

dr hab. Michał KRZYŻANOWSKI¹

mgr Wojciech SEROKA²

mgr inż. Krzysztof SKOTAK³

prof. dr Bogdan WOJTYNIAK⁴

Przyjęty/Accepted/Принята: 28.02.2014;

Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 12.03.2014;

Opublikowany/Published/Опубликована: 31.03.2014;

ZGONY I HOSPITALIZACJE Z POWODU ZATRUCIA TLENKIEM WĘGLA W POLSCE

Mortality and Hospital Admissions Due to Carbon Monoxide Poisoning in Poland

Смерти и госпитализации по поводу отравления монооксидом углерода в Польше

Abstrakt

Cel: Opis ilościowy skutków zdrowotnych zatruc tlenkiem węgla w Polsce, ich rozkładu terytorialnego i zmian w czasie, oraz ich związku z wybranymi wskaźnikami warunków mieszkaniowych i klimatycznych.

Projekt i metody: Analiza opisowa oparta na danych z rejestracji zgonów prowadzonej przez Główny Urząd Statystyczny w latach 2000-2011 oraz na danych z Ogólnopolskiego Badania Chorobowości Szpitalnej Ogólnej prowadzonego przez Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny w latach 2005-2011.

Wyniki: W latach 2000-2011 rocznie rejestrowano w całej Polsce między 331 a 418 zgonów spowodowanych zatruciem gazami. Obserwowano nieznaczny spadek współczynników zgonów w okresie objętym analizą, jednak umieralność w Polsce była wyższa niż w większości krajów Europy, dla których dostępne były dane. Umieralność różniła się ponad dwukrotnie między województwami. W latach 2005-2011 przyjmowano do szpitali między 2557 a 5026 pacjentów zatrutych tlenkiem węgla rocznie. Średnie miesięczne liczby hospitalizacji w miesiącach zimowych (listopad-marzec) były 4-7 razy większe niż w pozostałych miesiącach (kwiecień-październik). Miesięczna częstość hospitalizacji była wyraźnie skorelowana z temperaturą powietrza i jej wzrost ze spadającą temperaturą zaznaczał się szczególnie wyraźnie przy średnich temperaturach miesięcznych poniżej 10°C. Obserwowano ponad pięciokrotną różnicę częstości hospitalizacji między województwami, jednak związek tej zmienności z wojewódzkimi wskaźnikami umieralności spowodowanej zatruciami CO, jak również wojewódzkimi wskaźnikami warunków mieszkaniowych był słaby. Narażenie na dym, ogień i płomień było przyczyną 6% hospitalizacji osób zatrutych CO.

Wnioski: Częstość zatruc tlenkiem węgla w Polsce jest większa niż w większości krajów Europy. Można przypuszczać, że zatrucia te są najczęściej spowodowane ulatnianiem się tlenku węgla z niesprawnych urządzeń domowych i niedostateczną wentylacją. Koszt zdrowotny zatruc CO w Polsce jest istotny i wyraża się tysiącami osób tracącymi zdrowie i życie na skutek dobrze znanej, i teoretycznie możliwej do uniknięcia, trucizny.

Słowa kluczowe: stan zdrowia, tlenek węgla, warunki mieszkaniowe, zanieczyszczenia powietrza wewnątrz pomieszczeń, zatrucia

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

¹ Profesor wizytujący King's College London, Environmental Research Group, School of Biomedical Sciences, 150 Stamford Street, London SE1 9NH; merytoryczny wkład pracy (koncepcja, metody, analiza danych, interpretacja wyników, tekst) – 40% / percentage contribution to the article – 40%; michal.krzyzanowski@kcl.ac.uk

² Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, ul. Chocimska 24, 00-791 Warszawa; merytoryczny wkład pracy 20% (przygotowanie danych o chorobowości szpitalnej, część tekstu)/ National Institute of Public Health; National Institute of Hygiene; Poland, percentage contribution to the article – 20%

³ Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, 01-692 Warszawa, ul. Kolektorska 4; merytoryczny wkład pracy 20% (przygotowanie danych klimatycznych, część tekstu)/ The Institute of Environmental Protection - National Research Institute, Poland; percentage contribution to the article – 20%

⁴ Profesor NIZP-PZH, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, merytoryczny wkład pracy 20% (koncepcja, interpretacja wyników, część tekstu)/ National Institute of Public Health; National Institute of Hygiene; Poland, percentage contribution to the article – 20%

Abstract

Objective: The quantitative assessment of the health effects due to carbon monoxide poisoning in Poland, their spatial and temporal distribution as well as their relation to the selected indicators of housing and climatic conditions.

Material and methods: The descriptive analysis based on the data from mortality registration of the Central Statistical Office in 2000-2011 and on the data from the Polish General Hospital Morbidity Study managed by the National Institute of Public Health in 2005-2011.

Results: Between 331 and 418 deaths due to exposure to gases were registered annually in Poland in 2000-2011. A slight decline of mortality in the period covered by the analysis was observed, but the mortality in Poland was higher than in most of the European countries for which data are available. There were more than two-fold differences in mortality between the regions of Poland. In 2005-2011, between 2557 and 5026 patients annually were treated for toxic effects of carbon monoxide in hospitals. The monthly number of hospital admissions in winter months (November-March) was 4-7 times higher than in the other part of the year (April-October). Monthly hospital admission rates were highly correlated with ambient air temperature and their increase with the declining temperature was especially clear at mean monthly temperature below 10°C. There were more than five-fold differences in hospital admission rates between the regions. However the associations of the region-specific hospitalization rates with mortality due to CO poisoning or with region-specific indicators of housing conditions were weak. Exposure to smoke, fire and flames was the external cause of 6% of cases hospitalized for treatment of toxic effects of CO.

Conclusions: The frequency of carbon monoxide poisoning in Poland is greater than in majority of European countries. There are reasons to assume that the poisonings are most often caused by the escape of carbon monoxide from malfunctioning house equipment and by insufficient ventilation. Health burden of carbon monoxide poisoning in Poland is significant, amounting to thousands of people sick or killed by a well-known and potentially avoidable poison.

Keywords: carbon monoxide, health status, housing conditions, indoor air pollution, poisoning

Type of article: review article

Аннотация

Цель: Количественная характеристика ущерба здоровью вследствие отравления монооксидом углерода в Польше, его территориальное распределение и изменения во времени, а также связь с избранными показателями жилых и климатических условий.

