

## Środowiskowa ocena ekspozycji dzieci na wolnozmienne pola magnetyczne w budynkach szkolnych z terenu Tychów, usytuowanych w pobliżu transformatorów energetycznych

Environmental exposure of primary school buildings located  
in Tychy to extremely low frequency magnetic fields  
from nearby transformers

Grzegorz Zieliński<sup>1</sup>, Barbara Harazin<sup>2</sup>, Alina Mroczek<sup>3</sup>,  
Jolanta Malinowska-Borowska<sup>1</sup>, Izabela Szołtyś<sup>4</sup>

### STRESZCZENIE

<sup>1</sup>Zakład Toksykologii  
i Ochrony Zdrowia w Środowisku Pracy  
Wydziału Zdrowia Publicznego  
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego  
w Katowicach, <sup>2</sup>Instytut Medycyny Pracy  
i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu  
<sup>3</sup>Studium Doktoranckie  
Wydziału Lekarskiego z Oddziałem  
Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze  
<sup>4</sup>Koło STN przy Zakładzie Toksykologii  
i Ochrony Zdrowia w Środowisku Pracy  
Wydziału Zdrowia Publicznego  
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego  
w Katowicach

#### WSTĘP

W aglomeracjach miejskich bardzo często placówki oświatowe zlokalizowane są w pobliżu infrastruktury energetycznej, takiej jak: przesyłowe linie energetyczne, stacje transformatorowe, rozdzielnie napięć, stacje bazowe telefonii komórkowej, sieci trakcji tramwajowej. Nie są znane poziomy pól magnetycznych w salach lekcyjnych tak usytuowanych budynków szkolnych. Celem podjętych badań była ocena poziomu indukcji magnetycznej w klasach i pracowniach budynków szkolnych usytuowanych w pobliżu stacji transformatorowo-rozdzielczych.

#### MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano 10 szkół podstawowych z terenu Tychów, w pobliżu których (w promieniu 100 metrów) zainstalowane były transformatory. Indukcję magnetyczną mierzono co najmniej w dwóch salach lekcyjnych (w pracowni informatycznej i pracowni do przedmiotów humanistycznych).

#### WYNIKI

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdzono, że tylko w dwóch szkołach transformatory energetyczne zainstalowane zostały w odległości nieprzekraczającej 20 m. W odległości 15 m od jednej ze szkół zainstalowany był transformator, a w odległości 20 m przebiegała napowietrzna linia elektryczna niskiego napięcia. W szkole tej, wewnątrz budynku, stwierdzono windę towarową. Zmierzony w sali humanistycznej sąsiadującej z tunelem windy poziom indukcji wynosił 110 nT. W jednej z trzech najstarszych badanych szkół (125-letniej) poziomy

#### ADRES

#### DO KORESPONDENCJI:

Dr n. med. Grzegorz Zieliński  
Zakład Toksykologii  
i Ochrony Zdrowia w Środowisku Pracy  
Wydziału Zdrowia Publicznego  
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego  
w Katowicach  
ul. Medyków 18  
40-752 Katowice  
tel. +48 32 208 87 40  
e-mail: gregoryziel@poczta.onet.pl

Ann. Acad. Med. Siles. 2012, 66, 5, 54–61  
Copyright © Śląski Uniwersytet Medyczny  
w Katowicach  
ISSN 0208-5607

indukcji magnetycznej były jeszcze wyższe: w klasie humanistycznej 226 nT, a w pracowni informatycznej 59 nT. Wykazano ponadto, że w 6 spośród 10 zbadanych pracowni informatycznych poziomy indukcji magnetycznej były wyższe niż w klasach humanistycznych.

#### WNIOSKI

Transformatory zainstalowane w pobliżu budynków szkolnych nie miały wpływu na zmierzoną indukcję magnetyczną w klasach i pomieszczeniach szkolnych.

#### SŁOWA KLUCZOWE

wolnozmiennne pole magnetyczne, szkoły, ekspozycja, transformatory, uczniowie

### ABSTRACT

#### INTRODUCTION

In city agglomerations, educational establishments are very often within the vicinity of energy infrastructure such as, power lines, distribution transformers; power distribution rooms, mobile phone base stations and overhead tramway power lines. The levels of magnetic fields in the classrooms of such educational establishments are not well known.

