

Marek Szuba

KONSEKWENCJE ZMIAN PRZEPISÓW W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA PRZED ODDZIAŁYWANIEM PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH O CZĘSTOTLIWOŚCI 50 Hz

CONSEQUENCES OF CHANGED REGULATIONS ON THE PROTECTION OF THE ENVIRONMENT
AGAINST THE INFLUENCE OF THE 50 Hz MAGNETIC FIELD

Politechnika Wrocławska, Wrocław

Instytut Energoelektryki I-8

STRESZCZENIE

W ostatnich latach szereg krajów wprowadziło normy, przepisy lub zalecenia ograniczające do wartości kilku A/m lub nieco mniejszej poziomy pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz w środowisku. Celem tych ograniczeń jest ochrona zdrowia ludzi przed potencjalnie niekorzystnymi skutkami długotrwałego oddziaływania pola magnetycznego wytwarzanego przez linie napowietrzne wysokiego napięcia. Wprowadzenie do stosowania w kraju tak niewielkich poziomów dopuszczalnych stworzy poważne problemy dotyczące budowy nowych oraz eksploatacji funkcjonujących układów przesyłowych i rozdzielczych wysokiego napięcia. Wynika to z faktu, że obszary, na których występują pola magnetyczne o wartościach przekraczających rekomendowane, zaostrożone poziomy, rozciągają się do odległości nawet 300 m od osi linii 400 kV. Nie ulega wątpliwości, że obniżenie dopuszczalnej wartości natężenia pola magnetycznego 50 Hz z 60 A/m do wartości 0,25 A/m lub nieco większej spowoduje konieczność podjęcia szeregu działań technicznych i organizacyjnych. Niestety, poprzez zmianę konstrukcji linii napowietrznych nie obniży się pola w sąsiedztwie linii do tak niskich poziomów. Jedynym skutecznym rozwiązaniem będzie wyłączenie z funkcji budowlanej terenów sąsiadujących z linią napowietrzną. Przybliżone oszacowania wskazują, że powierzchnia terenu wokół eksploatowanych linii napowietrznych 400, 220 i 110 kV, którą należałoby wyłączyć z zabudowy mieszkaniowej, będzie wynosiła ponad 12 000 km², czyli ok. 4% powierzchni kraju. Med. Pr. 2009;60(1):51–57

Słowa kluczowe: pole elektromagnetyczne, obliczenia, wartość dopuszczalna, linie napowietrzne

ABSTRACT

Over the recent years some countries have introduced norms, regulations or recommendations limiting the value of few A/m permissible levels of the 50 Hz magnetic field (MF) in the environment. This results from the studies indicating a number of biological effects on living organisms exposed to magnetic fields with levels similar to those produced by high voltage overhead power lines. The main objective of these restrictions was to protect human health from the effects of MF produced by high voltage overhead transmission lines. The changed permissible level of MF intensity to the level now binding in different countries will have great economic and financial impact. The greatest impact will be observed in the already established residential areas, which require that the levels of magnetic field from existing overhead lines be lowered. The effects of more strict regulations on the protection against the effects of the 50 Hz magnetic field, reducing the levels to values lower than 0.25 A/m, can be grouped into three categories: technical effects, space and landscape implications and financial impact. The lowering of MF maximum acceptable level will require changes in the structure of new power lines and modifications in the existing grid. Unfortunately, the replacing of overhead power lines with cables is not possible on account of too high costs. The extension of the area, in which construction of dwelling houses will not be possible, can turn out to be the only solution. Med Pr 2009;60(1):51–57

Key words: electromagnetic field, calculations, permissible value, overhead lines

Adres autorów: Politechnika Wrocławska, Wrocław, Instytut Energoelektryki I-8, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-378 Wrocław,

e-mail: marek.szuba@pwr.wroc.pl

Nadesłano: 14 stycznia 2009

Zatwierdzono: 30 stycznia 2009

WSTĘP

Oddziaływanie na środowisko pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez linie napowietrzne oraz inne instalacje elektryczne jest zagadnieniem będącym w centrum zainteresowania badaczy od wielu lat. Przeprowadzone dotychczas badania ujawniły liczne efekty biologiczne, które mogą wystąpić w organizmach żywych poddanych działaniu pól elektromagnetycznych o częstotliwości 50 Hz, których poziomy są zbliżone do tych, jakie występują w sąsiedztwie linii napowietrznych

wysokiego napięcia. W związku z tym szereg krajów wprowadziło normy, przepisy lub zalecenia ograniczające poziomy pola elektrycznego i magnetycznego w środowisku. Celem tych ograniczeń jest ochrona zdrowia ludzi przed potencjalnie niekorzystnymi skutkami długotrwałego oddziaływania, przede wszystkim składowej magnetycznej pola.

