parametr	Miara położenia	Miara rozproszenia
Średnia arytmetyczna / odchylenie standardowe	22,61	36,63
Średnia geometryczna / odchylenie standardowe	8,85	4,89
Mediana / – odchylenie absolutne mediany	11,54	7.46
<i>Usunięcie wartości odstającej 115</i>		
<i>Średnia arytmetyczna / odchylenie standardowe</i>	11,07	8,90

Dane cechują się rozkładem log-normalnym. Po usunięciu wartości odstającej, pozostałe dane (8 wyników) dopasowują się do rozkładu normalnego

Obliczenia górnych i dolnych przedziałów ufności miar położenia

Parametr	Dolny przedział ufności średniej lub median	Górny przedział ufności średniej lub mediany
Średnia arytmetyczna	$\bar{A} - \frac{\sqrt{\frac{1}{\alpha} - 1} \cdot S}{\sqrt{n}}$	$\bar{A} + \frac{\sqrt{\frac{1}{\alpha} - 1} \cdot S}{\sqrt{n}}$
Mediana (indeks liczby)	$nq - FS \sqrt{nq(1 - q)}$	$nq + FS \sqrt{nq(1 - q)}$

- dla mediany przedział ufności określa się dla zbioru uporządkowanego od wartości minimalnej do maksymalnej
- n - liczba punktów w zbiorze
- q - dla mediany = 0,5
- FS - Funkcja odwrotna, standardowego rozkładu normalnego dla danego prawdopodobieństwa. Dla 95% PU funkcja wynosi 1.96

Obliczenia górnych i dolnych przedziałów ufności miar położenia

Parametr	Miara centralna	Dolny przedział ufności	Górny przedział ufności
Średnia (8 wyników)	11,07	5,1	17,03
Mediana (9 wyników)	11,54	6,51	16,39

Interpretacja przestrzenna wyników pomiarowych

Prawo Toblera

Podstawową zasadą w geografii jest to, że elementy będące w pobliżu mają więcej podobieństw niż obiekty, które są daleko od siebie. Idea ta jest często nazywana "pierwszym prawem geografii Toblera" i można ją w skrócie określić jako "wszystko jest związane ze wszystkim innym, ale w pobliżu rzeczy są bardziej powiązane niż rzeczy odległe".

Przestrzenne zależności są **kowariancjami** cech wewnątrz geograficznej przestrzeni: właściwości w bliskich miejscach mogą być skorelowane pozytywnie albo negatywnie.

Autokorelacja przestrzenna

Autokorelacja przestrzenna to statystyczna miara służąca ocenie stopnia zależności między obserwacjami w przestrzeni geograficznej. Jedną z klasycznych miar autokorelacji przestrzennej jest wskaźniki Moran I.

Autokorelacja przestrzenna – wskaźnik Moran I

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

n - liczba przypadków

\bar{y} - średnia wartość danej cechy

y_i - wartość cechy w specyficznej lokalizacji

y_j - wartość cechy w sąsiednich lokalizacjach (sąsiedniej lokalizacji)

w_{ij} - jest wagą wskazującą na przestrzenną relację pomiędzy wartością w lokalizacji i w stosunku do wartości w lokalizacji j

