

Wyniki badań gleb ogrodów działkowych w Nysie po powodzi w 2024 roku

Jacek Antonkiewicz

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

E-mail: jacek.antonkiewicz@urk.edu.pl

Data i godzina:

16.04.2025 r., godz. 16.00-18.00

Miejsce:

**Rodzinny Ogród Działkowy, Bogdana Andrzejewskiego,
ul. Jagiełły 23A; 48-300 Nysa**

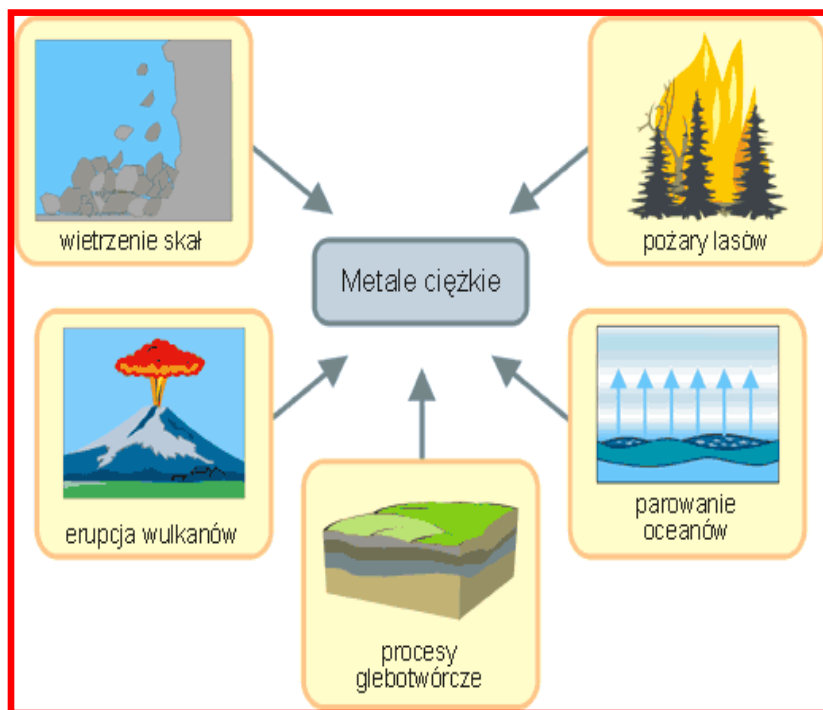
Plan wykładu

Na spotkaniu – szkoleniu zostaną omówione następujące zagadnienia:

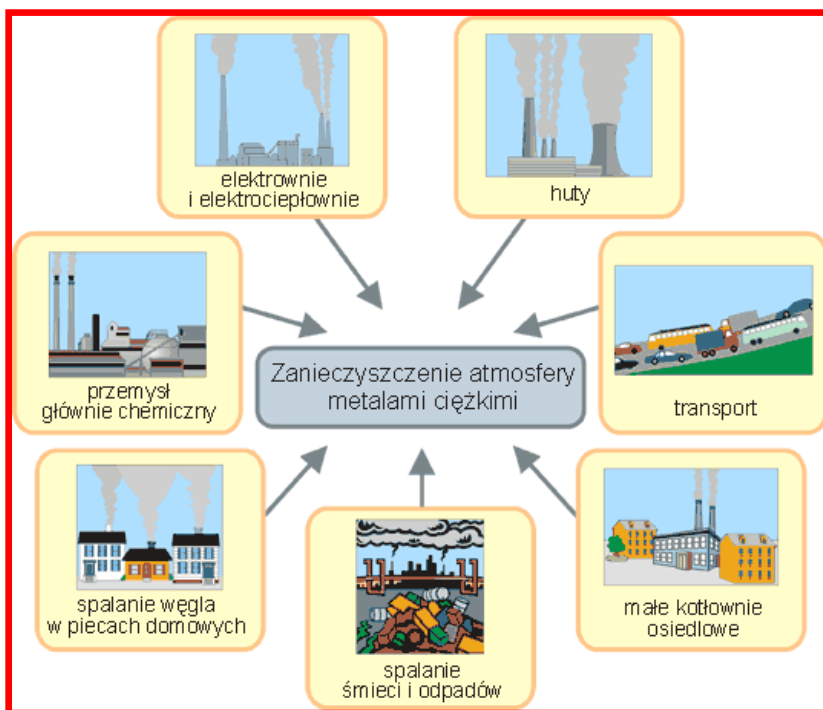
- Źródła metali ciężkich w glebach ogrodów działkowych po powodzi;
- Zanieczyszczenie biologiczne gleb ogrodów działkowych po powodzi;
- Wyniki analiz chemicznych i biologicznych oraz ich interpretacja.
- Działania naprawcze w zakresie poprawy właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych badanych gleb ogrodów działkowych;
- Wnioski i pytania oraz dyskusja.

Główne źródła metali ciężkich w glebach

Naturalne



Antropogeniczne



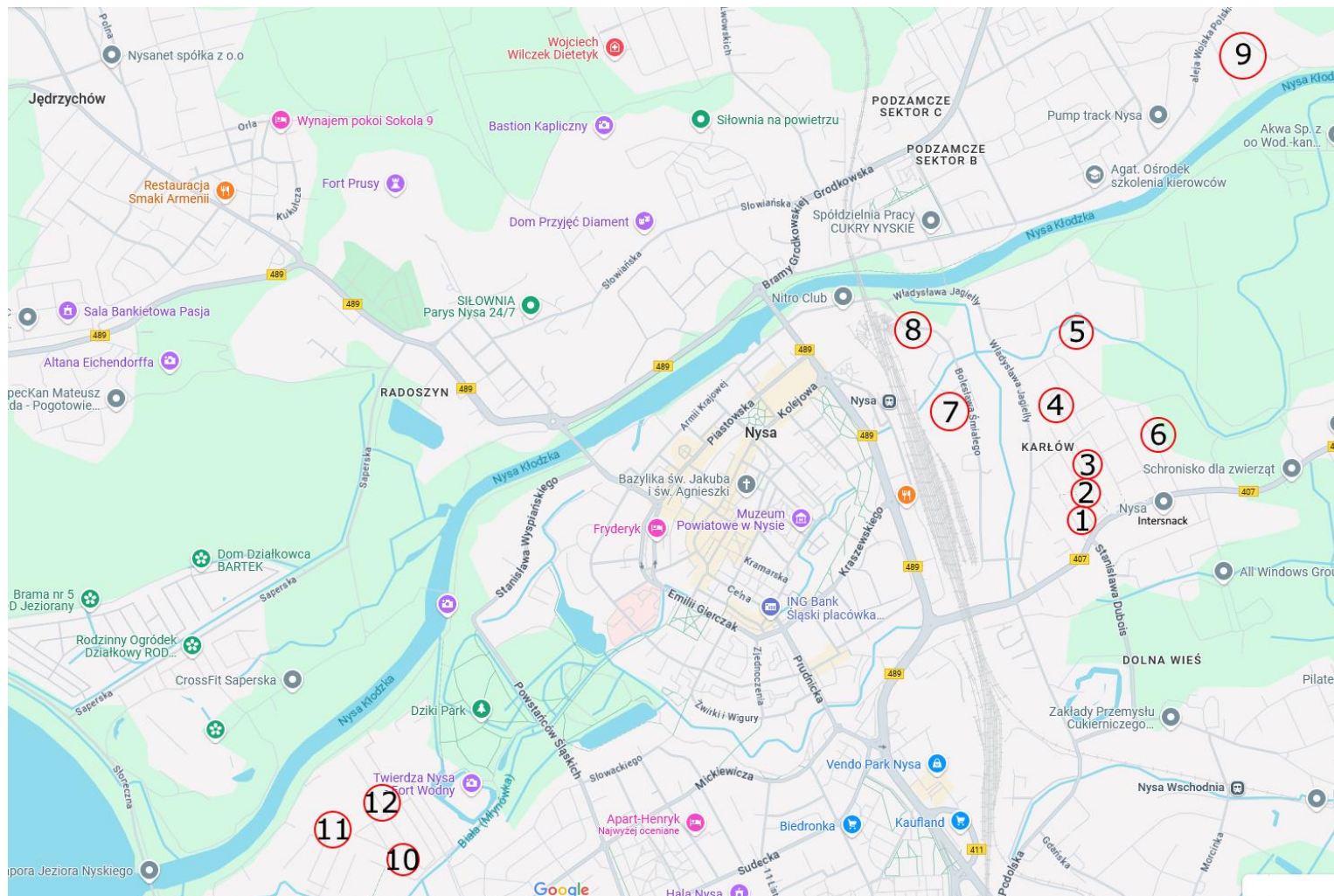
Źródła metali ciężkich w glebach ogrodów działkowych

- Środki ochrony roślin – w tym na bazie miedzi, np. Miedzian Extra, Nordox, Cuproxat, Mikrovit, Cuprofix;
- Środki ochrony roślin zawierające siarkę, np. Siarkol;
- Nawozy mineralne, w tym fosforowe zawierające metale ciężkie (Cd, Pb);
- Nawozy mikroelementowe zawierające mikroelementy, w tym Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn;
- Nawozy naturalne, np. obornik i nawozy organiczne np. komposty; dopuszczone granulowane osady ściekowe;
- Polepszacze glebowe na bazie materiałów odpadowych;

Materiał i metody badań

- Próbkę gleby zostały pobrane zgodnie z obowiązującą metodyką z dwóch warstw: 0-25 i 15-30 cm (**PN-R-04031:1997**).
- Z pierwszej warstwy próbki gleb zostały wysuszone w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 80°C do stałej masy, a następnie przesiane przez sito o średnicy 2 mm i przeznaczone do analiz fizykochemicznych.
- Z drugiej warstwy świeże próbki gleby zostały przeznaczone do bezpośrednich analiz biologicznych.

Lokalizacja pobranych próbek glebowych do analiz



Autor: Przemysław Szychowski, 15.04.2025

Wykaz punktów, w których pobrano próbki glebowe do badań

Lp.	Nr próbki	Nr działki	Ogród	Nr kwatery	Opis prac
Warstwa gleby 0-25 i 15-30 cm					
1	1	222	ROD im. B. Andrzejewskiego	IV	+Ca, niekopana
2	2	196		IV	-Ca, niekopana
3	3	186		IV	-Ca, niekopana
4	4	85		IV	+Ca, kopana
5	5	25		V	+Ca, niekopana
6	6	62		II	-Ca, niekopana
7	7	44		I	-Ca, niekopana
8	8	74		I	+Ca na jesień, kopana
9	9	39		VI	+Ca, kopana
10	10	371	ROD im. A. Mickiewicza	Sektor Junior	-Ca, niekopana
11	21	246			+Ca, kopana
12	31	53			+Ca, kopana

Metodyka analiz chemicznych gleb:

- pH w 1 mol·dm⁻³ KCl oznaczono potencjometrycznie (**PN-EN ISO 10390:2022-09**);
- węgiel organiczny metodą Tiurina (**PN-ISO 10694:2002**);
- zawartość przyswajalnych form P i K metodą Egnera-Rhiema (**PN-R-04022:1996; PN-R-04023:1996**);
- zawartość przyswajalnego Mg metodą Schachtschabela (**PN-R-04020:1994**);
- Mineralizację próbek gleby przeprowadzono w mineralizatorze mikrofalowym Multiwave 5000 firmy Anton Paar, przy użyciu mieszaniny stężonych kwasów HCl(35-38%) i HNO₃(65%) (3:1 (v/v, odwrócona woda królewska), (**PN-ISO 11466:2002**);
- zawartość pierwiastków w uzyskanych przesączach glebowych oznaczono z wykorzystaniem spektrometru emisji atomowej ICP-OES Optima 7300 DV firmy Perkin Elmer (**Jones and Case 1990**);
- w analizach chemicznych zastosowano odczynniki spektralnie czyste i roztwory standardowe Aldrich.

Metodyka analiz biologicznych

Bakterie kałowe ?

- Analizy ilościowe i jakościowe wybranych mikrobiologicznych wskaźników sanitarnych w badanych próbkach gleby wykonano metodą seryjnych rozcieńczeń, stosując selektywne podłoża wzrostowe.
- Wyniki podano jako liczbę jednostek tworzących kolonie w 1 g świeżej próbki gleby [jtk·g⁻¹].
- W prowadzonych badaniach określono liczebność pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*), pałeczki duru brzuszego (*Salmonella* ssp.) i laseczki zgorzeli (*Clostridium perfringens*).

Pasożyty

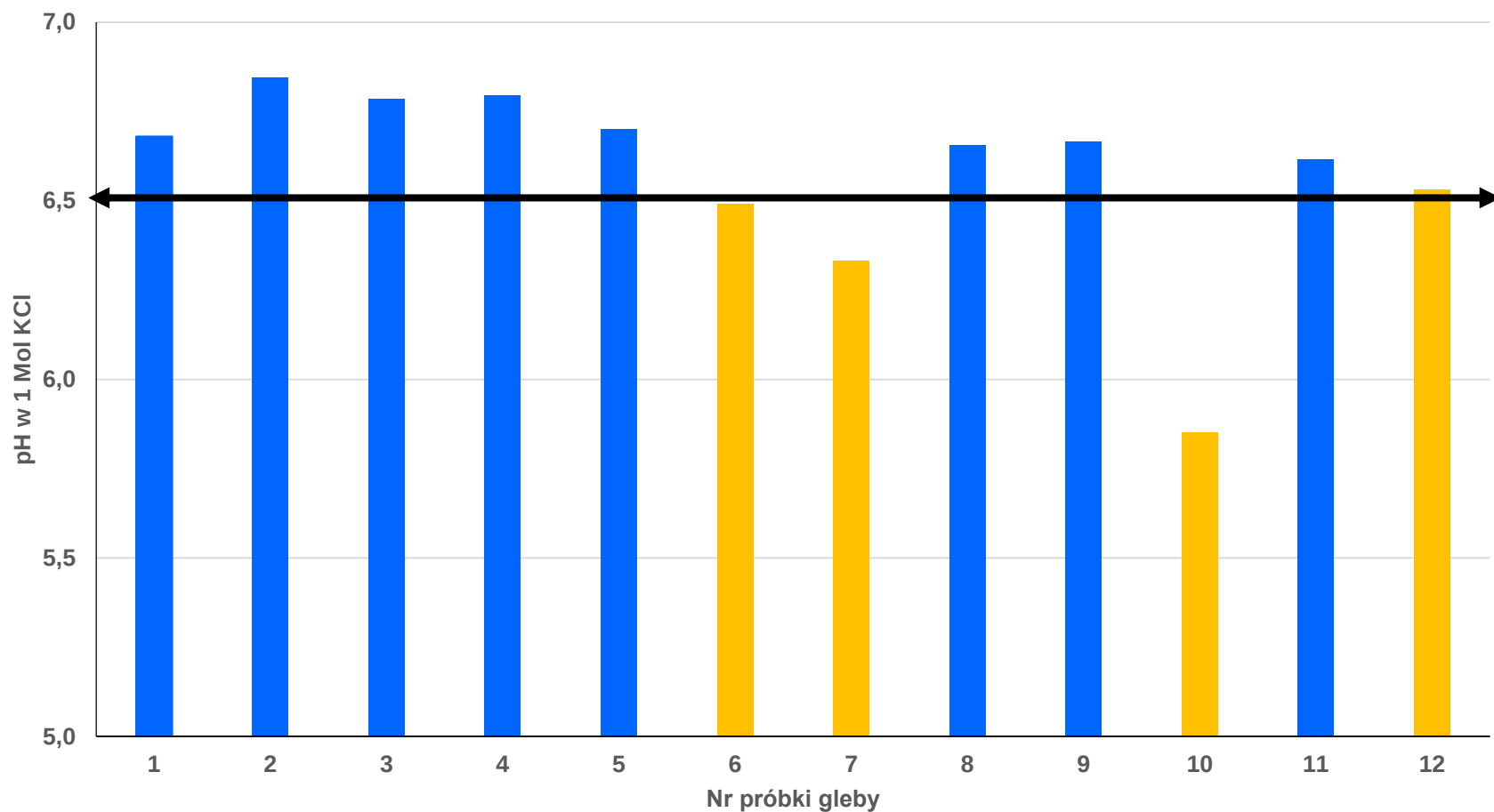
- Jaja pasożytów jelitowych glisty ludzkiej (*Ascaris lumbricoides*), włosogłówki (*Trichuris trichuria*) i glisty psiej (*Toxocara canis*) izolowano z 10 gram próbki świeżej gleby, przez wytrząsanie i płukanie z zastosowaniem wirowania oraz flotacji.
- Następnie wykonano badania mikroskopowe.
- Za żywe i inwazyjne uznano tylko jaja z uformowaną larwą.

A collage of seven photographs showing various laboratory equipment used in the study. The images include: 1) An Anton Paar Multwave 3000 microwave oven. 2) A gas chromatograph (GC) with a detector. 3) A mass spectrometer (MS) with a control panel. 4) A gas-liquid chromatograph (GLC) with a control panel. 5) A gas chromatograph (GC) with a detector. 6) A gas chromatograph (GC) with a detector. 7) A gas chromatograph (GC) with a detector.

