

**Ocena i poszerzanie przydatności
roślin alternatywnych do
bioakumulacji metali ciężkich.
symbol zadania: 3.3**

**Realizowali: ZTRMiE (G. Żurek), KCRZG, OB (W.
Majtkowski), ZBiFR (K. Rybka)**

2008 - 2013

Cel realizacji zadania:

**Ocena przydatności roślin alternatywnych,
w tym gatunków uprawianych na cele
energetyczne, do bioakumulacji metali
ciężkich w wytworzonej biomasie.**

Sposób realizacji celu:

- (1) analiza dotychczasowych doświadczeń w zakresie przydatności roślin do bioakumulacji metali ciężkich;**
- (2) określenie w warunkach doświadczeń ścisłych, wpływu podwyższonej zawartości metali ciężkich w glebie na rozwój wybranych gatunków roślin;**
- (3) ocenę składu chemicznego roślin oraz ich części, w celu poznania dynamiki bioakumulacji metali ciężkich;**
- (4) określenie możliwości utylizacji biomasy pochodzącej z terenów skażonych ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania w zakładach energetycznych.**

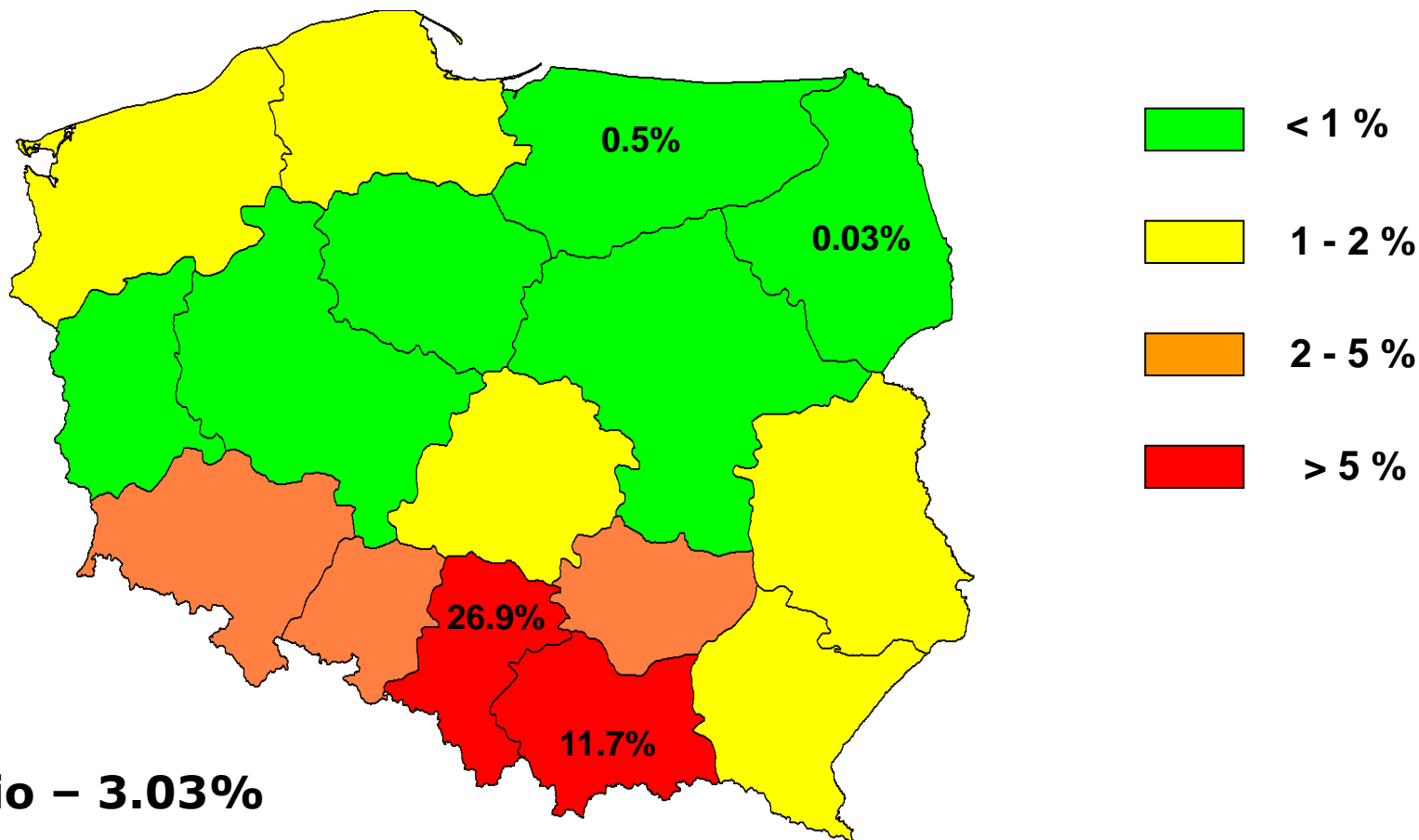
**Analiza dotychczasowych
doświadczeń w zakresie przydatności
roślin do bioakumulacji metali
ciężkich**