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Odwrotność wariancji

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})$$

Kowariancja

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

Macierz wag
sąsiedztwa
/odległości

Autokorelacja przestrzenna (AP). Wskaźnik Morana I - interpretacja



- Jeden z najstarszych wskaźników AP (Moran, P.A.P. (1950), "Notes on Continuous Stochastic Phenomena," Biometrika, 37, 17–33). Nadal jest standardem w określeniu AP
- Stosowany do wartości ciągłych reprezentowanych w postaci wieloboków lub punktów
- Porównywana jest wartość w danej lokalizacji z wartościami we wszystkich innych lokalizacjach
- Podobny do współczynnika korelacji: wartości wskaźnika wahają się od **-1** do **+1**
 - **0** wskazuje brak korelacji przestrzennej
 - Jeżeli autokorelacja jest wysoka wskaźnik przyjmuje wartości zbliżone do **+1** lub **-1**
 - Dodatnie lub ujemne wartości wskaźnika Morana I wskazują na dodatnią lub ujemną AP
- Wartości statystyki Z wskaźnika Morana I mogą być stosowane w ocenie wzorca rozproszenia, losowości, skupienia
 - Wartości statystyki Z wskaźnika zbliżone do 0 [faktycznie zbliżone do wartości $-1/(n-1)$ –wartość oczekiwana wskaźnika Morana I] wskazują na **wzorzec losowy**
 - Wartości statystyki Z wskaźnika powyżej $-1/(n-1)$ wskazują tendencję w kierunku tworzenia się **skupień**
 - Wartości statystyki Z wskaźnika poniżej $-1/(n-1)$ wskazują tendencję w kierunku **rozproszenia** / jednorodności

Lokalny forma wskaźnik autokorelacji przestrzennej Morana I

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y})}{s} \cdot \sum_{j \neq i} w_{ij} z_j$$