Проект и методы: Описательный анализ основанный на данных из регистраций смертей проведенной Центральным Статистическим Бюро в 2000-2011 годах, а также данных из Общепольского исследования общей заболеваемости на основе регистрационных данных из больниц проведенного Национальным Институтом Здоровья населения - Государственным Институтом Гигиены в 2005-2011 годах.

Результаты: За период 2000-2011, каждый год были зарегистрированы 331-418 смерти, вызванные отравлением газами на территории целой Польши. Наблюдалось незначимое сокращение показателей смертей за анализируемый период, однако, смертность в Польше превышала смертность фиксированную в большинстве стран Европы, данные об которых были доступными. В отдельных воеводствах показатели смертности различались друг от друга свыше двукратно. В 2005-2011 годах ежегодно принимали в больницы между 2557 а 5026 пациентов отравленных монооксидом углерода. Среднее месячное число госпитализаций в зимних месяцах (ноябрь - март) были 4-7 раз выше чем в остальные месяцы (апрель-октябрь). Месячная частота госпитализаций ассоциируется с температурой воздуха, а рост числа госпитализаций фиксирован особенно при средних месячных температурах ниже 10 градусов. Авторы заметили свыше пятикратное различие в частоте госпитализаций между воеводствами. Однако этот факт не имел большой связи с воеводскими показателями смертности вызванной отравлением СО и воеводскими показателями жилых условий. Влияние дыма, огня и пламени являлось причиной 6% госпитализаций людей отравленных СО.

Выводы: Частота отравлений монооксидом углерода в Польше превышает частоту фиксированную в большинстве стран Европы. Можно предположить, что самыми частыми причинами отравления являются улетучивание монооксида углерода из неисправного домашнего оборудования и недостаточная вентиляция. Стоимость отравлений СО в отношении здоровья очень высокая и выражается тысячами людей, которые теряют жизнь и здоровье вследствие вполне узанного и теоретически возможного для избежания яда.

Ключевые слова: состояние здоровья, монооксид углерода, жилищные условия, монооксид углерода, жилищные условия, загрязнения воздуха внутри помещений, отравления

Вид статьи: обзорная статья

1. Wstęp

Informacje o zatruciach tlenkiem węgla (CO) często trafiają do mediów, zwłaszcza jeśli powodują ofiary śmiertelne lub jeśli dotyczą wielu członków rodziny. O zagrożeniu zatruciami alarmują kampanie medialne, organizowane od wielu lat przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej, podające również liczbę poszkodowanych i ofiar śmiertelnych zatruc w czasie poprzedniego okresu grzewczego zarejestrowaną przez Straż Pożarną [1]. Zatrucia CO były też częścią analiz ogółu ostrych zatruc środkami chemicznymi leczonych w placówkach służby zdrowia [2] lub opracowań dotyczących hospitali-

zacji związanych z ostrymi zatruciami w wybranych szpitalach [3, 4, 5]. Opracowania te pozwalają na przybliżoną ocenę skali problemu lub analizę niektórych aspektów zatruc CO. Poniższa analiza, oparta na ogólnopolskiej rejestracji zgonów oraz przyjęć do szpitali, pozwala po raz pierwszy na bardziej kompleksową ocenę skutków zdrowotnych zatruc CO w Polsce.

2. Materiał i metody analizy

Przedstawiona poniżej analiza umieralności mieszkańców Polski spowodowanej zatruciami CO jest oparta na indywidualnych danych z rejestru zgonów miesz-

kańców Polski prowadzonego przez Główny Urząd Statystyczny. Rejestr ten z pewnymi niezbędnymi ograniczeniami jest udostępniany Narodowemu Instytutowi Zdrowia Publicznego – Państwowemu Zakładowi Higieny w celu prowadzenia zgodnie ze statutem analiz stanu zdrowia mieszkańców Polski. Odnotowaną w rejestrze przyczynę zgonu definiuje lekarz stwierdzający zgon, klasyfikując ją z użyciem 10-tej rewizji Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób i Przyczyn Zgonów, ICD-10 [6]. Zgony spowodowane wypadkiem klasyfikowane są według ich zewnętrznej przyczyny. Zatrucia spowodowane CO włączone są do kategorii „Przypadkowe zatrucie przez narażenie na inne gazy i pary” (X47 według ICD-10), „Zamierzone zatrucie przez narażenie na inne gazy i pary” (X67) lub „Zatrucie przez narażenie na inne gazy i pary o nieokreślonym zamiarze” (Y17). Do kategorii tych poza zatruciami CO zaliczane są również zatrucia gazem łzawiącym, wydechami z silników, tlenkami azotu, dwutlenkiem siarki i gazem użytkowym. Zgony zaklasyfikowane do tych trzech kategorii włączone są do poniższej analizy umieralności i będą opisywane jako „spowodowane zatruciem gazami”. Porównania wskaźników umieralności spowodowanej zatruciem gazami w skali międzynarodowej wykonano z wykorzystaniem danych gromadzonych w European Detailed Mortality Data Base [7], przygotowanych przez Światową Organizację Zdrowia (ŚOZ) na podstawie oficjalnej sprawozdawczości krajów członkowskich. W dyskusji poniższego artykułu przedstawione są argumenty pozwalające traktować umieralność spowodowaną zatruciem gazami jako dobre przybliżenie umieralności spowodowanej zatruciem CO.

Dane o hospitalizacji ludności Polski są zbierane w ramach Ogólnopolskiego Badania Chorobowości Szpitalnej Ogólnej realizowanego zgodnie z programem badań statystyki publicznej, a ich przetwarzanie i analiza prowadzone są w Narodowym Instytucie Zdrowia Publicznego (NIZP-PZH). Od 2000 r. badanie ma charakter pełny i obejmuje wszystkich pacjentów leczonych w szpitalach. Podstawowym dokumentem systemu jest karta statystyczna Mz/Szp-11. Zawiera ona m.in. podstawowe dane dotyczące pacjenta (płeć, wiek, województwo miejsca zamieszkania), informacje o rozpoznaniu będącym przyczyną hospitalizacji (kodowanym według 10-tej rewizji Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób i Przyczyn Zgonów [6]) oraz liczbie dni hospitalizacji. W poniższej analizie uwzględnione zostały przypadki hospitalizowane z rozpoznaniem „Efekt toksyczny tlenku węgla”, kodowane jako T58. Należy w tym miejscu wyjaśnić, że o ile w przypadku zgonów kodowanie odnosi się do ich zewnętrznych przyczyn, to w przypadku hospitalizacji do skutków chorobowych działania czynników zewnętrznych (kodowanie przyczyn zewnętrznych jest niekompletne).