W większości krajów wartości dopuszczalne składowej magnetycznej pola są zbliżone do 80 A/m,

tj. poziomu rekomendowanego przez Unię Europejską (2), jednak jak wskazują ostatnie analizy (4), w niektórych krajach zaleca się stosowanie znacznie niższych wartości. Pogłębiona analiza tego tematu wskazuje na powolne, chociaż systematyczne zaostrzanie w różnych krajach przepisów w zakresie ochrony zdrowia przed oddziaływaniem składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz. Jest to dość powszechnie wykorzystywane w kampaniach organizowanych przez przeciwników budowy nowych linii napowietrznych. Sytuacja ta rodzi oczywiste pytania dotyczące kwestii eksploatacji, a także perspektyw rozbudowy krajowej sieci przesyłowej i rozdzielczej, w której linie napowietrzne są podstawowym źródłem pola elektromagnetycznego w środowisku.

BUDOWA I EKSPLOATACJA LINII NAPOWIETRZNYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA — POTRZEBY I TRUDNOŚCI W REALIZACJI

Aby zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną, wzrastające corocznie o ok. 4–5%, a w niektórych aglomeracjach miejskich o ok. 10–12%, szczególnie w okresach letnich, niezbędne jest utrzymywanie w należyłym stanie infrastruktury elektroenergetycznej, a także pilna jej rozbudowa. Dotyczy to przede wszystkim napowietrznych linii elektroenergetycznych o napięciach 110, 220 i 400 kV, przy czym rozbudowa linii i stacji najwyższych napięć (220 i 400 kV) jest zadaniem najpilniejszym. Ten oczywisty fakt już dawno dostrzegły kraje wysoko uprzemysłowione, w których elektroenergetyczna sieć przesyłowa jest aktualnie znacznie bardziej rozbudowana niż w Polsce.

Niestety, obecnie obowiązujące przepisy prawa dotyczące planowania i realizacji procesów inwestycyjnych nie sprzyjają budowie czy choćby modernizacji elektroenergetycznych inwestycji liniowych, zaliczanych do grupy inwestycji celu publicznego. Niekorzystne dla inwestorów przepisy ustaw: o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, prawo ochrony środowiska oraz prawo budowlane, stanowią bardzo poważną barierę dla rozwoju i rozbudowy infrastruktury technicznej w branży elektroenergetycznej. Oprócz wspomnianej bariery administracyjno-prawnej, niebawem pojawić się może jednak kolejna, nie mniej poważna trudność w budowie linii elektroenergetycznych, przede wszystkim najwyższych napięć. Jest nią perspektywa zmiany przepisów w zakresie ochrony przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych, wytwarzanych przez obiekty elektroenergetyczne.

Tendencje takie obserwowane są w różnych krajach od kilku lat, przede wszystkim za sprawą pojawiających się doniesień o możliwym niekorzystnym wpływie na zdrowie ludzi długotrwanie działającego pola magnetycznego, którego źródłem są m.in. linie napowietrzne wysokiego napięcia. Jeśli uwzględnić, że aktualnie w Polsce eksploatuje się ponad 5000 km linii napowietrznych o napięciu 400 kV, prawie 8000 km linii 220 kV i ponad 32000 km linii 110 kV, a w najbliższych latach planuje się wybudować co najmniej kilka tysięcy kilometrów nowych linii, to sygnały z różnych środowisk naukowych o potrzebie zaostrzenia przepisów w zakresie ochrony przed polami magnetycznymi 50 Hz muszą budzić bardzo poważny niepokój jednostek odpowiedzialnych za bezpieczeństwo energetyczne kraju. Bariera ta, w połączeniu z problemami formalno-prawnymi, w tym konieczną ochroną obszarów cennych przyrodniczo (parki narodowe, parki krajobrazowe, obszary sieci Natura 2000 itp.), może zdecydowanie opóźnić konieczną rozbudowę krajowej sieci przesyłowej, która już w chwili obecnej nie spełnia podstawowych kryteriów w zakresie niezawodności dostaw energii elektrycznej, o czym niedawno przekonali się mieszkańcy aglomeracji szczecińskiej.