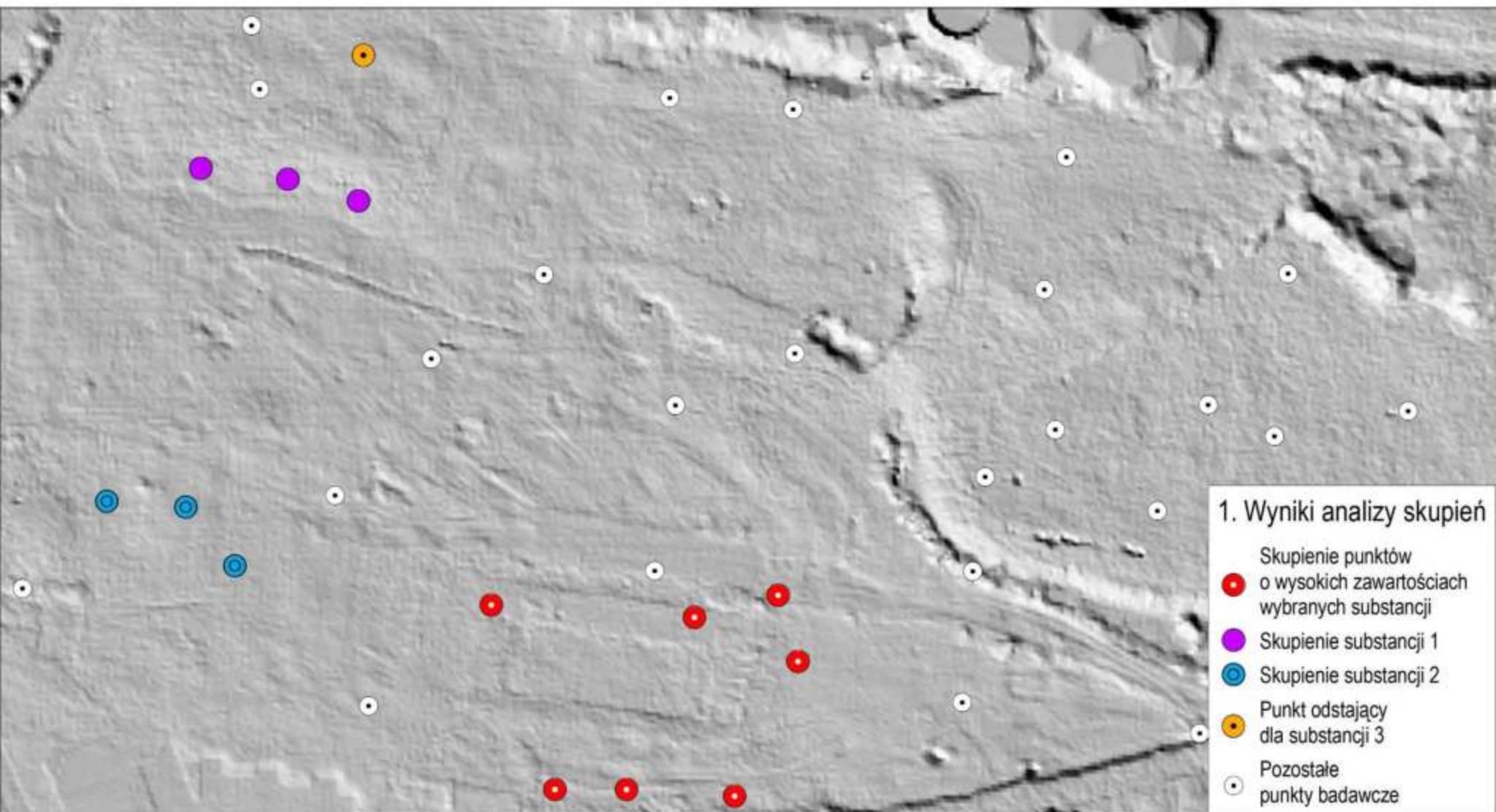
I_i - lokalna wartość wskaźnika Morana

$(y_i - \bar{y})/s = Z_i$ - wartość statystyki Z dla strefy i;

$\sum w_{ij} z_j$ - średnia wartość