



## **ANALIZA RYZYKA ZDROWOTNEGO DLA MIESZKAŃCÓW OSIEDLA SĄSIADUJĄCEGO Z DAWNYMI ZAKŁADAMI CHEMICZNYMI ZACHEM**

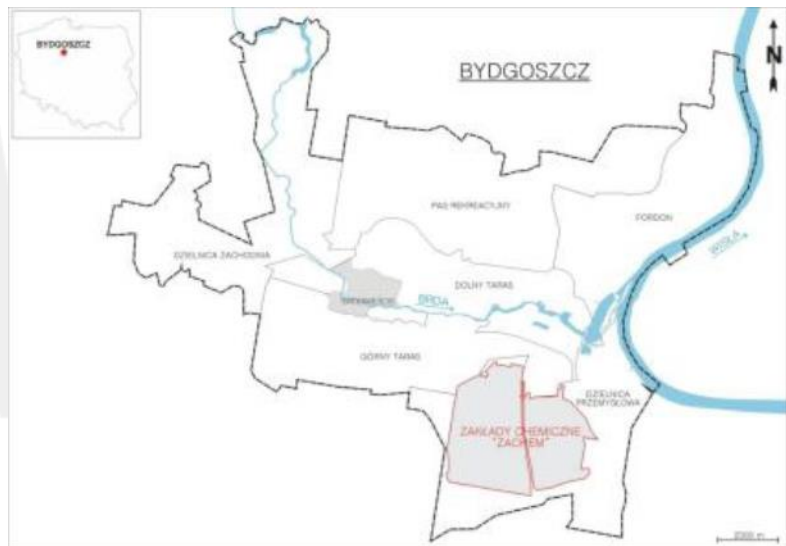
**Eleonora Wcisło, Joachim Bronder**  
Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych  
Katowice, 21 października 2021

- Wstęp
- Cel
- Obszar badań
- Ogniska zanieczyszczeń
- Wybór substancji zanieczyszczających
- Operat opróbowania terenu
- Metoda oceny zanieczyszczenia gleby i wyniki oceny
- Metoda oceny ryzyka zdrowotnego i wyniki oceny
- Podsumowanie

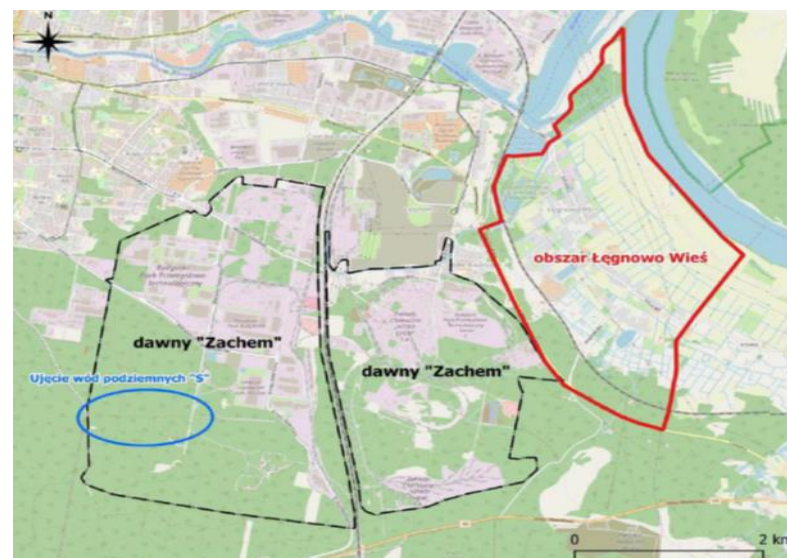
- Praca zrealizowana w ramach działania pilotażowego projektu GreenerSites - Environmental Rehabilitation of Brownfield Sites in Central Europe, nr CE394
- Projekt współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Interreg Europa Środkowa

- Cel Projektu GreenerSites – poprawa zarządzania środowiskowego zdegradowanymi obszarami przemysłowymi
- Cel pracy zespołu IETU - wykonanie oceny ryzyka zdrowotnego dla mieszkańców osiedla Łęgnowo-Wieś, sąsiadującego z dawnymi Zakładami Chemicznymi ZACHEM

