

Zakład Ochrony Zdrowia w Środowisku Pracy,  
Wydział Zdrowia Publicznego, Śląska Akademia Medyczna  
Occupational Health Protection Unit, Faculty of Public Health,  
Medical University of Silesia,

GRZEGORZ ZIELIŃSKI, BARBARA HARAZIN, JACEK KAŁAMARZ

---

*Low frequency magnetic field in chosen apartment buildings*

---

**Wolnoziemne pole magnetyczne w wybranych budynkach mieszkalnych**

Urządzenia elektryczne, takie jak: transformatory, maszynownie wind, linie energetyczne, silniki, sprzęt gospodarstwa domowego, instalacja elektryczna, są źródłami wolnoziemnego pola magnetycznego. Z każdym rokiem w otoczeniu człowieka jest ich coraz więcej.

W ostatnich latach w literaturze naukowej ukazało się wiele doniesień dotyczących badań epidemiologicznych, które wskazują na podwyższone ryzyko zachorowań na niektóre nowotwory głównie białaczki i guzy mózgu, osób ekspozowanych przez długi czas na pole magnetyczne o częstotliwości 50/60 Hz [9]. Hipotezę taką, na przykładzie kilkunastu badań epidemiologicznych wykonanych w USA wysunął Ahlbom i współpracownicy w pracy z 2000 roku [1]. Liczni autorzy podkreślają też, że ryzyko zachorowania na nowotwory nie wynika tylko z ekspozycji na pola o dużych natężeniach i częstotliwości 50/60 Hz, lecz z długotrwałej ekspozycji ludzi nawet na słabe pola magnetyczne [2,4,5].

Przedstawione fakty skłaniają do postawienia wniosku, że rozstrzygnięcie problemu oddziaływań pól magnetycznych na organizmy biologiczne wymaga jeszcze wielu badań, których podstawą powinno być dokładne określenie czynnika, szczególnie tam, gdzie czas ekspozycji jest dosyć długi.

Celem badań jest porównanie i ocena, wolnoziemnych pól magnetycznych 50 Hz w budynkach mieszkalnych usytuowanych w pobliżu urządzeń generujących pole magnetyczne z ekspozycją w domach oddalonych od tych urządzeń.

#### MATERIAŁ I METODA

Indukcję magnetyczną zmierzono w 42 mieszkaniach, które podzielono na cztery następujące grupy:

- sąsiadujące z transformatorem - w odległości nie większej niż 20 m,
- zlokalizowane w sąsiedztwie linii energetycznych wysokich napięć - w odległości do 50 m,
- znajdujące się w wolnostojących domach jednorodzinnych, oddalonych od urządzeń energetycznych,
- położone w wielokondygnacyjnych, co najmniej 10-piętrowych budynkach mieszkalnych,

Pomiary wykonywano w okresie jesienno-zimowym, ze względu na większy pobór mocy, dwukrotnie: rano w godzinach 8<sup>00</sup> do 10<sup>00</sup> i wieczorem między godzinami 20<sup>00</sup> a 22<sup>00</sup>.

Pomiary wykonano miernikiem indukcji magnetycznej o zakresie pomiarowym od 1 nT (1 nT = 10<sup>-9</sup> T) do 2000 μT (1 μT = 10<sup>-6</sup> T) co w pełni zapewniało dokładny pomiar indukcji magnetycznej w badanym środowisku. Przed przystąpieniem do badań przyrząd został wykalibrowany.

Pomiary wykonywane były według następującej procedury pomiarowej:

- pola magnetyczne w mieszkaniach mierzone były w pokoju dziennym, sypialni, kuchni i przedpokoju, w centralnym miejscu tych pomieszczeń na czterech wysokościach: 0,1; 0,5; 1,0 i 1.5 m od podłogi,

W pomiarach wyznaczano trzy składowe indukcje magnetycznej, z których obliczano sumę geometryczną.