#### MATERIAL AND METHODS

Ten primary schools from Tychy were chosen for the study, all of which are located within a radius of 100 meters from distribution transformers. The magnetic induction was measured in at least two classrooms, i.e. in the information technology classroom and a humanistics classroom.

#### RESULTS

Based on visual inspection, it was ascertained that for two schools, the transformers were installed at a distance of not more than 20 m. In one school the distance is 15 m and in another there was an aerial voltage line at a distance of 20 m. The latter school contained elevators. In the humanistics classroom adjacent to the elevator shaft, an induction level of 110 nT was measured. In one of the three oldest schools tested, which was 125 years old, the measured magnetic induction levels were even higher: in the humanistic classroom – 226 nT and in the computer studies classroom – 59 nT. We also found that for 10 schools, the magnetic induction levels were higher in the information technology classroom than in the humanistics classroom.

#### CONCLUSIONS

Transformers installed within the vicinity of school buildings do not influence the magnetic induction levels within classrooms and school premises.

#### KEY WORDS

extremely low frequency magnetic fields, schools, exposition, transformer, pupils

### WSTĘP

Nasylenie środowiska człowieka energią pola magnetycznego, którego źródłem jest prąd elektryczny i urządzenia nim zasilane, jest

coraz większe. Liczba sztucznych źródeł pól magnetycznych rośnie szybko i według danych statystycznych podwaja się w odstępach 10-letnich [1]. Powszechność występowania źródeł pól magnetycznych w środowisku pracy i życia człowieka powoduje, że bardzo waż-

ny problem ryzyka zdrowotnego związanego z wpływem tego czynnika na zdrowie ludzkie budzi zainteresowanie nie tylko naukowców, ale także coraz większych grup społeczeństwa. Wśród badaczy panuje przekonanie, że pole magnetyczne występujące w otoczeniu linii energetycznych i stacji transformatorowo-rozdzielczych o częstotliwości 50/60 Hz jest prawdopodobnie rakotwórcze dla ludzi, jeżeli poziom indukcji przekracza  $0,4 \mu\text{T}$ , a ekspozycja jest ciągła [2]. Podejrzewa się przy tym, że długotrwała ekspozycja na wolnozmiennie pole magnetyczne o częstotliwości 50/60 Hz przyczynia się do wystąpienia nowotworów krwi i guzów mózgu, rzadziej innych rodzajów nowotworów [3]. Nie jest znany mechanizm ewentualnego rakotwórczego działania pól magnetycznych i nie udało się, jak dotychczas, wygenerować w warunkach doświadczalnych nowotworu u zwierząt [4].

W badaniach epidemiologicznych dotyczących wpływu wolnozmiennych pól magnetycznych na zdrowie ludzkie zbyt małą wagę przywiązuje się do wpływu tego czynnika na zachorowalność dzieci, a dane zebrane przez Regionalny Śląski Rejestr Nowotworów przy Centrum Onkologii w Gliwicach wskazują, że wśród dzieci do 14 roku życia w województwie śląskim najczęściej rejestrowano zachorowania na białaczkę i nowotwory złośliwe centralnego systemu nerwowego i mózgu. Stanowią one łącznie około 60% wszystkich zachorowań na nowotwory w tej grupie wiekowej [5].

O ryzyku zachorowania na nowotwór, według wielu specjalistów, decyduje w większym stopniu czas trwania ekspozycji na pole magnetyczne niż jego natężenie [6]. Dużą rolę w działaniu tego czynnika na organizm ludzki odgrywa także masa ciała. Ilość pochłoniętej energii na kilogram masy ciała u dziecka jest większa niż u osoby dorosłej. Również odległość najważniejszych narządów, takich jak serce czy mózg od skóry klatki piersiowej czy kości czaszki jest u dzieci dużo mniejsza [7].

Dzienny czas przebywania uczniów w placówkach oświatowych jest coraz dłuższy. Wynika to z faktu, iż oprócz obowiązkowych zajęć lekcyjnych uczniowie niejednokrotnie biorą udział w różnego rodzaju kołach zainteresowań, zajęciach świetlicowych i innych spotkaniach odbywających się w pomieszczeniach szkolnych. Budynki szkolne uzbrojone są w wiele urządzeń generujących pole magnetyczne. Klasy i pracownie w coraz większym stopniu wyposażane są w urządzenia elek-