## OBSZAR BADAŃ



Położenie ZCh ZACHEM



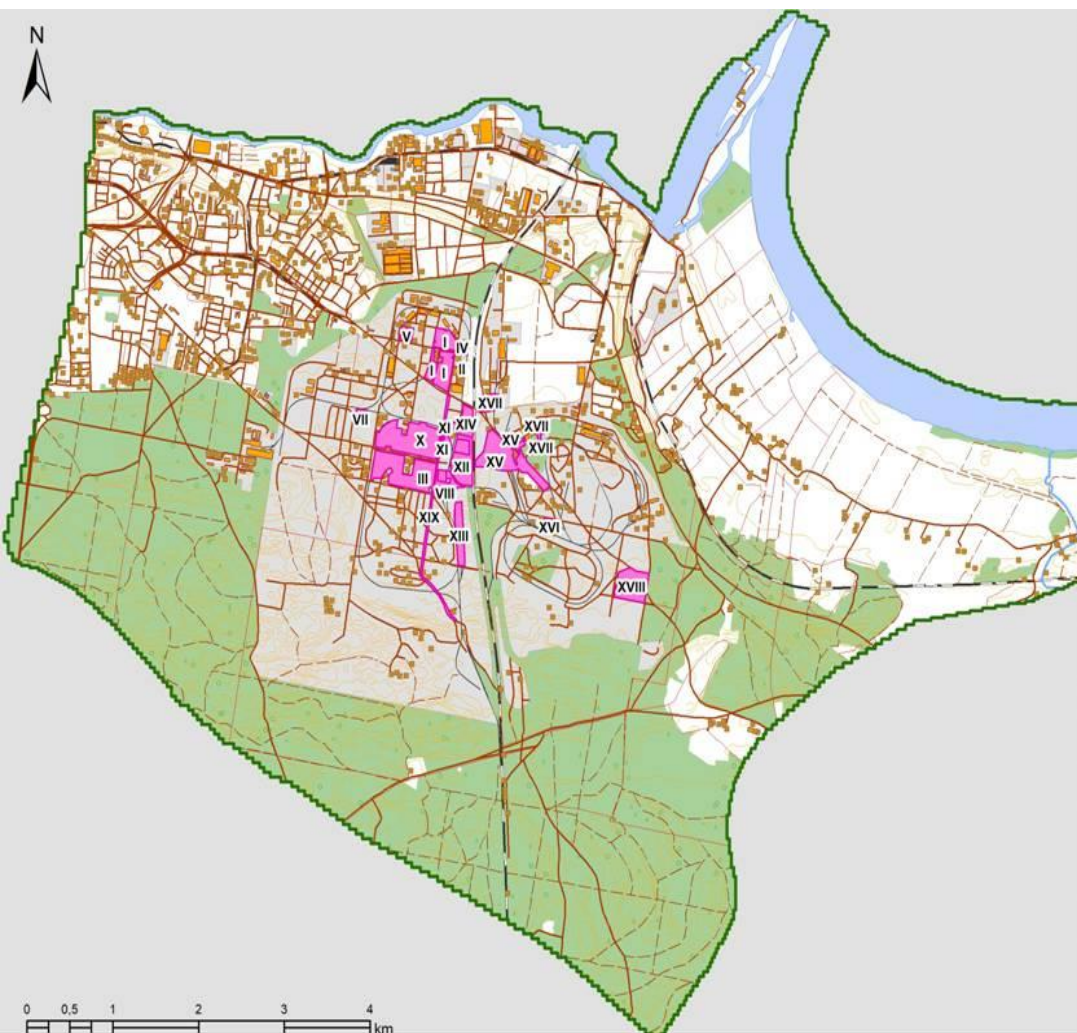
Położenie osiedla Łegnowo-Wieś

## DAWNE ZAKŁADY CHEMICZNE ZACHEM

- Założone w miejscu pruskiej fabryki materiałów wybuchowych – DAG Fabrik Bromberg (nitroceluloza, proch bezdymny, nitrogliceryna, trotyl)
- 1948 - 1952 – produkcja materiałów wybuchowych dla wojska i celów cywilnych (trotyl, pentryt i tetryl)
- Później – produkcja barwników, półproduktów barwnikarskich, pigmentów, fenolu, dinitrotoluenu, nitrobenzenu, aniliny i przetworzonego PCW
- Produkcja elastycznych pianek poliuretanowych i kształtek z pianek PUR, uruchomienie instalacji elektrolizy solanki, fosgenu, dinitrotoluenu (DNT), toluenodiaminy (TDA), toluenodiiizocyjanianu (TDI), epichlorohydryny (EPI), produkcja chloronitrobenzenu
- Do 2013 jeden z największych producentów chemii organicznej na polskim rynku



# OGNISKA ZANIECZYSZCZEŃ



- I Obszar zakładu barwników
- II Dół po odpadach barwnikarskich
- III Obszar instalacji kompleksu monomerów
- IV Centrala 'zimna'
- V Rejon PURINOVA (poliole poliestrowe, systemy PUR)
- VI Miejsce gaszenia smół z TDI – odpady pogalwaniczne
- VII Teren elektrolizy solanki, zbiorniki solanki
- VIII Magazyn propylenu
- IX Składowisko popiołów i żużli z elektrociepłowni
- X Teren zanieczyszczony TDI/TDA
- XI Obszar instalacji epichlorohydryny (EPI)
- XII Staw osadowy epichlorohydryny
- XIII Obszar składowiska przy ul. Lisiej
- XIV Obszar centralnej stacji neutralizacji ścieków
- XV Obszar trzech składowisk (dołów) szlamu anilinowego
- XVI Obszar instalacji dinitrotoluenu
- XVII Teren starej kotłowni
- XVIII Kompleks składowisk przy ul. Zielonej
- XIX Trasa rurociągu solanki

