



## **ANALIZA RYZYKA ZDROWOTNEGO DLA MIESZKAŃCÓW OSIEDLA ŁĘGNOWO-WIEŚ**

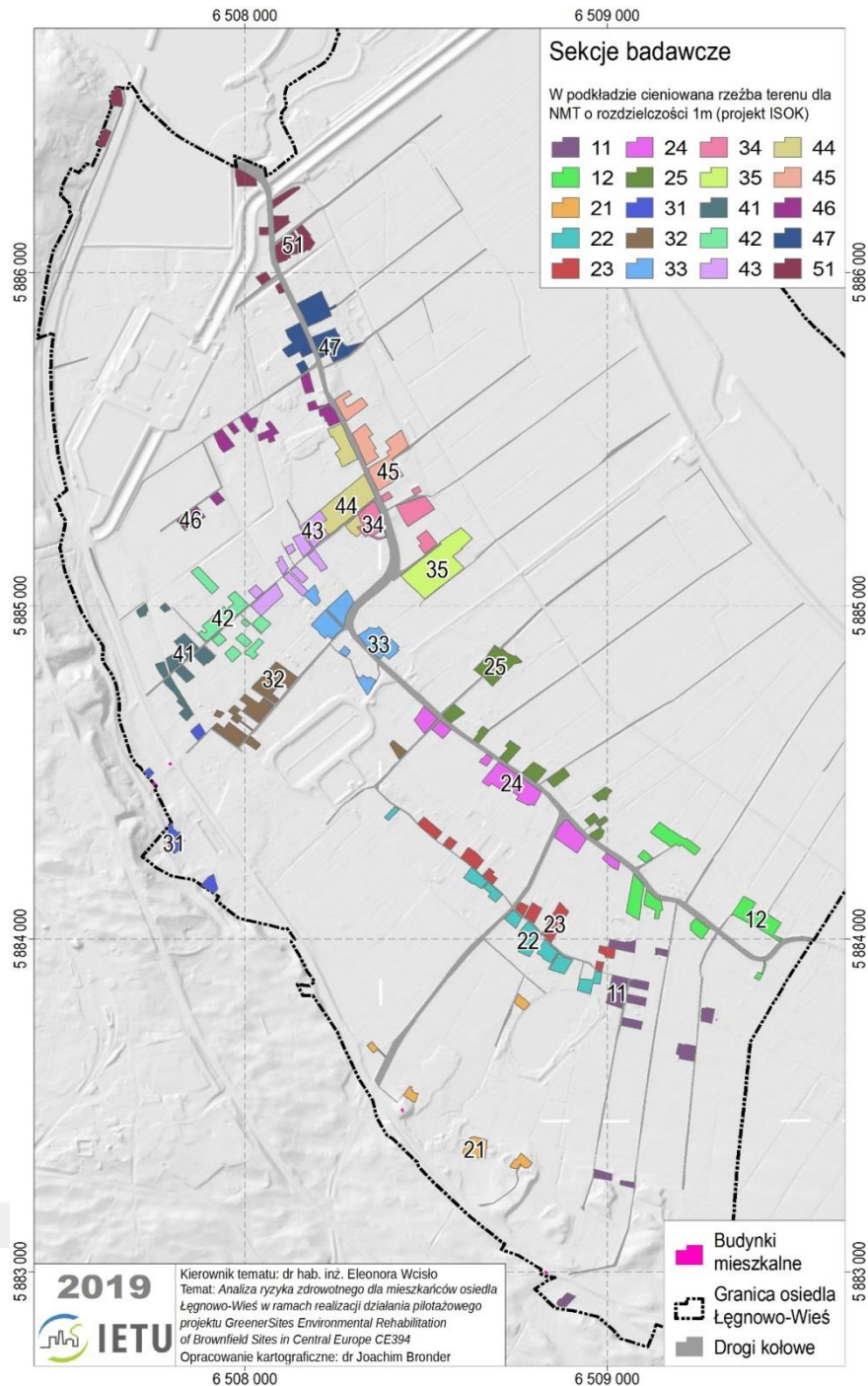
**Eleonora Wcisło, Joachim Bronder, Ewa Błaszczyk**  
Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych  
Bydgoszcz, 30 lipca 2019

Wykonanie analizy ryzyka zdrowotnego dla mieszkańców osiedla Łęgnowo-Wieś, w ramach realizacji działania pilotażowego projektu GreenerSites Environmental Rehabilitation of Brownfield Sites in Centaral Europe nr CE394.

- 1. Wykonanie podstawowej oceny ryzyka zdrowotnego.**
- 2. Wyznaczenie lokalnych, bezpiecznych dla zdrowia zawartości substancji zanieczyszczających, czyli lokalnych kryteriów remediacyjnych, w przypadku przekroczenia poziomu ryzyka dopuszczalnego.**
- 3. Ocena zanieczyszczenia gleb substancjami chemicznymi na podstawie ich dopuszczalnych zawartości w glebie, określonych w rozporządzeniu MŚ z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi [Dz. U. 2016.1395].**