tryczne, w tym przede wszystkim w sprzęt audio-video. W ramach realizowanego programu nauczania w każdej szkole utworzono pracownie informatyczne wyposażone w komputery, drukarki, skanery i inne urządzenia peryferyjne [8]. W silnie zindustrializowanych aglomeracjach miejskich placówki oświatowe zlokalizowane są często w pobliżu źródeł pól magnetycznych, takich jak: linie energetyczne wysokich napięć, stacje transformatorowo-rozdzielcze, stacje bazowe telefonii komórkowej, sieci trakcji tramwajowej lub kolejowej. Na tej podstawie można sądzić, że dzieci w środowisku szkolnym, w którym obowiązkowa edukacja rozpoczyna się coraz wcześniej i trwa coraz dłużej, nie są pozbawione tego ryzyka. Ekspozycja dzieci i młodzieży w placówkach oświatowych na pola magnetyczne była dotychczas w literaturze naukowej rzadko opisywana. Celem podjętych badań była ocena poziomu indukcji magnetycznej w klasach i pracowniach budynków szkolnych usytuowanych w pobliżu stacji transformatorowo-rozdzielczych.

#### MATERIAŁ I METODY

W celu oceny poziomu ekspozycji uczniów na pole magnetyczne w salach lekcyjnych wybrano 10 szkół podstawowych zlokalizowanych w Tychach, w pobliżu których (w promieniu 100 m) zainstalowane były stacje transformatorowe. Informacje o lokalizacji transformatorów na terenie Tychów uzyskano od firmy Vattenfall Distribution Poland S.A. z siedzibą w Gliwicach, należącej do firm zarządzających infrastrukturą energetyczną na Śląsku. W wytypowanych szkołach wykonano pomiary indukcji magnetycznej w co najmniej dwóch salach, tj. w pracowni informatycznej oraz pracowni przedmiotów humanistycznych. Pomiary w pracowniach informatycznych wykonywano ze względu na większe nasycenie tych pomieszczeń sprzętem generującym pola elektromagnetyczne. Indukcję magnetyczną wyznaczano punktowo. Pomiary oparto na standardowych procedurach obowiązujących w Polsce za pomocą miernika MFD II (firmy F.W. Bell), umożliwiającego pomiar indukcji w zakresie 10–1999 nT oraz częstotliwości 20–2 000 Hz [9]. W badanych salach mierzono indukcję w kilku (od 3 do 6) punktach, tzw. pionach pomiarowych, na trzech wysokościach: 0,5 m,

1 m i 1,5 m od podłogi. Piony pomiarowe wybierano w miejscach najczęstszego i najdłuższego przebywania uczniów w badanych pomieszczeniach, tj. w pobliżu stanowisk komputerowych, w środku sali, w pobliżu tablicy. W każdym z tych punktów mierzono trzy składowe indukcji magnetycznej, z których wyliczono sumę wektorową  $B_w$ , korzystając z następującej zależności.

$$B_w = (B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)^{1/2} \quad (1)$$

gdzie:  $B_x$  – składowa  $x$  indukcji magnetycznej,  $B_y$  – składowa  $y$  indukcji magnetycznej,  $B_z$  – składowa  $z$  indukcji magnetycznej.

Składową  $x$  wektora indukcji magnetycznej mierzono wzdłuż kierunku północ – południe, składową  $y$  wzdłuż kierunku wschód – zachód, a składową  $z$  prostopadle do płaszczyzny  $x - y$ . Indukcję magnetyczną mierzono przy włączonych wszystkich urządzeniach elektrycznych w pomieszczeniu (sprzęt audio-video, lampy oświetleniowe, komputery, urządzenia peryferyjne i inny sprzęt elektryczny). Tę samą procedurę pomiarową zastosowano w odniesieniu do poziomu indukcji magnetycznej wytwarzanej przez transformator umieszczony w komorze wolnostojącej zlokalizowanej w odległości 15 metrów od jednej z badanych szkół oraz linii energetycznej niskiego napięcia znajdującej się w odległości 20 m od budynku szkolnego. Pomiarów punktowych wykonywano na wysokości 1,5 m, przy użyciu ww. miernika indukcji magnetycznej, w odstępach 1 m od ściany komory sąsiadującej z budynkiem szkolnym do miejsca, gdzie poziom indukcji zmalał do poziomu tła.