Podział gleb pod względem zakwaszenia

Barwa znaków na mapach	Klasa odczynu	Odczyn gleb	pH w 1 mol · dm⁻³ KCl	pH w H₂O
	V	Bardzo kwaśny	do 4,5	do 5,0
	IV	Kwaśny	4,6 - 5,5	5,1 – 6,0
	III	Lekko kwaśny	5,6 – 6,5	6,1 – 6,7
	II	Obojętny	6,5 – 7,2	6,8 – 7,4
	I	Zasadowy	Od 7,3	Od 7,5

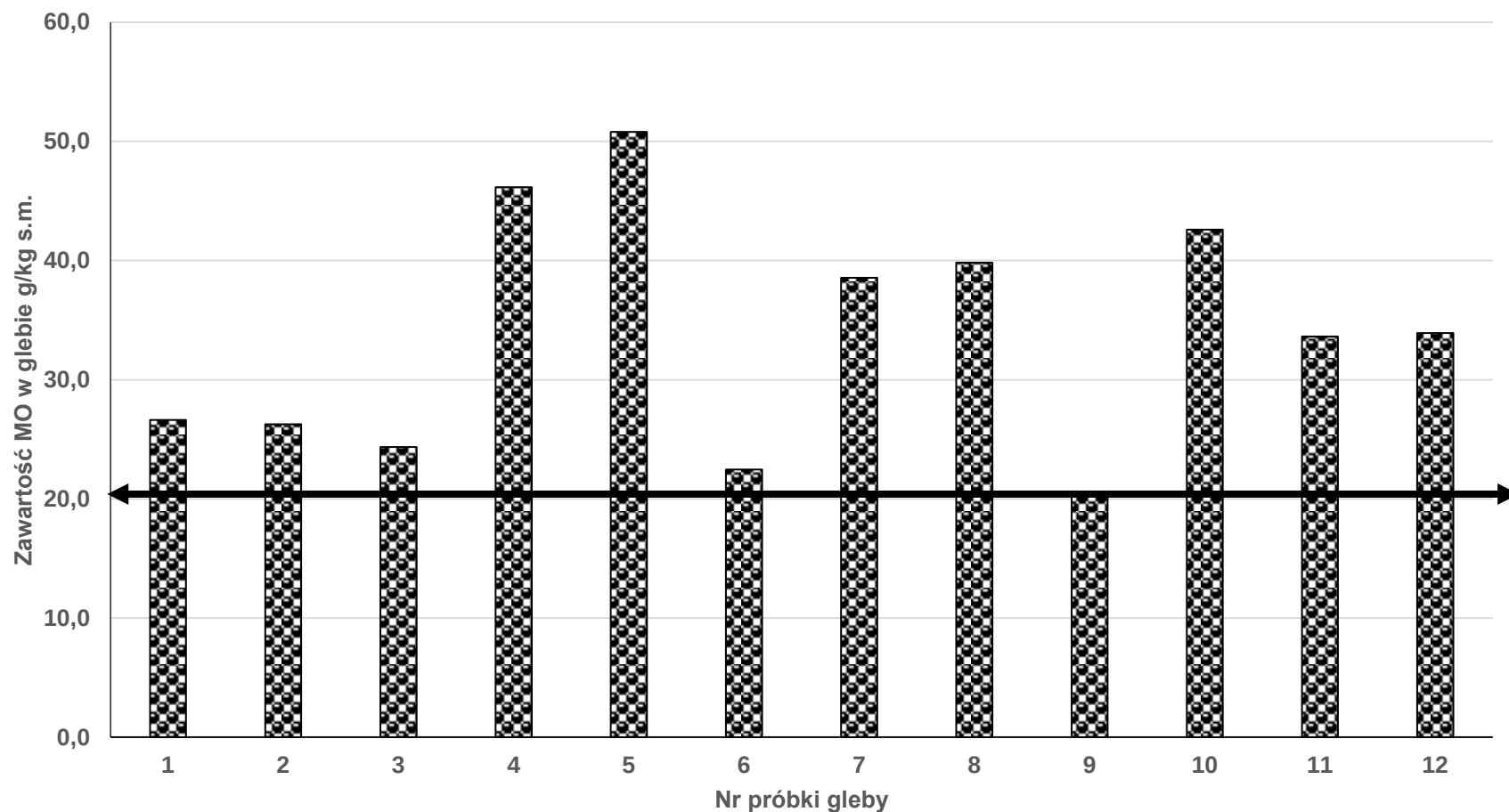
Odczyn gleb
Optimum pH dla gleb aby ograniczyć pobieranie metali ciężkich przez rośliny wynosi 6,5-7,5



Obojętny 6,6-7,2

Lekko kwaśny 5,6-6,5

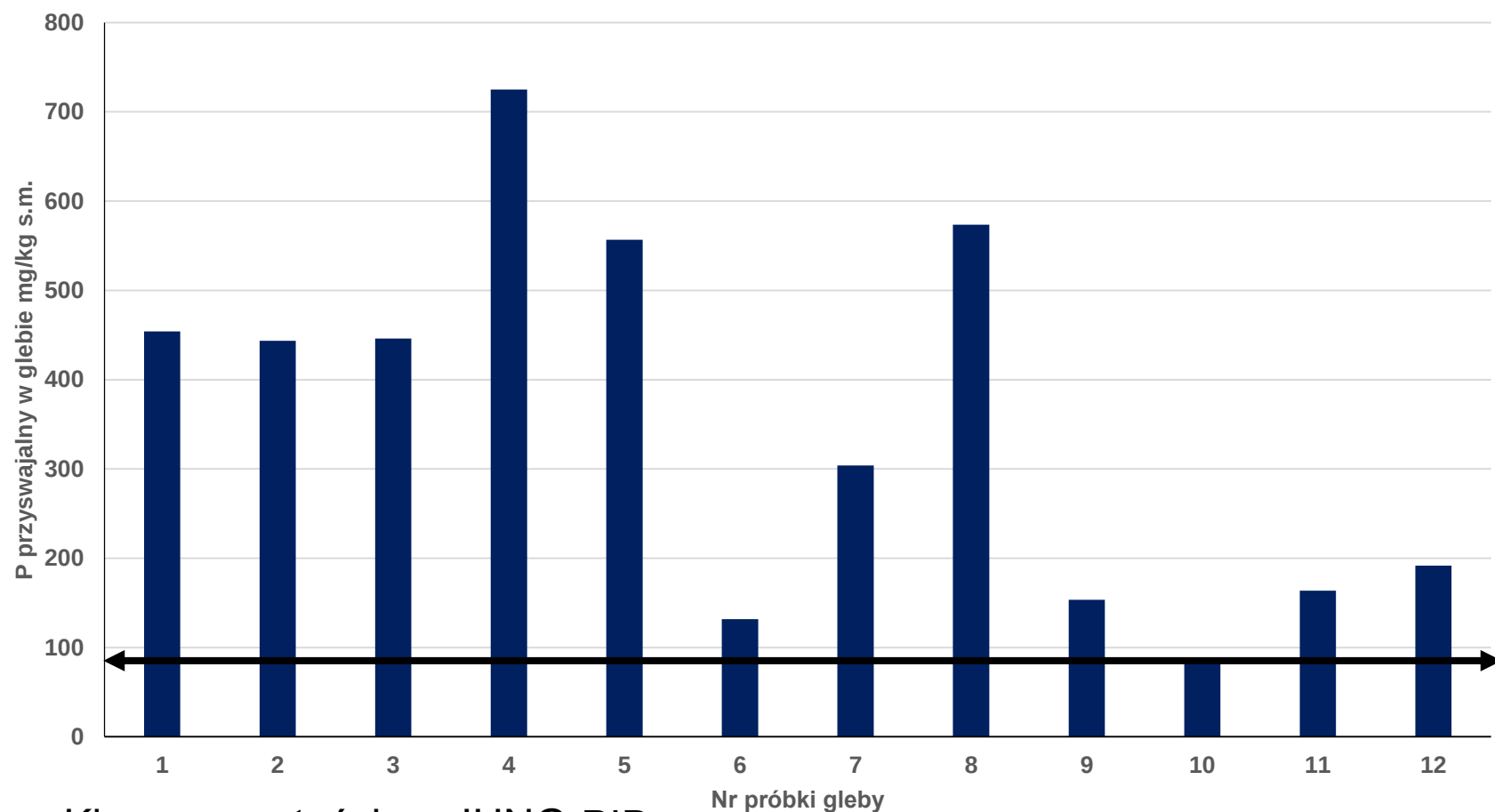
Zawartość materii organicznej w glebach



Klasy zasobności gleb w próchnicę ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.):

<10 – niska; 10–20 – średnia; 20–35 – wysoka; >35 – bardzo wysoka

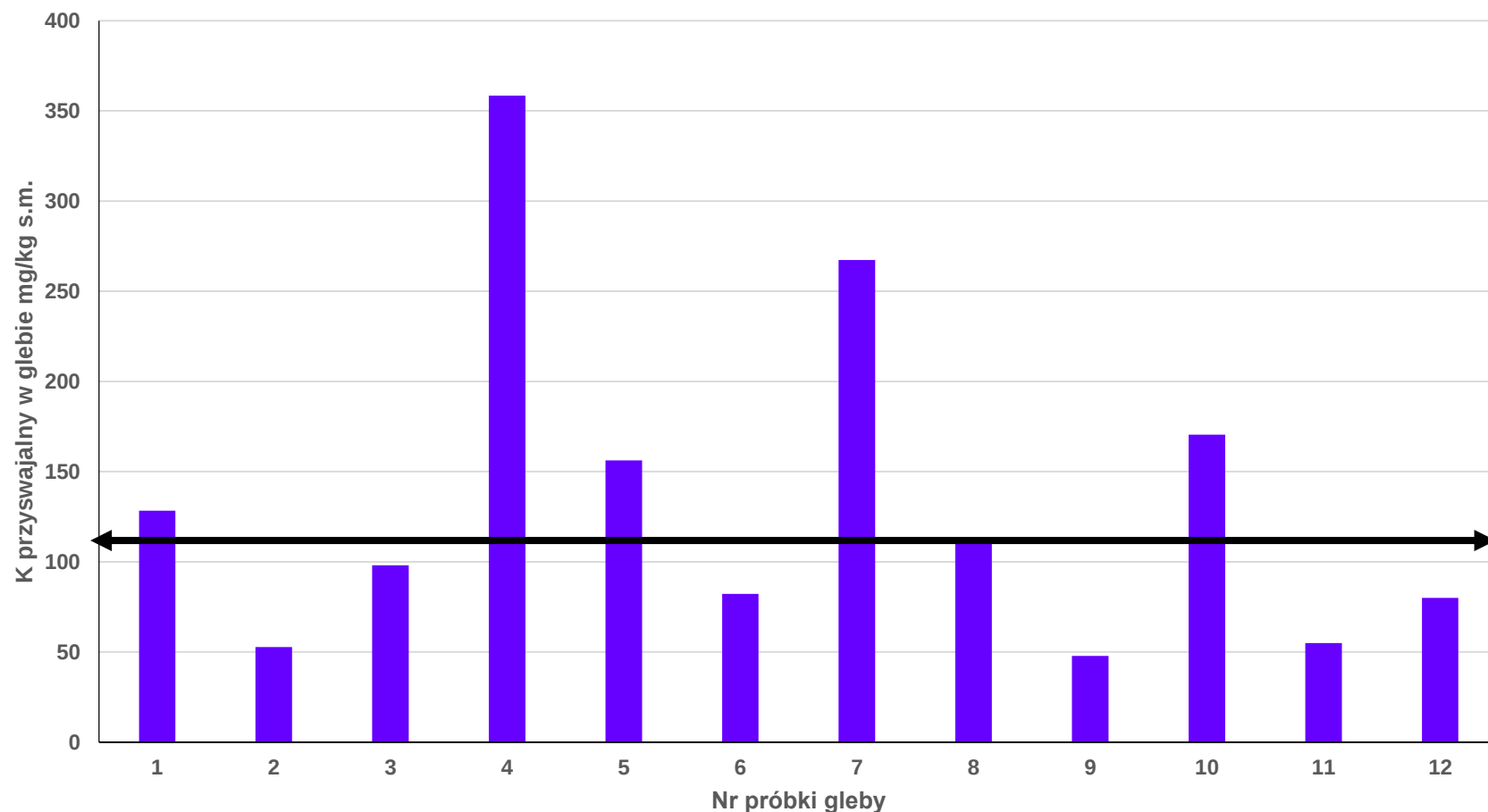
Zawartość przyswajalnego fosforu w glebach



Klasy zawartości wg IUNG-PIB:

Bardzo niska – do 22; niska – 23-44; średnia – 45-65; wysoka - 66-88;
bardzo wysoka od 89 mg P/kg s.m. gleby

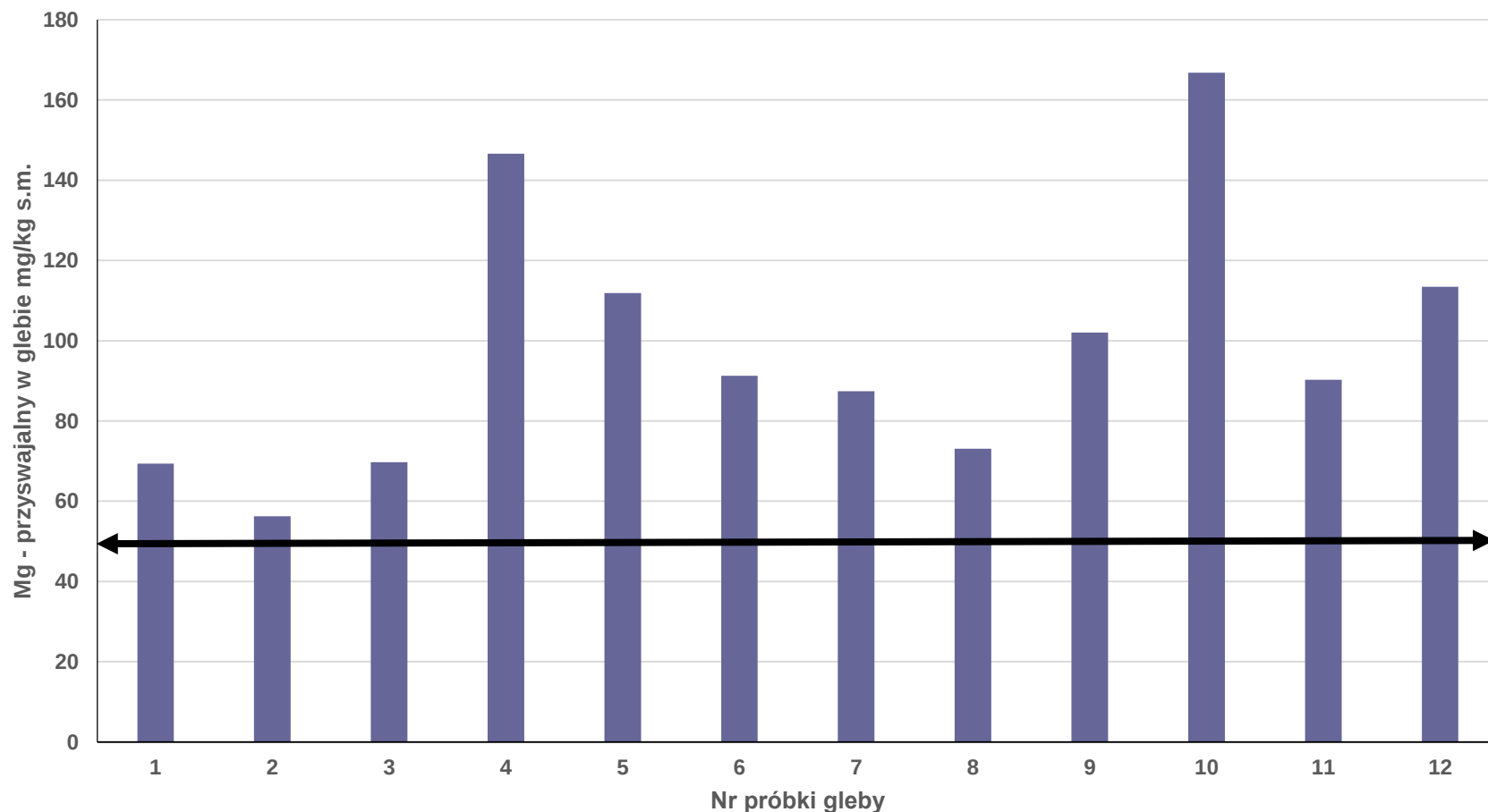
Zawartość przyswajalnego potasu w glebach



Klasy zawartości wg IUNG-PIB

Dla gleb średnich: Bardzo niska - do 62; niska – 63-104; średnia – 105-166; wysoka – 167-207; bardzo wysoka – od 208 mg K/kg s.m. gleby

