

**Konferencja "Energia w Europie"**

**ZAGROŻENIA ŚRODOWISKOWE ZWIĄZANE  
Z PROCESAMI SPALANIA (ze szczególnym  
uwzgl. emisji metali ciężkich)**

**Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu**

**Prof dr hab. Zbigniew Dobrzański**

**Wrocław, Hotel Radison Blue, 5 czerwca 2025**

# Spalarnie odpadów komunalnych

- W świecie, głównie w krajach rozwiniętych działa ponad 2000 spalarni odpadów (AI, 2025)

## W świecie działa:

- UE (plus Norwegia, Szwajcaria, Wlk. Brytania) - 480
- Japonia – ponad 1200
- Chiny – ok. 2500 i budują nowe (info: T. Pająk)
- USA – NIE BUDUJE SIĘ NOWYCH OD 2020 R. (info: R. Connet)

# Spalarnie w USA



- **Paul Connett:** **Profesor chemii** na amerykańskim uniwersytecie **Lawrence University in Canton**. Jeden z twórców ruchu na rzecz redukcji odpadów **Zero Waste**. Autor książki „**The Zero Waste Solution: Untrashing the Planet One Community At A Time**”. (Odzyskiwanie planety, społeczność po społeczności).

# Odpady komunalne w USA



# Spalarnie w UE (info- AI, 2025)

- W Unii Europejskiej działa ok. **500 spalarni odpadów komunalnych**, które unieszkodliwiają **90 milionów ton odpadów rocznie** i dostarczają energię elektryczną **18 mln odbiorców oraz ciepło - 15 mln.**
- Najwięcej takich instalacji znajduje się we **Francji (129)**, a następnie w **Niemczech (72)** i **Szwecji (28)**



# Spalarnie odp. kom. w Polsce

- W Polsce działa obecnie 9 dużych spalarni odpadów komunalnych, zlokalizowanych w Warszawie, Krakowie, Poznaniu, Bydgoszczy, Koninie, Szczecinie, Rzeszowie, Białymstoku i Gdańsku. Oprócz tego istnieją spalarnie odpadów niebezpiecznych, np. w Opolu, Wrocławiu i Gdańsku.
- Planuje się budowę kolejnych instalacji – na liście projektów znajduje się **39 nowych spalarni**, które mają powstać w różnych miastach.

**ZUOK jest w stanie przetworzyć do 15 ton odpadów komunalnych w ciągu godz., a więc do 120 tys. ton/rok**

- Białystok (od 2016 r.)- Z-d Unieszk. Odp.Kom.**

Obiekt wyposażony jest w instalację oczyszczania spalin (IOS), która wychwytuje i unieszkodliwia zanieczyszczenia i toksyczne związki.

**Metoda oczyszczania spalin oparta jest o system NID, tj. półsuchą technologię łączącą kilka funkcji w jednym urządzeniu: absorpcję gazową chlorowodoru, fluorowodoru i dwutlenku siarki, usuwanie metali ciężkich, dioksyn, furanów i cząstek stałych z wykorzystaniem węgla aktywnego i wapna oraz odpylanie spalin z wykorzystaniem filtra workowego.**



**NID - Novel Intergrated Desulphurisation**

# Spalarnie w Polsce

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów  
Komunalnych w **Bydgoszczy** – EC (180 tys.  
t/rok)

**Działa od 2016**  
**(ZTPOK-EC)**





# RZESZÓW

Pracuje od 2018 r. –  
rozbudowa od 2024 r.

ITPOE

zwiększy się ze 100 tys. do  
180 tys. ton odpadów.



Instalacja Termicznego  
Przetwarzania  
z Odzyskiem Energii  
(Grupa PGE)

# Spalarnie w Polsce

Spalarnia odpadów w **Koninie (ZUO Sp. z o.o.)** działa od grudnia 2015 r. Przyjmuje ok. **94 tys. ton** odpadów zmieszanych rocznie.



# Spalarnie w Polsce

Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów (ZTPO) w Krakowie działa od 2016 roku. Może przekształcić 220 tys. ton odp. kom./rocznie

+++++

Instalacja Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych w Poznaniu (ITPOK) przekształca 210 tys. ton odp. kom./rocznie, działa od 2016 r.