W badaniach zebrano informacje dotyczące: wieku budynku, liczby kondygnacji, liczby uczniów, liczby pomieszczeń lekcyjnych, liczby pracowni komputerowych, czasu trwania zajęć lekcyjnych, obciążenia godzinowego pracowni informatycznych, zainstalowanych w budynku urządzeń elektrycznych, takich jak: windy osobowe, windy towarowe, windy dla wózków inwalidzkich i in. Odległość stacji transformatorowej od badanego budynku określano każdorazowo laserowym miernikiem odległości DLE 150 Laser firmy Bosch. Przed przystąpieniem do pomiarów w wytypowanych szkołach, dokonano oględzin obiektu pod kątem istniejących zewnętrznych źródeł pól elektromagnetycznych, takich jak: linie energetyczne, stacje bazowe telefonii komórkowej, sieci trakcji trolejbusowej i kolejowej.

## WYNIKI

Na podstawie uzyskanych informacji zawartych w ankiecie oraz wizji lokalnej budynku, a także przeprowadzonej rozmowy z dyrektorem szkoły dokonano charakterystyki badanej placówki oświatowej (tab. I). Szkoły w tabelach umownie oznaczone zostały cyframi rzymskimi od I do X.

Z zebranych w tabeli I danych wynika, że większość badanych placówek oświatowych została wybudowana w latach największego rozwoju Tychów, tj. w drugiej połowie XX wieku. Związane to było z powstawaniem nowych osiedli mieszkaniowych budowanych dla powstającej fabryki fiata oraz pobliskich

Tabela I. Charakterystyka budynków szkolnych

Table I. Specificity of school buildings

Nr szkoły	Wiek budynku (lata)	Liczba kondygnacji	Liczba pomieszczeń lekcyjnych	Liczba uczniów
I	215	2	20	435
II	57	2	14	263
III	29	2	12	448
IV	125	2	4	62
V	125	1	9	435
VI	53	2	17	338
VII	34	2	21	423
VIII	32	2	23	498
IX	40	2	14	335
X	26	1	20	357

kopalni węgla kamiennego: Piast, Ziemowit, Wesoła oraz innych zakładów pracy tworzonych w bliskim sąsiedztwie miasta. W trzech przypadkach wiek budynków szkolnych przekraczał 100 lat. Były to obiekty zlokalizowane w najstarszych dzielnicach Tychów. Większość szkół była dwukondygnacyjna, tylko dwie były parterowe. Liczba uczniów w badanych szkołach wynosiła od 263 do 498. Tylko w jednej szkole (nr IV) liczba uczniów była niewielka (62). Liczba pomieszczeń lekcyjnych w szkołach była pochodną liczby uczniów i poza dwoma przypadkami przekraczała 10 sal lekcyjnych.

Wykorzystując informacje o lokalizacji transformatorów na terenie Tychów uzyskane od firmy Vattenfall Distribution Poland S.A., dokonano pomiaru odległości tych urządzeń od budynków szkolnych. Na podstawie wizji lokalnej zidentyfikowano inne źródła pól magnetycznych znajdujące się wewnątrz bądź w bliskim sąsiedztwie budynków szkolnych (tab. II).

Z danych zamieszczonych w tabeli II wynika, że tylko w przypadku dwóch szkół transformatory energetyczne zainstalowane zostały w odległości nieprzekraczającej 20 m. W odległości 15 m od szkoły oznaczonej nr II znajdowały się transformator oraz napowietrzna linia energetyczna niskiego napięcia. Wewnątrz tej szkoły była winda towarowa. Innych urządzeń energetycznych, na podstawie wizji lokalnej, w bezpośrednim sąsiedztwie badanych szkół nie stwierdzono.

Aby ocenić wpływ zainstalowanego w sąsiedztwie budynku szkolnego transformatora

na poziom ekspozycji uczniów w pomieszczeniach lekcyjnych, dokonano pomiaru indukcji magnetycznej generowanej przez to urządzenie w funkcji odległości (tab. III). Otrzymane wyniki wskazują, że podwyższony poziom indukcji magnetycznej generowanej przez wolnostojącą stację transformatorową rozciąga się na odległość 7 m od ściany kontenera, w którym zainstalowano to urządzenie. W odległościach przekraczających 7 m zmierzone indukcje magnetyczne nie przekraczały poziomu tła.

Jeszcze niższe wartości indukcji magnetycznej niż zebrane w tabeli III stwierdzono w sąsiedztwie linii energetycznej niskiego napięcia przebiegającej w odległości 20 m od szkoły oznaczonej nr II. Bezpośrednio pod linią energetyczną niskiego napięcia poziom indukcji magnetycznej wynosił 10 nT i nie ulegał zmianie wraz z odległością od tej linii.