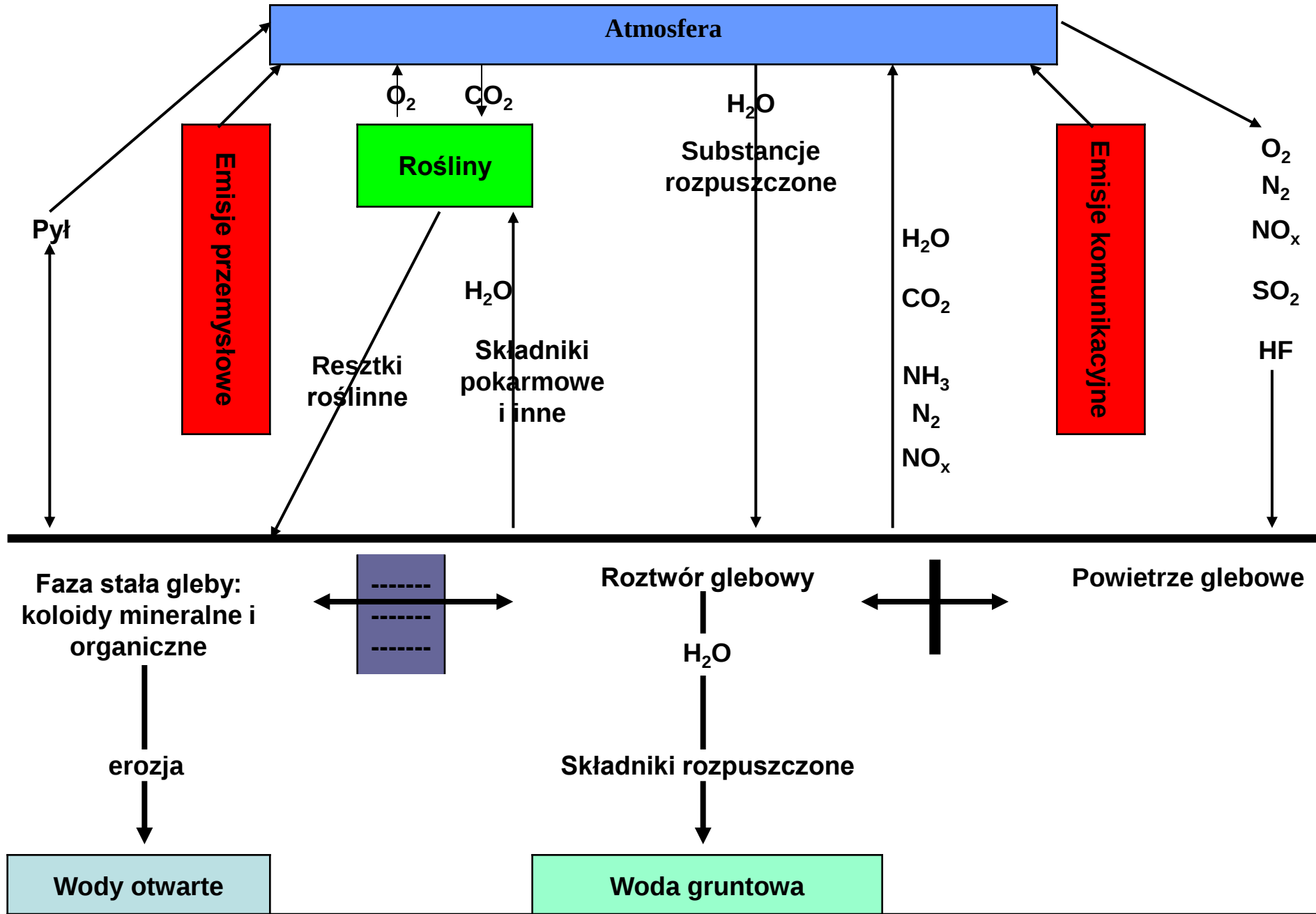
Zawartość przyswajalnego magnezu w glebach



Klasy zawartości wg IUNG-PIB:

Dla gleb średnich: Bardzo niska – do 30; niska – 31-50; średnia – 51-70; wysoka - 71-90; bardzo wysoka od 91 mg Mg/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem makroskładników w glebach ROD w Nysie



Podział pierwiastków na makro i mikroelementy

makroelementy

C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg -- rośliny

C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg, Na, Cl -- zwierzęta

mikroelementy

Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni --- rośliny

Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Co, Cr, Ni, I, F, Se --- zwierzęta

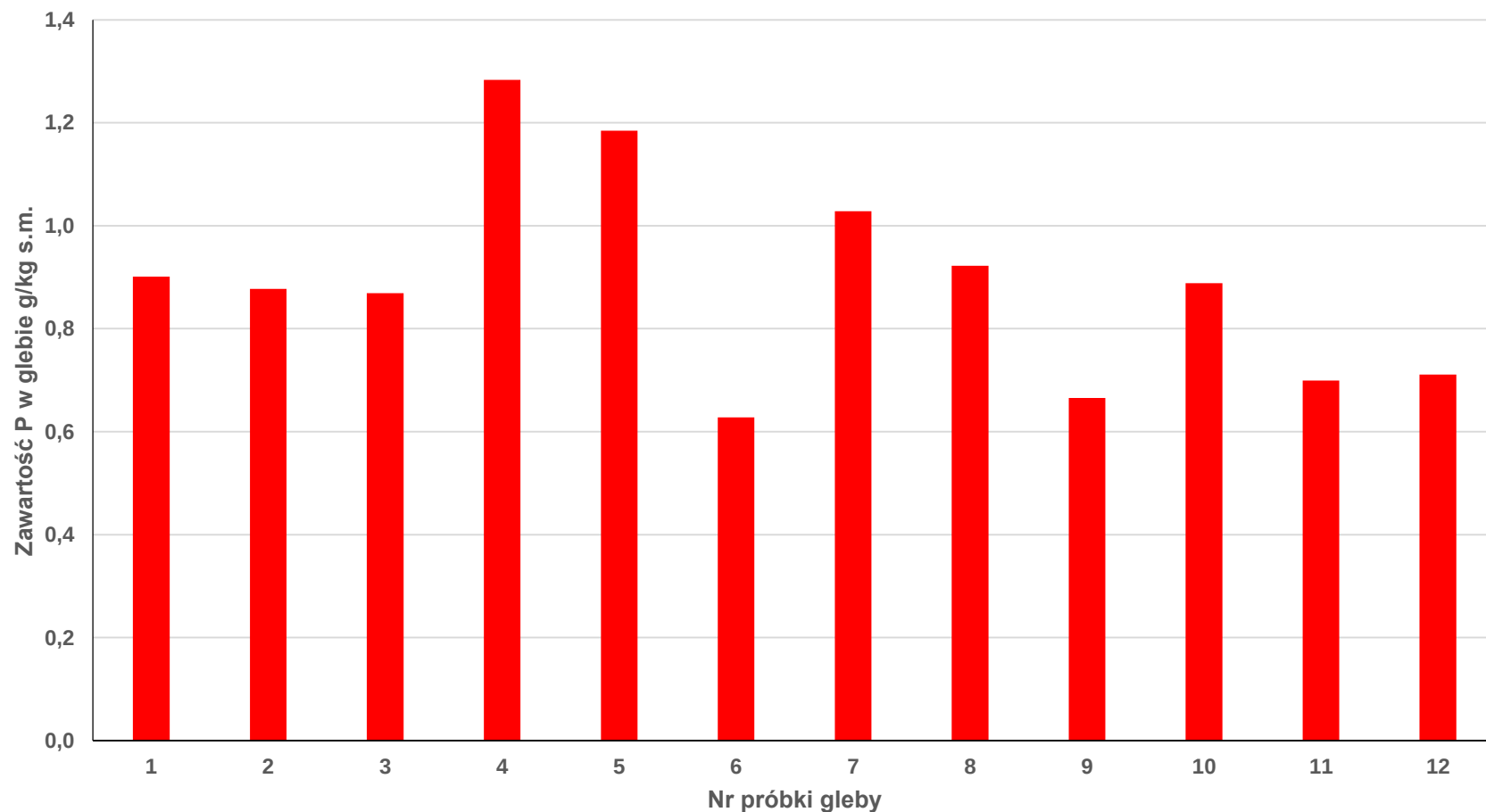
Występowanie pierwiastków w skorupie ziemskiej

nie występuje w warunkach naturalnych	<1ppm	1-100 ppm	100 ppm - 1%	>1%
---------------------------------------	-------	-----------	--------------	-----

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Uuu	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo

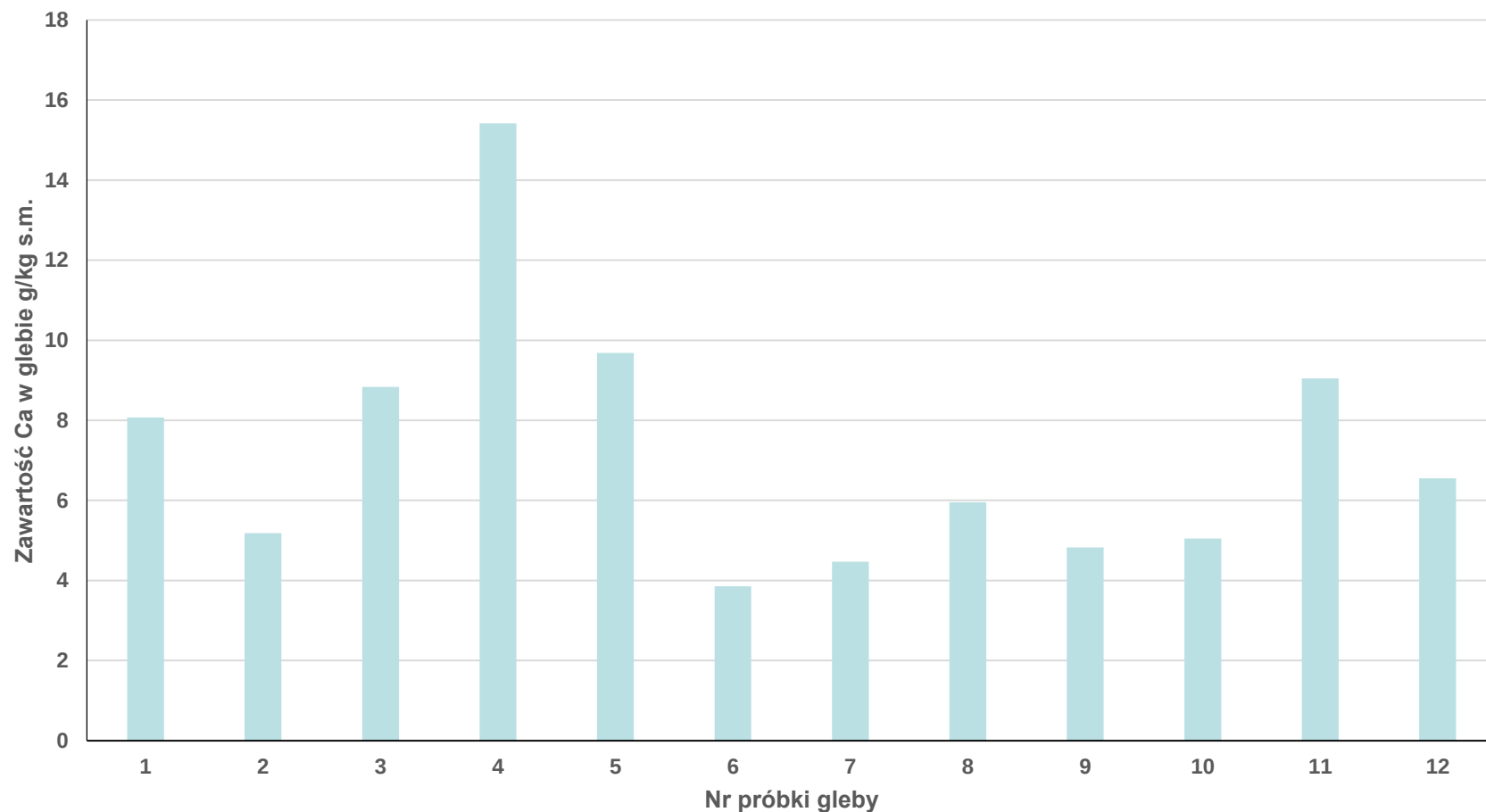
Lantanowce	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Aktynowce	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Zawartość ogółem fosforu w glebach



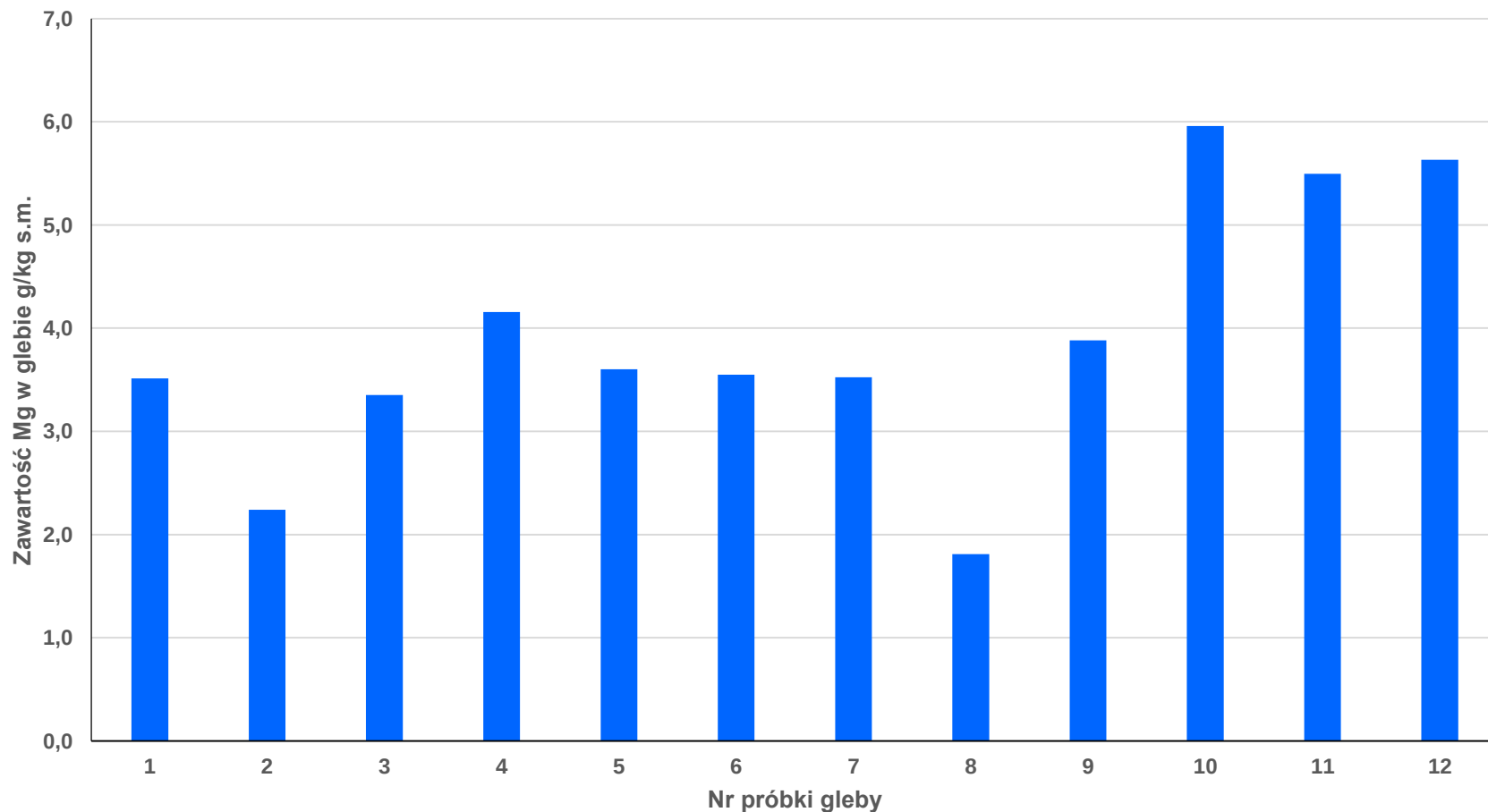
Przeciętna zawartość P w glebach Polski waha się w zakresie:
0,2-1,2 g P/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem wapnia w glebach



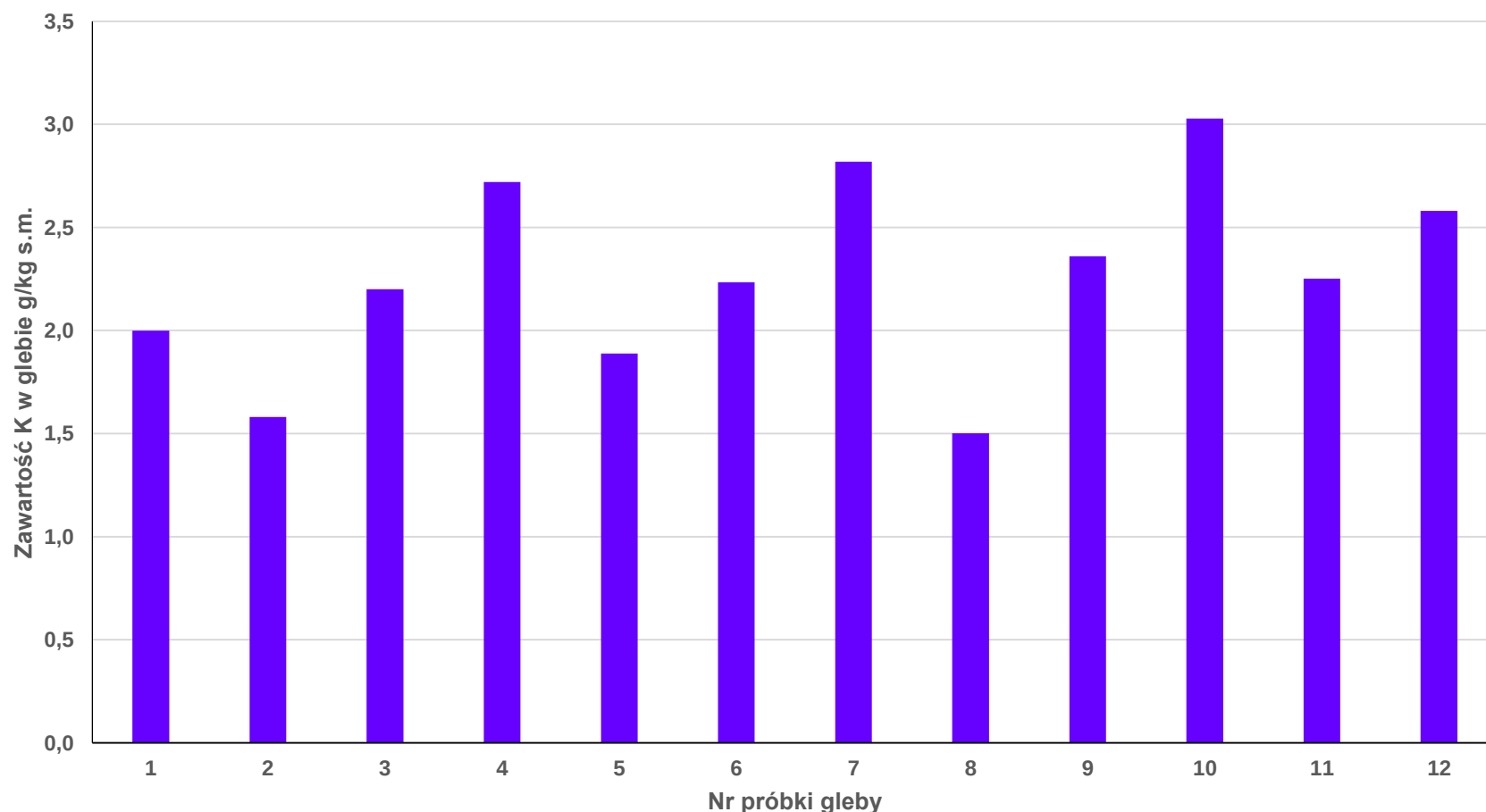
Przeciętna zawartość Ca w glebach Polski waha się w zakresie:
3,0-10,0 g Ca/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem magnezu w glebach