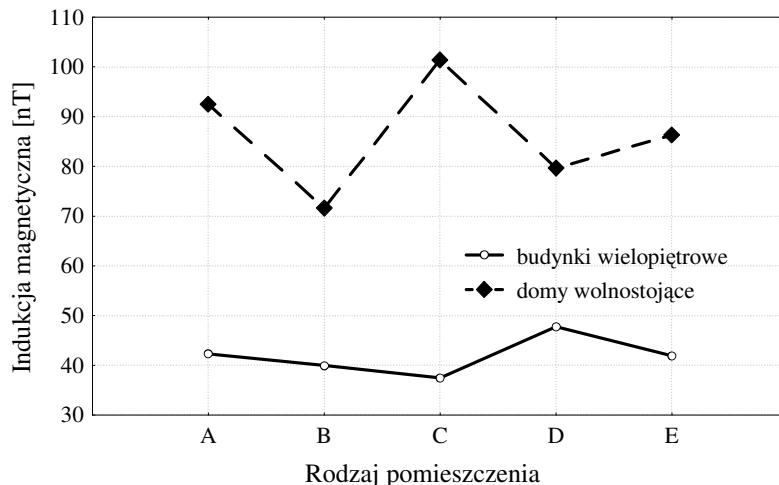
Analizę statystyczną danych wykonano z użyciem pakietu statystycznego Statistica 6. Statsoft Polska. Przeprowadzono analizę zgodności rozkładów liczebności przypadków względem każdej składowej pola, w każdym punkcie oddzielnie, dla określenia adekwatnego testu statystycznego dla prób powiązanych. Zastosowano test Kołmogorowa-Smirnowa, w którym porównano dystrybuanty analizując bezwzględne wartości różnic między nimi. Mimo braku istotnych różnic dla wartości średnich, test ten umożliwił wykazanie istotnych różnic kształtu rozkładów oraz wykazał dla większości przypadków istotną różnicę uzyskanych rozkładów w odniesieniu do rozkładu normalnego. Dla prób niepowiązanych, gdy rozkłady różniły się od rozkładu normalnego, zastosowano test U Manna – Whitney’ a.

## WYNIKI BADAŃ

Zmierzone indukcje magnetyczne we wnętrzach wolnostojących domów jednorodzinnych - usytuowanych z dala od źródeł pól magnetycznych, w porównaniu z indukcjami w mieszkaniach budynków wielopiętrowych, przedstawiono na Ryc. 1. W mieszkaniach domów wolnostojących uzyskano wyższe indukcje. W niektórych pomieszczeniach badanych domów, np. w pokoju gościnnym i kuchni, indukcja magnetyczna wynosiła 100 nT, gdy w wielopiętrowych budynkach, w analogicznych pomieszczeniach, nie przekraczała 50 nT. W domach wielopiętrowych, najwyższe poziomy indukcji magnetycznej, sięgające 50 nT, uzyskano w przedpokojach.

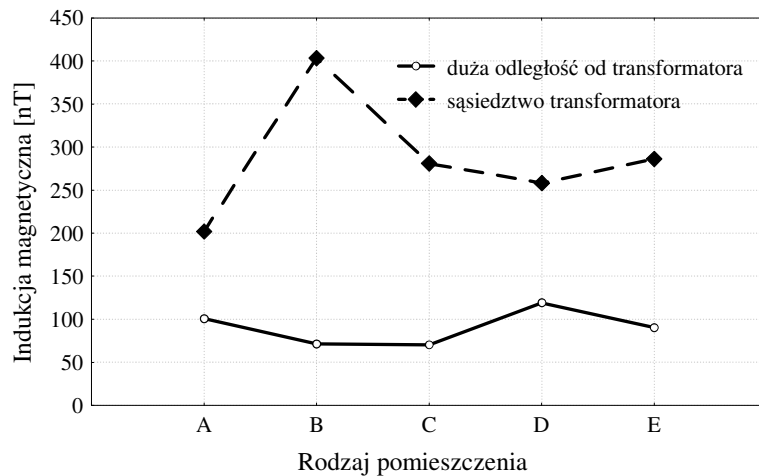
Poziomy indukcji magnetycznej mierzone w mieszkaniach domów, usytuowanych w sąsiedztwie transformatorów, w porównaniu z indukcjami w mieszkaniach domów oddalonych od tych urządzeń, przedstawiono na Ryc. 2. Uzyskane wyniki wskazują na sześciokrotnie wyższe wartości indukcji w mieszkaniach sąsiadujących z transformatorami, w porównaniu do mieszkań budynków odległych od tych urządzeń. W tych pierwszych mieszkaniach zmierzona indukcja wynosiła 300 nT, w tych drugich nie przekraczała 50 nT.

Indukcja magnetyczna zmierzona w domach, w pobliżu których przebiegały linie energetyczne wysokich napięć i w domach odległych od tych źródeł, przedstawiono na Ryc. 3.