Najwyższy poziom indukcji magnetycznej w salach humanistycznych stwierdzono w szkołach oznaczonych numerami II i V (tab. IV). W szkole nr II pracownie humanistyczne sąsiadowały z tunelem windy towarowej. W pobliżu ściany sąsiadującej z windą, w odległości 1,5 m, zmierzony poziom indukcji magnetycznej przekraczał 110 nT. W punktach odległych o 3 i 6 m indukcja zmalała do poziomu 95 i 94 nT. W szkole nr V, jednej z trzech najstarszych badanych szkół z terenu Tychów, zmierzone poziomy indukcji magnetycznej sięgały: w klasie humanistycznej 226 nT, w pracowni informatycznej 59 nT. W bezpośrednim sąsiedztwie budynku szkol-

**Tabela. II.** Lokalizacja urządzeń energetycznych w sąsiedztwie szkoły  
**Table II.** Location of energy devices in school neighbourhood

Nr szkoły	Transformator w pobliżu szkoły	Odległość transformatora od szkoły (m)	Winda w budynku szkolnym	Odległość napowietrznej linii energetycznej od szkoły (m)
I	nie	47 m	nie	nie
II	tak	15 m	tak	20 m, linia NN
III	nie	40 m	nie	nie
IV	tak	20 m	nie	nie
V	nie	> 50 m	nie	nie
VI	nie	35 m	nie	nie
VII	nie	> 50 m	nie	nie
VIII	nie	50 m	nie	nie
IX	nie	42 m	nie	nie
X	nie	50 m	nie	nie

NN – linia energetyczna niskiego napięcia 400/230 V  
NN – low-voltage line 400/230 V

**Tabela III.** Indukcja magnetyczna w funkcji odległości od komory z transformatorem zainstalowanym przy szkole nr II  
**Table III.** Magnetic induction measured in function of distance from chamber with installed transformer at school no. II

Odległość od transformatora (m)	Średnia indukacja magnetyczna $B_{sr}$ (nT)	SD (nT)
1	1970	104
2	610	42
3	200	22
4	70	24
5	60	8
6	23	8
7	12	3
8	10	6
9	11	2
10	10	4

SD (standard deviation) – odchylenie standardowe

nego nie stwierdzono żadnych urządzeń elektrycznych mogących generować pole magnetyczne. Badania wykazały, że na 10 zbadanych szkół, w 6 z nich poziomy indukcji magnetycznej zmierzone w pracowniach informatycznych były wyższe niż w klasach humanistycznych (tab. IV).

Poziomy indukcji magnetycznej w pracowniach informatycznych były zależne od wieku zainstalowanego w nich sprzętu komputerowego – starsze komputery generowały wyższe indukcje (w szkołach oznaczonych numerami II, IV i VI; tab. IV). Badania nie wykazały, by transformatory zainstalowane w niewielkich odległościach od budynków szkolnych,

podwyższały poziom indukcji magnetycznej w klasach i pracowniach. Również przewodzone w pobliżu szkół linie energetyczne niskiego napięcia nie miały takiego wpływu. Większe znaczenie dla wartości pól magnetycznych w pomieszczeniach szkolnych miały natomiast urządzenia elektryczne zainstalowane wewnątrz budynku; takie jak winda towarowa w szkole nr II czy akwarium z całym wyposażeniem w szkole nr V (tab. IV). W szkole oznaczonej nr V wysoki poziom indukcji magnetycznej zmierzonej w klasach i pracowniach mógł być spowodowany wiekiem budynku, i – co się z tym wiąże – stanem niemodyfikowanej, starej instalacji elektrycznej.

**Tabela IV.** Średnia indukacja magnetyczna zmierzona w wybranych pracowniach szkolnych  
**Table IV.** Average magnetic induction measured in selected classrooms

Numer szkoły	Pracownie informatyczne			Pracownie humanistyczne		
	liczba pomiarów (n)	$B_{sr}$ (nT)	SD (nT)	liczba pomiarów (n)	$B_{sr}$ (nT)	SD (nT)
I	36	12	7	27	11	2
II	45	32	15	27	100	7
III	36	13	2	36	9	6
IV	36	29	10	27	38	3
V	54	59	46	36	226	77
VI	36	43	31	27	12	1
VII	36	14	4	27	10	3
VIII	36	9	2	36	8	3
IX	36	13	1	27	13	1
X	36	13	2	27	9	6