statystyki Z w otoczeniu strefy i

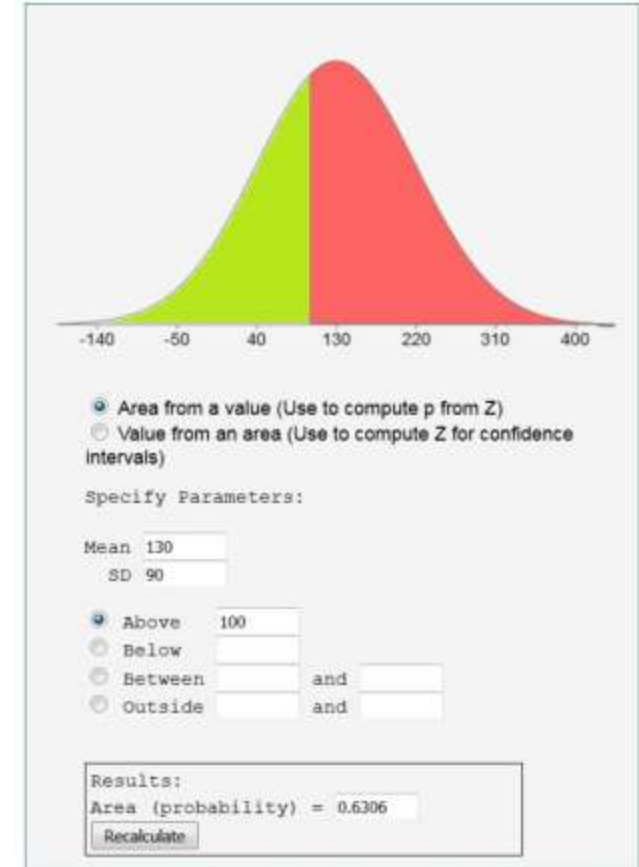
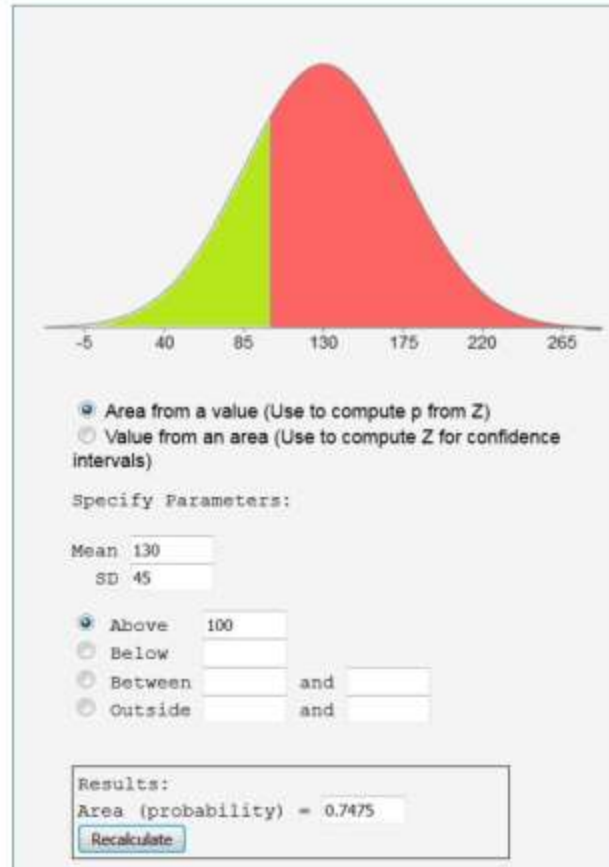
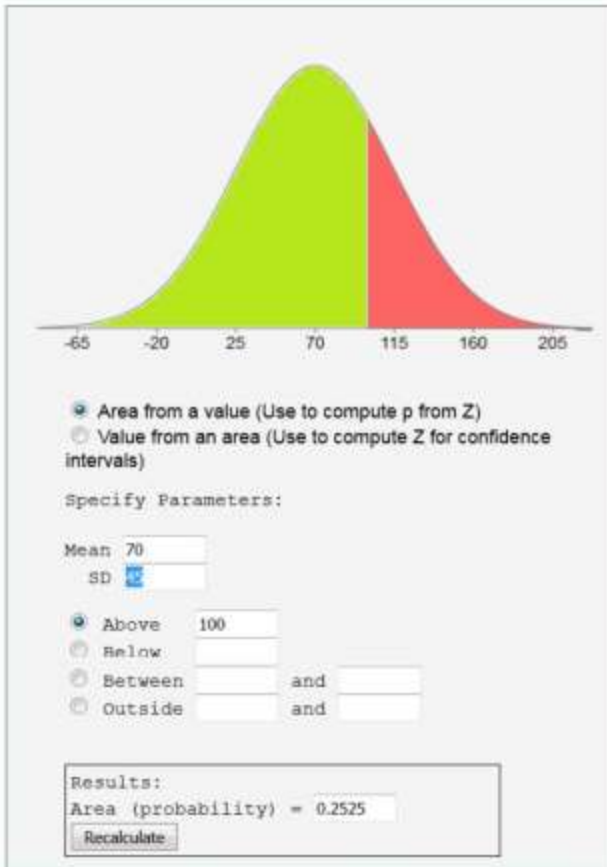
$\sum w_{ij} = 1$ – suma wag