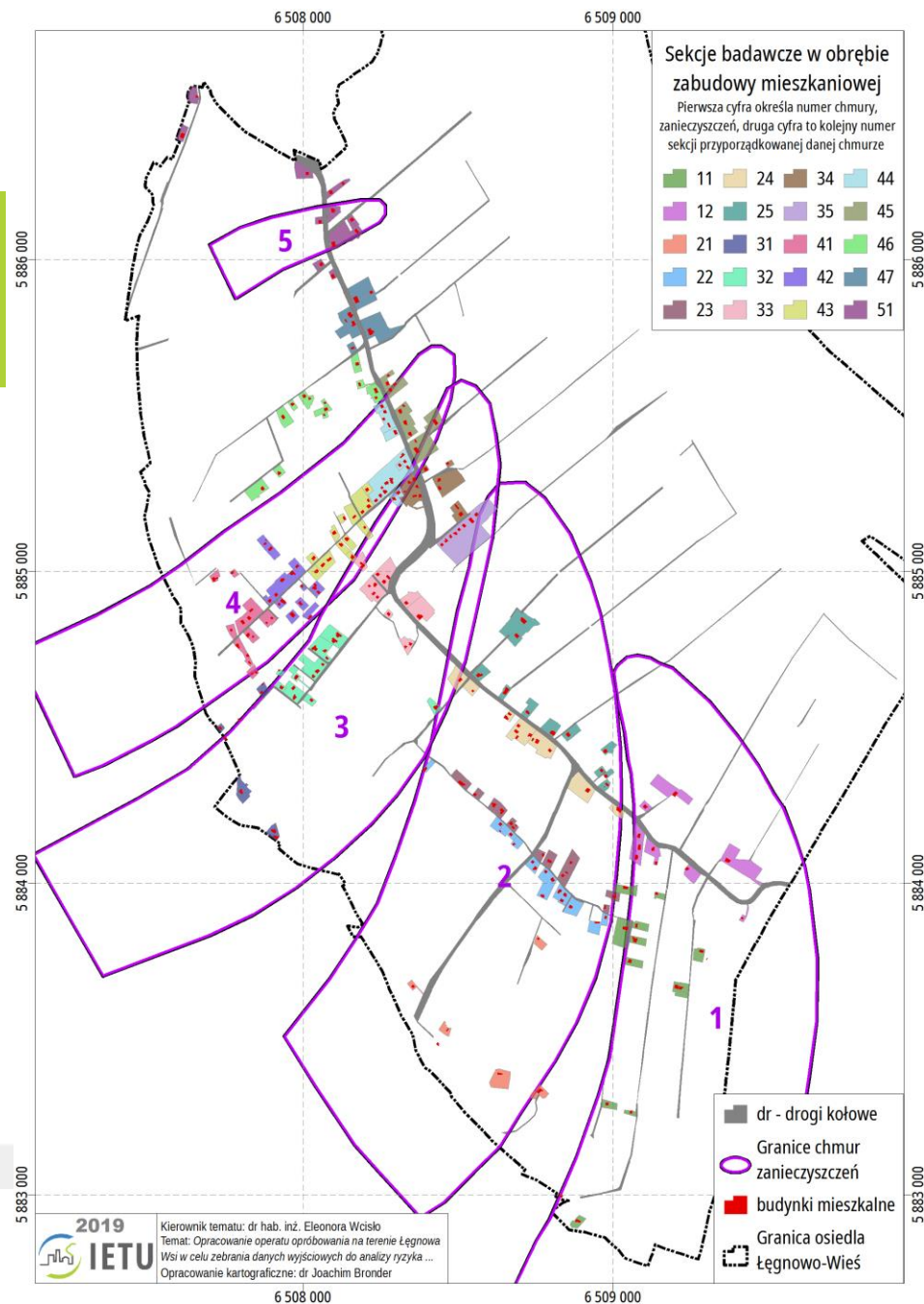
- Teren zabudowy mieszkaniowej osiedla Łęgnowo-Wieś (31,1 ha)
- 20 sekcji badawczych - 20 próbek zbiorczych (min. 15 próbek pojedynczych) pobranych z warstwy powierzchniowej (0-0,25 m)
- 9 otworów badawczych w wybranych użytkach (próbki pobrane z głębokości 0,25-1m i 1-3m (identyfikacja substancji lotnych)
- 6 wybranych gospodarstw ze studniami, z których woda używana do podlewania upraw (ARCADIS 2018) – 6 próbek zbiorczych (warstwa 0-0,25m)

# LOKALIZACJA SEKCJI BADAWCZYCH



## LOKALIZACJA SEKCJI BADAWCZYCH

5 chmur zanieczyszczeń w wodach  
podziemnych wg AGH (2016)



## WYBRANE SUBSTANCJE ZANIECZYSZCZAJĄCE

| Numer sekcji | Pow. [ha] | Nr chmury | Ogniska zanieczyszczeń                              | Substancje - warstwa powierzchniowa  | Liczba otworów badawczych (warstwy gruntu: 0-1m, 1-3m) | 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), BTEX, 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. Zakładów Chemicznych, szlamy poanilinowe, składowisko Lisia, EPI | anilina, chloroanilina, epichlorohydryna, toluenodiamina (TDA), toluendiizocyjanian (TDI), fenol, WWA (16 wg USEPA)*, nitrobenzen, toluidyna, o-nitrotoluen, dinitrotoluen - mieszanina 2,4/2,6-, BTEX | 3 | epichlorohydryna, toluendiizocyjanian (TDI), WWA (antracen, acenaften, fluoren, piren, naftalen, benzo(a)antracen), nitrobenzen, o-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. Zakładów Chemicznych, szlamy poanilinowe, składowisko Lisia, EPI | anilina, chloroanilina, epichlorohydryna, toluenodiamina (TDA), toluendiizocyjanian (TDI), fenol, WWA (16 wg USEPA)*, nitrobenzen, toluidyna, o-nitrotoluen, dinitrotoluen - mieszanina 2,4/2,6-       | 1 | epichlorohydryna, toluendiizocyjanian (TDI), WWA (antracen, acenaften, fluoren, piren, naftalen, benzo(a)antracen), nitrobenzen, o-nitrotoluen         |