Pełna rejestracja przyjęć do szpitali była realizowana stopniowo po 2000 roku i dane z niektórych województw wykazywały braki w kompletności przez szereg lat po wprowadzeniu nowej metodyki badania. Ponieważ mogło to wpływać na wyniki analiz czasowych zmian częstości hospitalizacji oraz porównań między województwami, a zwłaszcza na ocenę zmienności sezonowej zatruc, w tej części analizy zastosowano „miesięczny indeks hospitalizacji” IM. Dla miesiąca m w roku r i województwa w , indeks ten jest obliczany jako:

$$IM(w, m, r) = [h(w, m, r) / sredh(w, r)] * d(r) / d(m, r)$$

gdzie:

$h(w, m, r)$ liczba hospitalizacji w województwie w , miesiącu m i roku r

$sredh(w, r)$ średnia miesięczna liczba hospitalizacji w województwie w i roku r

$d(r)$ liczba dni w roku r

$d(m, r)$ liczba dni w miesiącu m i roku r

Indeks sezonowości dla województwa w i roku r obliczono jako:

$$IS(w, r) = 1/5 * \sum_z IM(w, m_z, r) / 1/7 * \sum_l IM(w, m_p, r)$$

gdzie \sum_z i \sum_l oznacza sumowanie po miesiącach, odpowiednio, zimowych (listopad–marzec) i letnich (kwiecień–październik).

Dane dotyczące temperatury powietrza pochodzą z Global Surface Summary of the Day (GSOD), serwisu prowadzonego przez Krajowe Centrum Danych Klimatycznych (National Climatic Data Center – NCDC) Amerykańskiej Narodowej Służby Oceanicznej i Meteorologicznej (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA), agencji rządowej zajmującej się m.in. prognozą pogody, ostrzeżeniami przed ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi oraz zmianami klimatu [8]. W serwisie GSOD gromadzone i przetwarzane są dane synoptyczne z ponad 9 tysięcy stacji zlokalizowanych na całym świecie. Wszystkie dane aktualizowane są w trybie dobowym. W pracy wykorzystano wyniki pomiarów temperatury (ponad 220 tys. wartości) ze 100 stacji w Polsce (przeciętnie 6 w województwie), działających w okresie 2005-2011. Podstawą obliczenia uwzględnionych w analizach wartości średnich i minimalnych miesięcznych temperatury dla każdego roku było przygotowanie jednolitego zbioru wyników pomiarowej dla każdego województwa odrębnie. Zbiór ten zawierał dobowe wartości temperatury, uśrednione w skali województwa ze wszystkich stacji zlokalizowanych na jego terenie.

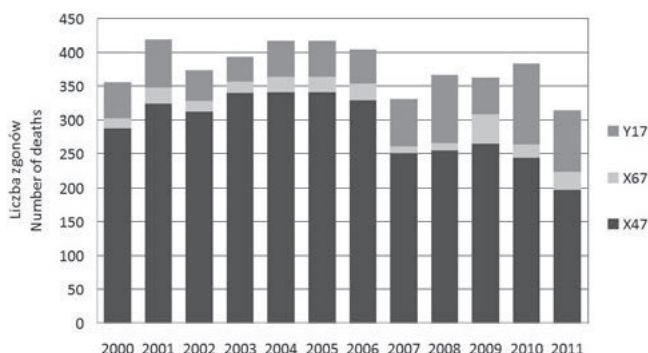
Dane o wyposażeniu mieszkań pochodzą z publikowanych raportów Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) [9] oraz zgromadzonych i ogólnie dostępnych informacji w prowadzonym przez GUS Banku Danych Lokalnych [10]. W niniejszej publikacji wykorzystano dane pochodzące z corocznie rutynowo prowadzonej statystyki publicznej oraz wyników ostatniego Narodowego Spisu Powszechnego (przeprowadzonego w okresie od 1.04-30.06.2011).

3. Wyniki

3.1. Zgony

Statystyki zgonów rejestrowały między 331 a 418 zgonów spowodowanych zatruciem gazami rocznie w całej Polsce w latach 2000-2011 (Ryc. 1). Choć umieralność zmieniała się istotnie i nieregularnie między kolejnymi latami, była nieco niższa w latach 2007-2011 niż we wcześniejszych latach dekady. W całym okresie 2000-

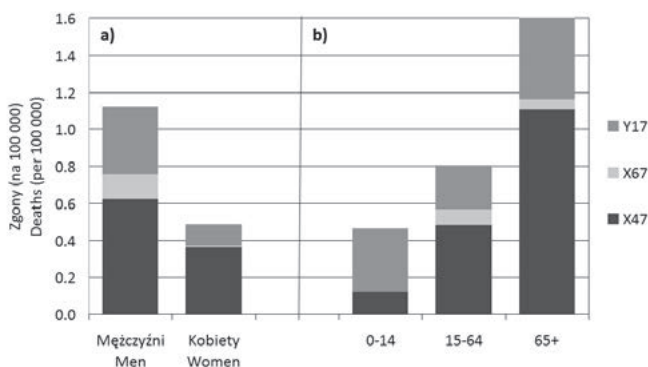
2011 średni spadek współczynników umieralności wynosił ok. 1% rocznie. Zmniejszył się też udział zgonów spowodowanych zatruciem zakwalifikowanym jako przypadkowe (z ponad 80% w latach 2000-2006 do 63% w latach 2010-2011).



Ryc. 1. Roczna liczba zgonów spowodowanych zatruciem gazami w Polsce, 2000-2011. X47: zatrucie przypadkowe, X67: Zamierzone zatrucie, Y17: Zatrucie o nieokreślonym zamiarze

Fig. 1. Annual number of deaths caused by gas poisoning in Poland, 2000-2011. X47: accidental poisoning, X67: intentional self-poisoning, Y17: poisoning, undetermined intent.