# Spalarnie w Polsce

Szczecin – ZUO Sp. z o.o.

Poznań - ITPOK



# Spalarnie odpadów kom. w Polsce

Spalarnia odpadów w Szczecinie (ZUO) otwarta została w grudniu 2017 roku. Jej wydajność to ok. 150 tys. ton rocznie oraz wytwarza 70-80 tys. MWh energii el. i 400-600 tys. GJ ciepła.

Zakład Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK) to spalarnia odpadów znajdująca się w dzielnicy Targówek w Warszawie.



# Spalarnie odpadów kom. w Polsce

- Budowę ZUSOK ukończono w 2000 r. Jej moc to 40 tys. ton odpadów rocznie
- (rozbudowa do wyd. ok. 300 tys. ton) - największa w Kraju (2025 r.)

(Rozbudowa: **Warszawa, Gdański, Olsztyn**)

Plan na najbliższe lata: 10 nowych - SOK

# ZUSOK Warszawa -Targówek



# Spalarnie odpadów kom.w Polsce

- Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów -Port Czystej Energii – Gdańsk 2024
- Instalacja Termicznego
- Przekształcania Odpadów (ITPO)
- w Olsztynie – **styz. 2025**
- 100 tys. ton OK (przerób roczny)



# Fortum – Zabrze/Częstochowa

- Elektrociepłownia w Zabrzu oddana do użytku w 2018 jest najnowszym tego typu obiektem Fortum w Polsce. Jest to elektrociepłownia wielopaliwowa wykorzystująca paliwo z odpadów (RDF) i węgiel. Może być też opalana biomasą.
- Jednostka wytwarza energię elektryczną na potrzeby sieci krajowej oraz ciepło dla blisko 70 tys. gospodarstw domowych w Zabrzu i w Bytomiu. Zastąpiła przestarzałe elektrociepłownie węglowe w obu miastach i przyczyniła się do redukcji emisji.

# Paliwa alternatywne

**W większości instalacji MBP z odpadów produkuje się tzw. paliwa alternatywne: pre-RDF i RDF.**

**Pre-RDF to wysokokaloryczna frakcja odpadów komunalnych, powstała w procesie mechanicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych**

**RDF (od ang. Refuse Derived Fuel) to paliwo alternatywne powstałe w wyniku dalszego przygotowania odpadów o wysokiej wartości opałowej. Dla większej kaloryczności może ono zawierać odpady przemysłowe.**





# Japonia- 124 mln ludzi- 378 tys. km<sup>2</sup>



# Japonia





# Japonia- 124 mln ludzi- 378 tys. km<sup>2</sup>



# Tokio – 36 mln ludzi !

W Tokio odpady komunalne są **głównie spalane**, ponieważ Japonia ma ograniczoną przestrzeń na **wysypiska śmieci**.

System segregacji odpadów jest bardzo rygorystyczny – mieszkańcy muszą dokładnie sortować śmieci na różne kategorie, takie jak **odpady palne, niepalne, wielkogabarytowe i nadające się do recyklingu**.

# Japonia –gospodarka odpadami kom.

Brak publicznych koszy na śmieci jest częścią strategii zarządzania odpadami – mieszkańcy są zobowiązani do zabierania swoich śmieci ze sobą, ich segregacji, pakowania i przekazywania do utylizacji.

Kosze na plastik, puszki, papier i szkło są niektórych sklepach, dworcach kol. i pociągach.

# Spalarnia odpadów w OSACE



**Fot. Tadeusz PAJĄK  
– AGH Kraków**



# Ksenobiotyki, substancje toksyczne, mutagenne i kancerogenne. Klasyfikacja i aspekty prawne



[PRZEMYSŁ CHEMICZNY](#) | [Rocznik 2017/nr 1](#)



Zbigniew Dobrzański, Bogusław Buszewski, Roman Kołacz, Sebastain Opaliński, Jacek A. Koziel (USA)