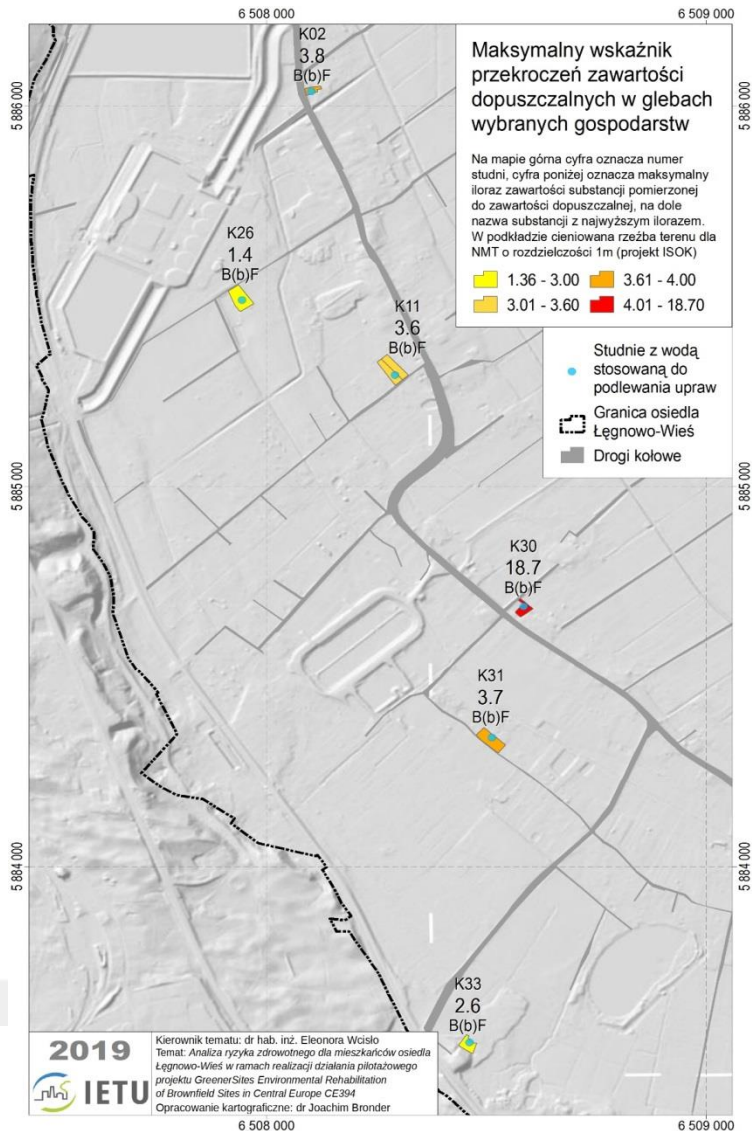
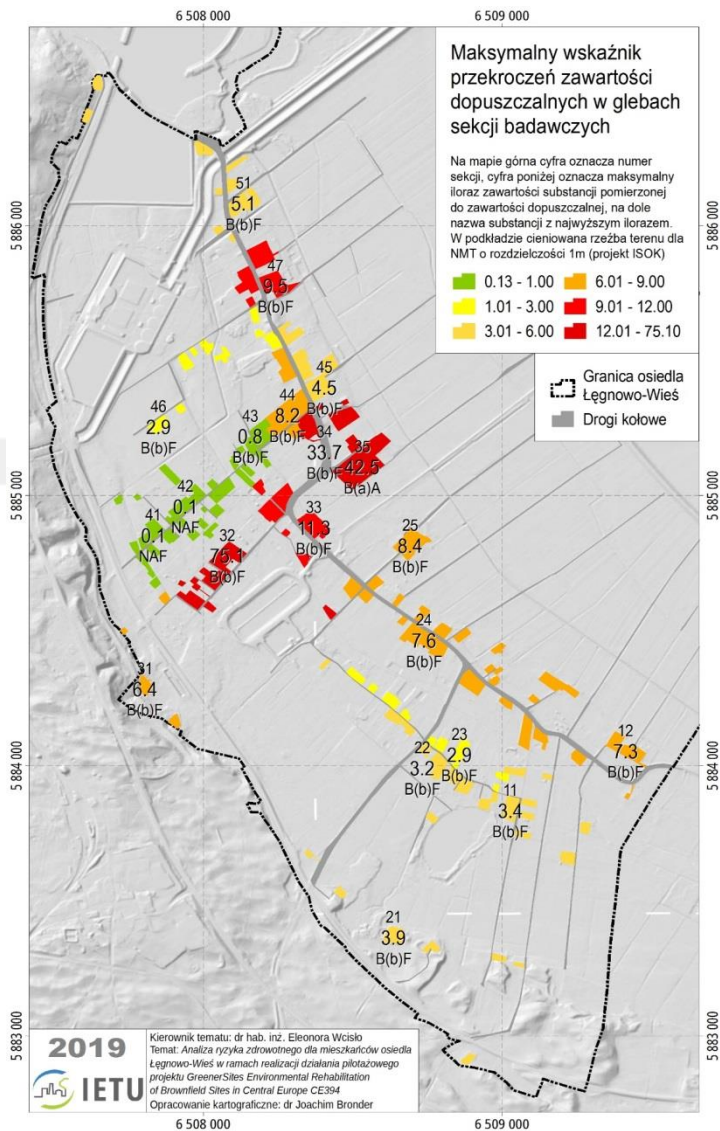
- Łącznie przebadano 80 substancji, zarówno organicznych, jak i nieorganicznych.
- Zawartości 28 substancji (35%) były powyżej lub równe granicy oznaczalności (16 WWA, 10 metali i arsen oraz fenol i 3,5-dichlorofenol). Dwie ostatnie substancje zostały oznaczone na granicy oznaczalności.
- Warstwa powierzchniowa – metale, arsen i WWA
- Warstwa podpowierzchniowa (do 0,9m) – w 1 próbce (otwór 51) zawartość benzo(a)antracenu i w 2 próbkach (otwory 25 i 51) zawartości pirenu wyższe niż granica oznaczalności.

## Dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń w gruntach dla I grupy gruntów [mg/kg]

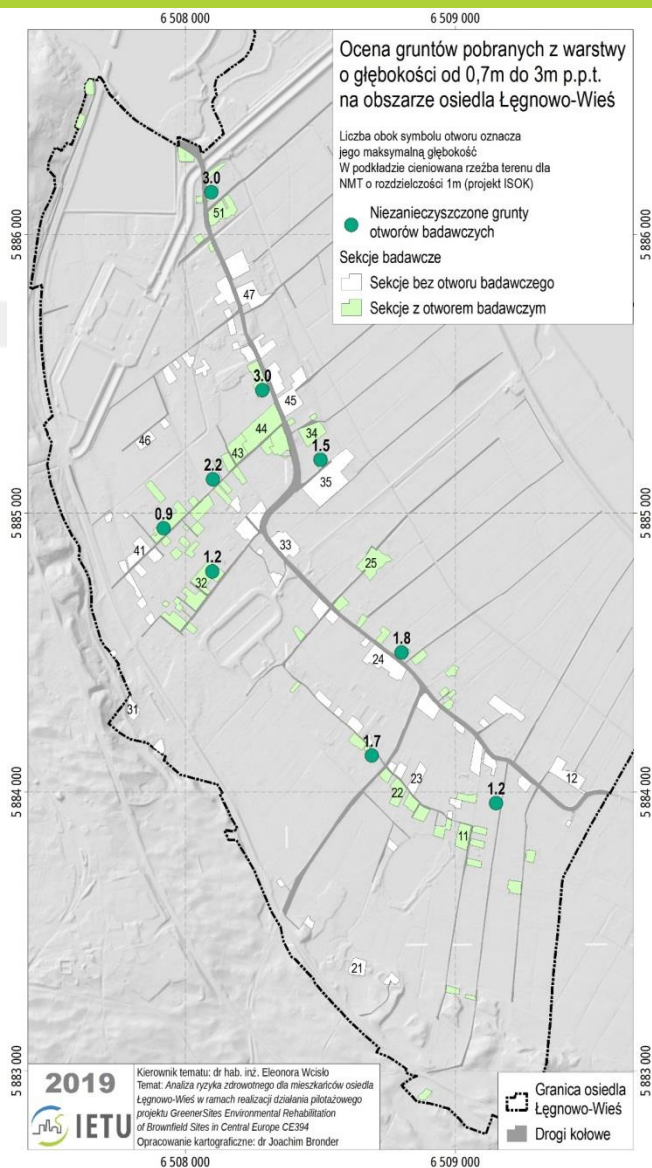
| L.p. | Parametr               | Warstwa<br>0÷0,25m p.p.t | Warstwa poniżej<br>0,25m p.p.t., K>10 <sup>-7</sup> m/s | Warstwa poniżej<br>0,25m p.p.t., K<10 <sup>-7</sup> m/s |
|------|------------------------|--------------------------|---|---|
| 1    | As                     | 25                       | 20  | 50  |
| 2    | Ba                     | 400                      | 300   | 600   |
| 3    | Cr                     | 200                      | 300   | 500   |
| 4    | Sn                     | 20                       | 30  | 50  |
| 5    | Zn                     | 500                      | 300   | 500   |
| 6    | Cd                     | 2                        | 3   | 5   |
| 7    | Co                     | 50                       | 30  | 60  |
| 8    | Cu                     | 200                      | 150   | 300   |
| 9    | Mo                     | 50                       | 25  | 50  |
| 10   | Ni                     | 150                      | 100   | 200   |
| 11   | Pb                     | 200                      | 100   | 300   |
| 12   | Hg                     | 5                        | 3   | 5   |
| 13   | Naftalen               | 0,1                      | 5   | 20  |
| 14   | Antracen               | 0,2                      | 5   | 20  |
| 15   | Chryzen                | 0,2                      | 5   | 20  |
| 16   | Benzo(a)antracen       | 0,1                      | 5   | 20  |
| 17   | Dibenzo(a,h)antracen   | 0,1                      | 5   | 20  |
| 18   | Benzo(a)piren          | 0,1                      | 5   | 20  |
| 19   | Benzo(b)fluoranten     | 0,1                      | 5   | 20  |
| 20   | Benzo(k)fluoranten     | 0,1                      | 5   | 20  |
| 21   | Benzo(ghi)perylene     | 0,2                      | 5   | 20  |
| 22   | Indeno(1,2,3-c,d)piren | 0,2                      | 5   | 20  |