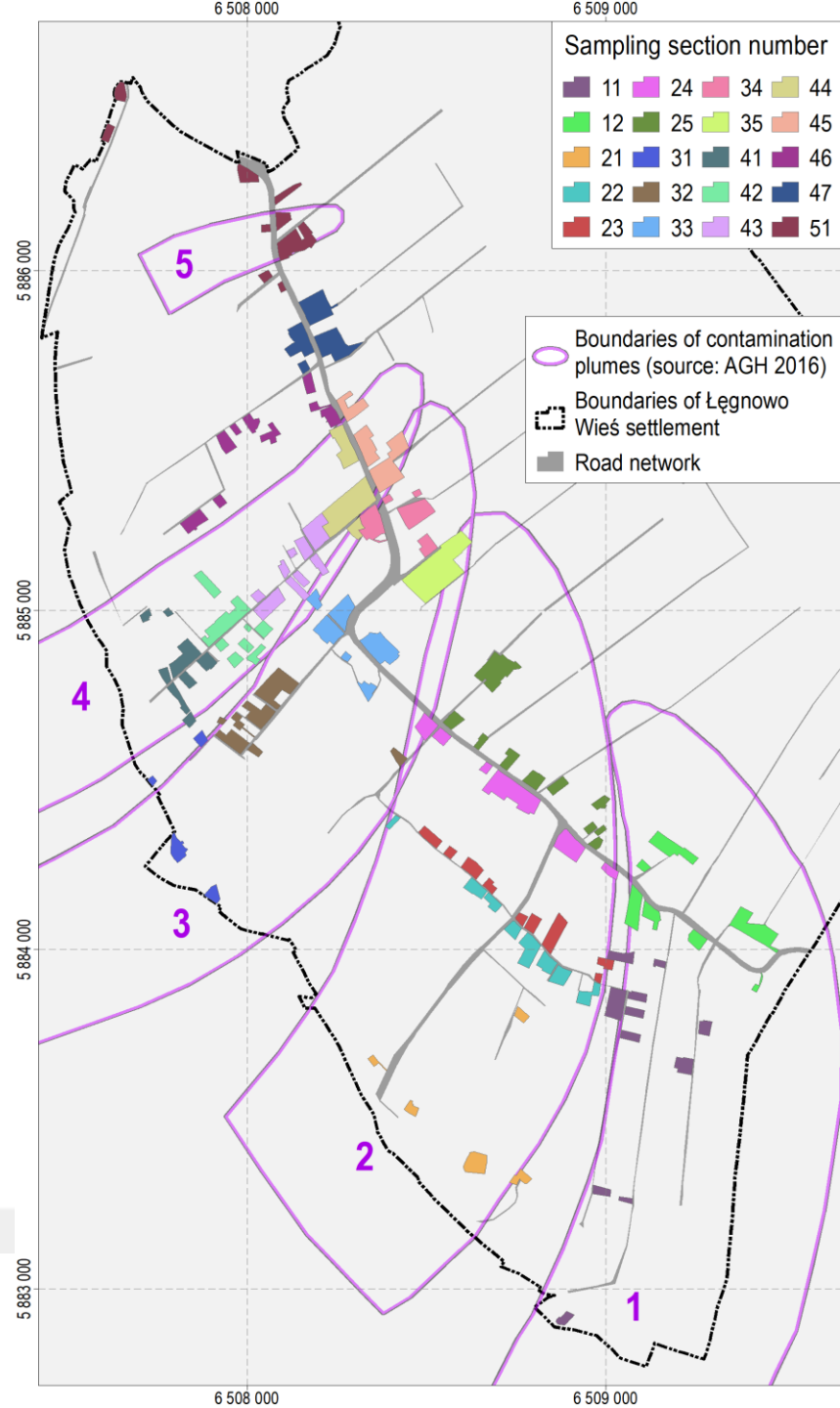
## OSIEDLE ŁĘGNOWO-WIEŚ

- 1600 mieszkańców
- Powierzchnia osiedla - 736 ha
- 164 użytki z budynkami mieszkalnymi
- Teren zabudowy mieszkaniowej - 31,1 ha
- W 1963 – pogorszenie jakości wody w studniach przydomowych;  
ZACHEM dostarcza wodę mieszkańcom z własnego ujęcia
- Od 2014 – woda dostarczana z miejskiej sieci wodociągowej



## OPERAT OPRÓBOWANIA GLEB

- 5 chmur zanieczyszczeń w wodach podziemnych wg AGH (2016, 2018)
- 20 sekcji badawczych - 20 próbek zbiorczych (min. 15 próbek pojedynczych) pobranych z warstwy powierzchniowej (0-0,25 m)



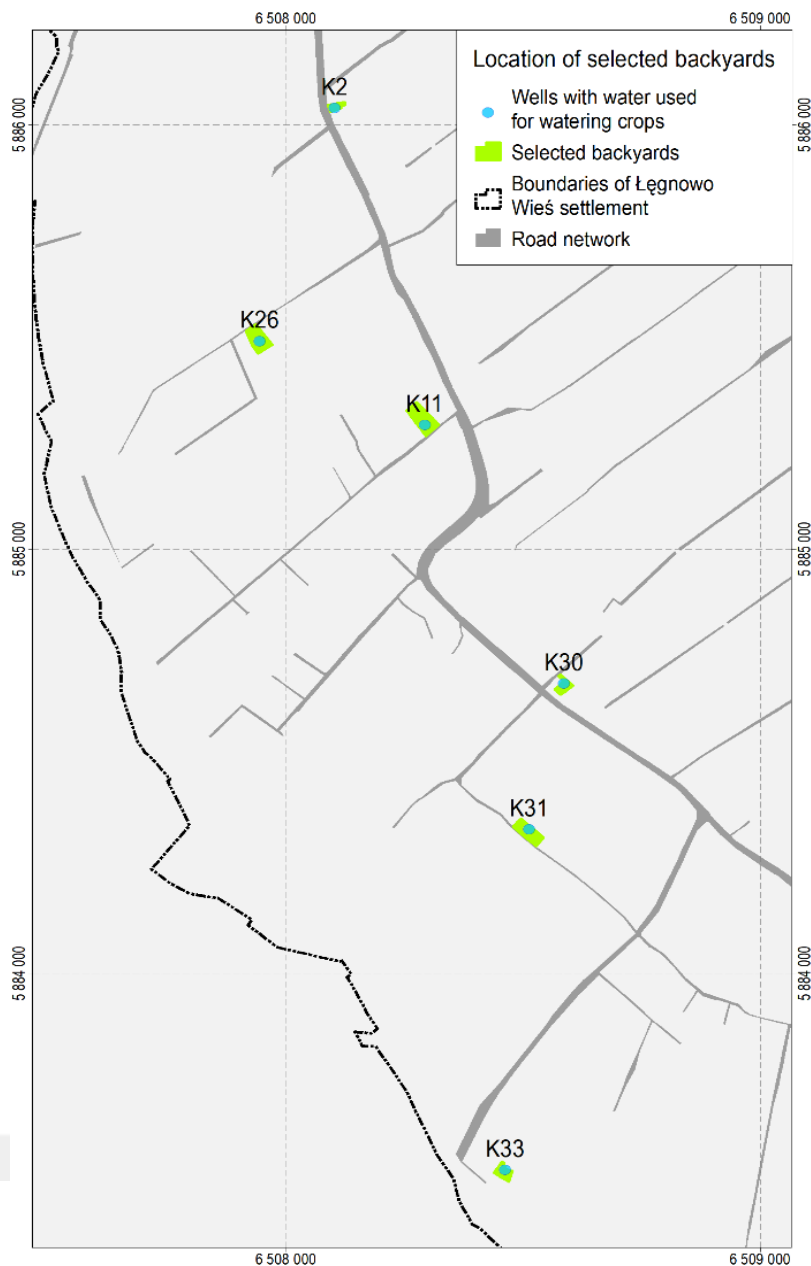
## OPERAT OPRÓBOWANIA GLEB

- 9 otworów badawczych w wybranych użytkach - (próbki pobrane z głębokości  $<0,25\text{m}$ ; identyfikacja substancji lotnych)