Pochodzenie m.c. ...

- **Źródła naturalne:** skały i rudy metali, erupcje wulkanów... naturalny poziom zawartości tych substancji nie jest szkodliwy dla roślin ...
- **Źródła sztuczne:** **przemysł**, motoryzacja, ścieki, **nawozy sztuczne**, **chemiczne środki ochrony roślin** ...

Skażenie gleb rolniczych w Polsce metalami ciężkimi ...

Udział (%) gleb użytków rolnych zanieczyszczonych
metalami ciężkimi (Cd, Pb, Cu, Ni, Zn) – łączna średnia zawartość
m.c. – co najmniej podwyższona ...



(wg. IUNG-PIB, Puławy)

Przydatność roślin do bioremediacji jest zróżnicowana ...

... a cechami decydującymi o wyborze gatunków są:

- 1. Zdolność do kumulacji dużych ilości metali ciężkich na jednostkę powierzchni ...**
- 2. Znaczne plony masy nadziemnej przez okres co najmniej kilku lat ...**
- 3. Łatwość w powiększaniu powierzchni zajętych przez uprawy (łatwe nasiennictwo lub inne sposoby rozmnażania) ...**
- 4. Przydatność do dalszego przetwarzania np. przerobu na energię ...**

**Określenie w warunkach doświadczeń
ściśłych, wpływu podwyższonej
zawartości metali ciężkich w glebie na
rozwój wybranych gatunków roślin
alternatywnych.**

Stanowiska badawcze



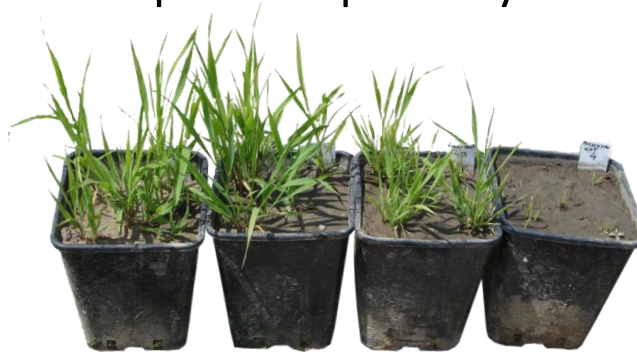
Zawartość m.c. (w mg·kg s.m.⁻¹) w glebie punktów doświadczalnych ...

Lokalizacja	Pb	Cd	Cr	Zn
Bytom	383 - 586	15 - 22	18 - 19	1695 - 2445
Bydgoszcz	5 - 10	45 - 1169	10 - 14	5 - 1330
EC - Sowiany	< 5	28 - 36	b.d.	386 - 648
Radzików - waz.	8 - 1412	0,2 - 90	9 - 14	18 - 4685
Norma (*)	100	4	150	300

(*) – wg. Rozp. Min. Środowiska, 9.09.2002, Dz. U. nr 165, poz. 1359, w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi, grunty zaliczane do użytków rolnych, poziom 0-30 cm.

Wnioski z realizacji doświadczeń...