A – salon, B – sypialnia, C – kuchnia, D – przedpokój, E – średnia

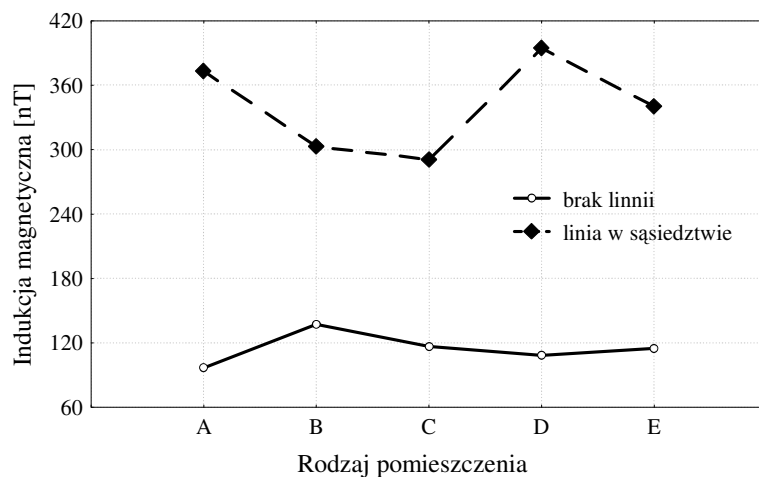
**Ryc. 1. Indukcja magnetyczna zmierzona w różnych pomieszczeniach domów jednorodzinnych i w budynkach wielopiętrowych położonych z dala od źródeł pól magnetycznych**



A – salon, B – sypialnia, C – kuchnia, D – przedpokój, E – średnia

**Ryc. 2. Indukcja magnetyczna zmierzona w różnych pomieszczeniach domów położonych w sąsiedztwie transformatorów i w domach usytuowanych w dużych odległościach od tych źródeł**

W mieszkaniach domów sąsiadujących z liniami energetycznymi zmierzone indukcje były trzy razy większe od mieszkań domów oddalonych od linii energetycznych. W domach obok linii, indukcja magnetyczna w przedpokoju i pokoju gościnnym wynosiła średnio 400 nT. W domach oddległych od tych źródeł wynosiła odpowiednio 100 nT



A – salon, B – sypialnia, C – kuchnia, D – przedpokój, E – średnia

**Ryc. 3. Indukcja magnetyczna zmierzona w różnych pomieszczeniach domów położonych w pobliżu linii energetycznych i w domach oddległych od tych źródeł**

### DYSKUSJA WYNIKÓW

Uzyskane wyniki ujawniają, że w mieszkaniach domów wolnostojących indukcje magnetyczne są większe od indukji zmierzonej w mieszkaniach budynków wielopiętrowych. Można to tłumaczyć większym nasyceniem tych pierwszych mieszkań elektrycznym sprzętem i urządzeniami gospodarstwa domowego.

Sąsiedztwo urządzeń takich jak transformatory, czy sieć energetyczna wysokich napięć, przyczynia się do ponad trzykrotnego zwiększenia indukcji magnetycznej we wnętrzach mieszkań. Należy podkreślić, że na pola magnetyczne indukowane przez urządzenia zainstalowane na zewnątrz mieszkań nakładają się indukcje pochodzące od elektrycznych urządzeń będących na wyposażeniu domów.

Spotykane poziomy indukcji magnetycznej w polskich domach są porównywalne z wynikami opublikowanymi w pracach autorów zagranicznych. Np. w pracy Karlsena i innych we wnętrzach norweskich domów zmierzone indukcje magnetycznej wynosiły: w pokoju gościnnym – 12 nT, w sypialni 11 nT, w kuchni 160 nT i były niższe od indukcji uzyskanej w naszych badaniach [6]. Cytowane dodatkowo w tej pracy wyniki pomiarów wykonywanych w domach szwedzkich są porównywalne z wynikami uzyskanymi w naszych badaniach, ponieważ wynosiły odpowiednio: w pokoju gościnnym - 134 nT, w sypialni – 104 nT, w kuchni – 127 nT. W pracy London i współautorów przedstawiono wyniki pomiarów indukcji magnetycznej w pokojach domów dzieci chorych na białaczkę [8]. W badaniach tych pomiary były wykonywane dwukrotnie: najpierw przy pełnym obciążeniu instalacji elektrycznej oraz przy wyłączonych odbiornikach. Zmierzone indukcje magnetyczne wynosiły odpowiednio: 111 nT i 60 nT. Również Kaune i współpracownicy scharakteryzowali wolnozmiennie pola magnetyczne we wnętrzach mieszkań [7]. Autorzy wykonywali pomiary w godzinach rannych i wieczornych. Zmierzone indukcje w wybranych pomieszczeniach wynosiły: w sypialni, rano – 95 nT, wieczorem - 95 nT, w pokoju gościnnym, rano – 88 nT, wieczorem - 71 nT, w kuchni, rano – 109 nT, wieczorem - 122 nT.