Według danych z 2011 roku zgony spowodowane zatruciem gazami były ponad dwukrotnie częstsze wśród mężczyzn niż kobiet, a ich częstość wyraźnie rosła z wiekiem (Ryc. 2). Zgony te były nieco częstsze wśród ludności zamieszkującej obszary miejskie (0,84 na 100 tys.) niż wiejskie (0,77 na 100 tys.). Zarówno w miastach, jak i na wsi, w większości przypadków (odpowiednio: 65% i 72%) podano dom jako miejsce zgonu. Ponieważ jednak przy znacznej części przypadków miejsce zdarzenia nie było określone, można tylko założyć z dużym prawdopodobieństwem, że dom jest najczęstszym miejscem śmiertelnych zatruc gazami.

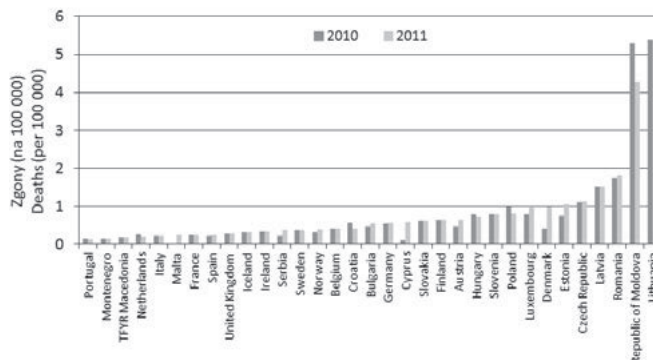


Ryc. 2. Umieralność spowodowana zatruciem gazami w Polsce w roku 2011 według (a) płci i (b) według wieku

Fig. 2. Mortality due to gas poisoning in Poland in 2011 (a) by sex and (b) by age

Częstość zgonów spowodowanych zatruciem gazami różniła się znacząco między województwami. Średni współczynnik zgonów z lat 2005-2011 wynosił 0,6-0,7 na 100 tys. mieszkańców w województwie świętokrzyskim, podkarpackim i lubelskim oraz 1,2 na 100 tys. w śląskim, dolnośląskim i opolskim. W porównaniu z in-

nymi krajami Europy, umieralność w Polsce spowodowana zatruciem gazami była stosunkowo wysoka (Ryc. 3). Na 33 kraje europejskie, dla których dostępne były dane w tym zakresie, wyższą niż w Polsce umieralność obserwowano w 2011 r. tylko w ośmiu krajach, a w 2010 r. tylko w pięciu.



Ryc. 3. Umieralność spowodowana zatruciem gazami (X47, X67 i Y17) w krajach Europy, 2010 i 2011 lub ostatni rok z danymi

Fig. 3. Mortality due to gas poisoning (X47, X67 and Y17) in the European countries, 2010 and 2011 or the last year with data

Zatrucie gazami, w tym tlenkiem węgla, mogło też być przyczyną części z ogółu zgonów zarejestrowanych jako spowodowane „narażeniem na działanie dymu, ognia i płomieni” (kody X00-X09 ICD-10). Na 627 ogółu zgonów w tej grupie w roku 2011, przyczyną 150 było rozpoznanie „narażenia na inne określone lub nieokreślone działanie dymu, ognia i płomieni”, kody X08-X09 ICD-10. Pozostałe kody tej grupy (X00-X06) nie obejmują narażenia na dym.

3.2. Hospitalizacje

W latach 2005-2011 zarejestrowano ogółem ponad 23 tysiące przyjęć do szpitali z rozpoznaniem „Efekt toksyczny tlenku węgla”. Roczna liczba zawierała się między 2557 przypadkami w 2008 roku i 5026 w 2010 r. Z tej ogólnej liczby 122 pacjentów (0,5%) zmarło w szpitalu. Zewnętrzna przyczyna zatrucia CO była podana w 77% przypadków. Wśród podanych przyczyn najczęstsze (78%) było „zatrucie i narażenie na inne gazy i pary” (X47 ICD-10) lub zatrucia z nieznanymi przyczynami (Y10-Y34) – 9%. Narażenie na działanie dymu, ognia i płomieni (X08-X09) było odnotowane jako przyczyna zatrucia CO w 6% hospitalizacji z podaną jej przyczyną zewnętrzną.

Większość hospitalizacji była krótka: 42% pacjentów było wypisanych ze szpitala po (najwyżej) jednym dniem leczenia, dalszych 34% po 2-3 dniach leczenia. Mniej niż 5% zostawało w szpitalu na dłużej niż 7 dni.

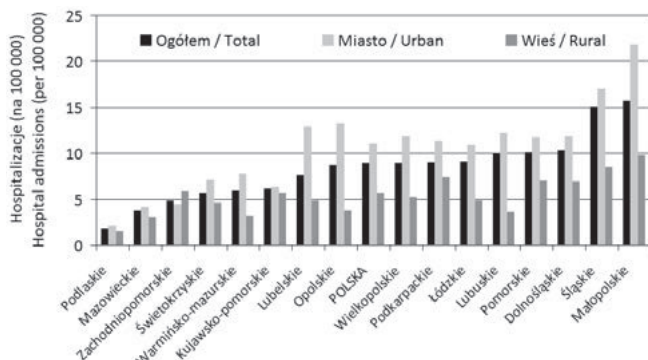
Częstość hospitalizacji spadała z wiekiem, a kobiety były częściej hospitalizowane niż mężczyźni (Tabela 1). Te zależności są odwrotne niż obserwowane dla zgonów spowodowanych zatruciem gazami. We wszystkich grupach wiekowych przyjęcia do szpitali spowodowane zatruciami CO były znacząco częstsze wśród mieszkańców miast niż wsi. Ta tendencja była podobna, lecz znacznie silniejsza niż dla zgonów.