- Zwiększone stężenie metali ciężkich w podłożu prowadziło do **depresji wzrostu roślin, która była wprost proporcjonalna do wzrastającej zawartości m.c. w podłożu.**
- **Reakcja badanych gatunków** na podwyższoną zawartość m.c. w podłożu **była zróżnicowana.** Najsilniejszą redukcję plonu stwierdzono dla odmiany stokłosa bezostnej cv. Brudzyńska (55%) oraz s. obiedkowatej cv. Broma (38%). Brak redukcji plonu – np. **kostrzewa trzcinowa cv. Rahela, owsik wyniosły cv. Wiwena, wierzba wiciowa,**
- Wpływ m.c. na rośliny doskonale odzwierciedla analiza funkcjonalności fotosystemu II, wykonana w oparciu o pomiary **fluorescencji chlorofilu.**



Pb+Cd+Cr+Zn w glebie (mg·kg⁻¹): 34 931 2672 6201

**Ocena składu chemicznego roślin oraz ich
części, w celu poznania dynamiki
bioakumulacji metali ciężkich**

Radzików, dośw. wazonowe:

Rodzaj, gatunek odmiana	Zawartość metali ciężkich [mg / kg p.s.m.]		
	Pb	Cd	Zn
<i>B.u. Broma</i>	2,75	3,68	175,0
<i>B.i. Brudzyński</i>	3,35	7,47	165,0
<i>F.a. Rahela</i>	0,52	4,96	95,8
<i>A.e. Wiwena</i>	0,68	2,47	71,3
<i>Ph.a. Keszthelyi</i>	0,59	1,49	259,0
<i>P.v. Shelter</i>	0,54	0,75	44,5
<i>E. e. Bamar</i>	1,20	1,77	42,6
<i>F.a. Terros</i>	0,99	2,64	85,9
Średnio	1,33	3,15	117,36

Bydgoszcz, wierzba wiciowa:

Miejsce	Wiek roślin	Część rośliny	Zawartość m.c. (mg kg ⁻¹)			
			Cd	Cr	Pb	Zn
A	3	korzeń	0,61	8,82	3,64	169,93
A	3	liście	0,72	0,05	2,65	369,81
A	3	łodygi	0,54	0,43	1,79	126,73
B	3	korzeń	3,84	11,90	4,07	182,68
B	3	liście	7,10	2,79	7,36	338,36
B	3	łodygi	4,23	0,77	1,48	213,89
C	4	korzeń	1,27	4,57	4,49	80,75
C	4	liście	1,89	1,60	4,54	209,64
C	4	łodygi	1,48	0,69	3,04	66,29
D	4	korzeń	0,68	3,43	2,31	70,18
D	4	liście	0,92	0,87	4,02	211,30
D	4	łodygi	0,75	0,12	1,04	107,00

Białystok, EC – Sowlany:

Material	Zawartość metali ciężkich [mg/kg s.m.]:			
	Cd	Cr	Pb	Zn
pokrzywa zwyczajna	0	<5	<10	40,1
topinambur - bulwy	0	<5	<10	17,4
topinambur - łodygi	<5	<5	86,7	10,6
wrotycz pospolity	<5	<5	<10	75,9
amorka krzewiasta	<5	17,7	65,4	562,4
oliwnik wąskolistny	5,9	<5	37,6	227,5
rokitnik zwyczajny - owoce	<5	0	<10	26,2
rokitnik zwyczajny - pędy	0	<5	<10	35,4
żarnowiec miotlasty	<5	<5	217,0	328,0
kostrzewa trzcinowata	<5	<5	<10	38,8
miskant cukrowy	<5	<5	<10	25,3
spartina perłowa	<5	<5	<10	354,2
stokłosa bezostna	<5	<5	<10	43,5
wydmuchrzyca wydłużona	<5	<5	12,3	370,5

Bytom:

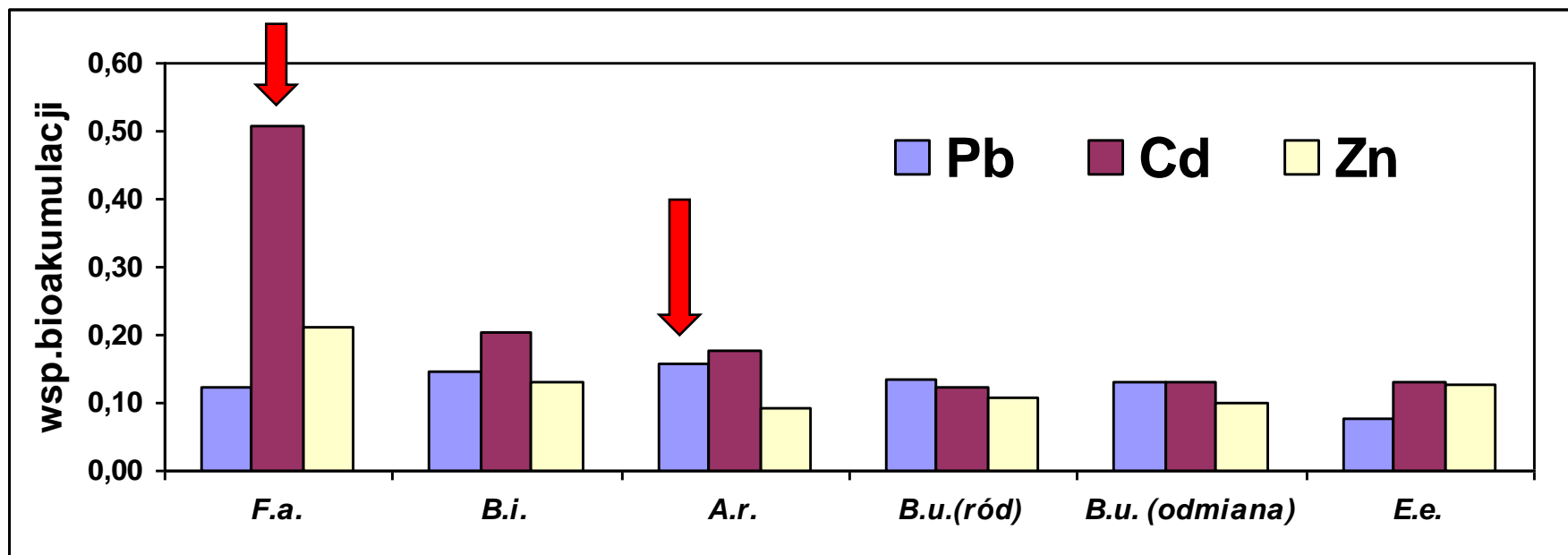
Gatunek, odmiana	Zawartość metali ciężkich w biomasie (mg kg ⁻¹)		
	Pb	Cd	Zn
<i>B.i. Brudzyńska</i>	59,5	3,4	256,0
<i>A.e. Wiwena</i>	64,0	3,0	185,5
<i>E.e. Bamar</i>	31,0	2,2	253,0
<i>B.u. Broma</i>	51,0	2,2	197,0
<i>B.u. Ród</i>	54,0	2,0	215,0
<i>F.a. Rahela</i>	50,0	8,5	417,0
średnio dla odmian	51,6	3,5	253,9

Zawartość m.c. w zależności od części rośliny ...

- Stwierdzono, iż m.c. gromadzone są w największych ilościach w **korzeniach**, potem w liściach i następnie w pędach.
- Zawartość m.c. w tkankach roślin wieloletnich, zwłaszcza drzew i krzewów, **może wzrastać wraz z wiekiem**.

Analiza stopnia bioakumulacji m.c. ...

Wsp. bioakumulacji = [zaw. m.c. w roślinie] / [zaw. m.c. w glebie]



Kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea*) cv. Rahela oraz owsik wyniosły (*Arrhenatherum elatius*) cv. Wiwena to najefektywniejsze bioakumulatory Pb i Cd ...

**Określenie możliwości utylizacji
biomasy pochodzącej z terenów
skażonych ze szczególnym
uwzględnieniem wykorzystania w
zakładach energetycznych**

Spalanie biomasy z podwyższoną zawartością metali ciężkich ...

- **Spalarnia odpadów przemysłowych i medycznych...**
- **Zakłady odzysku i recyklingu odpadów...**
- **Zakłady produkcji paliw alternatywnych ...**
- **Mieszanie z biomasą nieobciążoną ...**

Mieszanie z biomasą nieobciążoną ...

Z proporcji

$$(C1-CK)/(C2-CK)$$

uzyskujemy informacje ile części biomasy C1 (skażonej) może przypadać na 1 część biomasy C2 (normalnej), tak aby mieszanina nadal spełniała normy dopuszczalnych zawartości m.c.

C1 = zawartość m.c. w biomasie skażonej,

C2 = zawartość m.c. w biomasie normalnej,

CK = dopuszczalna zawartość m.c. w biomasie przeznaczonej do dalszego przerobu, powstałej ze zmieszania skażonej i normalnej

Wymierne efekty realizacji zadania:

- Liczba prób gleby analizowanych na zaw. Pb, Cd, Cr, Zn – **80**
- Liczba prób roślin analizowanych na zaw. Pb, Cd, Cr, Zn – **365**
- Liczba wyodrębnionych form roślin wieloletnich – **7**
- Liczba ha zajętych przez doświadczenia terenowe – **5**
- Liczba prezentacji (referaty, postery) – **8**
- Liczba publikacji – **17** (w tym **6** recenzowanych):

Żurek G., Majtkowski W. **2009**. Rośliny alternatywne w fitoekstrakcji metali ciężkich z obszarów skażonych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3: 83 – 89

Majtkowski W., Szulc P., Gaca J., Mikołajczak J. 2010. Ocena wykorzystania *Silphium perfoliatum* L. w fitoremediacji terenów zanieczyszczonych metalami ciężkimi. *Biuletyn IHAR*, 256: 163 – 169.