- Do oceny zastosowano maksymalny wskaźnik przekroczeń zawartości dopuszczalnej
- Zawartości dopuszczalne metali i arsenu 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) spełniają kryteria jakościowe dla gleb terenów zabudowy mieszkaniowej (grupa I gruntów)
- W 16 sekcjach i 6 gospodarstwach najwyższą wartość wskaźnika przekroczeń uzyskał benzo(b)fluoranten

# OCENA ZANIECZYSZCZENIA GLEB TERENÓW ZABUDOWY MIESZKANIOWEJ



# OCENA ZANIECZYSZCZENIA GLEB TERENÓW ZABUDOWY MIESZKANIOWEJ







- Gleby wszystkich sekcji badawczych, wybranych gospodarstw i gruntów na głębokości **poniżej 0,25 m** nie wykazują przekroczeń dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń specyficznych dla działalności produkcyjnej dawnych Zakładów Chemicznych ZACHEM. Zawartości substancji zanieczyszczających są niższe od granicy oznaczalności.
- Gleby siedmiu sekcji badawczych i trzech wybranych gospodarstw, które poddano analizie na zawartość metali i arsenu, nie wykazują przekroczeń zawartości dopuszczalnych. Gleby warstwy powierzchniowej (**0-0,25 m**) 17 na 20 sekcji badawczych oraz 6 wybranych gospodarstw cechują się przekroczeniami dopuszczalnych zawartości WWA.

## 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 sekcji badawczych nr 41, 42 i 43 położonych przy ulicy Przyłubskiej 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 cechuje się rozkładem losowym. Nie stwierdzono korelacji pomiędzy poziomem zawartości WWA w glebie a ilością domów ogrzewanych paliwami stałymi.

## Podstawowa ocena ryzyka zdrowotnego

-  opracowanie zestawu potrzebnych danych
-  oceny narażenia
-  oceny toksyczności substancji
-  charakterystyki ryzyka.



### Zawartości w warstwie powierzchniowej następujących substancji

- metale i metaloid: 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)perylene, dibenzo(ah)antracen, indeno(1,2,3-cd)piren
- fenol

- 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  |

## Ryzyko nierakotwórcze

- iloraz zagrożenia – HQ
- indeks zagrożenia

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

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

## 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  $1 \cdot 10^{-4}$

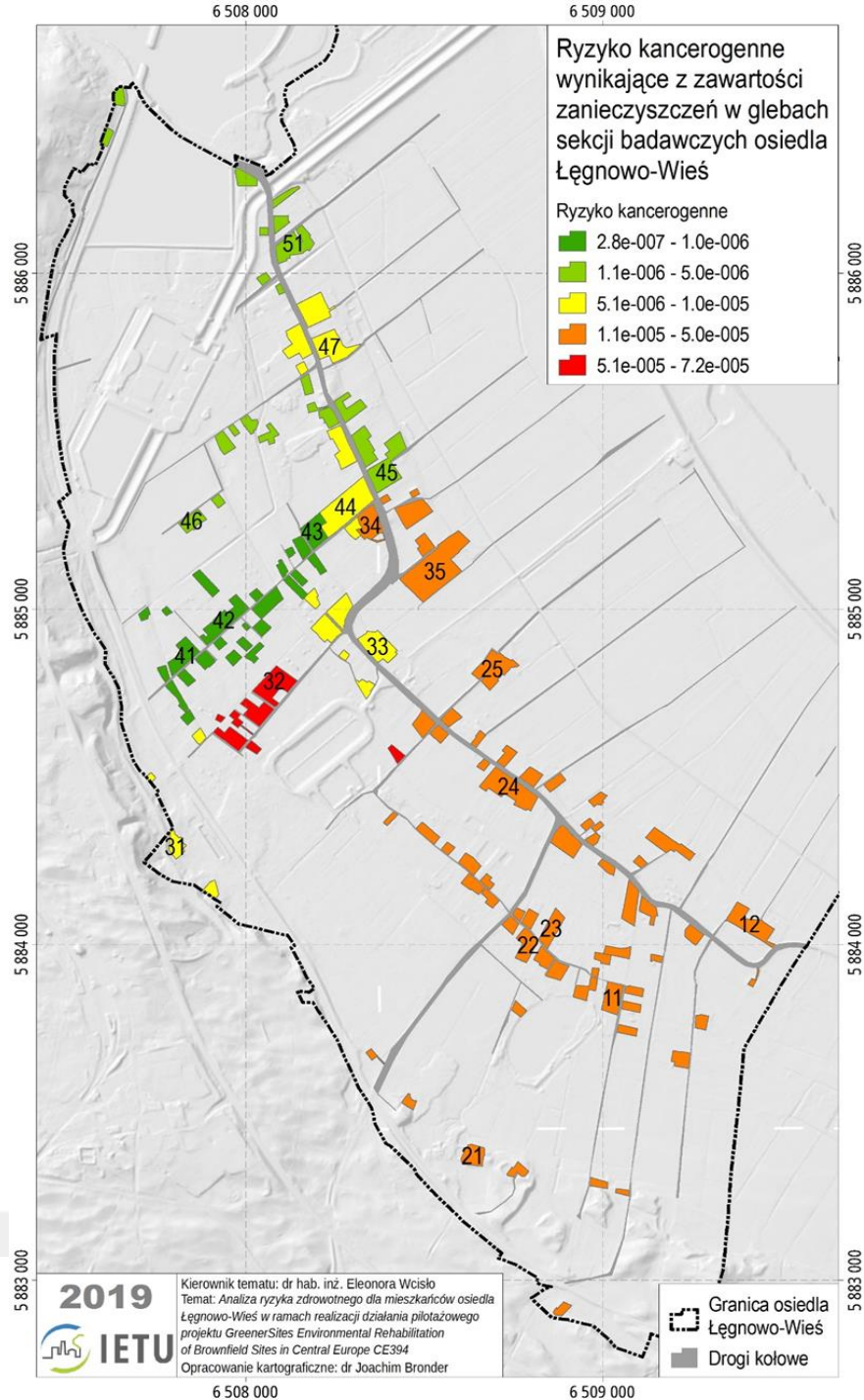
RBRL jest to zawartość substancji zanieczyszczającej w glebie obliczona w oparciu o ustaloną wartość ryzyka docelowego (TR), przy uwzględnieniu lokalnych warunków środowiskowych i warunków narażenia w ramach określonego scenariusza narażenia (lokalne kryteria remediacyjne).