Tabela 1.
Współczynniki hospitalizacji (na 100 000) spowodowanej zatruciem CO w Polsce w 2011 roku według wieku oraz płci lub charakteru miejsca zamieszkania

Table 1.
Rates of hospital admissions (per 100 000) due to CO poisoning in Poland in 2011 by age and sex or place of residence

| | Wiek / Age | | | |
|------------------------|----------------|------|-------|------|
| | Ogółem / Total | 0-14 | 15-64 | 65 + |
| Ogółem / Total | 8,9 | 16,0 | 8,0 | 5,6 |
| Mężczyźni / Men | 8,0 | 13,9 | 6,9 | 6,1 |
| Kobiety / Women | 9,8 | 18,1 | 9,1 | 5,3 |
| Miasto / Urban | 11,0 | 21,6 | 9,9 | 6,2 |
| Wieś / Rural | 5,7 | 9,0 | 5,1 | 4,6 |

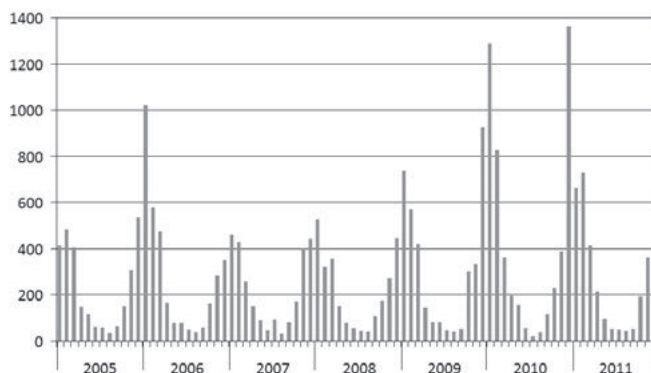
Różnice częstości hospitalizacji spowodowanej zatruciami CO między województwami były znacznie większe niż międzywojewódzkie różnice umieralności spowodowanej zatruciem gazami (Ryc. 4), lecz zmienność współczynników hospitalizacji nie była skorelowana z terytorialną zmiennością umieralności (współczynnik korelacji wynosił 0,049 w roku 2011, 0,058 dla lat 2009-2011 i 0,022 dla okresu 2005-2011). Ten brak powiązania między wojewódzkimi współczynnikami umieralności i hospitalizacji odzwierciedla duże zróżnicowanie ich względnej wielkości. W latach 2009-2011, dla których rejestrację hospitalizacji można uznać za pełną, w województwach podlaskim, mazowieckim i zachodnio-pomorskim przypadało między 2,6 a 5,7 hospitalizacji spowodowanej CO na jeden zgon spowodowany zatruciem gazami. Natomiast w województwach świętokrzyskim, podkarpackim, śląskim i małopolskim 17,7-23,8 hospitalizacji przypadało na jeden rejestrowany zgon. Obserwowano przy tym dość silną korelację między wojewódzkimi współczynnikami hospitalizacji ludności miejskiej i wiejskiej (0,725 w 2011 i 0,790 dla okresu 2005-2011).



Ryc. 4. Hospitalizacje spowodowane zatruciem CO w Polsce w 2011 roku według województw oraz charakteru miejsca zamieszkania

Fig. 4. Hospital admissions due to CO poisoning in Poland, 2011, by region and place of residence

Występowały silne wahania sezonowe przyjęć do szpitali spowodowanych zatruciami CO (Ryc. 5). Średnie miesięczne liczby hospitalizacji w miesiącach zimowych (listopad-marzec) były 4-7 razy większe niż w pozostałych miesiącach (kwiecień-październik). Indeksy sezonowości w latach 2009-2011 (6,2-6,8) były większe, niż w latach 2005-2009 (3,5-5,9) i różnice te wynikały, zarówno ze stosunkowo dużej liczby hospitalizacji w miesiącach zimowych, jak i mniejszej liczbie hospitalizacji w pozostałych miesiącach w okresie 2009-2011. Średni indeks sezonowości dla całego kraju w okresie 2005-2011 wynosił 5,2 i wahał się od 4,3 dla województwa podlaskiego do 7,4 dla województwa opolskiego. Analiza korelacji średnich indeksów sezonowości z szeregiem wojewódzkich wskaźników warunków mieszkaniowych któ-



Ryc. 5. Miesięczna liczba przyjęć hospitalizacji z powodu zatrucia CO w Polsce w latach 2005-2011

Fig. 5. Monthly number of hospital admissions due to CO poisoning in Poland, 2005-2011

Tabela 2.

Korelacja (R) średnich wojewódzkich indeksów sezonowości hospitalizacji spowodowanej zatruciem CO z wojewódzkimi wskaźnikami warunków mieszkaniowych

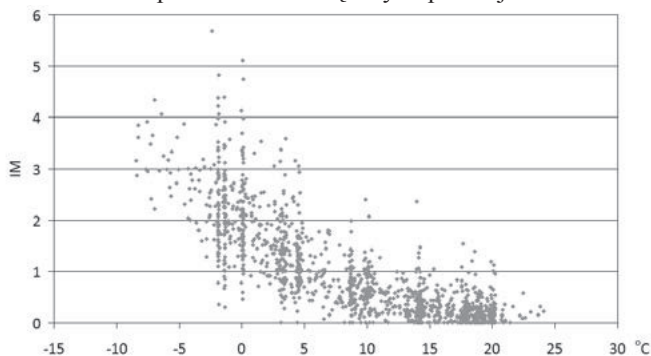
Table 2.

Correlation (R) of regional mean seasonality indices of hospital admissions due to CO poisoning with regional indices of residential conditions

| Warunki mieszkaniowe / Residential conditions | R |
|--|-------|
| Odsetek mieszkań wybudowanych przed 1945 r. Percentage of dwellings built before 1945 | 0,30 |
| Odsetek mieszkań wybudowanych w okresie 1945 - 1988 Percentage of dwellings built in the period 1945 - 1988 | -0,19 |
| Odsetek mieszkań wybudowanych przed po 1988 r. Percentage of dwellings built after 1988 | -0,34 |
| Odsetek mieszkańców miast korzystających z gazu Percentage of urban residents using gas | 0,41 |
| Odsetek mieszkań w miastach wyposażonych w centralne ogrzewanie w 2011 r. Percentage of urban dwellings equipped with central heating in 2011 | -0,18 |

| Warunki mieszkaniowe / Residential conditions | R |
|---|-------|
| Odsetek mieszkań na wsi wyposażonych w centralne ogrzewanie w 2011 r. Percentage of rural dwellings equipped with central heating in 2011 | 0,44 |
| Odsetek ludności korzystającej z indywidualnego centralnego ogrzewania w 2011 r. Percentage of population using individual central heating in 2011 | 0,33 |
| Odsetek ludności korzystającej z indywidualnego centralnego ogrzewania opalanego gazem w 2011 r. Percentage of population using individual gas central heating in 2011 | 0,07 |
| Odsetek ludności korzystającej z indywidualnego centralnego ogrzewania opalanego paliwem stałym w 2011 r. Percentage of population using individual solid fuel central heating in 2011 | -0,03 |
| Odsetek mieszkań wyposażonych w indywidualne centralne ogrzewanie w 2011 r. Percentage of dwellings equipped with individual central heating in 2011 | 0,33 |
| Odsetek mieszkań wyposażonych w indywidualne centralne ogrzewanie opalane gazem w 2011 r. Percentage of dwellings equipped with gas individual central heating in 2011 | 0,10 |
| Odsetek mieszkań wyposażonych w indywidualne centralne ogrzewanie opalane paliwem stałym w 2011 r. Percentage of dwellings equipped with individual solid fuel central heating in 2011 | -0,05 |