**Metale ciężkie – Metale toksyczne ?**

# Klasyfikacja pierwiastków

- **Rankin [2011]** klasyfikuje następujące pierwiastki jako niezbędne dla ludzi i zwierząt: Ca, Cl, K, Mg, Na, P, S (makroelementy ,7) oraz **Cr, Co, Cu, F, Fe, I, Mn, Mo, Ni, Se, Zn, (As), (B), (Ba), (Si), (Sn), (V), (W)** (mikroelementy,11+7) – pierwiastki ujęte w nawiasy są możliwe, ale niepotwierdzone.
- Do **grupy nieistotnej** zalicza się następujące pierwiastki: **Ag, Al, Au, Be, Bi, Br, Cd, Cr, Cs, Hf, Hg, In, Li, Nb, Rb, Re, Pb, Sb, Sc, Sr, Ta, Te, Ti, Tl, Zr (25)** oraz metale z grupy platynowców (**Ir, Os, Rh, Ru, Pd, Pt**).

# Klasyfikacja pierwiastków, Lim i wsp. 2010

Spośród 35 naturalnie występujących metali, 23 mają wysoką gęstość właściwą,  $>5 \text{ g/cm}^3$  o masie atomowej większej niż 40,04 i są ogólnie określane jako metale ciężkie (22).

Do metali tych należą: Ag, Au, Bi, Ce, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Ga, Hg, Mn, Ni, Pb, Pt, Sb, Sn, Te, Tl, U, V i Zn.

# KLASYFIKACJA PIERWIASTKÓW Lim,2010

- Niektóre z tych metali ciężkich (10), takie jak **Co, Cr, Cu, Mg, Fe, Mo, Mn, Ni, Se i Zn** są niezbędnymi składnikami odżywczymi, które są niezbędne do różnych funkcji fizjologicznych i biochemicznych w organizmie, ale mogą powodować **ostrą lub przewlekłą toksyczność w dużych dawkach.**

# Klasyfikacja pierwiastków

- Nieco inną klasyfikację pierwiastków podali Lim i Schoenung [2010]. Metale ciężkie obejmują **Ag, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, V i Zn**, przy czym **Ag, Ba, Be, Mo i V** mają potencjalnie toksyczne właściwości.
- **Aby skomplikować problem, należy zauważyć, że niektóre metale ciężkie pełnią również ważne funkcje biologiczne u zwierząt i ludzi, a nawet są niezbędne w utrzymaniu różnych procesów fizjologicznych.**
- Należą do nich **Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mg, Mo, Se i Zn**. Ponadto niektóre, takie jak **Ag, As, Au, Bi, Cu, Fe, Ru, Pt i Zn** mają znaczenie terapeutyczne i są czasami stosowane w leczeniu chorób.
- **Kadm, Hg i Pb** są najbardziej szkodliwe, ponieważ mają właściwości toksyczne i rakotwórcze. Niektórzy autorzy dodają do nich: **Al, Cr i Fe**



# Literatura

- **Lim, S.R.; Schoenung, J.M.** Human health and ecological toxicity potentials due to heavy metal content in waste electronic devices with flat panel displays. *J. Hazard. Mater.* **2010**, *177*, 251–259.
- **Mehrandish, R.; Rahimian, A.; Shahriary, A.** Heavy metals detoxification: A review of herbal compounds for chelation therapy in heavy metals toxicity. *J. Herbmed. Pharmacol.* **2019**, *8*, 69–77.
- **Jaishankar, M.; Tseten, T.; Anbalagan, N.; Mathew, B.B.; Beeregowda, K.N.** Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip. Toxicol.* **2014**, *7*, 60–72.
- **Rankin, W.J. (Ed.)** *Minerals, Metals and Sustainability: Meeting Future Material Needs*; CSIRO Publishing: Clayton South, Australia, 2011

# IARC , LYON (France)

- **Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem** [IARC] opublikowała wykazy substancji rakotwórczych i toksycznych dla ludzi.
- Listy te **obejmują As, Be, Cd, Co, Cr, Hg, Ga, In, Ni, Pb i V.**
- **Oczywiste jest, że działanie tych pierwiastków zależy od postaci chemicznej i spożytej dawki (ekspozycji), a także ich biodostępności**

# IARC, LYON



alamy - PGC3W4



**Europejski Kodeks Walki z Rakiem IARC/WHO**

# Klasyfikacja IARC (ok. 900)

- Grupa 1 – udowodnione (na ludziach) działanie **karcynogenne** ( 90 czynników)
- Grupa 2a – prawdopodobne działanie (70)
- Grupa 2 b – możliwe działanie (240)
- Grupa 3 - nie ma dowodów ( ok. 500)
- Grupa 4 – prawdopodobnie nie ma działania