## OPERAT OPRÓBOWANIA GLEB

- 6 wybranych gospodarstw ze studniami - tereny przydomowe (wg ARCADIS 2018); 6 próbek zbiorczych (warstwa 0-0,25m)



# WYBRANE SUBSTANCJE ZANIECZYSZCZAJĄCE

| Numer sekcji | Pow. [ha] | Nr chmury | Ogniska zanieczyszczeń                              | Substancje - warstwa powierzchniowa                                                                                                                                                                                                                                      | Liczba otworów badawczych (warstwy gruntu poniżej 0,25m) | Substancje lotne - otwory badawcze                                                                |
|--------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11           | 1,6669    | 1         | plac spalań w Żółwinie, odpady z elektrociepłowni   | WWA (16 wg USEPA)*, fenol, metale i metaloid**                                                                                                                                                                                                                           | 1                                                        | WWA (antracen, acenaften, fluoren, piren, naftalen, benzo(a)antracen))                            |
| 12           | 2,0672    | 1         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 21           | 0,7400    | 2         | składowisko Zielona                                 | WWA (16 wg USEPA)*, metale i metaloid**, fenol, chlorofenole (2-chlorofenol), toluen, anilina, chloroanilina, toluidyna, 2-fenylofenol, glikol etylenowy, difenylosulfon; trichloroetylen (TCE), tetrachloroetylen (PCE), oktylofenole i estry oktylofenolooksyetylenowe | 2                                                        | WWA (antracen, acenaften, fluoren, piren, naftalen, benzo(a)antracen), 2-chlorofenol, toluen      |
| 22           | 1,5726    | 2         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 23           | 1,3557    | 2         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 24           | 1,9670    | 2         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 25           | 1,8549    | 2         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 31           | 0,5320    | 3         | soczewka nitrobenzenu lub instalacja dinitrotoluenu | WWA (16 wg USEPA)*, fenol, nitrobenzen, dinitrotoluen - mieszanina 2,4/2,6-, o-nitrotoluen                                                                                                                                                                               | 2                                                        | WWA (antracen, acenaften, fluoren, piren, naftalen, benzo(a)antracen), nitrobenzen, o-nitrotoluen |
| 32           | 1,7503    | 3         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 33           | 1,7314    | 3         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 34           | 1,3277    | 3         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |
| 35           | 1,7811    | 3         |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                   |

## WYBRANE SUBSTANCJE ZANIECZYSZCZAJĄCE

|    |        |   |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                  |
|----|--------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 41 | 1,2494 | 4 | centralna część d.<br>Zakładów<br>Chemicznych,<br>szlamy<br>poanilinowe,<br>składowisko Lisia,<br>EPI | anilina, chloroanilina,<br>epichlorohydryna,<br>toluenodiamina (TDA),<br>toluenodiizocyjanian<br>(TDI), fenol, WWA (16<br>wg USEPA)*,<br>nitrobenzen, toluidyna,<br>o-nitrotoluen,<br>dinitrotoluen -<br>mieszanina 2,4/2,6-<br>toluen | 3 | epichlorohydryna,<br>toluenodiizocyjanian<br>(TDI), WWA<br>(antracen,<br>acenaften, fluoren,<br>piren, naftalen,<br>benzo(a)antracen),<br>nitrobenzen, o-<br>nitrotoluen, toluen |
| 42 | 1,4752 | 4 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                  |
| 43 | 1,6802 | 4 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                  |
| 44 | 1,8907 | 4 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                  |
| 45 | 1,6507 | 4 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                  |
| 46 | 1,3698 | 4 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                  |
| 47 | 1,8290 | 4 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                  |
| 51 | 1,6121 | 5 | centralna część d.<br>Zakładów<br>Chemicznych,<br>szlamy<br>poanilinowe,<br>składowisko Lisia,<br>EPI | anilina, chloroanilina,<br>epichlorohydryna,<br>toluenodiamina (TDA),<br>toluenodiizocyjanian<br>(TDI), fenol, WWA (16<br>wg USEPA)*,<br>nitrobenzen, toluidyna,<br>o-nitrotoluen,<br>dinitrotoluen -<br>mieszanina 2,4/2,6-           | 1 | epichlorohydryna,<br>toluenodiizocyjanian<br>(TDI), WWA<br>(antracen,<br>acenaften, fluoren,<br>piren, naftalen,<br>benzo(a)antracen),<br>nitrobenzen, o-<br>nitrotoluen         |

## WYNIKI ANALIZ CHEMICZNYCH

- Łącznie pobrano i przeanalizowano 43 próbki gleby i gruntu, w tym 26 próbek pobranych z warstwy powierzchniowej (0-0,25m) i 17 próbek pobranych z warstw głębszych (0,7-3,0m) lub do poziomu wody gruntowej.
- Łącznie oznaczano 80 substancji organicznych i nieorganicznych.
- Warstwa powierzchniowa - zawartości 28 substancji (35%) wyższe lub równe granicy oznaczalności (16 WWA, 9 metali, arsen, fenol i 3,5-dichlorofenol).
- Warstwa podpowierzchniowa – zawartość BaA w 1 próbce i pirenu w 2 próbkach wyższa niż granica oznaczalności.