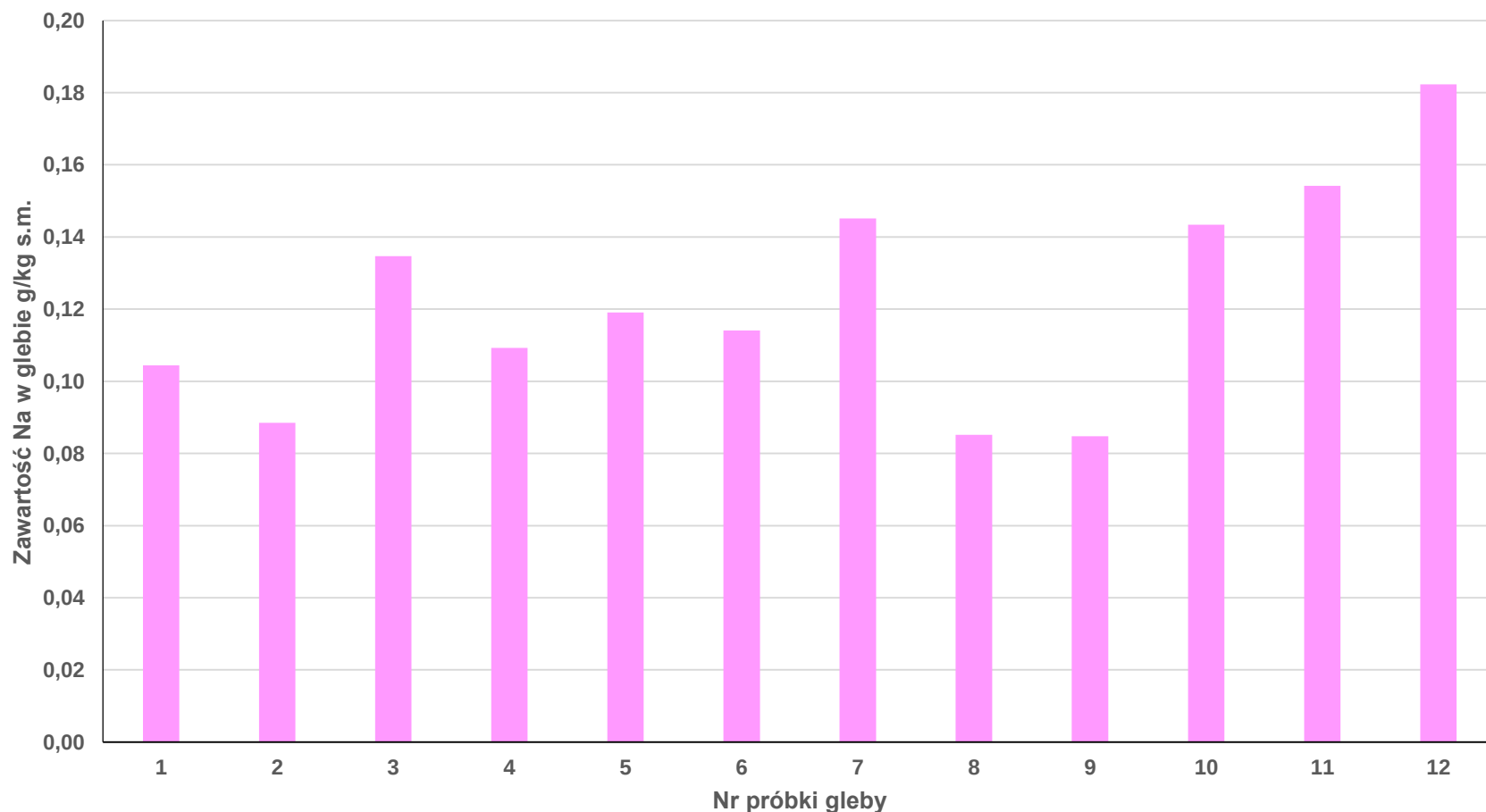
Przeciętna zawartość Mg w glebach Polski waha się w zakresie:
1,0-5,0 g Mg/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem potasu w glebach



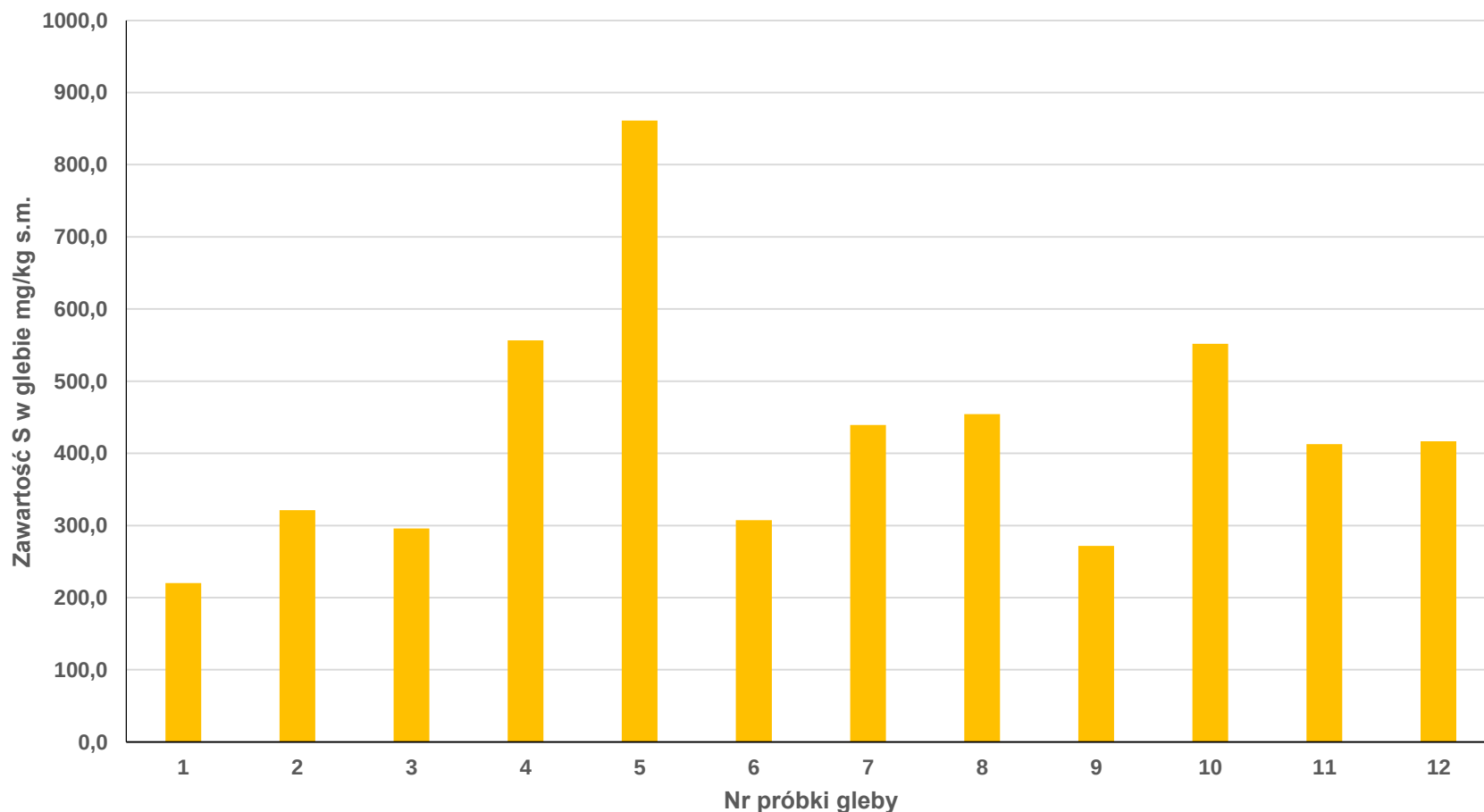
Przeciętna zawartość K w glebach Polski waha się w zakresie:
1,0-21,0 g K/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem sodu w glebach



Przeciętna zawartość Na w glebach Polski waha się w zakresie:
0,01-10 g Na/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem siarki w glebach



Przeciętna zawartość S w glebach Polski waha się w zakresie:
15-500 mg S/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem makroskładników (P, Ca, Mg, K, Na, S) w glebach ROD w Nysie

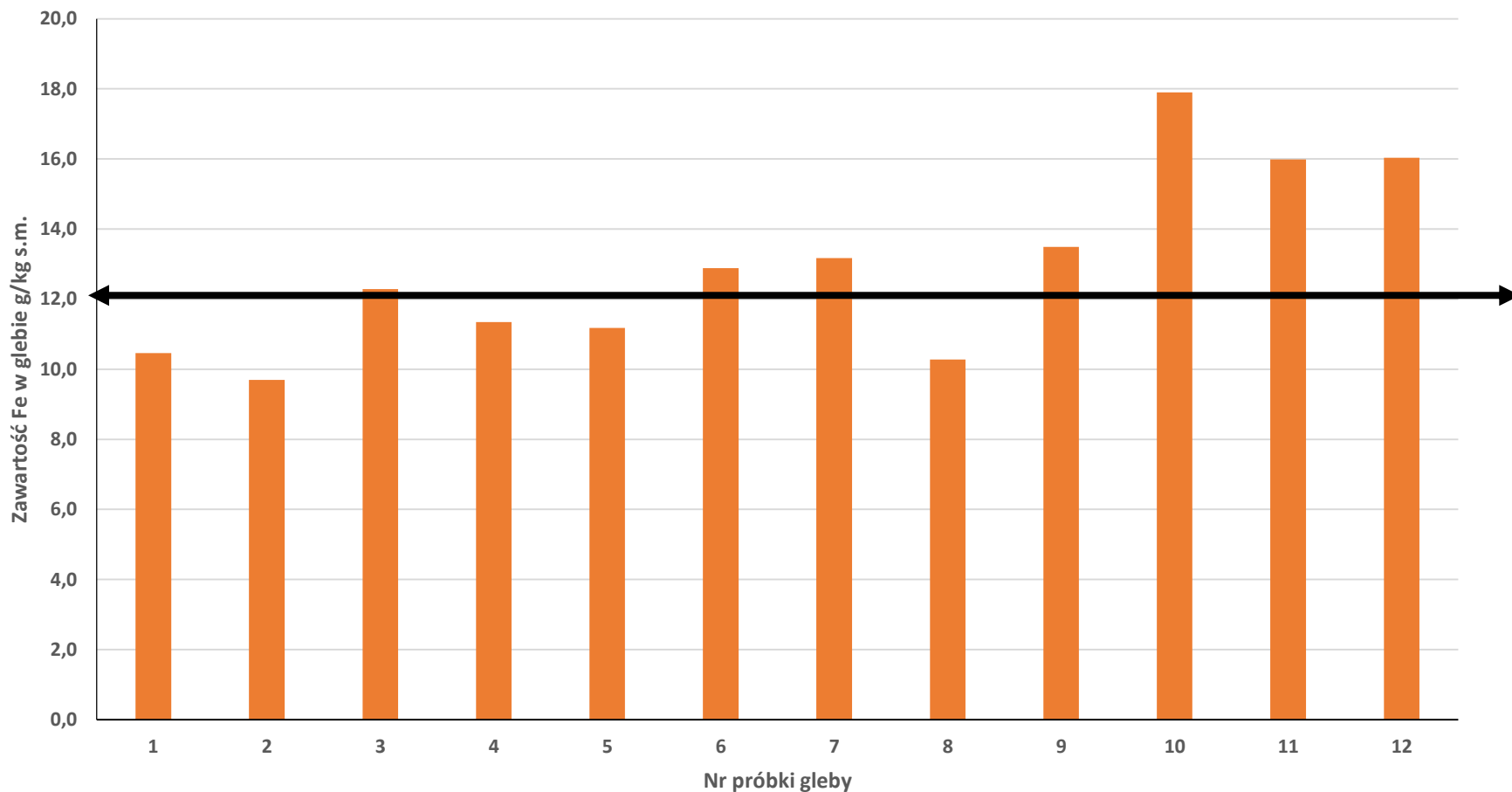
Lp.	P	Ca	Mg	K	Na	S
	g·kg ⁻¹ s.m.					mg·kg ⁻¹ s.m.
1	0,9	8,1	3,5	2,0	0,10	220,0
2	0,9	5,2	2,2	1,6	0,09	321,0
3	0,9	8,8	3,4	2,2	0,13	295,9
4	1,3	15,4	4,2	2,7	0,11	556,4
5	1,2	9,7	3,6	1,9	0,12	861,3
6	0,6	3,9	3,5	2,2	0,11	307,5
7	1,0	4,5	3,5	2,8	0,15	439,2
8	0,9	6,0	1,8	1,5	0,09	454,2
9	0,7	4,8	3,9	2,4	0,08	271,5
10	0,9	5,0	6,0	3,0	0,14	551,8
11	0,7	9,0	5,5	2,3	0,15	412,8
12	0,7	6,6	5,6	2,6	0,18	416,7
Min.	0,6	3,9	1,8	1,5	0,08	220,0
Max.	1,3	15,4	6,0	3,0	0,18	861,3
Średnia	0,9	7,2	3,9	2,3	0,12	425,7
SD	0,2	3,2	1,3	0,5	0,03	173,7
V%	22,8%	44,7%	32,7%	20,9%	25,0%	40,8%