# Grupa 1 (IARC) – substancje chem.

- Arsen i jego związki nieorganiczne
- Beryl i jego związki
- Związki chromu (VI)
- Fluoro-edenit (minerał)
- Arsenek galu (GaAs) (elektronika)
- Związki niklu (Ni)
- Kadm i związki kadmu

# Grupa 1 (IARC) – substancje chem.

- Hutnictwo żelaza i stali
- Hutnictwo aluminium (ryzyko zawodowe)
- Związki promieniotwórcze (P-32, Pu, Jod-131, Sr-90, Rad -224,226,228, Radon – 222)



# Normy i zalecenia(DRI, RDA, AI)

- Amerykański Instytut Medycyny [2001] opracował *referencyjne wartości spożycia* (DRI) dla 12 pierwiastków, w tym metali ciężkich (12) (**As, B, Cr, Cu, I, Fe, Mn, Mo, Ni, Si, V i Zn**).
- Z kolei Instytut Żywności i Żywienia [2017] opracował normy dla poziomów dobowego zapotrzebowania na **Ca, Cu, Fe I, F, Mg, Mn, P, Se i Zn** (*zalecane spożycie – RDA*), a także normy dla wody i elektrolitów (Na, K i Cl) na poziomie wystarczającego spożycia (*AI – odpowiednie spożycie*)

# Wiadomości Chemiczne -2025/79

## SEZONOWA ZMIENNOŚĆ ŹRÓDEŁ PYŁÓW ZAWIESZONYCH NA PRZYKŁADZIE KRAKOWA

*Alicja Skiba, Katarzyna Styszko, Lucyna Samek, Zbigniew  
Gorczyca, Mirosław Zimnoch, Kazimierz Róžański*

**AGH Akademia Górniczo-Hutnicza \*e-mail: [skiba@agh.edu.pl](mailto:skiba@agh.edu.pl)**

**Projekt badawczy nr 2019/33/N/ST10/02925, finansowany  
ze środków Narodowego Centrum Nauki**

# Jakość powietrza w Krakowie

- 1. Pobornik wysokoobjętościowy DHA – 80
- 2. Chromatograf jonowy ICS -1100 (z detektorem konduktometrycznym oraz z pulsacyjnym detektorem ameperometrycznym)
- 3. Spektrometr fluorescencji rentgenowej (EDXRF)
- 4. Spektrometr masowy Finnigan Delta-S
- 5. Spektrometr „Comact Carbon AMS

# Powietrze w Krakowie

Średnioroczne stężenie PM10 notowane na stacji przy ul. Bujaka w Krakowie wynosiło od 54,2  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  w 2011 roku do 38,9  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  w 2016 roku (**norma= 15  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$** )

W 2019 r. wyniosło 40,3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

# Powietrze w Krakowie

- Zidentyfikowano 5 czynników tj. źródeł emisji pyłu zawieszonego.
- Wśród źródeł wymienić możemy: spalanie paliw stałych (WB), wtórne aerozole nieorganiczne (SIA), emisje drogowe (EK), emisje glebowe (CM), przemysł i pozostałe niezidentyfikowane źródła pyłu (PP).

# Emisja ze źródeł

- Spalanie węgla i biomasy (paliw stałych): **OC, EC, lewoglukoza, Cl, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, K, Na<sup>+</sup>**
- Wtórne aerozole nieorganiczne: **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**
- Emisje drogowe: **OC, EC, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cu, Fe, Zn**
- Materia glebowa: **K, Ca, Na<sup>+</sup>, Cl, Fe, As, Ti, Pb, Ni**
- Przemysł i pozostałe niezidentyfikowane źródła pyłu: **Co, Cr, Fe, Zn, Cu, As, P**



# Światowa Organizacja Zdrowia (WHO, ang. World Health Organization) -2021 r.

Nowe globalne rekomendacje dotyczące limitów stężeń pyłów zawieszonych o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż 2,5  $\mu\text{m}$  (PM2.5) i o śr. aerodynamicznej mniejszej niż 10  $\mu\text{m}$  (PM10)