# Ocena zanieczyszczenia gleb



- Porównanie oznaczonych zawartości substancji z ich zawartościami dopuszczalnymi w glebie grupy gruntów I (tereny zabudowy mieszkaniowej), określonymi w rozporządzeniu MŚ z dnia 1 września 2016 r. (Dz.U.2016.1395).
- Spośród 80 oznaczanych substancji oceną objęto te substancje, dla których zostały określone zawartości dopuszczalne w glebach grupy gruntów I, a ich zawartości były równe lub wyższe niż ich granice oznaczalności (21 substancji).

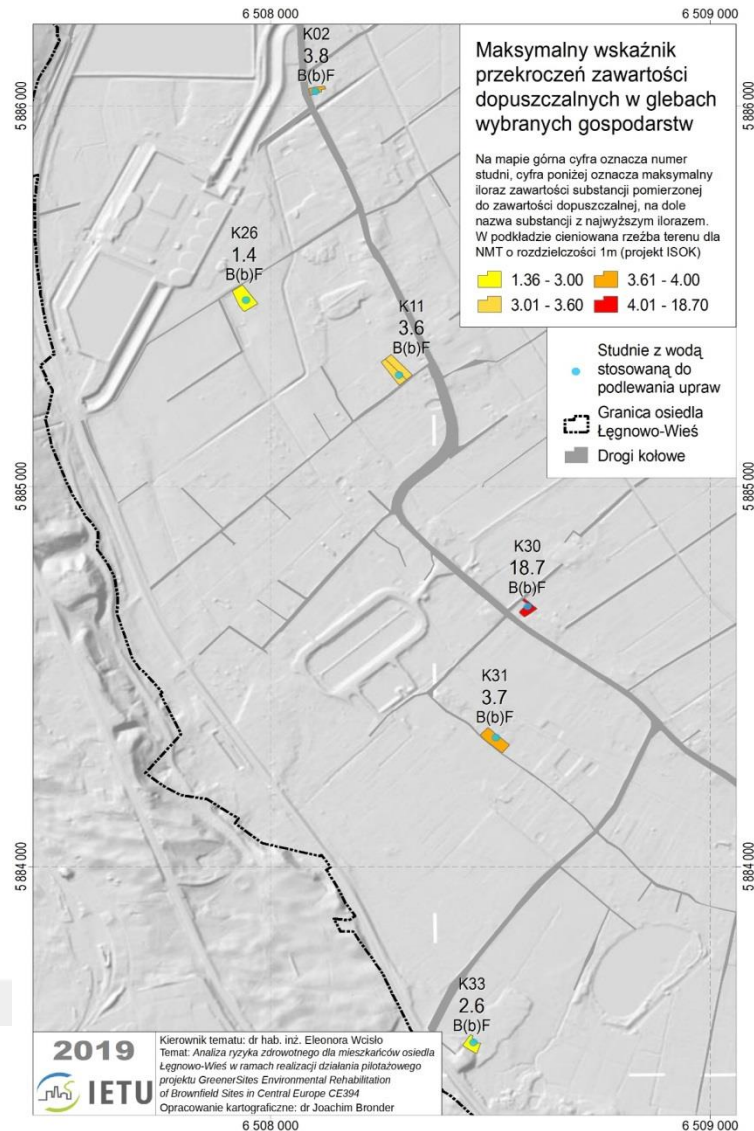
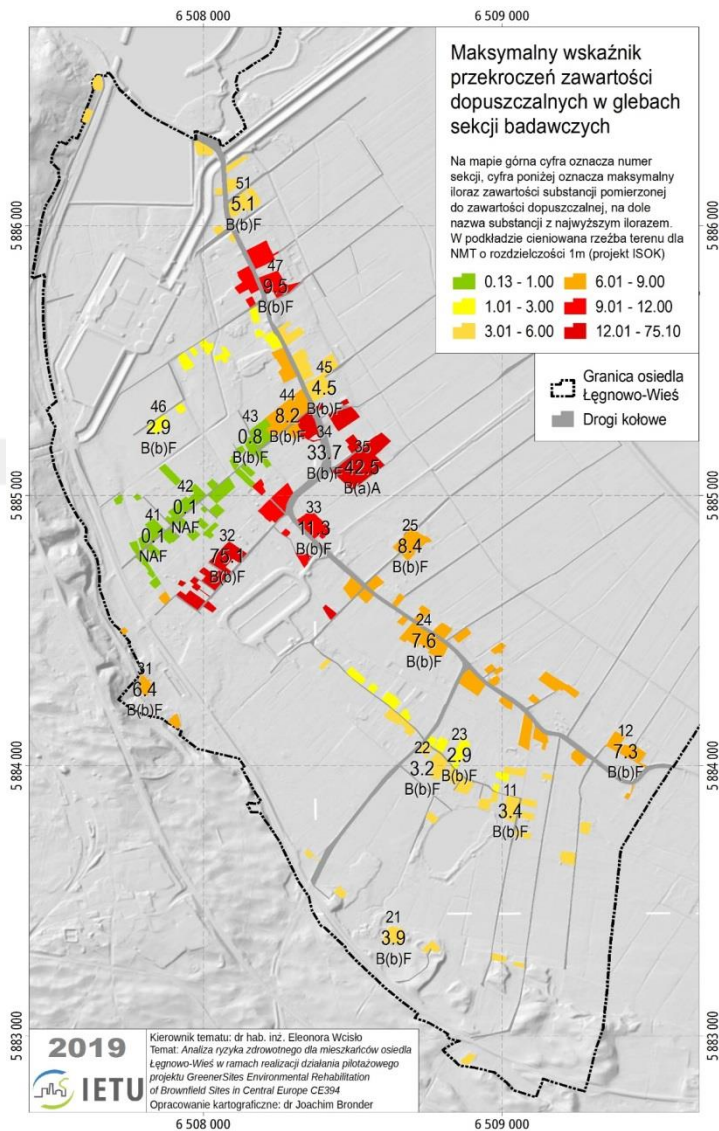
# OCENA ZANIECZYSZCZENIA GLEB TERENÓW ZABUDOWY MIESZKANIOWEJ

Dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń w glebie grupy gruntów I (mg/kg)

| L.p. | Parametr              | Warstwa<br>0-0,25m p.p.t | Warstwa poniżej<br>0,25m p.p.t., $K \geq 10^{-7}$ m/s | Warstwa poniżej<br>0,25m p.p.t., $K < 10^{-7}$ m/s |
|------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1    | As                    | 25                       | 20                                                    | 50                                                 |
| 2    | Ba                    | 400                      | 300                                                   | 600                                                |
| 3    | Cr                    | 200                      | 300                                                   | 500                                                |
| 4    | Sn                    | 20                       | 30                                                    | 50                                                 |
| 5    | Zn                    | 500                      | 300                                                   | 500                                                |
| 6    | Co                    | 50                       | 30                                                    | 60                                                 |
| 7    | Cu                    | 200                      | 150                                                   | 300                                                |
| 8    | Ni                    | 150                      | 100                                                   | 200                                                |
| 9    | Pb                    | 200                      | 100                                                   | 300                                                |
| 10   | Hg                    | 5                        | 3                                                     | 5                                                  |
| 11   | Naftalen              | 0,1                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 12   | Antracen              | 0,2                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 13   | Chryzen               | 0,2                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 14   | Benzo(a)antracen      | 0,1                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 15   | Dibenzo(a,h)antracen  | 0,1                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 16   | Benzo(a)piren         | 0,1                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 17   | Benzo(b)fluoranten    | 0,1                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 18   | Benzo(k)fluoranten    | 0,1                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 19   | Benzo(ghi)perylen     | 0,2                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 20   | Indeno(1,2,3-cd)piren | 0,2                      | 5                                                     | 20                                                 |
| 21   | Fenol                 | 0,1                      | 0,1                                                   | 1                                                  |

- Do oceny zastosowano maksymalny wskaźnik przekroczeń zawartości dopuszczalnej.
- Zawartości dopuszczalne metali i arsenu oraz fenolu nie zostały przekroczone w żadnej próbce – pominięto je w dalszej ocenie.
- Zawartości dopuszczalne 10 WWA zostały przekroczone w próbkach zbiorczych gleb 17 sekcji badawczych i 6 wybranych gospodarstw.
- Jedynie gleby 3 sekcji (41,42,43) spełniały kryteria jakościowe dla gleb terenów zabudowy mieszkaniowej (grupa gruntów I).
- W 16 sekcjach i 6 gospodarstwach najwyższą wartość wskaźnika przekroczeń uzyskał benzo(b)fluoranten.

# OCENA ZANIECZYSZCZENIA GLEB TERENÓW ZABUDOWY MIESZKANIOWEJ



## OCENA ZANIECZYSZCZENIA GLEB - WNIOSKI

- Pod względem zawartości WWA gleby wybranych gospodarstw nie różnią się od gleb 20 sekcji badawczych, w tym gleb sekcji, do których te gospodarstwa należą.
- Jedynie gleby 3 sekcji badawczych (41, 42 i 43) spełniają kryteria jakościowe dla gleb terenów grupy I użytkowania ziemi.
- Zawartości 10 WWA, wymienionych w rozporządzeniu MŚ z dnia 1 września 2016 r. (Dz.U. 2016.1395), w glebach sekcji badawczych cechują się rozkładem losowym. Pochodzenie oznaczonych w glebie WWA nie może być wiązane z prowadzoną w przeszłości działalnością produkcyjną ZCh ZACHEM.

## OCENA ZANIECZYSZCZENIA GLEBY - WNIOSKI

- ❏ Nie stwierdzono zanieczyszczenia badanych gleb osiedla Łęgnowo-Wieś substancjami najbardziej specyficznymi dla działalności dawnych ZCh Zachem, a jedynie WWA, powszechnie występującymi w środowisku.
- ❏ Stwierdzono zanieczyszczenie WWA powierzchniowej warstwy gleby 17 na 20 sekcji badawczych i wszystkich 6 wybranych gospodarstw.



# Ocena ryzyka zdrowotnego

- Zastosowano program komputerowy HRA2 (własne rozwiązanie informatyczne IETU) – zaimplementowana metoda USEPA
- Podstawowa ocena ryzyka zdrowotnego
- Wyznaczania lokalnych, bezpiecznych dla zdrowia zawartości substancji zanieczyszczających w glebie, czyli lokalnych kryteriów remediacyjnych (RBRL)





### Zawartości substancji w warstwie powierzchniowej gleby

- metale i metaloidy: arsen, bar, chrom, cyna, cynk, kadm, kobalt, miedź, molibden, nikiel, ołów i rtęć
- WWA: naftalen, antracen, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, benzo(ghi)perylen, dibenzo(ah)antracen, indeno(1,2,3-cd)piren
- fenol i 3,5-dichlorofenol

- Receptory: dzieci i dorośli
- Szlaki narażenia
  - przypadkowe spożycie zanieczyszczonej gleby
  - kontakt dermalny z zanieczyszczoną glebą
  - wdychanie cząstek zanieczyszczonej gleby
  - wdychanie par substancji lotnych uwalniających się z gleby

## PARAMETRY NARAŻENIA

| Symbol | Parametr                                                                       | Jednostka                 | Scenariusz mieszkaniowy |         |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------|
|        |                                                                                |                           | Dzieci                  | Dorośli |
| EF     | częstotliwość narażenia                                                        | dni/rok                   | 350                     | 350     |
| ED     | czas trwania narażenia                                                         | lata                      | 6                       | 24      |
| BW     | masa ciała                                                                     | kg                        | 15                      | 70      |
| IRo    | wskaźnik dobowego przypadkowego spożycia gleby                                 | mg/dzień                  | 200                     | 100     |
| SA     | powierzchnia skóry w kontakcie z glebą                                         | cm <sup>2</sup>           | 2 800                   | 5 700   |
| AF     | współczynnik przyczepności gleby do skóry                                      | mg/cm <sup>2</sup> /dzień | 0,2                     | 0,07    |
| t      | czas narażenia                                                                 | godz./dzień               | 24                      | 24      |
| ATN    | czas uśredniania narażenia (substancje nierakotwórcze); ATN = ED x 365dni/rok  | dni                       | 2 190                   | 8 760   |
| ATC    | czas uśredniania narażenia (substancje rakotwórcze); ATC = 70 lat x 365dni/rok | dni                       | 25 550                  | 25 550  |