## DYSKUSJA

Inspiracją podjętych badań było ujawnienie we wcześniejszych badaniach, że na terenie Katowic, w dwóch szkołach: podstawowej i w liceum, wewnątrz budynków zainstalowane zostały transformatory energetyczne [10]: w pierwszej z nich (szkoła podstawowa, transformator zainstalowany był w pobliżu wejścia do szkoły, w sąsiedztwie korytarza, a w drugiej (liceum) w przyziemiu budynku, przy czym bezpośrednio nad pomieszczeniem z transformatorem znajdowała się pracownia informatyczna. Transformatory w istotny sposób wpływały na zmierzone w klasach i pracowniach tych szkół poziomy indukcji magnetycznej. Były one 5–10 razy wyższe od indukcji magnetycznej zmierzonej w pozostałych szkołach [10].

Uzyskane informacje i szczegółowa wizja lokalna dokonana w badaniach na terenie Tychów, nie wykazały, by w budynkach szkolnych zainstalowane były transformatory. Natomiast zlokalizowany w pobliżu, w odległości 15 m od budynku szkoły oznaczonej nr II transformator, nie wpływał na poziom pól magnetycznych w jej wnętrzu. Prowadzona w pobliżu tej samej szkoły w odległości 20 m linia elektryczna niskiego napięcia również nie podwyższała poziomu indukcji magnetycznej w klasach i pracowniach. Większy wpływ na poziom ekspozycji uczniów na wolnozmiennne pole magnetyczne w tej szkole wynikał z zainstalowanych urządzeń elektrycznych, takich jak windy, oraz z większego nasycenia klas i pracowni szkolnych sprzętem elektrycznym. Dotyczy to sprzętu komputerowego starszej generacji (w szkołach oznaczonych numerami II, IV, i VI; tab. IV). Wysokie poziomy indukcji magnetycznej zmierzone w szkole oznaczonej nr V mogły wynikać ze starej niemodyfikowanej instalacji elektrycznej.

W żadnej z badanych szkół poziom indukcji magnetycznej nie przekraczał  $0,4 \mu\text{T}$ , co przez wielu autorów uważane jest za wartość progową związaną z większym prawdopodobieństwem zachorowania na nowotwory krwi i mózgu [2]. W żadnej badanej szkole nie zostały także przekroczone poziomy normatywne [15]. Dopuszczalny, najwyższy poziom pól elektromagnetycznych NDN, charakteryzujących oddziaływanie tych pól na środowisko, wynosi dla miejsc dostępnych dla ludności  $75 \mu\text{T}$ . Nie ma oddzielnych normatywów hi-

gienicznych określających najwyższy dopuszczalny poziom natężenia pól magnetycznych dla placówek oświatowych. Poziom dopuszczalny charakteryzujący oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko, określony dla miejsc dostępnych dla ludności, jest o ponad 100 razy wyższy od poziomów, które przez wielu autorów uważane są za zwiększające prawdopodobieństwo powstania nowotworów krwi i mózgu [14]. Ważnym czynnikiem mającym wpływ na skutki zdrowotne u osób ekspozowanych na wolnozmiennne pole magnetyczne jest czas narażenia. W szkołach podstawowych wynosi on około 25 godzin tygodniowo, w tym w pracowniach informatycznych uczniowie spędzają 2 godziny w tygodniu.

Niewiele jest doniesień literaturowych dotyczących oceny wolnozmiennych pól magnetycznych w budynkach oświatowych. W pracy Li i wsp. z 2007 r., wykazano że w szkołach usytuowanych w pobliżu urządzeń energetycznych, takich jak linie wysokiego napięcia czy transformatory, poziomy indukcji magnetycznej mieściły się w przedziale  $0,2\text{--}0,5 \mu\text{T}$  i były wyższe od indukcji magnetycznej zmierzonej w szkołach podstawowych z terenu Tychów [11]. W pracy Tardona i wsp. poziomy indukcji magnetycznej mierzone w rejonie Oviedo w Hiszpanii wynosiły średnio kilkanaście nT i były porównywalne z wynikami zmierzonymi w szkołach w Tychach. Wyższe poziomy indukcji autorzy tej pracy zmierzili w szkołach w rejonie Barcelony. Uzyskane tam poziomy zmierzonej indukcji magnetycznej zawierały się w przedziale  $40\text{--}130 \text{ nT}$ . Wyniki badań Suna i wsp. prowadzonych w różnych typach szkół w Stanach Zjednoczonych nie odbiegają od poziomów indukcji zmierzonych w szkołach podstawowych w Tychach [13]. Autorzy pracy zwracają uwagę, że na poziom indukcji magnetycznej w budynkach szkolnych oprócz zainstalowanych urządzeń zużywających duże ilości energii, wpływają też liczba kondygnacji budynku oraz przewody elektryczne biegnące w stropach pomieszczeń lekcyjnych. Także Zieliński i wsp., badając poziomy indukcji magnetycznej w szkołach podstawowych i średnich z terenu Katowic, uzyskali podobne wyniki jak autorzy niniejszej pracy. Wyjątek stanowiły szkoły, w których wnętrzach były zainstalowane transformatory [10]. Poziomy indukcji były w nich 5–10 razy wyższe w porównaniu z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy.