- a) **PM2.5**: • Średnia roczna: **5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  • Średnia dzienna (24 godziny): 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- b) **PM10**: • Średnia roczna: **15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  • Średnia dzienna (24 godziny): 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

# Normy jakościowe powietrza

| Zanieczyszczenie                                 | Okres                 | NDS mikrog./m <sup>3</sup> |
|--------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Pył PM 2,5                                       | Rok kalendarzowy      | 20                         |
| Pył PM 10                                        | 24 godz./ rok kalend. | 50/40                      |
| Benzen (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )          | Rok kalend.           | 5,0                        |
| Benzo(a)piren (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ) | Rok kalend.           | 0,001                      |

Źródło: Główny Inspektorat Środowiska

# Normy jakości powietrza

|                                      |                                    |                                  |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Dwutlenek siarki (SO <sub>2</sub> )  | 12h/24 h                           | 350/125 mikrogram/m <sup>3</sup> |
| Dwutlenek azotu (NO <sub>2</sub> )   | 1h/ rok kalend.                    | 200/40                           |
| OZON (0-3)                           | 1h/ 8 h                            | 180/120                          |
| Tlenek węgla (CO)                    | 8 h                                | 10.000                           |
| OŁÓW (Pb)                            | dopuszczalny średnio-roczny poziom | 0,5                              |
| As (arsen), Cd(kadm),<br>Nikiel (Ni) | dop. śr. poziom.                   | 6/5/20 ng/m <sup>3</sup>         |

# Metoda grawimetryczna

- Mierzenie jakości powietrza metodą grawimetryczną odbywa się za pomocą poborników pyłowych. Są to specjalne urządzenia, do których zasysa się powietrze atmosferyczne.
- Zarówno poborniki pyłu PM 10, jak i PM 2,5 wymagają założenia 14 jednorazowych filtrów co dwa tygodnie.

**Wyniki w mikrogramach na 1 m<sup>3</sup>**

# Metoda automatyczna pomiaru zanieczyszczeń

- Mierniki automatyczne
- Mierniki manualne
- **Pyłomierze przenośne (pm2,5 oraz PM10)**



# Podstawa prawna

**ROZPORZĄDZENIE MINISTRA KLIMATU z dnia 24  
września 2020 r. w sprawie standardów  
emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji,  
źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub  
współspalania odpadów**

**DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ  
Poz. 1860 (90 stron tekstu)**

# Standardy emisyjne

Dla różnych źródeł opalanych paliwami stałymi, płynnymi, gazowymi przy różnej zaw. tlenu (3, 6, 11 %) w gazach odlotowych:

**Dwutlenek siarki, tlenek azotu, tlenek węgla, chlorowodór, fluorowodór ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) oraz dioksyny i furany ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ), pyły ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )**

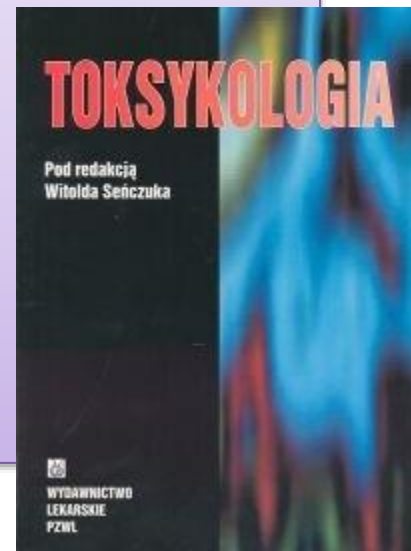


# Standardy emisyjne (metale)

- Kadm (Cd) + tal (Ta) – norma 0,005 mg/m<sup>3</sup>
- Rtęć Hg (ogółem) - norma 0,005 mg/m<sup>3</sup>
- Antymon (Sb) +arsen (As)+ ołów (Pb)+kobalt (Co) +miedź (Cu) +mangan (Mn) + nikiel (Ni)+ wanad (V) – norma 0,5 mg/m<sup>3</sup>

# Metale - krótkie omówienie

- **Kabata-Pendias A., Pendias H. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN W-wa 1999.**
- **Seńczuk W. (red.). Toksykologia. Wvd. Lek. PZWL, W-wa, 2002**