Miesięczne indeksy hospitalizacji IM były silnie skorelowane ze wszystkimi zdefiniowanymi w tej analizie miesięcznymi wskaźnikami temperatury. Ogólnopolska korelacja tych wskaźników ze wskaźnikami temperatury wynosiła między -0,82 a -0,79, zaś dla poszczególnych województw od -0,93 (woj. śląskie) do -0,62 (woj. podlaskie). Na podstawie wykresu korelacyjnego (Ryc. 6) można stwierdzić, że wzrost indeksu hospitalizacji ze spadającą temperaturą zaznaczał się szczególnie wyraźnie przy średnich temperaturach miesięcznych poniżej 10°C.



Ryc. 6. Miesięczny indeks hospitalizacji z powodu zatrucia CO w zależności od średniej temperatury miesięcznej (obliczonej na podstawie średnich temperatur dobowych) w województwach w latach 2005-2011

Fig. 6 Monthly index of hospital admissions due to CO poisoning in relation to mean monthly temperature (based on daily mean temperature) in regions, 2005-2011

4. Dyskusja

Zarówno dane o umieralności, jak i o częstości hospitalizacji wskazują, że ostre zatrucia tlenkiem węgla stanowią istotny problem zdrowotny w Polsce. Pomimo kampanii mających na celu zapobieganie tym zatruciom, liczba ofiar śmiertelnych zatrucia gazami zmniejszyła się bardzo nieznacznie w ostatniej dekadzie. W porównaniu z innymi krajami Europy Polska wciąż zalicza się do krajów z największymi współczynnikami umieralności. Większy w Polsce (63%) niż w innych krajach (55%) [11] jest wciąż udział zatruc przypadkowych wśród ogółu zgonów spowodowanych zatruciem gazami. Metodyka rejestrowania zgonów nie pozwala niestety jednoznacznie zidentyfikować w statystykach umieralności GUS zatruc spowodowanych CO wśród ogółu zatruc gazami. Istnieje jednak szereg argumentów wskazujących na to, że zatrucia CO stanowią dominujący odsetek ogółu śmiertelnych zatruc gazami w Polsce:

- Potencjalne źródła CO są szeroko rozpowszechnione w domach, gdzie następuje większość śmiertelnych zatruc gazami. Są one znacznie częstsze niż źródła gazu łzawiącego czy dwutlenku siarki. CO jest również toksycznie aktywnym składnikiem gazów wydechowych oraz produktem niepełnego spalania gazu użytkowego. Jest również mało prawdopodobne, że narażenie na tlenki azotu w domach osiąga stężenia mogące powodować zgon [12]. Można więc założyć, że gazem powodującym zgon zaklasyfikowany do kategorii X47, X67 lub Y17 i następujący w domu jest CO.
- Śmiertelne zatrucia gazami innymi niż te objęte kategoriami X47, X67 i Y17 mogą być następstwem narażenia na gazy i dymy w pożarach. Jednym z takich toksycznych gazów jest cyjanowódor wydzielany przy paleniu pianek poliuretanowych często używanych w wyposażeniu mieszkań. Jednak zgony związane z pożarami klasyfikowane być powinny do kategorii X00-X09 (Narażenie na dym, ogień i płomień) i ich liczba nie była dodawana do liczby śmiertelnych zatruc gazami. Dane o hospitalizacji spowodowanej zatruciem CO wskazują, że jedynie ich niewielki odsetek (6%) jest związany z pożarami.
- W większości (82%) przypadków hospitalizowanych w 2011 roku z zewnętrzną przyczyną zaklasyfikowaną do kategorii X47, X67 lub Y17 postawiona diagnoza brzmiała „efekt toksyczny tlenku węgla”. W jedynie 11% przypadków rozpoznano zatrucie innymi gazami lub parami (w większości niezdefiniowanymi).

Statystyka zgonów przedstawia niewielką część skutków zdrowotnych wynikającą z ostrych zatruc CO. Lżejsze lub uchwycone wcześniej zatrucia powodują tysiące hospitalizacji rocznie. Częstość hospitalizacji spowodowanych zatruciem CO w Polsce (8,9 na 100 tys. mieszkańców) była wyższa niż obserwowana dla każdego z siedmiu krajów objętych opublikowaną w ostatnim okresie analizą międzynarodową (0,62-7,72 na 100 tys.) [11]. Zdecydowana większość tych hospitalizacji jest krótka, a stosowana terapia kończy się powodzeniem w 99,5% przypadków. Zbierane dane statystyczne nie od-

zwierciedlają jednak opóźnionych skutków zdrowotnych ostrego zatrucia CO, takich jak zaburzenia neuropsychologiczne. Niektóre badania wskazują, że mogą one występować nawet u 24% pacjentów przeżywających zatrucie [13, 14]. Uszkodzenia mózgu spowodowane zatruciem CO mogą się nawet ujawniać objawami choroby Parkinsona [15, 16]. Ostre zatrucia CO powodują więc istotne obciążenie służb ratowniczych i służby zdrowia.