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

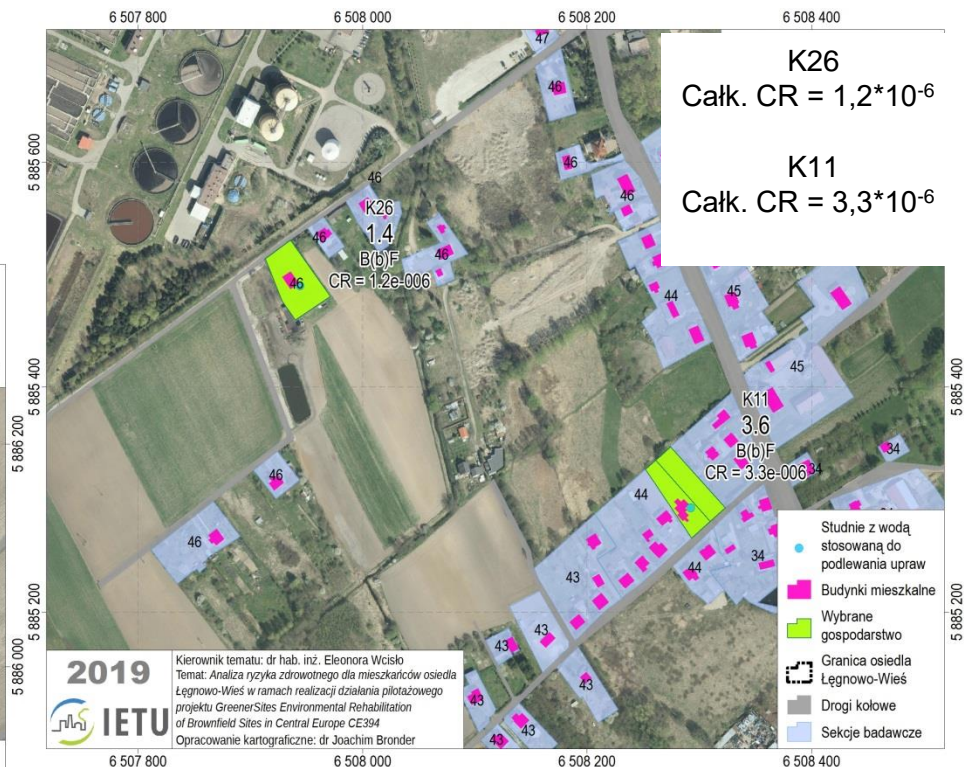
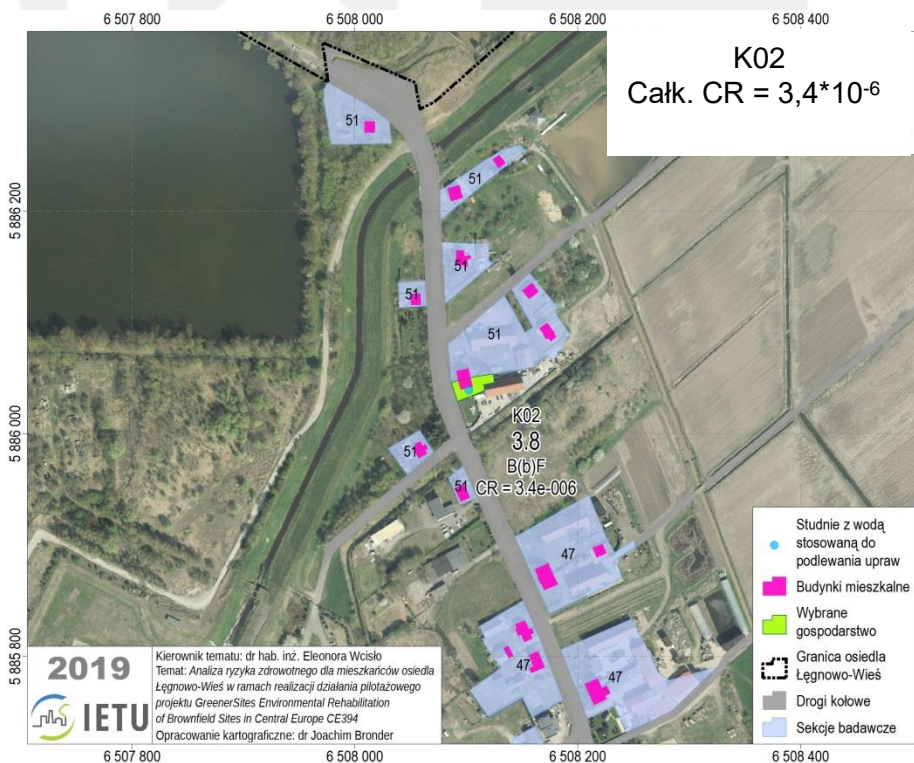
# OCENA RYZYKA ZDROWOTNEGO W SEKCJACH BADAWCZYCH