# Kadm (Cd) i Tal (Tl) $SE=0,005 \text{ mg/m}^3$

- Cd - metal z gr. cynkowców – obecny we wszystkich elementach środowiska i organ. żywych. Silnie toksyczny,. Dawka z dietą 23-170  $\mu\text{g}$ /dzień. Dopuszczalna -70  $\mu\text{g}$ /dzień. Powoduje uszkodz nerek, nadciśnienie, dweformuje kości, zmiany nowotworowe. Należy do 1 gr. Kancerogenów
- Ostre, śmiertelne zatrucia kadmem występują gdy jego stężenie w powietrzu jest większe niż  $40 \text{ mg/m}^3$  przez godzinę lub po spożyciu od 350 do 3500 mg kadmu.



## Tal (Tl)

**Tl- metal z gr. Borowców**, towarzyszy złożom cynku (huty). Tal w formie pyłu oraz związki talu (Tl+2) są silnie toksyczne. Do zatruć dochodzi drogą pokarmową lub oddechową. Objawem zatrucia jest łysienie. Ponadto dochodzi do zaburzeń trawienia, bólów neuralgicznych, zmian psychicznych i uszkodzeń układu sercowo-naczyniowego. Plobranie dobowe ok. **1,5 µg/dzień.**

# Rtęć -Hg (gr. 2a)



**Rtęć- z grupy metali przejściowych, występuje w formie gazowej lub ciekłej (łatwo tworzy amalgamat)**  
**Kopalnia rtęci w Słowenii (Idrija) i Hiszpanii (Almaden) – cynober zamknięte!**

**Dawka NDS - 0,05 mg Hg na m<sup>3</sup> powietrza, występuje w morzach, rybach, owocach morza, używają Hg przy płukaniu złota (Brazylia, Indonezja). Toksyczne formy organiczne (metylortęć). Katastrofa w zatoce Minamata (2 tys. ofiar śm.). Problem w Bałtyku ?**

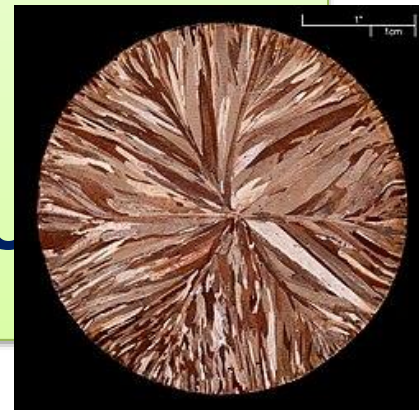
## Standard emisyjny- 9 metali=0,5 mg/m<sup>3</sup>

**Antymon (Sb) +arsen (As)+ ołów (Pb)+kobalt (Co) +miedź (Cu) +mangan (Mn) + nikiel (Ni)+ wanad (V) – SE =0,5 mg/m<sup>3</sup>**

- **Antymon (Sb)**- grupa azotowców, średnio toksyczny. W glebie i skałach 1-2 ppm, towarzyszy złożom metali nieżelaznych (miedź)
- **Dawka dzienna szkodliwa >100 mg/dzień**

# Miedź i mangan

- Cu- pierwiastdek z gr. Miedziowców, niezbędny dla ssaków (mikroelement), nadmiar uszkadza wątrobę, nerki i naczynia wieńcowe. Zapotrzebowanie 1,5 – 4 mg/dzień. Lokalne skażenie środ.-rejonu wydobywania i przetwarzania Cu





# Mangan (Mn)

Mn- metal z gr. Manganowców (mikroelement). Niedobór jak i nadmiar szkodliwy dla człowieka. Reguluje metabolizm cukrów, białek i tłuszczów. Nadmiar uszkadza organy mięszowe i metabolizm Fe. **Zapotrzebowanie :2,5-6 mg/dzień**





# Kobalt (Co)



**Kobalt (Co) – z gr. Kobaltowców,**

Zapotrzebowanie dobowe na ten pierwiastek jest bardzo małe – 0,05 ppm. Wchodzi również w skład kobalaminy (witaminy B<sub>12</sub>). **Ważny mikroelement**. Niedobór u ludzi i zwierząt powoduje zaburzenia procesu krzepnięcia krwi. Nadmiar wywołuje przerost gruczołu tarczowego, a nawet zmiany nowotworowe.