Wyraźnie widoczny sezonowy charakter zatruców prowadzących do hospitalizacji i obserwowany ich wzrost w okresie z obniżoną temperaturą powietrza atmosferycznego wskazują na związek zatruców CO ze zmniejszeniem intensywności wentylacji mieszkań oraz zwiększonym zapotrzebowaniem na ciepło. Próba wyjaśnienia różnicowania pomiędzy województwami rejestrowanej częstości hospitalizacji spowodowanej zatruciem CO i charakterystyką mieszkań (wiekiem budynku i związanym z nim stopniem termomodernizacji) nie wskazała jednoznacznie na czynniki wyraźnie zwiększające prawdopodobieństwo zatrucia. Mimo to zaobserwowano niewielki wzrost częstości hospitalizacji ze średnim wiekiem mieszkań oraz z częstością wyposażenia miejskich mieszkań w gaz, co sugeruje, że jakość starszych budynków oraz nieprawidłowe instalacje gazowe mogą zwiększać populacyjne ryzyko zatruc. Niska czułość analizy prowadzonej w oparciu o wskaźniki wojewódzkie może jednak zaciemniać wpływ czynników ryzyka zatrucia istniejące na poziomie jednostki. Bardziej precyzyjne oszacowanie zależności zatruc od temperatury można też uzyskać, analizując dane z poszczególnych dni. Wyniki analizy bardziej szczegółowej dokumentacji przyczyn hospitalizacji pacjentów przyjętych z powodu zatrucia CO na oddział toksykologii Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi w latach 2006-2010 wskazują jednoznacznie, że większość (67%) zatruc objętych analizą była związana z niewłaściwym działaniem urządzeń domowych (terma gazowa, piec węglowy, piec gazowy, kominek) [4].

Jest również możliwe, że prawdopodobieństwo hospitalizacji po zatruciu CO nie jest jednakowe we wszystkich województwach oraz we wszystkich grupach populacji. Wskazuje na to brak korelacji między wojewódzkimi rozkładami hospitalizacji i zgonów spowodowanych zatruciami, jak również różnice pomiędzy rozkładami częstości hospitalizacji i zgonów według płci oraz wieku. Można przypuszczać, że zatrute CO osoby starsze, mężczyźni i mieszkańcy wsi są stosunkowo rzadziej hospitalizowani niż zatrute osoby młodsze (zwłaszcza dzieci), kobiety i mieszkańcy miast. Wydaje się też, że mieszkańcy województwa podlaskiego i mazowieckiego hospitalizowani są rzadziej po zatruciu CO niż mieszkańcy województwa śląskiego lub małopolskiego. Jeśli te przypuszczenia są prawdziwe, można założyć, że rzeczywista liczba ostrego zatrucia CO jest w rzeczywistości znacznie wyższa, niż na to wskazuje obecna rejestracja przyjęć do szpitali. Może to też wskazywać na konieczność podniesienia stopnia świadomości społeczeństwa, służb ratunkowych i medycznych o zagrożeniach zdrowotnych zatruc CO w województwach, w których hospitalizacje są rzadkie, mimo poziomu umieralności nie odbiegającego od średniej. Należy również sprawdzić, do jakiego stopnia niska częstość

hospitalizacji osób starszych, mężczyzn i mieszkańców wsi jest wynikiem bardziej powszechnego zaniedbywania objawów zatrucia w tych grupach ludności.

Znaczna większość rejestrowanych zgonów i ostrego zatrucia wymagających hospitalizacji spowodowanych CO następuje w domu. Niewielki ich odsetek związany jest z pożarem, należy więc przypuszczać, że znakomita większość jest spowodowana ulatnianiem się tlenku węgla z niesprawnych urządzeń domowych i niedostateczną wentylacją.

Dane analizowane w tej pracy dotyczą ostrego zatrucia spowodowanego krótkookresowym narażeniem na wysokie stężenia CO. Długookresowe narażenie na niższe stężenia CO prowadzi do innych poważnych skutków zdrowotnych, niż zatrucia ostre [12]. Wyniki badań naukowych sugerują istnienie związku zmniejszenia wagi urodzeniowej oraz wzrostu ryzyka wad wrodzonych i współczynnika umieralności noworodków z długotrwałym narażeniem ich matek na CO w czasie ciąży [12, 17, 18]. Wśród osób dorosłych, długookresowe narażenie na CO zwiększa ryzyko zgonów z powodu chorób układu krążenia i wylewów oraz przyczynia się w znacznej mierze do wzrostu występowania szeregu chorób układu oddechowego i układu nerwowego [12, 19-21]. Choroby te są często przedmiotem wizyt u lekarzy lub w szpitalach i zgonów, nie są jednak w praktyce związane z warunkami domowymi prowadzącymi do długookresowego narażenia na CO. Narażenia na poziomy przewyższające wytyczne i zalecenia ŚOZ [12] mogą być skutkiem używania piecyków gazowych lub spirytusowych bez sprawnie działającego systemu odprowadzania spalin lub w niedostatecznie wentylowanych pomieszczeniach. Wydostawanie się spalin z przewodów kominowych i garaży do pomieszczeń mieszkalnych może również powodować podwyższone długookresowe narażenia na niebezpieczne poziomy CO.

5. Podsumowanie

Ostre zatrucia tlenkiem węgla powodują znaczne negatywne skutki zdrowotne w Polsce. Ich liczba jest większa niż w wielu krajach Europy. Pomimo obserwowanego nieznacznego spadku umieralności spowodowanej zatruciami CO w ostatnich latach, wciąż większy niż w innych krajach odsetek zgonów klasyfikowanych jako przypadkowe wskazuje na niedostateczną skuteczność prowadzonych działań prewencyjnych. Uzyskane wyniki sugerują, że ostre zatrucia mogą być tylko częściowo odzwierciedlane przez istniejące systemy statystyki umieralności i przyjęć do szpitali. Choroby przewlekłe wywołane ostrym zatruciem CO oraz skutki długookresowego narażenia na niższe stężenia CO całkowicie uykają rejestracji. Jednak istniejące dane wskazują jednoznacznie, że koszt zdrowotny wynikający z narażenia na tlenek węgla w Polsce jest istotny i wyraża się tysiącami osób tracącymi zdrowie i życie na skutek dobrze znanej i, teoretycznie możliwej do uniknięcia, trucizny.