Wynik analizy autokorelacji lokalnej



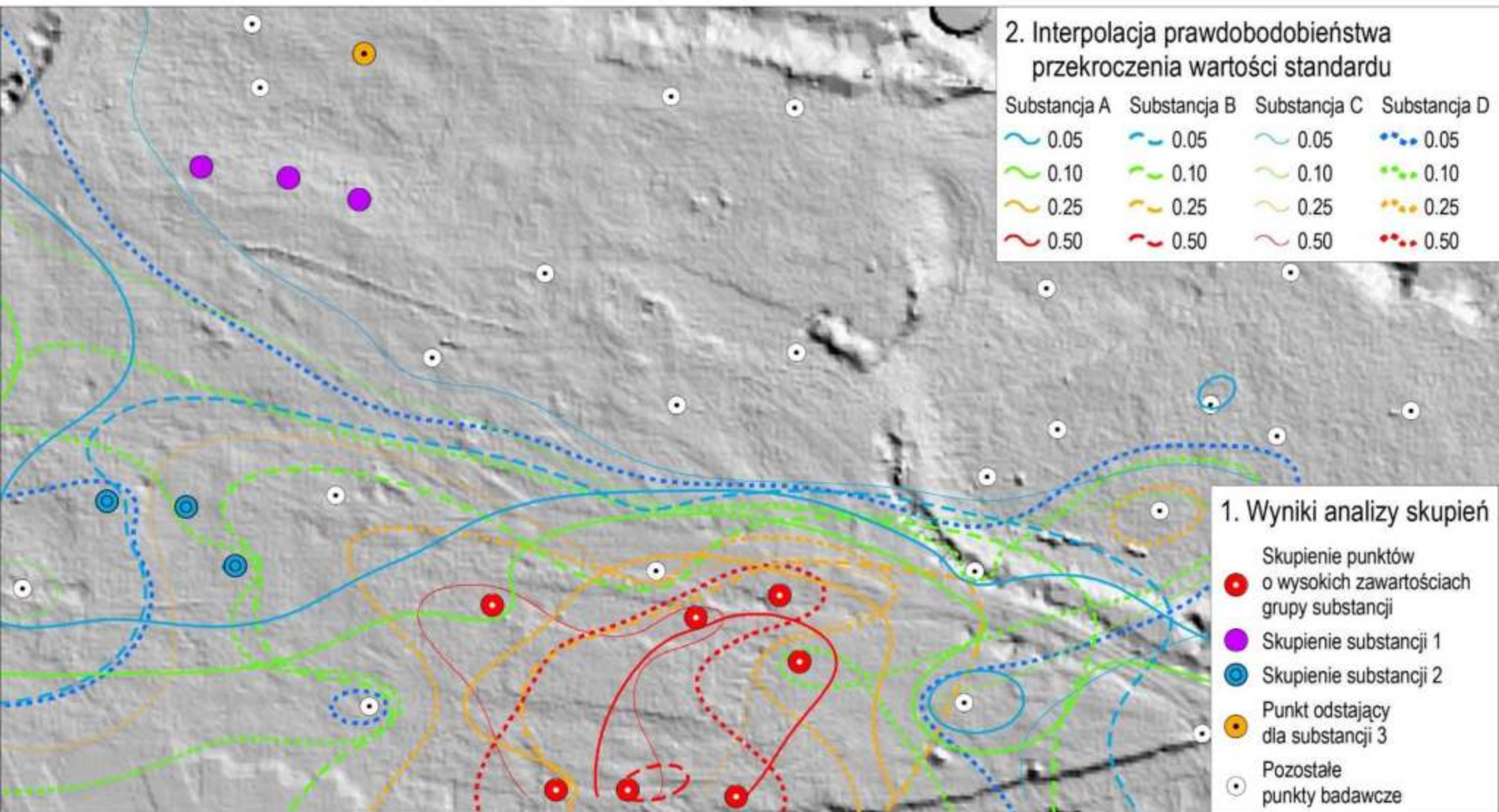
Kriging zwykły

- tworzenie map prawdopodobieństwa



Alternatywą dla map wartości estymowanych są mapy prawdopodobieństwa przekroczenia pewnego poziomu (dopuszczalnego), które uwzględniają wartości estymowane oraz błąd oszacowania wartości estymowanych