Zawartości ogółem mikroskładników w glebach ROD w Nysie

Minerały

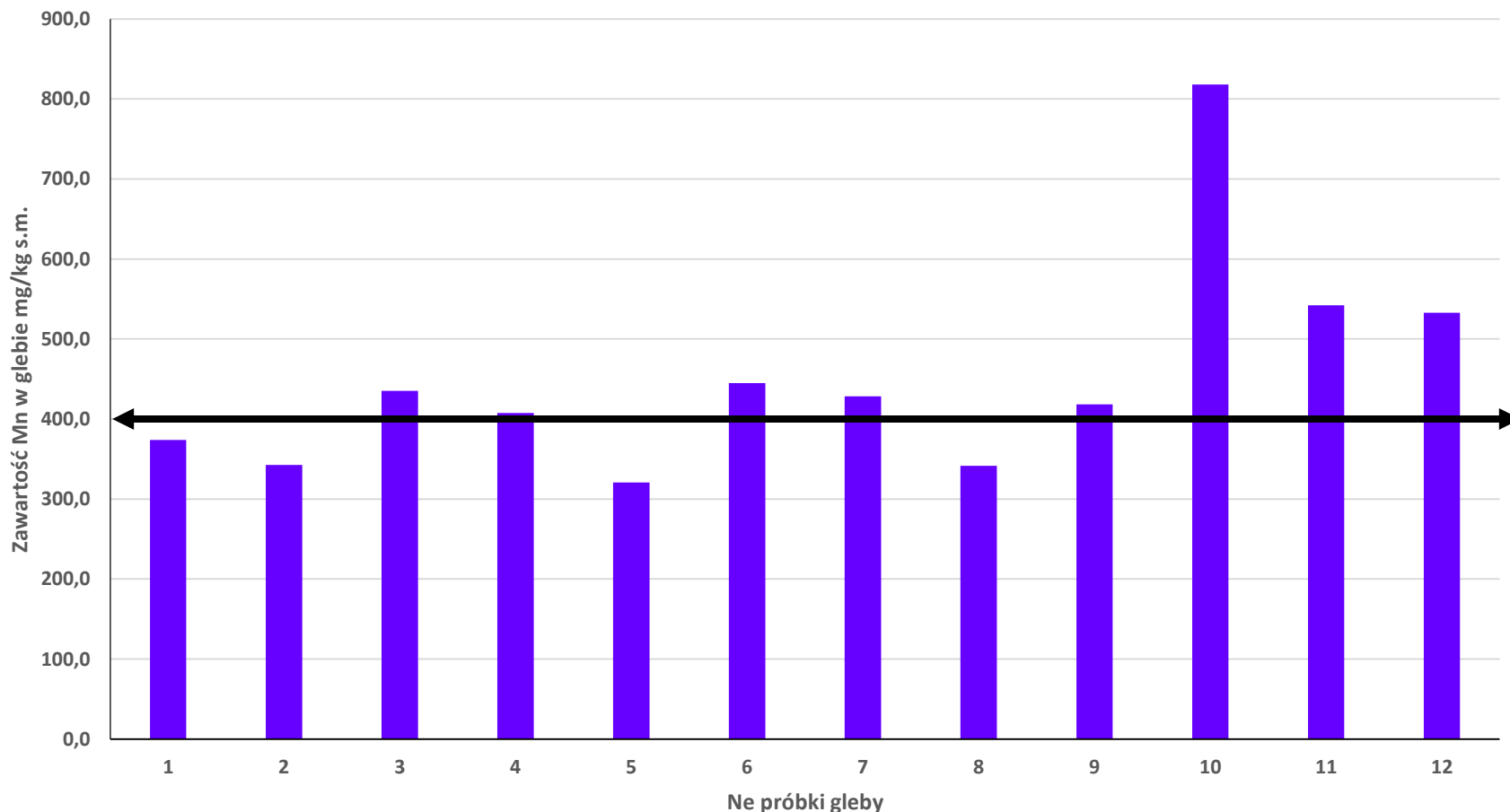


Zawartość ogółem żelaza w glebach



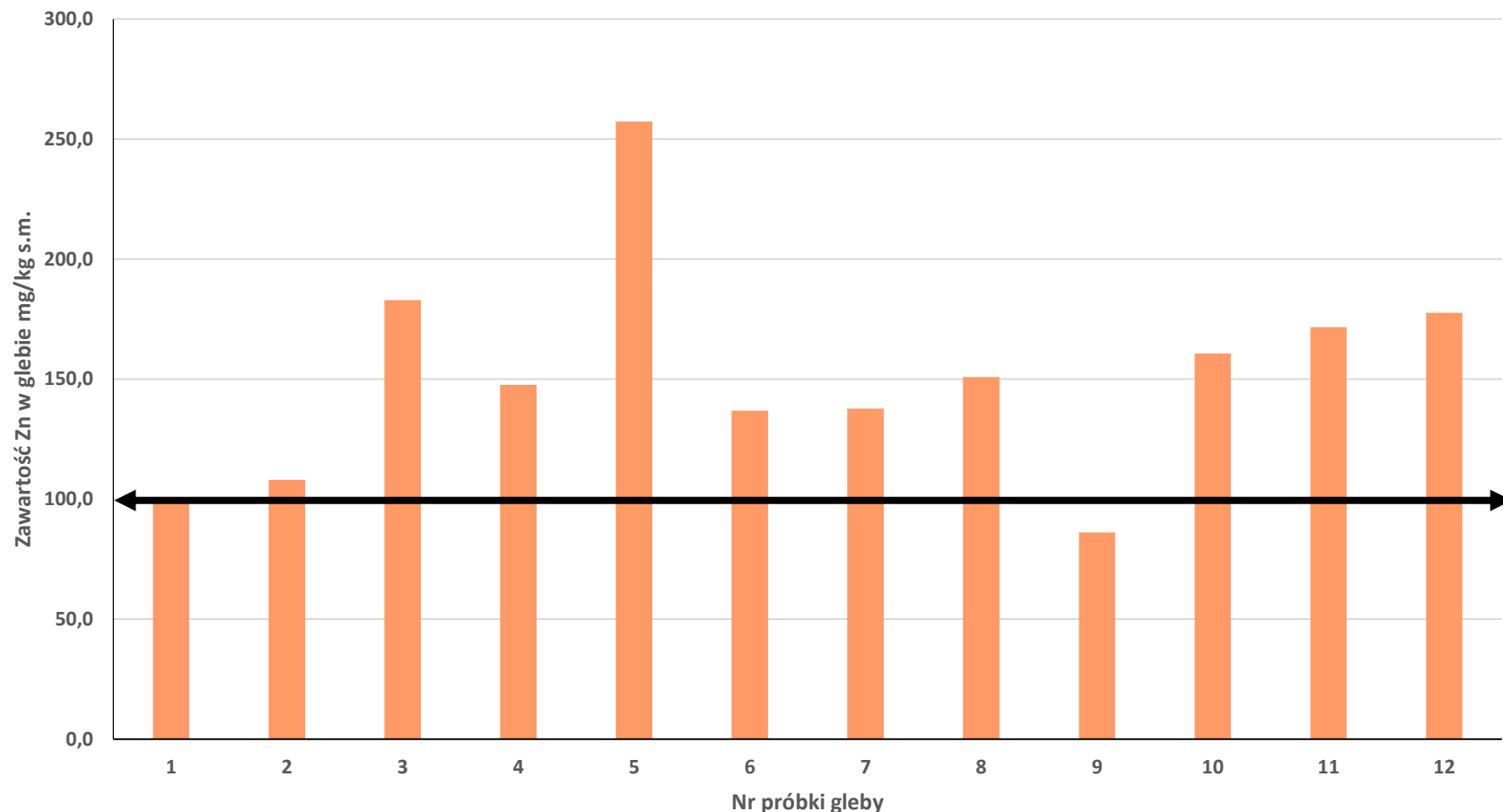
Przeciętna zawartość Fe w glebach Polski waha się w zakresie:
6,0-20,0 g Fe/kg s.m. gleby
Średnia zawartość 12 g Fe/kg s.m. gleby

Zawartość ogółem manganu w glebach



Przeciętna zawartość Mn w glebach Polski waha się w zakresie:
7,0-92000 mg Mn/kg s.m. gleby
Średnia zawartość 400 mg/kg s. m. gleby

Zawartość ogółem cynku w glebach



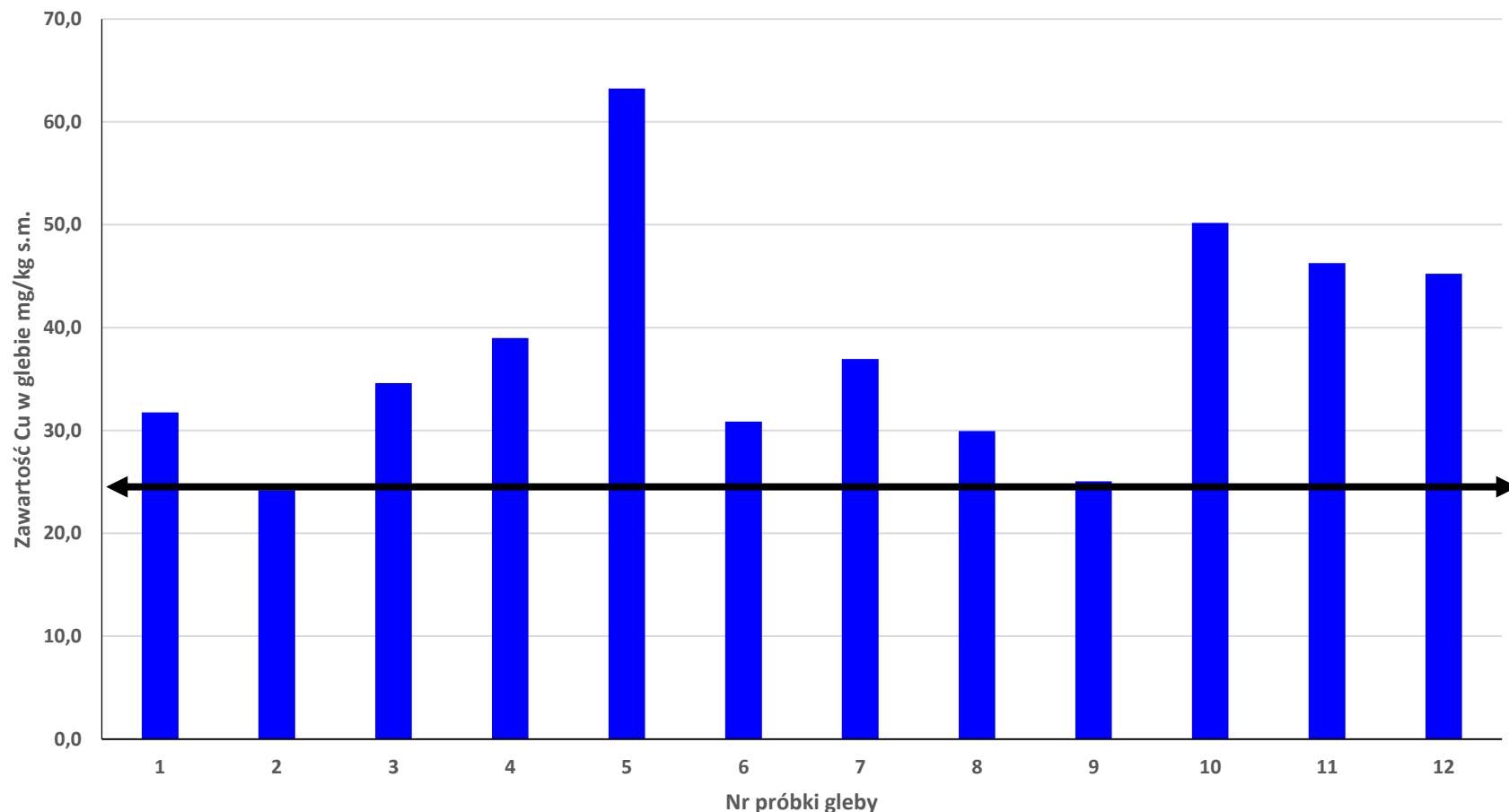
Przeciętna zawartość Zn w glebach Polski waha się w zakresie:

0,5-5754 mg Zn/kg s.m. gleby

Średnia zawartość 33 mg Zn/kg s.m. gleby

Gleby nie zanieczyszczone 100 mg Zn/kg s. m. gleby (wg IUNG)

Zawartość ogółem miedzi w glebach



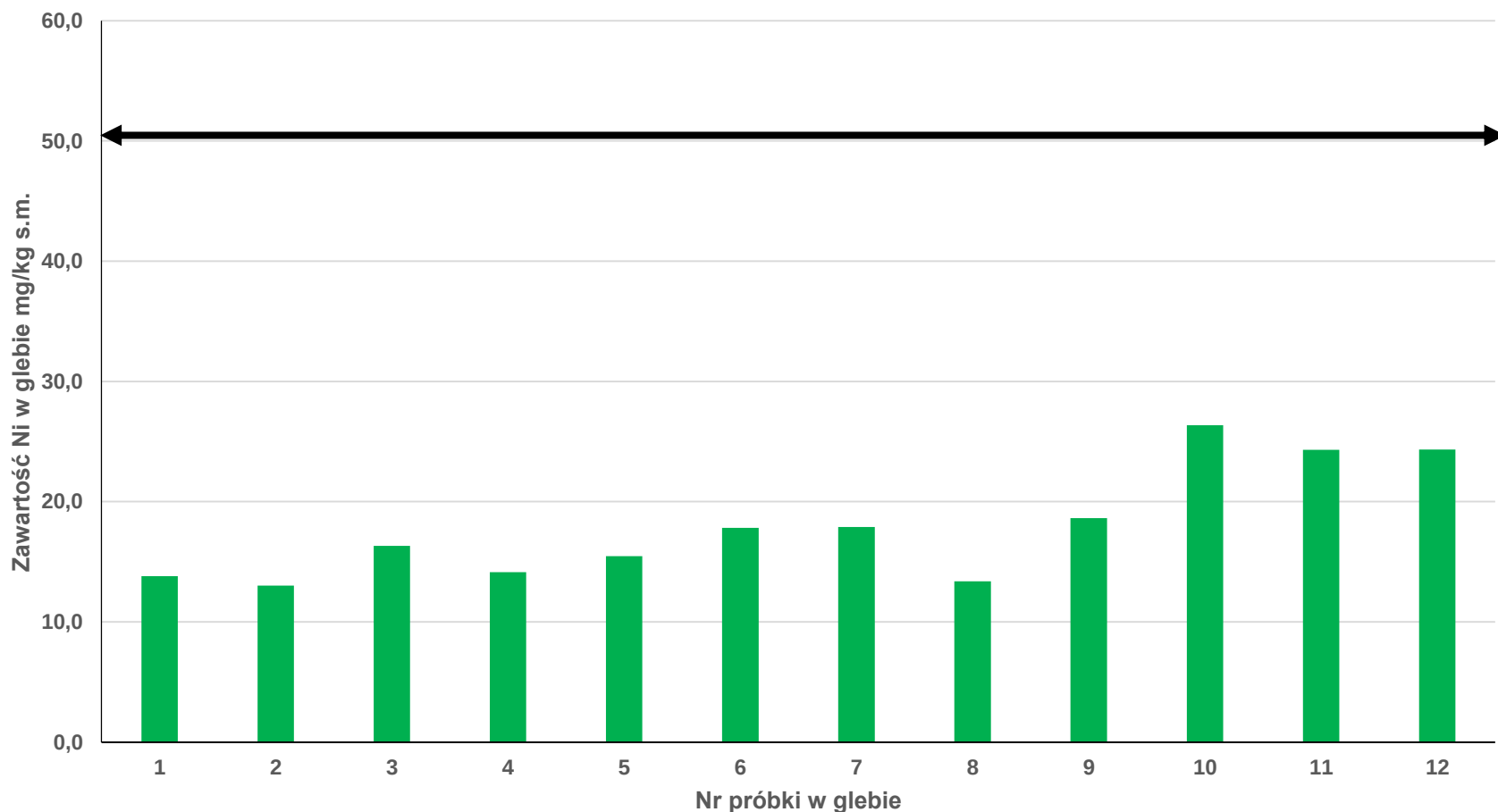
Przeciętna zawartość Cu w glebach Polski waha się w zakresie:

0,2-725 mg Cu/kg s.m. gleby

Średnia zawartość 6,5 mg Cu/kg s. m. gleby

Gleby nie zanieczyszczone 25 mg Cu/kg s.m. gleby (wg IUNG)

Zawartość ogółem niklu w glebach



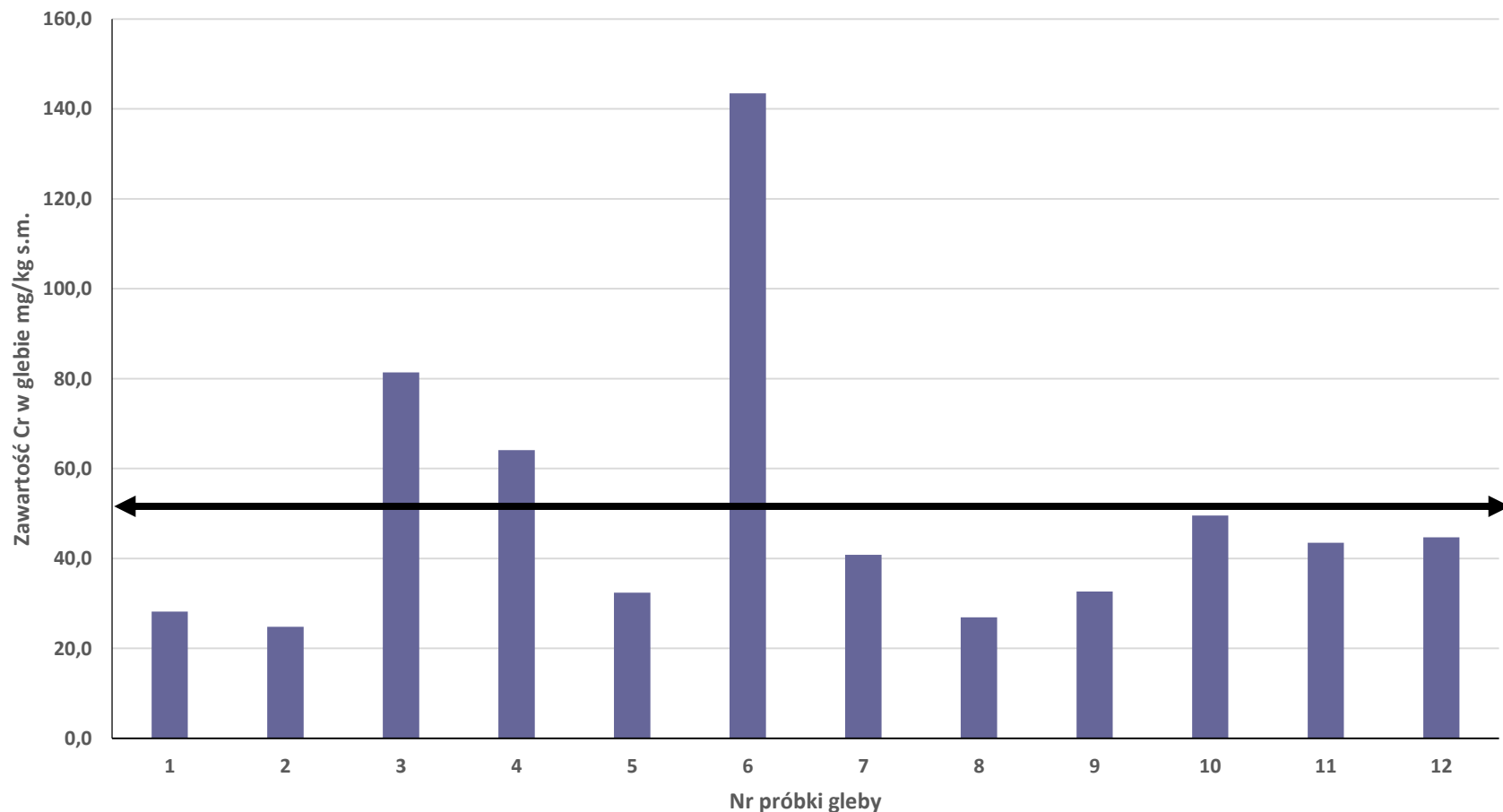
Przeciętna zawartość Ni w glebach Polski waha się w zakresie:

0,1-328 mg Ni/kg s.m. gleby

Średnia zawartość 6,0 mg Ni/kg s.m. gleby

Gleby nie zanieczyszczone do 50 mg Ni/kg s.m. gleby (wg IUNG)

Zawartość ogółem chromu w glebach



Przeciętna zawartość Cr w glebach Polski waha się w zakresie:

7-150 mg Cr/kg s.m. gleby

Średnia zawartość 50 mg Cr/kg s.m. gleby

Gleby nie zanieczyszczone 50 mg Cr/kg s.m. gleby (wg IUNG)

Zawartość ogółem mikroskładników (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr) w glebach ROD w Nysie

Lp.	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr
	g·kg ⁻¹ s.m.	mg·kg ⁻¹ s.m.				
1	10,5	373,7	99,6	31,7	13,8	28,2
2	9,7	342,6	108,0	24,2	13,0	24,8
3	12,3	435,1	182,9	34,6	16,3	81,4
4	11,3	407,5	147,6	39,0	14,1	64,1
5	11,2	320,7	257,3	63,2	15,5	32,4
6	12,9	445,0	136,8	30,9	17,8	143,4
7	13,2	428,4	137,7	37,0	17,9	40,8
8	10,3	341,5	150,8	29,9	13,4	26,9
9	13,5	418,5	86,1	25,1	18,6	32,7
10	17,9	818,0	160,7	50,2	26,4	49,6
11	16,0	542,2	171,6	46,3	24,3	43,5
12	16,0	532,8	177,6	45,2	24,3	44,7
Min.	9,7	320,7	86,1	24,2	13,0	24,8
Max.	17,9	818,0	257,3	63,2	26,4	143,4
Średnia	12,9	450,5	151,4	38,1	18,0	51,0
SD	2,6	134,9	45,4	11,4	4,7	33,5
V%	20,1%	29,9%	30,0%	30,0%	25,9%	65,5%

Pierwiastki zagrażające człowiekowi

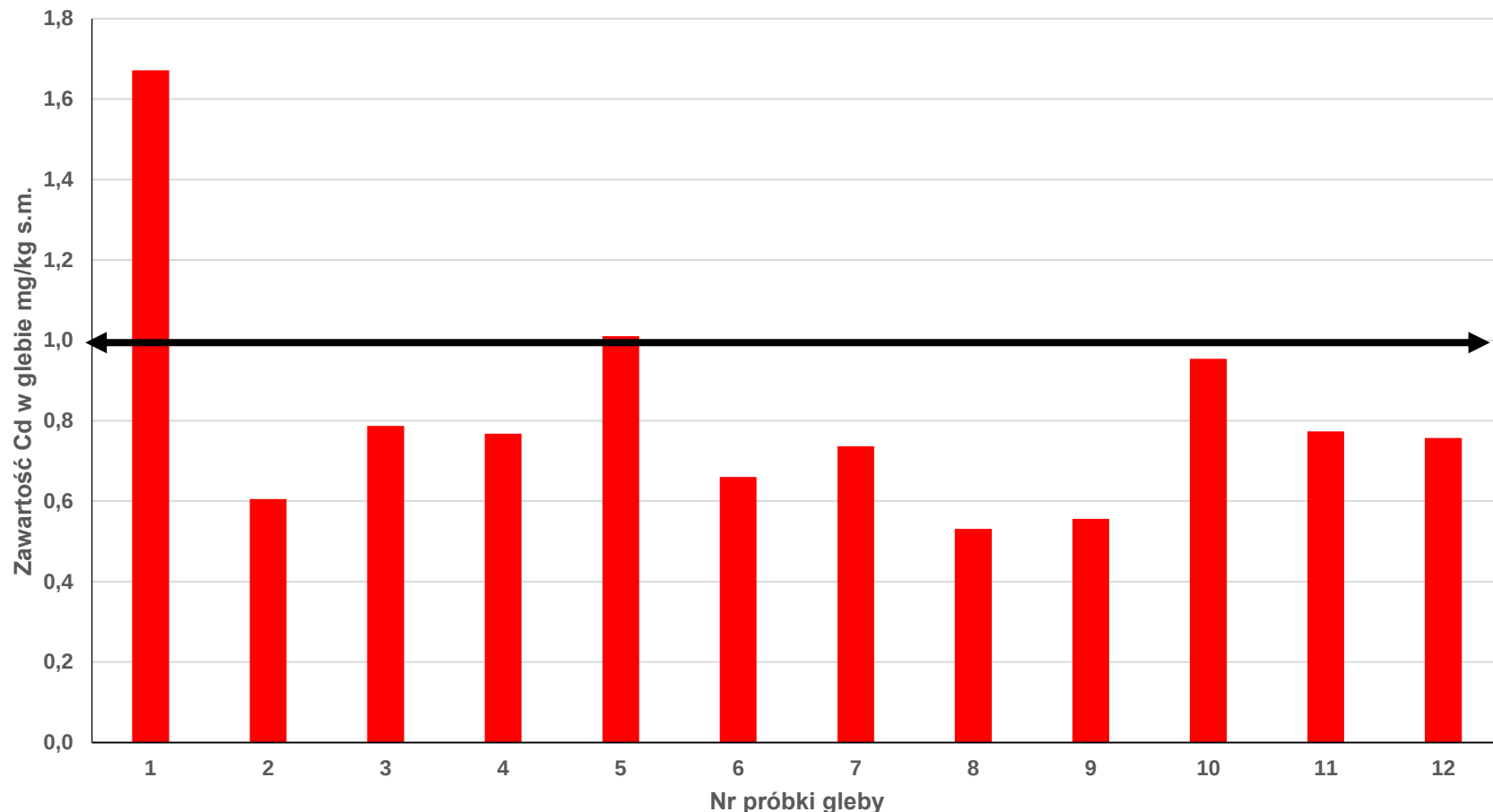
radio- aktywne	łatwo palne	żrące	gazy toksyczne	gazy obojętne	duże	małe
-------------------	----------------	-------	-------------------	------------------	------	------

toksyczne właściwości
jonów w roztworach
wodnych

H	toksyczne właściwości jonów w roztworach wodnych																He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo

Lantanowce	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Aktynowce	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Zawartość ogółem kadmu w glebach



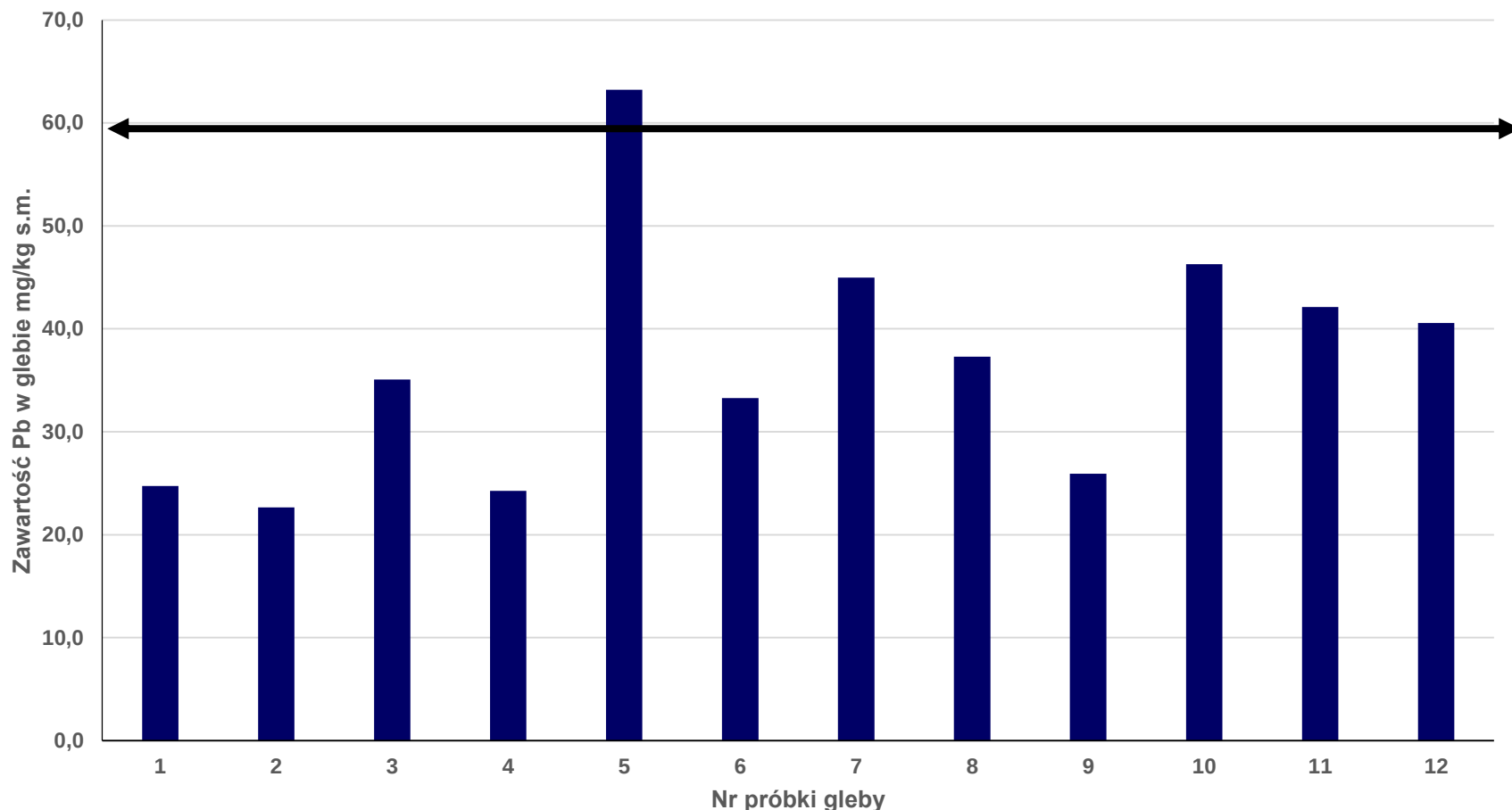
Zakres zawartości Cd w glebach Polski waha się w zakresie:

0,01-2,5 mg Cd/kg s.m. gleby

Średnia zawartość 0,22 mg Cd/kg s.m. gleby

Gleby nie zanieczyszczone 1 mg Cd/kg s.m. gleby (wg IUNG)

Zawartość ogółem ołowiu w glebach



Zakres zawartości Pb w glebach Polski waha się w zakresie:

2-90 mg Pb/kg s.m. gleby

Średnia zawartość 14 mg Pb/kg s.m. gleby

Gleby nie zanieczyszczone 60 mg Pb/kg s.m. gleby (wg IUNG)

**Dopuszczalne zawartości wybranych substancji powodujących
ryzyko z podziałem na grupy i podgrupy gruntów
(Rozporządzenie Ministra Środowiska 2016)**

Lp .	Substancja	I. Metale					
		Grupy gruntów					
		I	II			III	IV
			Podgrupa gruntów				
			II-1	II-2	II-3		
1	Cynk (Zn)	500	300	500	1000	1000	2000
2	Miedź (Cu)	200	100	150	300	300	600
3	Nikiel (Ni)	150	100	150	300	300	500
4	Chrom (Cr)	200	150	300	500	500	1000
5	Kadm (Cd)	2	2	3	5	10	15
6	Ołów (Pb)	200	100	250	500	500	600

Grupy gruntów: I – miejskie, parki; II – rolnicze, ogrody działkowe; III – lasy, tereny chronione; IV – przemysłowe, komunikacyjne
II-1 – gleby lekkie; II-2 gleby średnie, II-3 gleby ciężkie

Zawartość metali ciężkich w glebach oraz ich wartości dopuszczalne

Lp.	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
	mg·kg ⁻¹ s.m.					
1	99,6	31,7	13,8	28,2	1,7	24,7
2	108,0	24,2	13,0	24,8	0,6	22,6
3	182,9	34,6	16,3	81,4	0,8	35,1
4	147,6	39,0	14,1	64,1	0,8	24,3
5	257,3	63,2	15,5	32,4	1,0	63,2
6	136,8	30,9	17,8	143,4	0,7	33,3
7	137,7	37,0	17,9	40,8	0,7	45,0
8	150,8	29,9	13,4	26,9	0,5	37,3
9	86,1	25,1	18,6	32,7	0,6	25,9
10	160,7	50,2	26,4	49,6	1,0	46,3
11	171,6	46,3	24,3	43,5	0,8	42,1
12	177,6	45,2	24,3	44,7	0,8	40,6
Dopuszczalna zawartość wg Rozporządzenia MŚ 2016 dla gruntów grupy II						
II-1	300	100	100	150	2	100
II-2	500	150	150	300	3	250
II-3	1000	300	300	500	5	500

Graniczne zawartości metali ciężkich w powierzchniowej warstwie gleb wg kategorii ich zanieczyszczenia

Metal	Grupa	Stopień zanieczyszczenia gleb					
		0	I	II	III	IV	V
Cd	a-g	0,3	1,0	2	3	5	> 5
Kadm	b-g	0,5	1,5	3	5	10	> 10
	c-g	1,0	3,0	5	10	20	> 20
Cu	a-g	10	30	50	80	300	> 300
Miedź	b-g	20	50	80	100	500	> 500
	c-g	25	70	100	150	750	> 750
Cr	a-g	20	40	80	150	300	> 300
Chrom	b-g	30	60	150	300	500	> 500
	c-g	50	80	200	500	1000	> 1000
Ni	a-g	10	30	50	100	400	> 400
Nikiel	b-g	25	50	75	150	600	> 600
	c-g	50	75	100	300	1000	> 1000
Pb	a-g	20	70	100	500	2500	> 2500
Ołów	b-g	40	100	250	1000	5000	> 5000
	c-g	60	150	500	2000	7000	> 7000
Zn	a-g	50	100	200	700	1500	> 1500
Cynk	b-g	70	150	300	1000	3000	> 3000
	c-g	100	250	500	2000	5000	> 5000

Grupy gleb:

a-g – gleby lekkie bardzo kwaśne; b-g – gleby średnie o odczynie obojętnym, średnie – lekko kwaśne oraz ciężkie – kwaśne;

c-g – gleby średnio ciężkie o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym

Stopnie zanieczyszczenia gleb

0 – zawartość naturalna, I – zawartość podwyższona, II – zanieczyszczenie słabe,

III – zanieczyszczenie średnie, IV – zanieczyszczenie silne, V – zanieczyszczenie bardzo silne

Zalecane użytkowanie rolnicze gleb o różnych stopniach jakości chemicznej (Kabata-Pendias et al. 1995)

- **Stopień 0 – Gleby nie zanieczyszczone o naturalnych zawartościach**. Gleby nadają się pod wszystkie uprawy ogrodnicze i rolnicze, a zwłaszcza pod uprawy roślin przeznaczonych dla dzieci i niemowląt.
- **Stopień I – gleby o podwyższonej zawartości metali ciężkich** mogą być przeznaczone do pełnego wykorzystania rolniczego, z wyłączeniem upraw roślin do produkcji żywności o szczególnej małej zawartości pierwiastków i substancji szkodliwych.
- **Stopień II – gleby słabo zanieczyszczone**. Rośliny uprawiane na takich glebach mogą zawierać nadmierne ilości metali ciężkich z punktu widzenia toksykologicznego. Szczególnie wykluczyć należy uprawę warzyw, jak np. sałata, szpinak, kalafior, marchew. Dozwolona jest uprawa roślin zbożowych, okopowych i pastewnych oraz użytkowanie pastwiskowe.
- **Stopień III – gleby średnio zanieczyszczone**. Wszystkie uprawy na takich glebach mogą ulec skażeniu metalami ciężkimi. Dopuszczalna jest uprawa roślin zbożowych, okopowych i pastewnych, pod warunkiem okresowej kontroli poziomu metali w konsumpcyjnych częściach roślin. Zaleca się uprawy roślin przemysłowych i traw nasiennych. Wody gruntowe mogą być narażone na zanieczyszczenia metalami ciężkimi, w tym szczególnie kadm, cynkiem i niklem. W przypadku pastwisk należy także kontrolować pobieranie metali ciężkich przez zwierzęta.
- **Stopień IV – gleby silnie zanieczyszczone**. Gleby takie, a zwłaszcza gleby lekkie, powinny być wyłączone z produkcji rolniczej oraz zadarnione lub zakrzewione. Na glebach lepszych należy uprawiać rośliny przemysłowe (np. len konopie, wiklina, sida), w zależności od ich wymagań siedliskowych. Także dopuszcza się produkcję materiału siewnego zbóż i traw oraz ziemniaków dla przemysłu spirytusowego (spirytus energetyczny) i rzepaku na olej techniczny. Wykorzystanie na pastwiska należy ograniczać. Zaleca się zabiegi rekultywacyjne, a przede wszystkim wapnowanie i wprowadzenie substancji organicznej.
- **Stopień V – gleby bardzo silnie zanieczyszczone**. Powinny być wyłączone z produkcji rolniczej i użytkowania pastwiskowego. Należy liczyć się z potrzebą zabiegów rekultywacyjnych. Konieczne jest zadarnienie i zadrzewienie takich gleb, między innymi ze względu na zagrożenie przenoszenia zanieczyszczeń wraz z pyłami glebowymi. Na odpowiednich glebach można uprawiać rośliny pastewne, podobnie jak na glebach i IV stopniu zanieczyszczenia.