$1 \cdot 10^{-5} < \text{zawartość BaP}$

Sekcje - 32, 34, 35

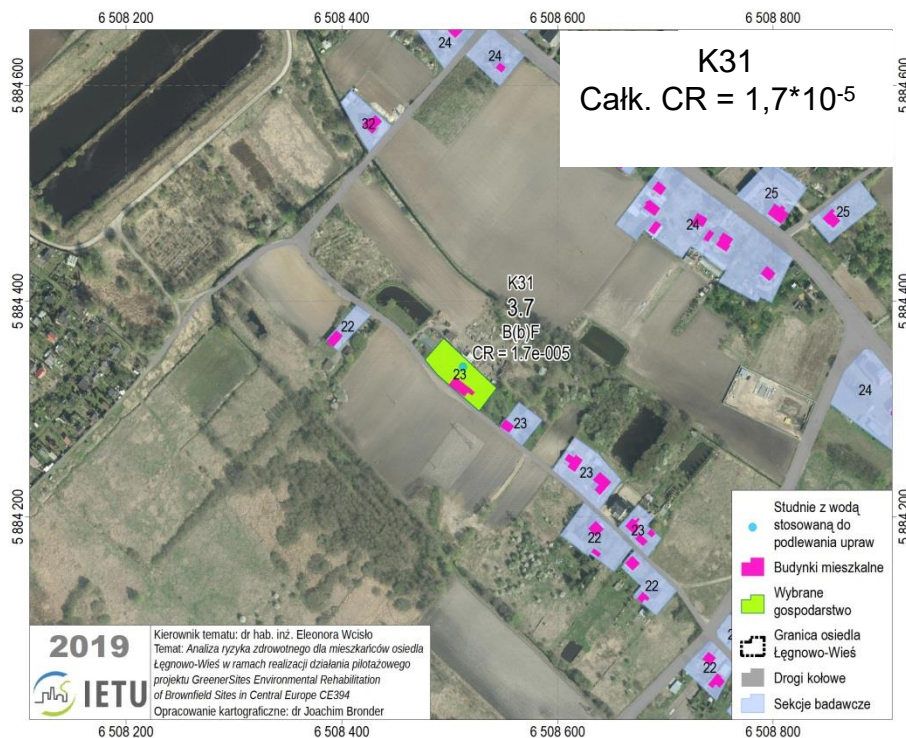
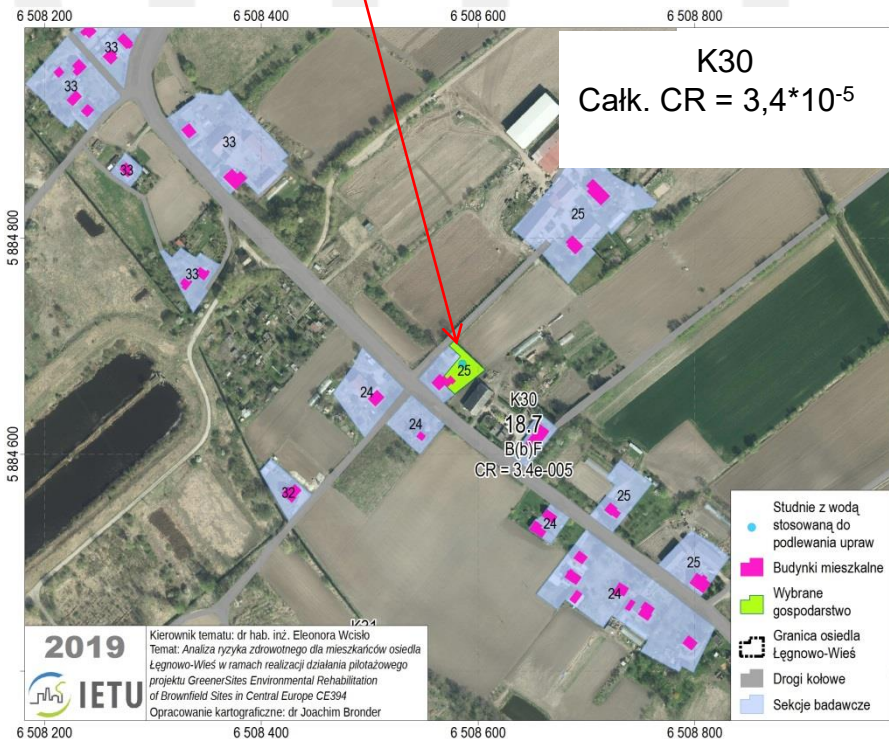