## CHARAKTERYSTYKA RYZYKA

### Ryzyko nierakotwórcze

Iloraz zagrożenia – HQ

Indeks zagrożenia – HI

$$HI = HQ_o + HQ_d + HQ_{inh}$$

$$\text{Całkowity HI} = \sum_{i=1}^n HI_i$$

### Ryzyko rakotwórcze

CR dla pojedynczej  
substancji

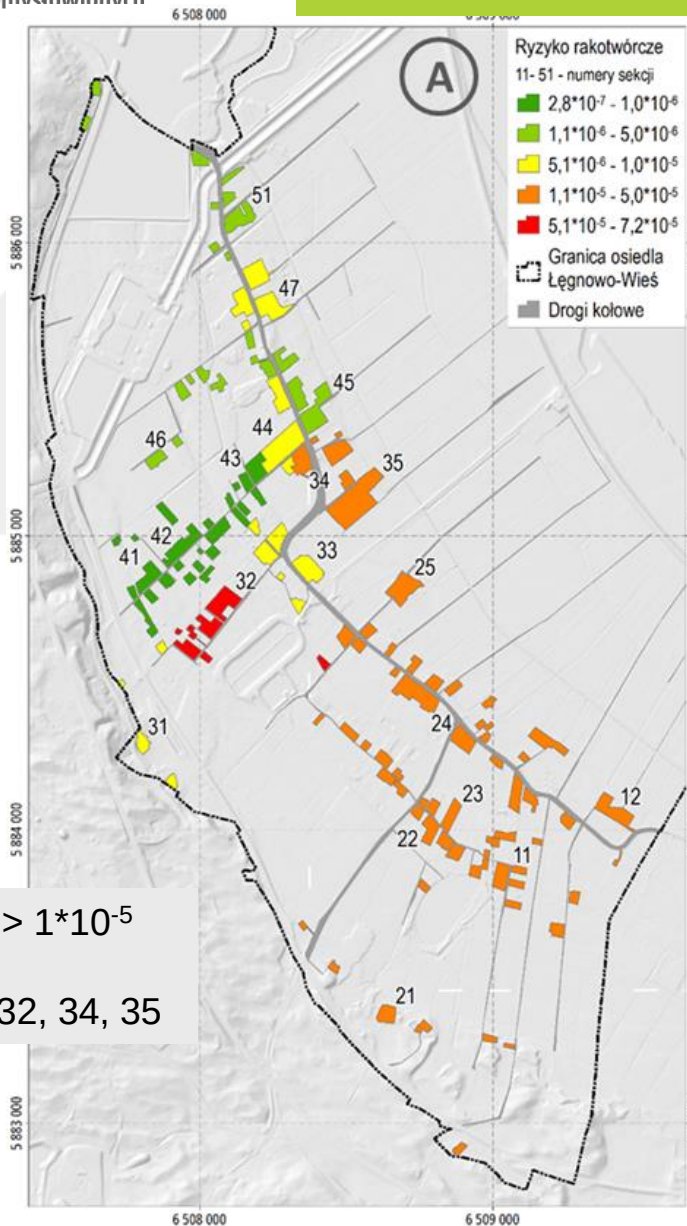
$$\text{Całkowite CR} = \sum_{i=1}^n CR_i$$

**Poziom  
dopuszczalny**

Całkowity HI  $\leq 1$

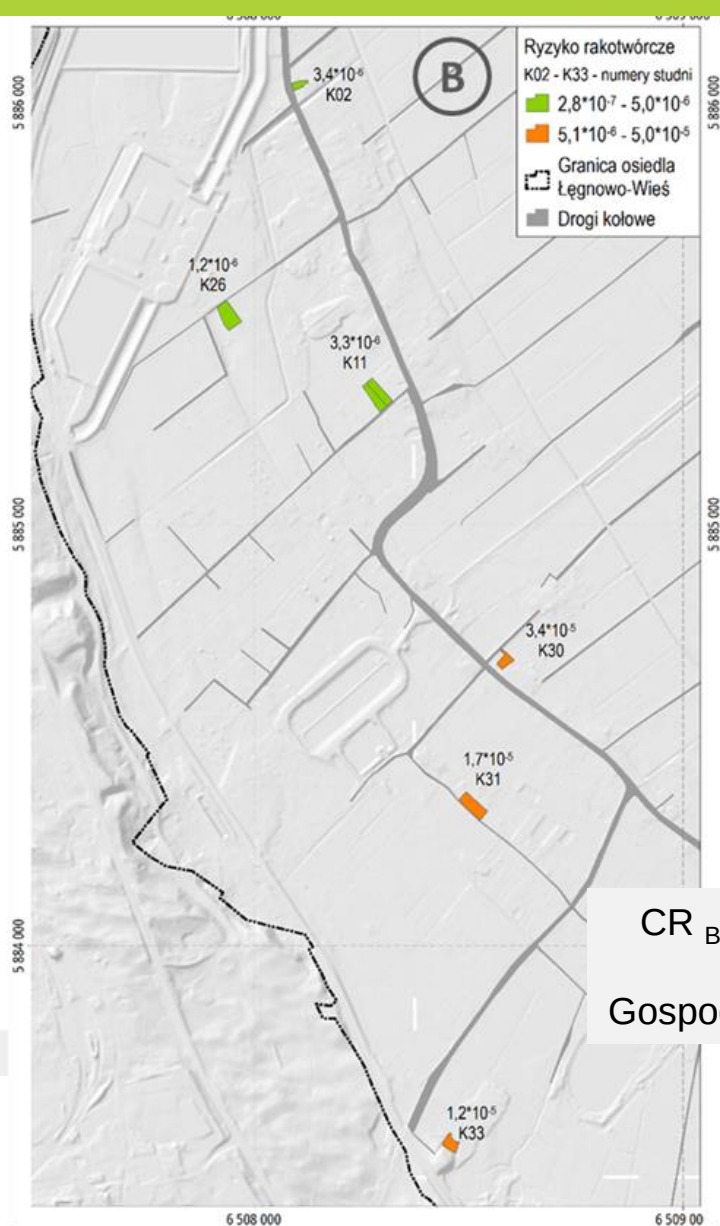
CR  $\leq 1 \cdot 10^{-5}$   
Całkowity CR  
od  $1 \cdot 10^{-6}$  do  $1 \cdot 10^{-4}$