Literatura

1. Sezon grzewczy 2012/2013. <http://www.straz.gov.pl/page/index.php?str=4626> (accessed 22.01.2014)
2. Świdarska A, Sein Anand J. *Wybrane zagadnienia dotyczące ostrych zatruc ksenobiotykami w Polsce w 2010 roku*. *Przegl Lek* vol. 69 (8), 2012, s. 409-414
3. Gomółka E, Gawlikowski T. *Ocena częstości zatruc tlenkiem węgla na podstawie wyników oznaczeń karboksyhemoglobiny przeprowadzonych w Pracowni Toksykologii w Krakowie w latach 2002-2010*. *Przegl Lek* vol. 68 (8), 2011, s. 413-416
4. Bernas S, Rzepecki J, Winnicka R, Kołaciński Z, Krakowiak A. *Zatrucia tlenkiem węgla w materiale Oddziału Toksykologii Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi w latach 2006-2010*. *Przegl Lek* vol. 69 (8), 2012, s. 415-419
5. Szponar E, Szponar J, Kulik-Rechberger B, Polkowska G, Kościerza A, Billewicz-Kraczkowska A, Furmaga-Jabłońska W. *Narażenie na toksyczne działanie tlenku węgla jako przyczyna hospitalizacji pacjentów w Dziecięcym Szpitalu Klinicznym w Lublinie w latach 2006-2012*. *Przegl Lek* vol. 69 (8), 2012, s. 420-423
6. *ICD-10. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. 10th Revision. Volume 2. Instruction manual. 2010 Edition*. World Health Organization 2011 (<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en>)
7. *European Detailed Mortality Data Base*. World Health Organization, Regional Office for Europe. Copenhagen 2013 <http://data.euro.who.int/dmdb/> (accessed 22.01.2014)
8. National Climatic Data Center. *Global Surface Summary of the Day*. National Oceanic and Atmospheric Administration. <http://gis.ncdc.noaa.gov/geoportal/catalog/search/resource/details.page?id=gov.noaa.ncdc:C00516> (accessed 26.02.2014)
9. *Rocznik Statystyczny Województw 2012*. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 2013
10. Bank Danych Lokalnych. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa. http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks (accessed 26.02.2014)
11. Braubach M, Algoet A, Beaton M, Lauriou S, Heroux M-E, Krzyżanowski M. *Mortality associated with exposure to carbon monoxide in WHO European Member States*. *Indoor Air* vol. 23, 2013 s. 115-125
12. *WHO Guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2010
13. Pepe G, Castelli M, Nazerian P, Vanni S, Del Panta M, Gambassi F, Botti P, Missanelli A, Grifoni S. *Delayed neuropsychological sequelae after carbon monoxide poisoning: predictive risk factors in the Emergency Department. A retrospective study*. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2011;19:16
14. Betterman K, Patel S. *Neurologic complications of carbon monoxide intoxication*. *Handb Clin Neurol*. 2014;120:971-9.
15. Choi IS. *Parkinsonism after carbon monoxide poisoning*. *Eur Neurol*. 2002; 48(1):30-33
16. Kao HW, Cho NY, Hsueh CJ, Chou MC, Chung HW, Liou M, Chiang SW, Chen SY, Juan CJ, Huang GS, Chen CY. *Delayed parkinsonism after CO intoxication: evaluation of the substantia nigra with inversion-recovery MR imaging*. *Radiology*. 2012 Oct;265(1):215-21.
17. Stieb DM, Chen L, Eshoul M, Judek S. *Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: A systematic review and meta-analysis*. *Environmental Research* vol. 117, 2012 s.100-111
18. Wang L, Pinkerton KE. *Air pollutant effects on fetal and early postnatal development*. *Birth Defects Res C Embryo Today*. Vol. 81, 2007 s. 144-54.
19. Davutoglu V, Zengin S, Sari I, Yildirim C, Al B, Yuce M, Ercan S. *Chronic carbon monoxide exposure is associated with the increases in carotid intima-media thickness and C-reactive protein level*. *Tohoku J Exp Med*. Vol. 219(3), 2009 s. 201-6.
20. Smith-Sivertsen T, Diaz E, Pope D, Lie RT, Diaz A, McCracken J, Bakke P, Arana B, Smith KR, Bruce N. *Effect of reducing indoor air pollution on women's respiratory symptoms and lung function: the RESPIRE Randomized Trial, Guatemala*. *Am J Epidemiol*. Vol. 170, 2009 s. 211-20.
21. Abelsohn A, Sanborn MD, Jessiman BJ, Weir E. *Identifying and managing adverse environmental health effects: 6. Carbon monoxide poisoning*. *CMAJ*. Vol. 166, 2002 s. 1685-90

dr hab. **Michał Krzyżanowski** – profesor wizytujący King's College London, emerytowany dyrektor Europejskiego Centrum Zdrowia i Środowiska Światowej Organizacji Zdrowia. Prowadził szereg projektów naukowych współfinansowanych przez Unię Europejską dotyczących systemu informacji o zdrowiu i środowisku oraz wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Był odpowiedzialny za przygotowanie wytycznych ŚOZ o jakości powietrza (WHO Air Quality Guidelines). Jest autorem lub współautorem licznych prac naukowych dotyczących zdrowia i środowiska.

mgr **Wojciech Seroka** pracuje w Zakładzie – Centrum Monitorowania i Analiz Stanu Zdrowia Ludności Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego - PZH gdzie jest administratorem baz danych chorobowości szpitalnej oraz umieralności ludności Polski oraz jest odpowiedzialny za przygotowywanie danych do prowadzonych w Zakładzie analiz stanu zdrowia ludności Polski.

mgr inż. **Krzysztof Skotak** – absolwent Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Pracuje na stanowisku kierownika Zakładu Stacji Kompleksowego Monitoringu Środowiska Puszcza Borecka. Jest autorem i współautorem wielu publikacji z dziedziny ochrony środowiska (w tym powietrza atmosferycznego) i zagrożeń zdrowotnych. Jest członkiem wielu krajowych i międzynarodowych eksperckich grup roboczych.

prof. nadzw. dr **Bogdan Wojtyniak** – Zastępca Dyrektora w Narodowym Instytucie Zdrowia Publicznego - PZH, kierownik Zakładu-Centrum Monitorowania i Analiz Stanu Zdrowia Ludności. Obszar jego działalności obejmuje oceny stanu zdrowia ludności i jego behawioralne, społeczne i środowiskowe uwarunkowania. Był Głównym Wykonawcą, współwykonawcą i konsultantem w szeregu projektach w dziedzinie zdrowia finansowanych przez Komisję Europejską, Bank Światowy i WHO. Jest współredaktorem i współautorem raportów o sytuacji zdrowotnej ludności Polski.