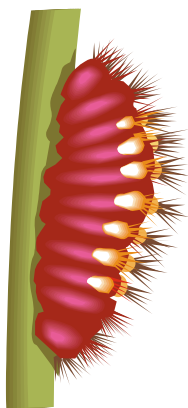
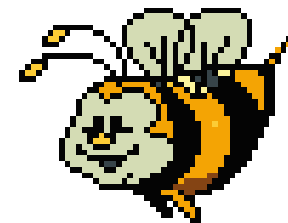
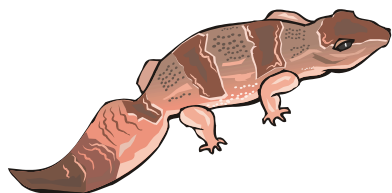
Ocena zawartość metali ciężkich w glebach ROD w Nysie według IUNG-PIB w Puławach

Lp.	Zn/St*	Cu/St	Ni/St	Cr/St	Cd/St	Pb/St
	mg·kg ⁻¹ s.m.					
1	99,6 / 0	31,7 / I	13,8 / 0	28,2 / 0	1,7 / I	24,7 / 0
2	108,0 / I	24,2 / 0	13,0 / 0	24,8 / 0	0,6 / 0	22,6 / 0
3	182,9 / I	34,6 / I	16,3 / 0	81,4 / II	0,8 / 0	35,1 / 0
4	147,6 / I	39,0 / I	14,1 / 0	64,1 / I	0,8 / 0	24,3 / 0
5	257,3 / II	63,2 / I	15,5 / 0	32,4 / 0	1,0 / 0	63,2 / 0
6	136,8 / I	30,9 / I	17,8 / 0	143,4 / II	0,7 / 0	33,3 / 0
7	137,7 / I	37,0 / I	17,9 / 0	40,8 / 0	0,7 / 0	45,0 / 0
8	150,8 / I	29,9 / I	13,4 / 0	26,9 / 0	0,5 / 0	37,3 / 0
9	86,1 / 0	25,1 / I	18,6 / 0	32,7 / 0	0,6 / 0	25,9 / 0
10	160,7 / I	50,2 / I	26,4 / 0	49,6 / 0	1,0 / 0	46,3 / 0
11	171,6 / I	46,3 / I	24,3 / 0	43,5 / 0	0,8 / 0	42,1 / 0
12	177,6 / I	45,2 / I	24,3 / 0	44,7 / 0	0,8 / 0	40,6 / 0

*Stopień zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi według IUNG-PIB
I – Podwyższona zawartość; II – Słabe zanieczyszczenie

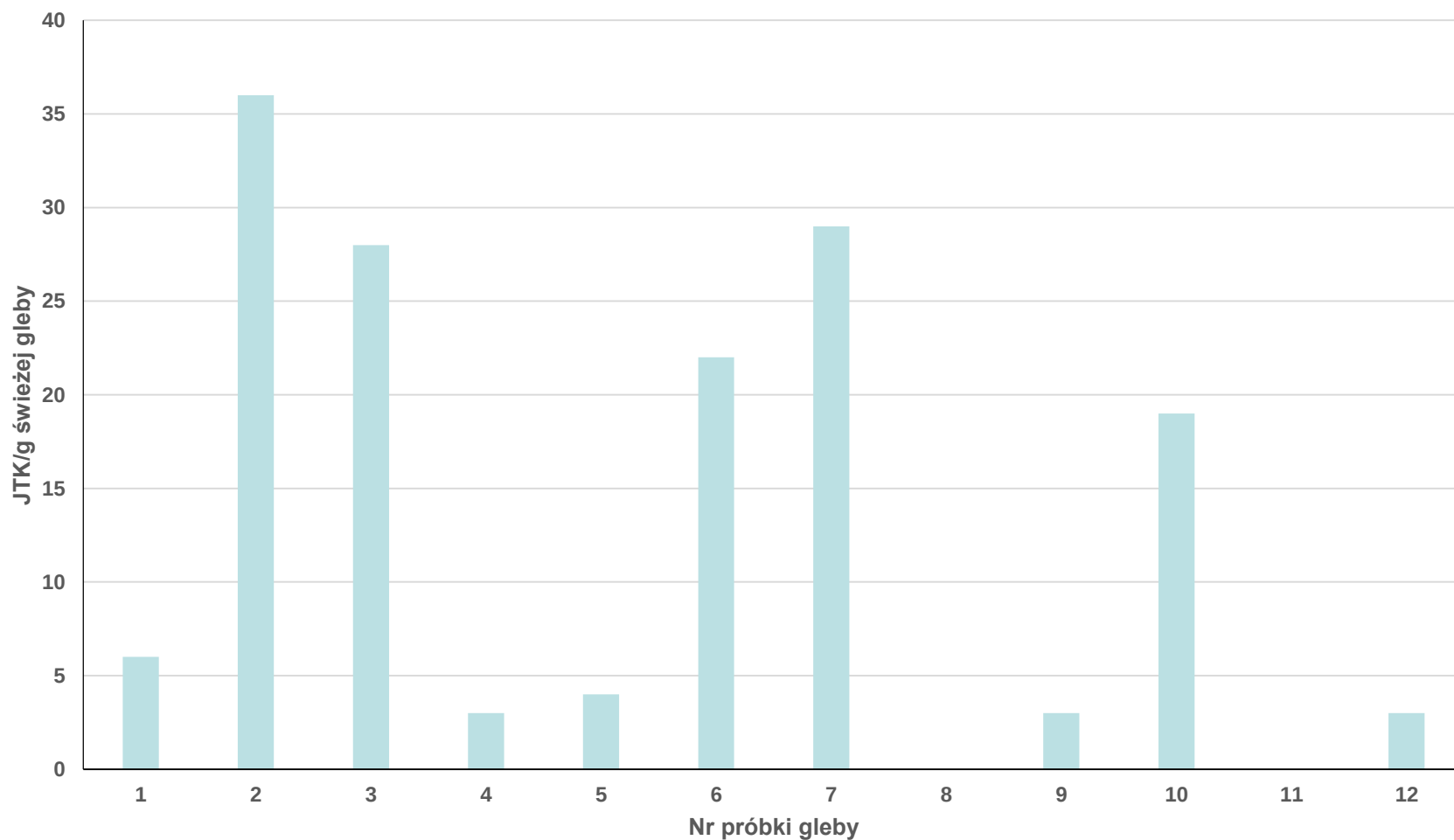
Zanieczyszczenia biologiczne ?

Wg (Hafnera) glebę należy traktować jako organizm



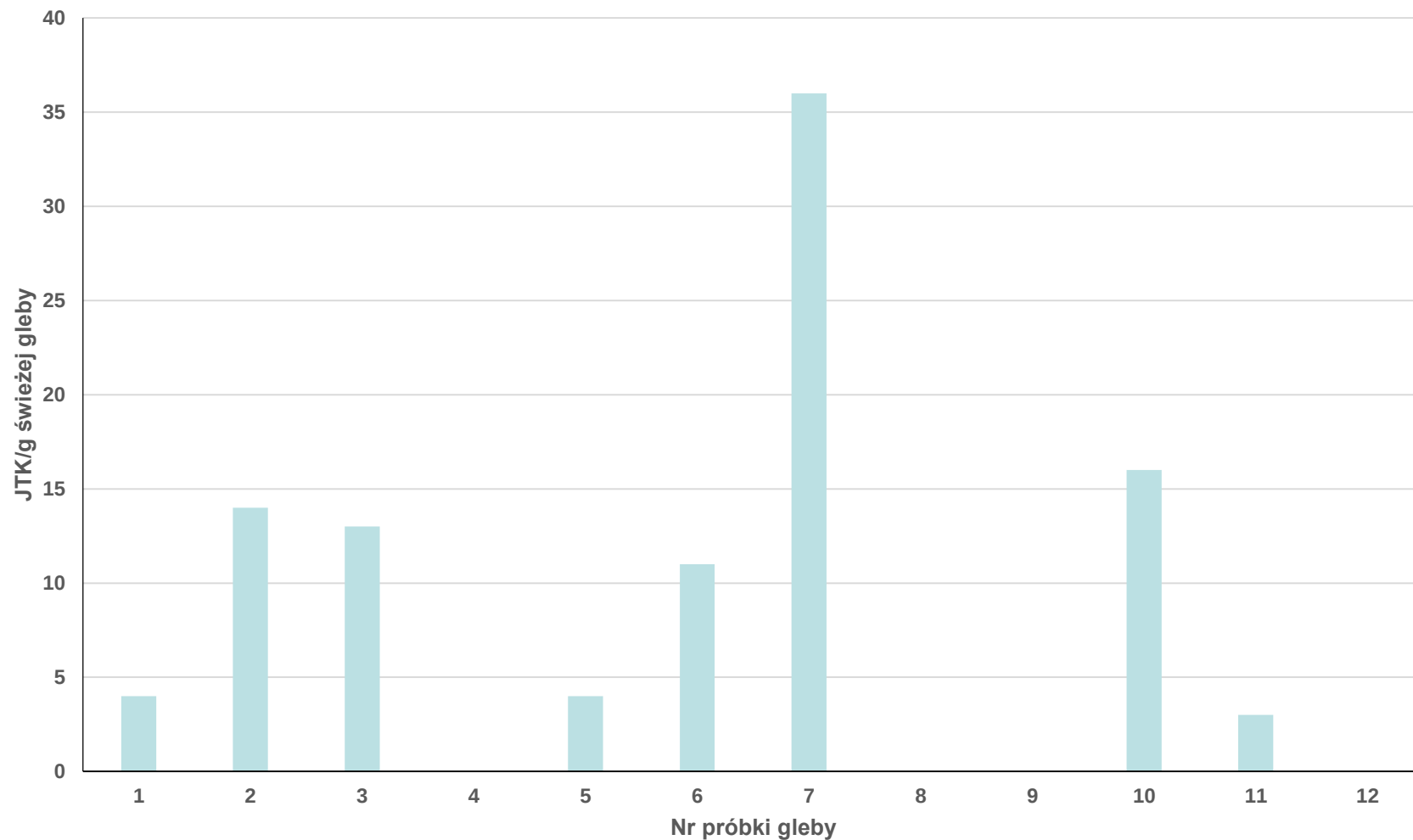
Ilość pałeczek okrężnicy w glebie

Escherichia coli



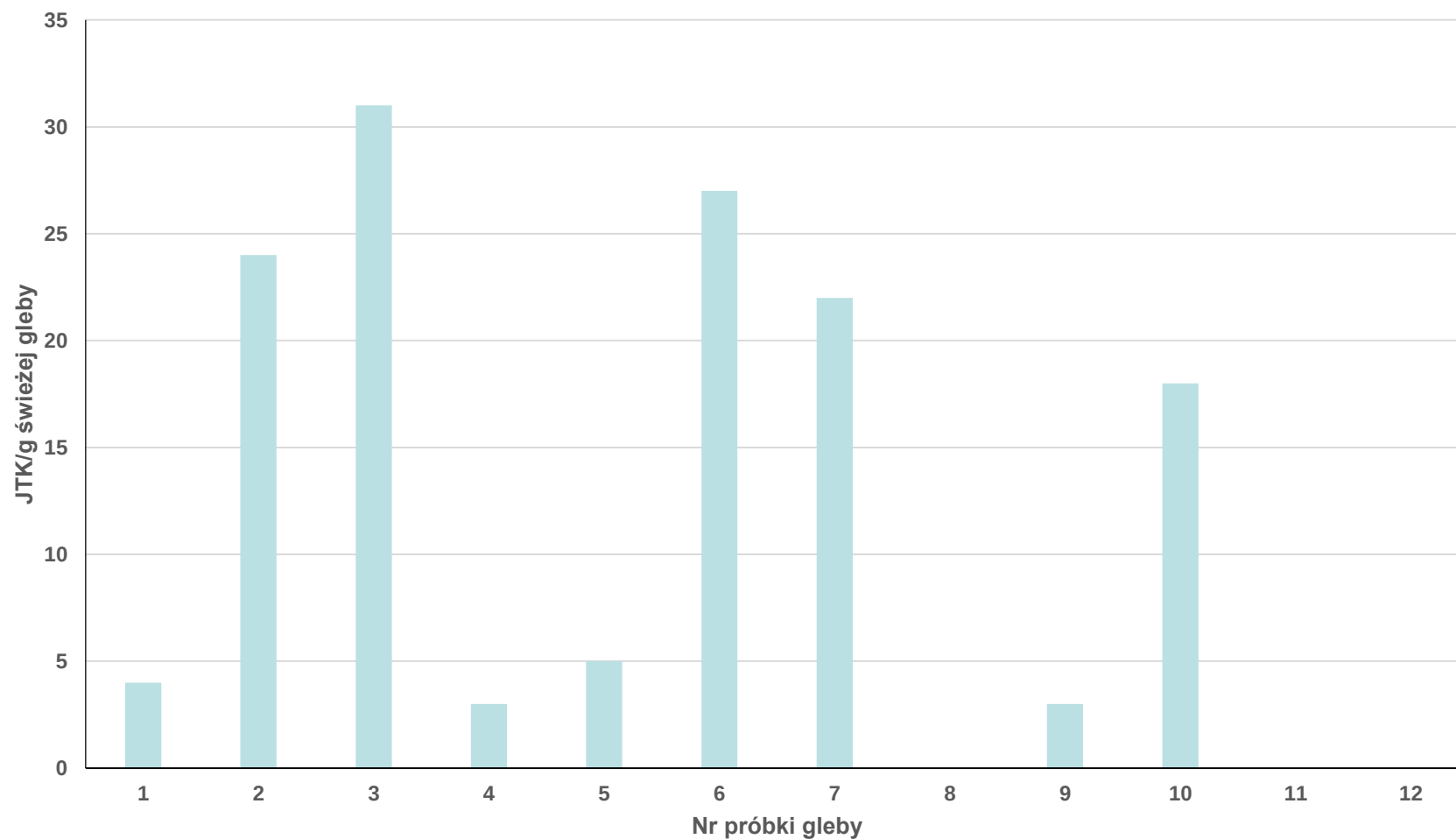
Ilość pałeczek duru brzuszego w glebie

Salmonella spp.



Ilość laseczki zgorzeli w glebie

Clostridium perfringens



Ilość mikroorganizmów w świeżej masie badanej gleby (JTK g⁻¹*)

Lp.	<i>Escherichia coli</i> Pałeczka okrężnicy	<i>Salmonella</i> spp. Pałeczka duru brzusznego	<i>Clostridium</i> <i>perfringens</i> Laseczka zgorzeli
1	6	4	4
2	36	14	24
3	28	13	31
4	<3	0	<3
5	4	4	5
6	22	11	27
7	29	36	22
8	0	0	0
9	<3	0	<3
10	19	16	18
11	0	<3	0
12	<3	0	0

* - jednostki tworzące kolonie w 1 g badanej gleby

Ilość żywych i inwazyjnych jaj pasożytów jelitowych w próbkach badanych gleb

Lp.	<i>Ascaris lumbricoides</i> Glista ludzka	<i>Trichuris trichuria</i> Włosogłówka	<i>Toxocara canis</i> Glista psia
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	2
7	0	0	1
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0

Wnioski

1. Wartości pH gleb powyżej 6,6 wskazują że gleby ROD w Nysie zostały zwapnowane, a zarazem zdezynfekowane. Z punktu widzenia sanitarnego zaleca się wykonać wapnowanie gleb o pH poniżej 6,5. Zabieg ten zapewni przede wszystkim dezynfekcję gleby oraz odkwasi środowisko glebowe.
2. Stwierdzono, że gleby ROD w Nysie charakteryzują się wysoką i bardzo wysoką zawartością materii organicznej. Wysoka i bardzo wysoka zawartość materii organicznej w badanych glebach wskazuje na stosowanie tej substancji, co pozwala na utrzymanie gleb w wysokiej kulturze i jest niezbędne pod rośliny wrażliwe na brak substancji organicznej w glebie.
3. Zawartość przyswajalnego P w glebach ROD w Nysie kształtowała się na bardzo wysokim poziomie. Zawartość przyswajalnego potasu kształtowała się od bardzo niskiego do bardzo wysokiego poziomu, a magnezu od poziomu średniego do bardzo wysokiej. Generalnie gleby ROD w Nysie były najlepiej zaopatrzone w przyswajalny fosfor, następnie w magnez a naj słabiej w potas.
4. Aby zabezpieczyć rośliny w przyswajalne składniki pokarmowe (P, K, Mg) i nie powodować degradacji gleb należy utrzymywać zasobność gleb w te składniki przynajmniej na poziomie średnim.

Wnioski

5. Całkowita zawartość makroskładników w glebach kształtowała się w przeciętnych zawartościach dla gleb ornych Polski. Z badań wynika, że gleby ROD w Nysie charakteryzują się „niską” zawartością ogółem potasu, sodu i siarki.
6. Zawartość Zn i Cu w badanych próbkach gleb kształtowała się powyżej wartości średniej dla gleb uprawnych. Większe zawartości Cu w glebach ROD w Nysie wskazują na stosowanie środków wzbogaconych w ten pierwiastek (np. środki ochrony roślin, siarczan miedzi, siarkol, itp) oraz skała, podłoże.
7. W próbkach gleb nie wykazano przekroczeń dopuszczalnych zawartości metali ciężkich zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi.
8. Zawartość metali ciężkich w glebach nie wykazywała negatywnego oddziaływania na środowisko gruntowe grupy II.
9. Ocena zawartości metali ciężkich w badanych glebach według IUNG-PIB wykazała że gleby ROD w Nysie charakteryzują się podwyższoną zawartością Zn i Cu.