Porównanie wyników uzyskanych przez autorów cytowanych prac z naszymi badaniami sugeruje, że w naszym kraju, w domach sąsiadujących z urządzeniami energetycznymi, zmierzone indukcje magnetyczne są kilkakrotnie wyższe od indukcji zmierzonej w innych krajach [10]. Wiąże się to z większą ekspozycją mieszkańców tych domów na wolnozmiennie pole magnetyczne.

## WNIOSKI

1. Badania wykazały, że poziomy indukcji magnetycznej w domach jednorodzinnych są wyższe od indukcji w wielopiętrowych budynkach mieszkalnych.
2. W mieszkaniach sąsiadujących z urządzeniami energetycznymi zmierzone indukcje są trzykrotnie wyższe od indukcji w mieszkaniach znajdujących się w dużych odległościach od tych źródeł.
3. Uzyskane wyniki są porównywalne z wynikami pomiarów prowadzonych w innych krajach z tą różnicą, że zmierzone w tej pracy indukcje magnetyczne w mieszkaniach domów sąsiadujących ze źródłami pól magnetycznych, są kilkakrotnie wyższe od indukcji uzyskanych w innych krajach.

## LITERATURA

1. Ahlborn A. i in.: A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *Br. J. Cancer*, 85 (5), 2000, 692-698,.
2. De-Kun Li i in.: A Population-Based Prospective Cohort Study of Personal Exposure to Magnetic Fields during Pregnancy and the Risk of Miscarriage, *Epidemiology*, vol. 13, 1, 2002, 9-20,.
3. Delpizzo V. i in.: Relative-risk-estimate bias and loss of power in the mantel test for trend resulting from the use of magnetic-field point-in-time („spot”) measurements in epidemiological studies based on an ordinal exposure scale, *Bioelectromagnetics*, 13, 1992, 363-378.
4. Feychting M. i in.: Parental occupational exposure to magnetic fields and childhood cancer (Sweden), *Cancer Causes Control*, 11, 2000, 151-156,.
5. Forssen U. M. i in.: Relative Contribution and Occupational Magnetic Field Exposure Over Twenty-Four Hours Among People Living Close to and Far From a Power Line. *Bioelectromagnetics*, 23, 2002, 239-244,.
6. Karlsen J. i in.: Maling av 50 Hz magnetfelter i noen Norske husstander. Rapport, , Statens Institute for Stralehygiene Fysisk Institutt, 1987.
7. Kaune W. T. i in.: Assessing historical exposures of children to power-frequency magnetic fields, *Journal of Exposure and Environmental Epidemiology*, 2, 1994, 149-170.
8. London S. J. i in.: Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia, *American Journal of Epidemiology*, 9, 923-937, 1991.

9. Szmigielski S. i in.: Współczesne koncepcje ochrony pracowników i ludności przed polami EM w krajach Unii Europejskiej, *Medycyna Pracy*, 54, (2), 2003, 169-174.
10. Zieliński G. i in.: Exposure of Population to Slowly Variable Magnetic Fields in Multi-Storey Living Quarters, *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 13, Supplement II, 2004, 631-634.

#### **STRESZCZENIE**

Pole magnetyczne o częstotliwości 50 Hz i niezbyt dużych natężeniach prawdopodobnie zwiększa ryzyko zachorowania na nowotwory. Celem badań było porównanie poziomów indukcji magnetycznej wolnozmiennych pól o częstotliwości 50 Hz w budynkach jednorodzinnych i wielokondygnacyjnych domach mieszkalnych usytuowanych w pobliżu urządzeń generujących pole magnetyczne oraz w budynkach oddalonych od tych urządzeń. Badania wykazały, że poziomy indukcji magnetycznej w domach jednorodzinnych są wyższe od indukcji w wielopiętrowych budynkach mieszkalnych. W mieszkaniach sąsiadujących z urządzeniami energetycznymi zmierzone indukcje są trzykrotnie wyższe od indukcji w mieszkaniach znajdujących się w dużych odległościach od tych źródeł.

#### **ABSTRACT**

A magnetic field of 50 Hz frequency and not high intensity might probably increase the risk of cancer. The aim of the investigation was to compare magnetic induction levels of low frequency fields of 50 Hz in single-family houses and multi-storey houses. The buildings were located both near magnetic field generating systems, and in some distance. The investigation showed that the levels of induction in single-family houses are higher than in multi-storey houses. In apartments adjacent to energetic systems, measured inductions are three times higher than those noted in apartments more distant from magnetic field generators.