## WNIOSKI

1. Transformatory energetyczne zainstalowane w pobliżu szkół – w odległościach nieprzekraczających 100 m – nie miały wpływu na poziom zmierzonej indukcji magnetycznej w klasach i pracowniach szkolnych.
2. Stary sprzęt komputerowy i wiek budynków może być powodem podwyższonych wartości indukcji magnetycznej.
3. W żadnej z badanych szkół podstawowych zmierzone poziomy indukcji magnetycznej nie przekraczały wartości normatywnych.

## PIŚMIENNICTWO

1. Główny Urząd Statystyczny, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, Rok LXXI Warszawa.
2. IARC evaluation of ELF magnetic fields: Public understanding of the 0,4  $\mu$ T exposure metric. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2008; 18: 233–235.
3. Ahlbom A., Day N., Feychting M. i wsp. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *Br. J. Cancer* 2000; 85, 692–698.
4. Ahlbom A., Cardis E., Green A., Linet M., Savitz D., Swerdlow A. Review of the Epidemiologic Literature on EMF and Health. *Environ. Health Perspect.* 2001; 109: 911–933.
5. Kołosza Z., Banasik T.R., Zemła B.F.P. Nowotwory złośliwe w województwie śląskim w 2005 roku. Zakład Epidemiologii Nowotworów Centrum Onkologii – Instytut im. M. Skłodowskiej-Curie, Oddział w Gliwicach, Gliwice 2007.
6. Szmigielski S., Sobiczewski E. Współczesne koncepcje ochrony pracowników i ludności przed polami EM w krajach Unii Europejskiej. *Med. Pracy* 2003; 54: 169–174.
7. Mamrot P., Zmysłony M., Politański P., Aniołczyk H. Ocena bezpieczeństwa zabawek – ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa elektromagnetycznego – w świetle obowiązujących przepisów – badania wstępne. *Med. Pracy* 2005; 56, 19–24.
8. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dn. 18.04.2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ramowych planów nauczania w szkołach publicznych. *Dz. U. z dn. 29.04.2008 r.*
9. PN-T-06580-3:2002: Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym o częstotliwości 0 Hz do 300 GHz. Część 3. Metody pomiaru i oceny pola na stanowiskach pracy. PKN, Warszawa 2002.
10. Zieliński G., Harazin B., Hirsza A. i wsp. Wolnozmiennne pola elektromagnetyczne w pomieszczeniach szkolnych wybranych placówek oświatowych z terenu Katowic. *Ann. Acad. Med. Siles.* 2009; 6: 60–68.
11. Li Ch., Sung F., Chen F., Lee P. i wsp. Extremely – low – frequency magnetic field exposure of children at schools near high voltage transmission lines. *Sci. Total Environ.* 2007; 376: 151–159.
12. Tardon A., Velarde H., Rodriguez P. i wsp. Exposure to extremely low frequency magnetic fields among primary school children in Spain. *J. Epidemiol. Commun. Health* 2002; 56: 432–433.
13. Sun W.Q., Heroux P., Clifford T., Sadilek W., Hamade F. Characterization of the 60-Hz Magnetic Fields in Schools of the Carleton Board of Education. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1995; 56: 1215–1224.
14. McNally R., Parker L. Environmental factors and childhood acute leukemia and lymphomas. *Leuk. Lymph.* 2006; 47: 583–596.
15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów dotrzymania tych poziomów. *Dz. U.* 2003, nr 192, poz. 1883.