# OCENA RYZYKA ZDROWOTNEGO W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH



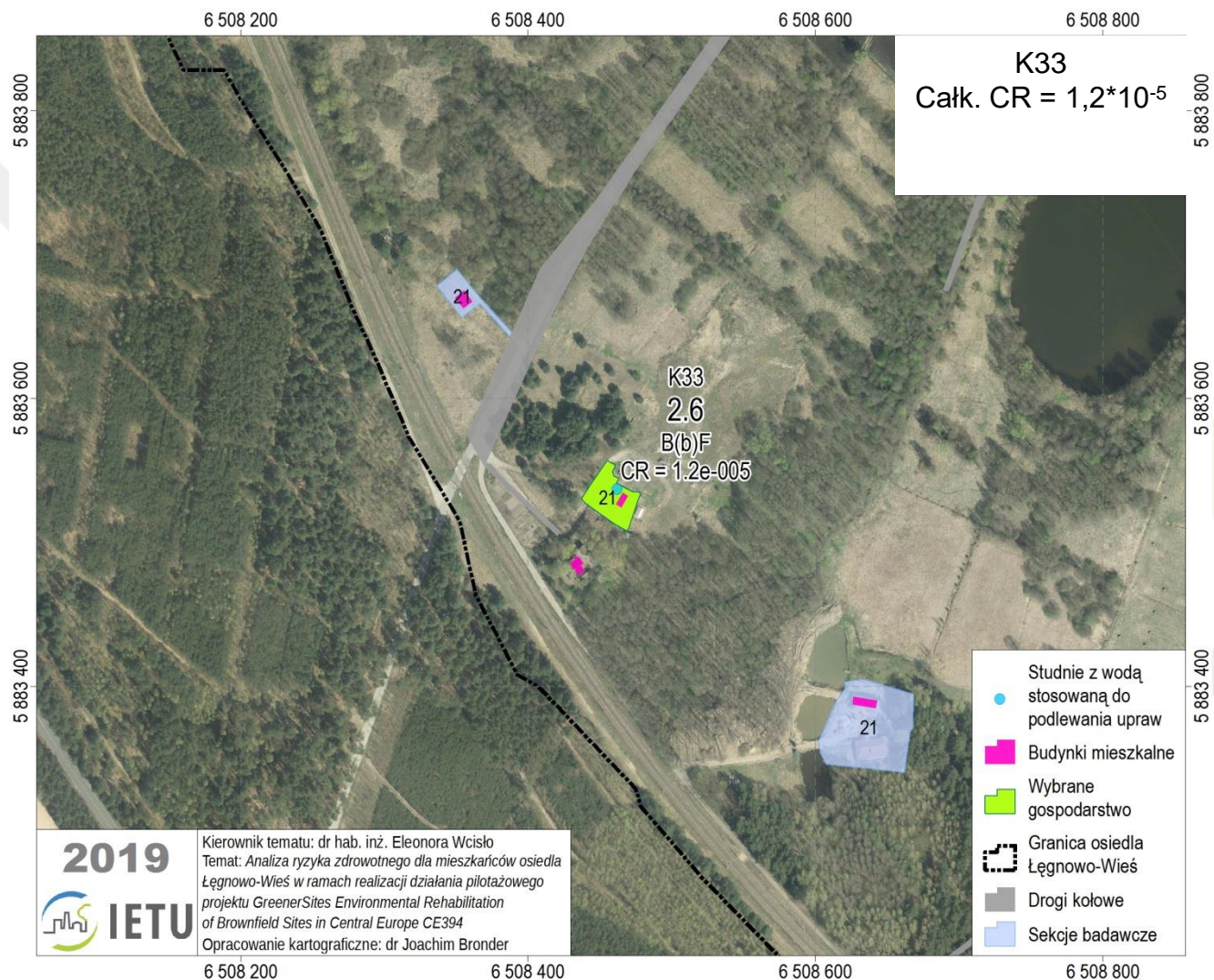
# OCENA RYZYKA ZDROWOTNEGO W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH

$1 \cdot 10^{-5} < CR - BaP$





# OCENA RYZYKA ZDROWOTNEGO W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH



## WYZNACZONE RBRL

| Substancja            | RBRL [mg/kg] |           |
|-----------------------|--------------|-----------|
| Acenaften             | 3400         | N         |
| Antracen              | 17000        | N         |
| Arsen                 | 6,10         | C         |
| Bar                   | 11000        | N         |
| Benzo(a)antracen      | 11           | CM        |
| <b>Benzo(a)piren</b>  | <b>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 (indeks zagrożenia - 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 ( $1 \cdot 10^{-5}$ ) 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  $CR=1 \cdot 10^{-4}$ , powyżej którego najczęściej uzasadnione jest 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].
- Zapisy wskazujące metodę oceny ryzyka zdrowotnego jako obowiązującą do wyznaczania dopuszczalnych zawartości substancji innych niż wyszczególnione ww. rozporządzeniu, przy jednoczesnym braku zastosowania tej metody do substancji wyszczególnionych.

- Proponuje się ujednoczyć podejście do oceny terenów zdegradowanych w kraju, a metodę oceny ryzyka zdrowotnego stosować zarówno do wyznaczania zawartości dopuszczalnych, jak i określania znaczących zagrożeń dla zdrowia.

Dziękuję za uwagę

Eleonora Wcisło

Ekspert wiodący ds. oceny 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)