Ustalenie prawdopodobieństwa przekroczenia standardów



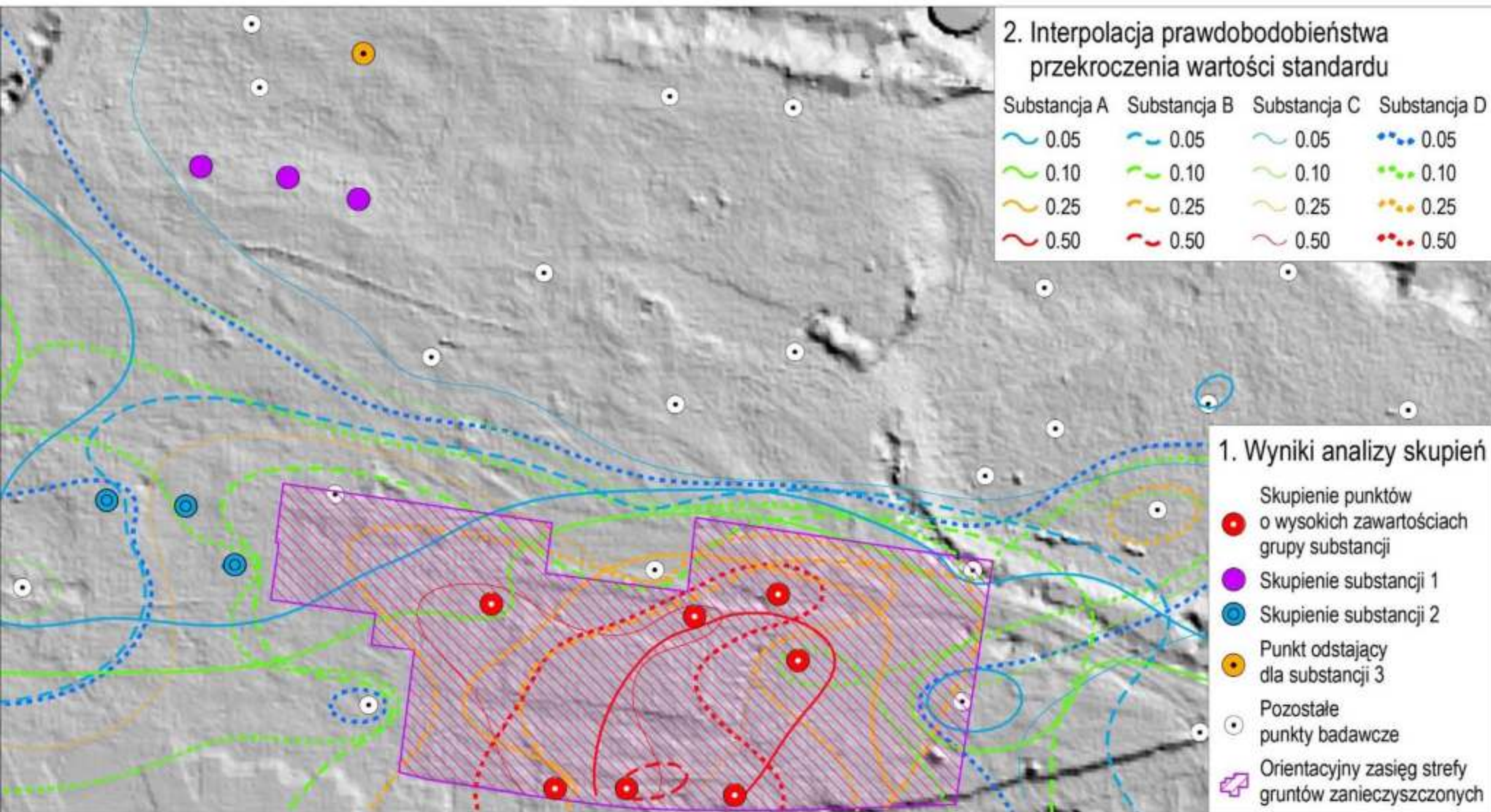
Interpretacja wyników pomiarowych

30 15 0 30 60 m



Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziemi w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego. Analiza autokorelacji przestrzennej
Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

(3) ustalenie prawdopodobnego zasięgu gruntów zanieczyszczonych



Interpretacja wyników pomiarowych



Ocena zanieczyszczenia powierzchni ziemi w celu uzyskania pozwolenia zintegrowanego. Analiza autokorelacji przestrzennej
Opracowanie kartograficzne: dr Joachim Bronder

Uwagi końcowe dotyczące oceny gruntów nieruchomości



- ❑ Każdy teren poddany ocenie jest **unikalny** i wymaga dostosowania do siebie odpowiednich narzędzi rozpoznania terenu
- ❑ W ocenie terenów przemysłowych i poprzemysłowych obszaru Górnego Śląska i Województwa Śląskiego przydatne są materiały kartograficzne **Archiwum Państwowego** w Katowicach udostępniane przez Otwarty Regionalny System Informacji Przestrzennej (**ORSIP**)
- ❑ Ocenę zanieczyszczenia gruntów danej nieruchomości można wykonać w oparciu o miary położenia i rozproszenia.
- ❑ Analiza geostatystyczna pozwala na podział nieruchomości na strefy cechujące się specyficznymi właściwościami gruntów.
- ❑ Ocenę zanieczyszczenia gruntów należy powiązać z **opisem gruntu**, w szczególności z opisem litologicznym zamieszczonym na kartach otworów badawczych
- ❑ Kończącym efektem oceny powinna być **jednoznaczna** konkluzja co do charakteru gruntów oraz materiału odpadowego zalegających na danej nieruchomości.

Dziękuję za czas i uwagę

dr Joachim Bronder

Zakład Badań i Rozwoju

e-mail: j.bronder@ietu.pl