Majtkowski W., Golimowski R., Boroń M., Szulc M. 2011. Rekultywacja pól irygowanych w Bydgoszczy z wykorzystaniem metody fitoremediacji. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2(72): 177-184.

Żurek G., Prokopiuk K. 2011. Zawartość ołowiu, kadmu i chromu w glebach rolniczych przyległych do autostrady A2. *Biuletyn IHAR*, 262: 175 – 181.

Majtkowski W., Majtkowska G. 2012. Fitosanitarna rola szaty roślinnej na zrehabilitowanej hałdzie popiołów w Sowlanach k. Białegostoku, *Biuletyn IHAR*, 263: 55 – 63.

Żurek G., Pogrzeba M., Rybka K., Krzyżak J., Prokopiuk K. 2013. The Effect of Heavy Metal Contaminated Soil on Growth and Development of Perennial Grasses, **E3S Web of Conferences** **1**, 13006, DOI: 10.1051/e3sconf/20130113006

Wymierne efekty realizacji zadania:

- Przebadano łącznie ponad **80** prób gleby oraz **365** prób materiału roślinnego na obecność metali ciężkich: ołowiu, kadmu, chromu i cynku.
- Wyodrębniono **3** gatunki roślin wieloletnich uprawnych (owsik wyniosły, kostrzewa trzcinowa, wierzba wiciowa) oraz **4** gatunki roślin ruderalnych (łoboda, topinambur, trzcinnik piaskowy oraz pokrzywa) jako wysoce efektywne bioakumulatory metali ciężkich z podłoża.
- Przedstawiono **4** referaty oraz **4** postery jak również opublikowano **17** publikacji ...

Korzyści, wynikające z realizacji zadania:

- **Korzyści ekonomiczne:**

Realizacja tego zadania przyczyni się do przeciwdziałania wzrastającej degradacji środowiska naturalnego oraz do zagospodarowania gruntów nieproduktywnych lub użytkowanych poniżej opłacalności ekonomicznej. Szacuje się iż przywrócenie tych gruntów rolnictwu pozwoliłoby na uzyskanie rocznie ok. 7 mln EURO (= 29 mln PLN) z tytułu dopłat bezpośrednich.

- **Korzyści środowiskowe:**

Zrealizowane prace terenowe na powierzchni ok. 5 ha, z uwagi na zastosowane uprawy (trawy wieloletnie, byliny, krzewy) będą spełniać swoje funkcje (przeciwerozyjne, utrzymanie retencji wodnej, itp.) przez co najmniej kilkanaście lat po zakończeniu realizacji zadania.

- **Korzyści społeczne:**

Przywrócenie do uprawy gruntów rekultywowanych przyczyni się również wzrostu nowych miejsc pracy. Osoby bądź instytucje będące właścicielami gruntów nieproduktywnych uzyskają nowe źródła dochodów.

**Przykłady
zagospodarowania terenów
nieprzydatnych do
produkcji żywności ...**

Teren rolniczy, pomiędzy Bytomiem a Piekarami Śląskimi ...



Pb 465 ppm, Cd 18,2 ppm, Zn 2079 ppm

Norma - Pb 100 ppm, Cd 4,0 ppm, Zn 300 ppm



Bytom, rok 2012

**Białystok – Sowlany
część niezadarniona**



**Białystok – Sowlany
część zadarniona (rok 2012)**



Podziękowanie ...

- **RSP Bytom, Miejskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. w Bydgoszczy, EC - Sowlany** – udostępnienie pola oraz udział w przygotowaniu terenu pod doświadczenia;
- **Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych Katowice** – informacje o terenach przydatnych do realizacji badań, udział w badaniach i publikacjach;
- **Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Katedra Chemii i Ochrony Środowiska UTP w Bydgoszczy** – wykonanie części analiz chemicznych ...