# Wanad (V)

- Wanad- metal z gr. Pierw. Przejściowych, w środowisku powstaje przy spalaniu diesla (ropy). Obecny w glebie i roślinach.
- Dawka z pożywieniem 10-100  $\mu\text{g}$ /dzień. Udział w metabolizmie lipidów i produkcji krwinek czerwonych. Nadmiar uszkadza system nerwowy. Mało szkodliwy.

# Metale toksyczne (As, Pb i Ni)

- Arsen i nikiel należą do 1 grupy kancerogenności (wg IARC) – norma 6 i 20 ng/m<sup>3</sup> (średniorocznie)
- Ołów (Pb) należy do grupy 2a (prawdopodobne działanie rakotwórcze) - norma 0,5 mcg/m<sup>3</sup>

# Toksyczność

Arsen (20-100 mg)



Nikiel



- **Metaloid, Silnie Trujący, szczególnie formy nieorg.**
- Zastosowanie: **medycyna, metalurgia, elektronika, BŚT (luizyt)** (*środki ochr. roślin i garbarstwo - arseniany*)
- Arsen zakłóca procesy enzymatyczne w komórkach, hamując enzymy zależne od NAD.
- **NAD - Dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy (NMN)**
- *Arsenowodór i arsenik silnie tox. Antagonizm: Se i Mn*

Znany od 5 tys.lat

Nikiel jest mikroelementem.

Znanych jest 8 enzymów zawierających go w centrum aktywnym.

Jego dzienne dobowe spożycie wynosi 0,3 mg.

Toksyczność: stany zapalne, alergie, uszkodza szpik kostny, wywołuje rak a (płuca, wątroba itd.). Obniża poziom Mn i Zn.

# O ł ó w – najstarszy metal

- W bazie PubMed (USA) w latach 1991 -2026 (35 lat) figuruje pod hasłem lead (ołów) aż

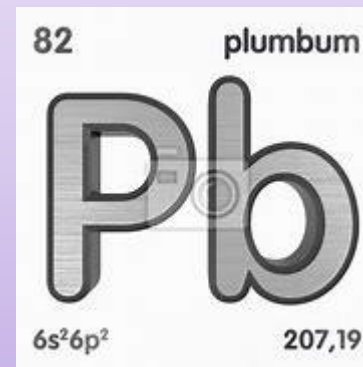
**850 165 publikacji**

**czyli**

**rocznie – 24 290**

**dziennie – 66**

**godzinowo – 2,5**



## Toksyczny wpływ ołowiu na zdrowie człowieka

- Zaburza pracę układu nerwowego
- Może powodować uszkodzenia mózgu
- Upośledza odporność
- Może uszkodzić szpik kostny
- Zaburza pracę serca
- Powoduje nadciśnienie
- Sprzyja rozwojowi miażdżycy
- Obniża płodność
- Zaburza pracę nerek
- Jest wiązany z chorobą Alzheimera

Produkcja w świecie- ok. 4  
mln t (galena)

Najgroźniejszy dla dzieci (6-7 lat)

Normowany w wodzie, paszy,  
żywności, kosmetykach,  
farmaceutykach – Europejska  
Agencja Leków (EMA) i FDA (USA)



# Antagoniści ołowiu

- Pierwiastki antagonistyczne dla ołowiu mogą ograniczać jego toksyczne działanie lub zmniejszać jego wchłanianie w organizmie. Do najważniejszych należą:
- **Wapń (Ca)** – konkuruje z ołowiem o miejsca wiązania w kościach, zmniejszając jego akumulację.
- **Żelazo (Fe)** – niedobór żelaza może zwiększać wchłanianie ołowiu, dlatego jego odpowiednia podaż jest istotna.
- **Cynk (Zn)** – bierze udział w mechanizmach detoksykacji i może ograniczać toksyczność ołowiu.
- **Magnez (Mg)** – podobnie jak wapń, może zmniejszać absorpcję ołowiu w organizmie.
- **Selen (Se)** – działa jako antyoksydant i może chronić przed skutkami zatrucia ołowiem.



Dziękuję Państwu za Uwagę

**Życzę wysokiej odporności na  
toksyczne czynniki środowiska  
i dożycia (w zdrowiu)  
co najmniej 100 lat!!  
Warto!**