Wnioski – badania biologiczne

- Zanieczyszczenia mikrobiologiczne o większym znaczeniu występowały tylko w glebach, na których nie zastosowano podstawowych zabiegów jak wapnowanie i przekopanie.
- Obecność żywych jaj pasożytów jelitowych (*Toxocara canis*) tylko w dwóch próbkach badanych gleb nie koniecznie była związana z ubiegłoroczną powodzią, lecz może wynikać z przypadkowego skażenia odchodami, bowiem nosicielami tych parazytów są dzikie zwierzęta (np. lisy, psy, koty itp.).
- W pozostałych próbkach gleb nie wykryto żywych jaj pasożytów jelitowych glisty ludzkiej (*Ascaris lumbricoides*), włosogłówki (*Trichuris trichuria*) i glisty psiej (*Toxocara canis*).

Rekomendacje

- Gleby ogrodów działkowych w Nysie nie należy dyskwalifikować z ogrodniczego i rekreacyjnego użytkowania.
- Gleby niewapnowane, a także zakwalifikowane do bardzo kwaśnych, kwaśnych i lekko kwaśnych należy bezwzględnie zwapnować, w celu jej dezynfekcji, wytrącenia rozpuszczalnych, silnie toksycznych metali (np. Cd, Pb) i podniesienia wartości pH dla większości uprawianych warzyw.
- Ze względu na podwyższoną zawartość Zn i Cu w glebach, rekomenduje się uprawę warzyw z wyłączeniem dla dzieci i niemowląt.
- Zaleca się także użytkowanie trawnika do celów rekreacyjnych, roślin ozdobnych, po uprzednim napowietrzeniu aeratorem, widłami lub dodaniu piasku.
- Spożywane warzyw i owoce (np. truskawki) powinny być wcześniej dokładnie wypłukane, umyte w wodzie wodociągowej, zdatnej do picia.
- Zarówno z mikrobiologicznego, jak i parazytologicznego punktu widzenia, pracując z glebą, zaleca się częste mycie rąk.

Literatura

1. **Antonkiewicz J. (red.). 2021.** Przewodnik do ćwiczeń z chemii rolnej. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego im Hugona Kołłątaja w Krakowie, ss. 288, ISBN 978-83-66602-17-5.
2. **Antonkiewicz J. 2025.** Nowy sezon po powodzi lub podtopieniu. Broszura bezpłatna dla działkowców z PZD wydana ze środków KR PZD. Wydawnictwo „Działkowiec” Sp. z o.o., 40 s. ISBN 978-83-63544-00-3. Nakład 20 000 egz.
3. **Antonkiewicz J. 2025.** Chrońmy się przed metalami ciężkimi. Działkowiec – Twój perfekcyjny ogród, 04/2025 (896), 68-69. ISSN 0137-7930.
4. **Antonkiewicz J., Gworek B. 2023.** Remediacja zanieczyszczonych gleb i ziem. Wydawnictwo Naukowe PWN, ss. 204. ISBN 978-83-01-22827-1. DOI: <https://doi.org/10.53271/2022.138>
5. **Antonkiewicz J., Paśmionka I. 2024.** Powódź w ogrodach. Skutki zalania gleb. Działkowiec – Twój perfekcyjny ogród, 12 (892), 26-28. ISSN 0137-7930.
6. **Antonkiewicz J., Paśmionka I. 2024.** Powódź w ogrodach. Plan oczyszczania gleb. Działkowiec – Twój perfekcyjny ogród, 12 (892), 28-30. ISSN 0137-7930.
7. **Czuba R./red/ 1996.** Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Wyd. Zakłady Chemiczne „POLICE” S.A., ss. 413. ISBN: 83-906560-0-0.
8. **Grześkowiak A. 2016.** Vademecum nawożenia czyli podstawowe i praktyczne informacje o zrównoważonym nawożeniu. Wyd. II. Grupa Azoty Zakłady Chemiczne „Police” S.A., ss. 111.
9. **Huang Y.Z., Lee Y.Y., Fan C. 2025.** Innovative fertilization strategies for in-situ pollution control and carbon negativity enhancement in agriculture. Agricultural Water Management, 307, 109270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109270>.
10. **Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999.** Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 398. ISBN 83-01-12823-2.

Literatura

11. **Kabata-Pendias A., Szteke B. 2012.** Pierwiastki śladowe w geo- i biosferze. Wydawnictwo Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach-Państwowy Instytut Badawczy: Puławy: pp. 270. ISBN 978-83-7562-120-4
12. **Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Maliszewska-Kordybach B., Filipiak K., Krakowiak A., Pietruch Cz. 1995.** Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Warszawa, ss. 41. ISBN: 83-86676-35-3.
13. **Karczewska A., Kabała C. 2017.** Analiza ryzyka środowiskowego jako nowa podstawa oceny stanu zanieczyszczenia gleb w polskim prawie. Soil Science Annual, 68, 2, 67-80. DOI: <https://doi.org/10.1515/ssa-2017-0008>
14. **Kęsik K. 2016.** Zastosowanie metody Mehlich3 w systemie doradztwa nawozowego. Studia i Raporty IUNG-PIB, 48, 2, 95-104. DOI: <https://doi.org/10.26114/sir.iung.2016.48.07>
15. **Kończak-Konarkowska B. 2009.** Podstawy zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. Wyd. Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Warszawie. Warszawa, ss. 70. ISBN 978-83-926441-8-7.
16. **Siebielec G., Łopatka A., Smreczak B., Kaczyński R., Siebielec S., Koza P., Dach J. 2020.** Materia organiczna w glebach mineralnych Polski. Studia i Raporty IUNG-PIB, 64, 18, 9-30. DOI: 10.26114/sir.iung.2020.64.01
17. **Quinn R., Smith H.V., Bruce R.G., Girwood R.W.A. 1980.** Studies on the incidence of Toxocara and Toxascaris spp. ova in the environment. 1. A comparison of flotation procedures for recovering Toxocara spp. ova from soil. Journal of Hygiene, 84, 1, 83-89. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0022172400026553>
18. **Soil Survey Manual 2018.** Soil Survey Manual. Soil Science Division Staff. USDA - United States Department of Agriculture, Handbook No. 18, pp. 605.
19. **Zalecenia nawozowe. 1990.** Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. Wyd. IUNG, Seria P (44), ss. 26.
20. **Zhao L., Sun Z.F., Pan X.W., Tan J.Y., Yang S.S., Wu J.T., Chen C., Yuan Y., Ren N.Q. 2023.** Sewage sludge derived biochar for environmental improvement: Advances, challenges, and solutions. Water Research X, 18, 100167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2023.100167>

Wykaz użytych norm w analizach chemicznych gleb

- **PN-R-04031:1997.** Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Pobieranie próbek. PKN.
- **PN-EN ISO 10390:2022-09.** Jakość gleby - Oznaczanie pH. PKN.
- **PN-ISO 10694:2002.** Jakość gleby - Oznaczanie zawartości węgla organicznego i całkowitej zawartości węgla po suchym spalaniu (analiza elementarna). PKN.
- **PN-R-04020:1994.** Analiza chemiczno-rolnicza gleby - Oznaczanie zawartości przyswajalnego magnezu. PKN.
- **PN-R-04022:1996.** Analiza chemiczno-rolnicza gleby – Oznaczanie zawartości przyswajalnego potasu w glebach mineralnych. PKN.
- **PN-R-04023:1996.** Analiza chemiczno-rolnicza gleby – Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu w glebach mineralnych. PKN.
- **PN-ISO 11466:2002.** Jakość gleby - Ekstrakcja pierwiastków śladowych rozpuszczalnych w wodzie królewskiej.

Literatura – Akty prawne

- **Ustawa Prawo ochrony środowiska. 2001.** Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. Dz.U. nr 62, poz. 627. z późniejszymi zmianami. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20010620627>
- **Ustawa szkodowa 2007.** Ustawa o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie z dnia 13 kwietnia 2007 r. Dz.U. Nr 75, poz. 493, z późn. zmianami. <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20070750493>
- **Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych. 1995.** Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Dz.U. nr 16. poz. 78. z późniejszymi zmianami. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19950160078>
- **Ustawa o nawozach i nawożeniu. 2007.** Dz.U. Nr 147. Poz. 1033. Z dnia 10 lipca 2007 r., z późn. zmianami. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20071471033>
- **Rozporządzenie MŚ. 2016.** Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. Dz. U. RP, poz. 1395. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20160001395>
- **Rozporządzenie MŚ. 2016.** Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie rejestru historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi. Dz. U. RP, poz. 1397. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20160001397>

Dziękuję za uwagę

Remediacja ZANIECZYSZCZONYCH GLEB i ZIEM

W podręczniku zostały omówione najczęściej stosowane metody i techniki remediacji gleb i ziemi wraz z ich zaletami i ograniczeniami. Przedstawiono teoretyczne podstawy metod zarówno fizycznych, chemicznych jak i biologicznych oraz sposoby, technologie stosowania tych metod w praktyce. Podręcznik został

podzielony na 11 rozdziałów, z których początkowe pięć stanowi podstawę teoretyczną, natomiast kolejne rozdziały i podrozdziały dotyczą poszczególnych metod stosowanych w remediacji gleb i ziemi. W rozdziale 10. zaproponowano przykładowe zadania pilotażowe stosowane w remediacji, które mają na celu uzupełnienie i praktyczną ilustrację metod omówionych w podręczniku.

Podręcznik jest adresowany głównie do studentów kierunków przyrodniczych, związanych z szeroko pojętą ochroną i inżynierią środowiska, oraz do technologów ochrony środowiska. Podręcznik może pełnić funkcję przewodnika dla pracowników różnych szczebli administracji publicznej, związanych z remediacją gleb i innymi pokrewnymi zagadnieniami z zakresu oceny stanu zanieczyszczenia powierzchni ziemi i jej oczyszczania. Ze względu na zawarte w nim treści podręcznik można polecić profesjonalistom zajmującym się kształtowaniem, inżynierią i ochroną środowiska oraz firmom zajmującym się remediacją gleb i ziemi, a także firmom zajmującym się zagospodarowaniem i rewitalizacją terenów chemicznie zdegradowanych. Podręcznik może również stanowić pomoc dla osób planujących prace badawcze w zakresie remediacji środowiska i dziedzin pokrewnych.

Prof. dr hab. inż. JACEK ANTONKIEWICZ jest pracownikiem Katedry Chemii Rolnej i Środowiskowej na Uniwersytecie Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Jego prace naukowe dotyczą zagadnień związanych z remediacją środowiska, przyrodniczym zagospodarowaniem odpadów, w tym opracowaniem nowych produktów wprowadzanych do środowiska.

Prof. dr hab. inż. BARBARA GWOREK jest kierownikiem Zakładu Chemii Środowiska i Oceny Ryzyka w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie. Jej prace badawcze dotyczą m.in. zagadnień związanych z opracowaniem nowych metod remediacji środowiska, oceną ryzyka środowiskowego i zdrowotnego, przyrodniczego wykorzystania odpadów. Opracowane przez Autorkę metody remediacji gleb zostały z powodzeniem wdrożone do oczyszczania gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi, w tym rtęcią.

PARTNERZY WYDANIA

EGM S.A.



Wydawnictwo
Naukowe PWN SA
pwn.pl • 801 33 33 88
księgarnia.pwn.pl



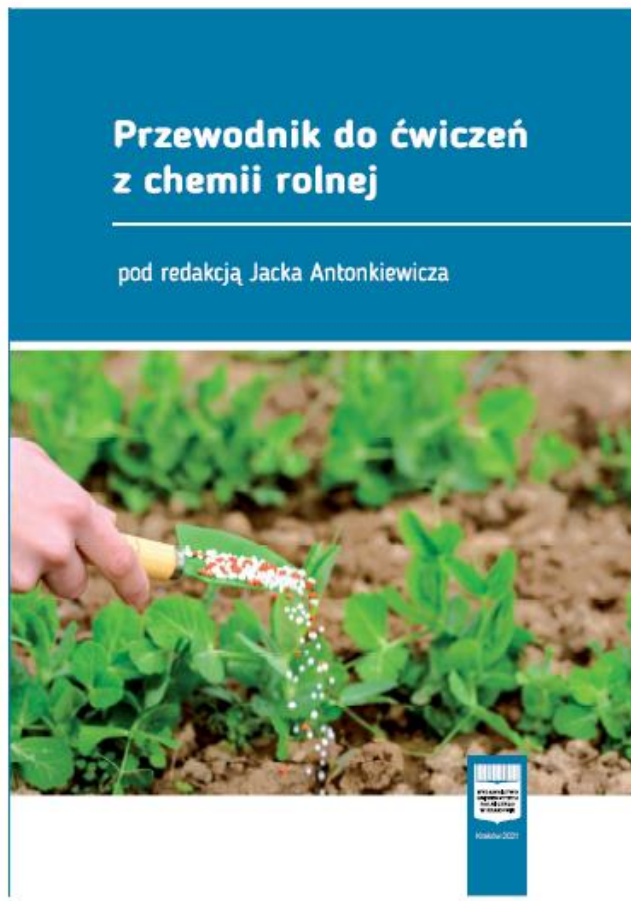
Remediacja
ZANIECZYSZCZONYCH
GLEB i ZIEM

JACEK ANTONKIEWICZ
BARBARA GWOREK

Remediacja ZANIECZYSZCZONYCH GLEB i ZIEM



Antonkiewicz J. (red.). 2021. Przewodnik do ćwiczeń z chemii rolnej. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego im Hugona Kołłątaja w Krakowie, ss. 288, ISBN 978-83-66602-17-5.



Informacje potrzebne do wnioskowania
i obliczeń

Kategorie agronomiczne gleb

Podstawą tego podziału jest zawartość części sypialnych

Kategoria gleby	Bardzo lekkie	Lekkie	Średnie	Ciężkie
% frakcji < 0,02 mm	< 10	11-20	21-35	> 35

Podział gleb pod względem zakwaszenia

Barwa znaków na mapach	Klasa odczynu	Odczyn gleb	pH w 1 mol · dm ⁻³ KCl	pH w H ₂ O
	V	Bardzo kwaśny	do 4,5	do 5,0
	IV	Kwaśny	4,6 - 5,5	5,1 – 6,0
	III	Lekko kwaśny	5,6 – 6,5	6,1 – 6,7
	II	Obojętny	6,5 – 7,2	6,8 – 7,4
	I	Zasadowy	Od 7,3	Od 7,5

Ocena zawartości fosforu w glebach oznaczonego metodą Egnera-Riehma

Klasa zawartości	Barwa znaków na mapie	Ocena zawartości	Gleby		
			mineralne	węglanowe	organiczne
			mg P·kg ⁻¹ gleby		
V		Bardzo niska	≤ 22	≤ 22	≤ 174
IV		Niska	23-44	23-44	175-262
III		Średnia	45-66	45-88	263-349
II		Wysoka	67-88	89-175	350-523
I		Bardzo wysoka	≥ 89	≥ 176	≥ 524

Ocena zawartości potasu w glebach mineralnych oznaczonego metodą Egnera-Riehma

Klasa zawartości	Barwa znaków na mapie	Ocena zawartości	mg K·kg ⁻¹ gleby			
			b. lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
V		b. niska	≤ 21	≤ 41	≤ 62	≤ 83
IV		niska	22-62	42-83	63-104	84-125
III		średnia	63-104	84-124	105-166	126-207
II		wysoka	105-145	125-166	167-207	208-249
I		b. wysoka	≥ 146	≥ 167	≥ 208	≥ 250

Ocena zawartości magnezu w glebach mineralnych oznaczonego metodą Schatschabela

Klasa zawartości	Barwa znaków na mapie	Ocena zawartości	mg Mg·kg ⁻¹ gleby			
			b. lekkie	lekkie	Średnie	ciężkie
V		b. niska	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 40
IV		niska	11-20	21-30	31-50	41-60
III		średnia	21-40	31-50	51-70	61-100
II		wysoka	41-60	51-70	71-90	101-140
I		b. wysoka	≥ 61	≥ 71	≥ 91	≥ 141

Graniczne zawartości siarki siarczanowej i ogółem [mg/kg] w powierzchniowej warstwie (0-20 cm) gleb

Grupa gleb	Stopień zawartości							
	I	II	III	IV*	I	II	III	IV*
	S-SO ₄				S-ogółem			
Gleby lekkie	≤ 15	16-25	26-35	> 35	≤ 150	151-500	501-1000	> 1000
Gleby średnie	≤ 20	21-30	31-40	> 40	≤ 200	201-750	751-1500	> 1500
Gleby ciężkie	≤ 25	26-35	36-50	> 50	≤ 250	251-1000	1001-2000	> 2000
Gleby mineralno-organiczne	≤ 30	31-50	51-100	> 100	≤ 500	501-1000	1001-2500	> 2500
Gleby organiczne	≤ 50	51-100	101-150	> 150	≤ 1000	1001-2500	2501-4500	> 4500

Stopnie zawartości: I – zawartość niska; II – zawartość średnia; III – zawartość wysoka;
IV – zawartość podwyższona wskutek antropopresji

* Gleby charakteryzujące się IV stopniem zawartości S-SO₄ znajdują się aktualnie (lub znajdowały się w niedalekiej przeszłości) w zasięgu oddziaływania podwyższonej lub wysokiej emisji siarki. Czwarty stopień zawartości S ogółem określa natomiast stan ich aktualnego, jak również i dawnego zasiarczenia.

Podziękowania

Składam serdeczne podziękowania moim koleżankom z Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

- dr hab. Iwonie Paśmionce z Katedry Mikrobiologii i Biomonitoringu za wykonanie analiz biologicznych gleby oraz ich interpretację,
- dr Oldze Gorczycy, mgr Iwonie Spalek, mgr inż. Małgorzacie Bołdak, mgr inż. Katarzynie Szczurowskiej z Katedry Chemii Rolnej i Środowiskowej za wykonanie analiz fizykochemicznych materiału glebowego.