# OCENA RYZYKA ZDROWOTNEGO



$CR_{BaP} > 1 \cdot 10^{-5}$

Sekcje - 32, 34, 35



$CR_{BaP} > 1 \cdot 10^{-5}$

Gospodarstwo K30

RBRL jest to zawartość substancji zanieczyszczającej w glebie obliczona w oparciu o ustaloną wartość ryzyka docelowego (TR), przy uwzględnieniu lokalnych warunków środowiskowych i warunków narażenia w ramach określonego scenariusza narażenia (lokalne kryteria remediacyjne).

TR dla substancji rakotwórczych wynosił  $CTR=1 \cdot 10^{-5}$ , a dla substancji nierakotwórczych jest to iloraz zagrożenia lub indeks zagrożenia ( $NTR=HQ$  lub  $HI < \text{lub} = 1$ ).

## WYZNACZONE RBRL

| Substancja            | RBRL [mg/kg] |           |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Acenaften             | 3400         | N         |
| Antracen              | 17000        | N         |
| Arsen                 | 6,10         | C         |
| Bar                   | 11000        | N         |
| Benzo(a)antracen      | 11           | CM        |
| Benzo(a)piren         | <b>1,1</b>   | <b>CM</b> |
| Benzo(b)fluoranten    | 11           | CM        |
| Benzo(k)fluoranten    | 110          | CM        |
| Kadm                  | 70           | N         |
| Chrom (III)           | 37000        | N         |
| Chrom (VI)            | 1,40         | CM        |
| Chryzen               | 1100         | CM        |
| Kobalt                | 23           | N         |
| Miedź                 | 3000         | N         |
| Dibenzo(a,h)antracen  | 1,1          | CM        |
| Fluoranten            | 2300         | N         |
| Fluoren               | 2300         | N         |
| Indeno(1,2,3-cd)piren | 11           | CM        |
| Rtęć                  | 17           | N         |
| Molibden              | 380          | N         |
| Naftalen              | 18           | C         |
| Nikiel                | 920          | N         |
| Fenol                 | 18000        | N         |
| Piren                 | 1700         | N         |
| Cyna                  | 46000        | N         |
| Cynk                  | 23000        | N         |

Zawartość BaP w  
sekcjach 32, 34, 35  
i gospodarstwie  
K30 > 1 mg/kg





- Całkowite ryzyko nierakotwórcze (HI) we wszystkich sekcjach badawczych i wybranych gospodarstwach domowych jest znacznie niższe niż dopuszczalny poziom  $HI=1$ .
- Dopuszczalny poziom ryzyka rakotwórczego w odniesieniu do pojedynczej substancji ( $CR=1 \cdot 10^{-5}$ ) jest nieznacznie przekroczony w przypadku benzo(a)pirenu i dotyczy trzech sekcji badawczych (32, 34, 35) i jednego gospodarstwa (K30).
- Całkowite ryzyko rakotwórcze (CR) we wszystkich badanych sekcjach i wybranych gospodarstwach domowych jest niższe niż poziom graniczny  $CR=1 \cdot 10^{-4}$ , z tego względu nie jest wymagane podjęcie działań naprawczych.

## PRZYCZYNY RÓŻNIC WYNIKÓW OCENY ZANIECZYSZCZENIA I OCENY RYZYKA ZDROWOTNEGO

- Brak jasno określonych kryteriów wyznaczenia dopuszczalnych zawartości substancji zanieczyszczających wymienionych w rozporządzeniu MŚ z dnia 1 września 2016 (Dz.U.2916.1395). Na przykładzie WWA można wykazać, że nie zostały one wyznaczone na podstawie kryteriów zdrowotnych.
- Brak spójności zapisów, które do wyznaczania dopuszczalnych zawartości substancji innych niż wymienione ww. rozporządzeniu wskazują metodę oceny ryzyka zdrowotnego, przy jednoczesnym braku jej zastosowania do substancji wymienionych.

## WNIOSEK KOŃCOWY

- Proponuje się ujednolicić podejście do oceny terenów zdegradowanych w kraju, w którym metoda oceny ryzyka zdrowotnego będzie stosowana zarówno do wyznaczania zawartości dopuszczalnych, jak i oceny występowania znaczącego zagrożenia dla zdrowia.
- Wiąże się to z koniecznością nowelizacji rozporządzenia MŚ z dnia 1 września 2016 w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi i wydania rozporządzenia określającego sposób oceny znaczącego zagrożenia dla zdrowia wraz ze wskazaniem metody oceny ryzyka zdrowotnego jako metody referencyjnej.

Dziękuję za uwagę

Eleonora Wcisło

Ocena środowiskowych zagrożeń zdrowia

Zakład Badań i Rozwoju

Tel. 32 254 60 31 wew. 265

Faks 32 254 17 17

E-mail: [e.wcislo@ietu.pl](mailto:e.wcislo@ietu.pl)