Sygnałem, który wzbudził poważne wątpliwości odnośnie do oceny pola magnetycznego 50 Hz jako czynnika karcinogennego, były wyniki jednego z większych badań epidemiologicznych przeprowadzonych pod kierownictwem Drapera (3), sprawozdanie z tzw. projektu SAGE (Stakeholder Advisory Group on ELF Ems Precautionary approaches to ELF EMFs — (9)), a także wnioski w tzw. raporcie Bioinitiative (1). Doniesienia te, a także wyniki kilku prac badawczych z lat 2006–2007, w pewnym zakresie zbieżne z poglądami grupy naukowców wyrażonymi w tzw. rezolucjach z Venice oraz Benevento, każą zastanowić się nad potencjalnymi skutkami, przede wszystkim ekonomicznymi, znacznego obniżenia obowiązującego w Polsce poziomu dopuszczalnego pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz.

PROGOWE WARTOŚCI NATĘŻENIA POLA MAGNETYCZNEGO O CZĘSTOTLIWOŚCI 50 HZ

Analiza wyników wspomnianego wyżej badania epidemiologicznego (3) pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

- występuje statystycznie istotny związek między zachorowalnością dzieci na białaczkę a odległością miejsca ich urodzenia i zamieszkania od linii napowietrznych wysokiego napięcia,

- jeżeli związek ten uznać za przyczynowo-skutkowy, to około 1% wszystkich białaczek u dzieci mieszkających w Anglii i Walii przypisać można przebywaniu w polu magnetycznym, wytwarzanym przez linie napowietrzne wysokiego napięcia,
- obserwowane podwyższone ryzyko zachorowalności dzieci na białaczki występuje do odległości około 600 m od linii napowietrznej, w dalszych odległościach od linii takiego efektu się nie obserwuje,
- graniczną wartość natężenia pola magnetycznego, poniżej której nie stwierdza się niekorzystnych efektów zdrowotnych, ustalono na ok. 0,15–0,25 A/m,
- wyniki eksperymentu charakteryzują się znaczną niepewnością statystyczną, szczególnie w zakresie ustalenia warunków ekspozycji dzieci na pola magnetyczne.

Ostatni wniosek wydaje się znajdować potwierdzenie w rezultatach innych badań, w których szczegółowo analizowano warunki ekspozycji środowiskowej na pola wytwarzane przez linie napowietrzne wysokiego napięcia. Dla przykładu w jednej z prac (9) wskazuje się, że w otoczeniu typowych linii napowietrznych 275 kV i 400 kV, eksploatowanych na terenie Anglii, natężenie pola magnetycznego jest mniejsze niż 0,32 A/m już w odległości ok. 60 m od osi linii. Tylko w wyjątkowych warunkach (maksymalne obciążenie linii lub przy niesymetrii obciążenia) wspomniane wartości występują do odległości ok. 150 m od osi linii.

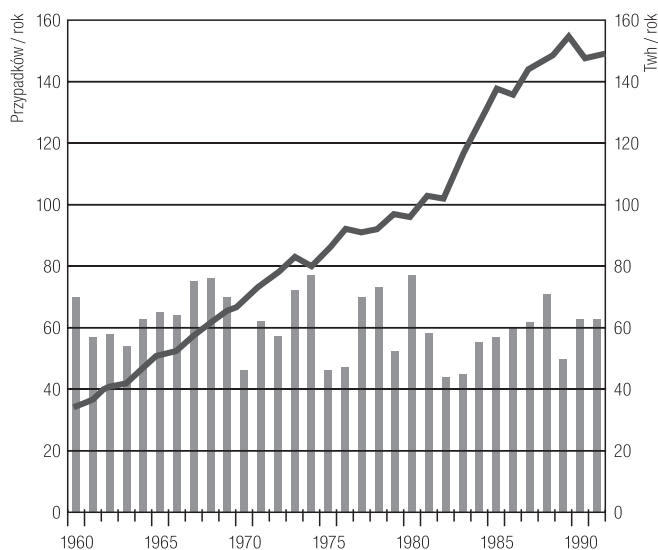
Mimo tych nieścisłości warto dokonać próby oceny poziomu progowego pola magnetycznego, który stosownie do danych zawartych w tzw. raporcie Drapeira (3) można uznać za „bezpieczny”. Z technicznego, a przede wszystkim z ekonomicznego punktu widzenia istotne wydaje się ustalenie związku między wartością „bezpieczną” pola magnetycznego a odległością źródła pola (linii napowietrznej) od terenów, na których możliwe jest długotrwałe przebywanie ludzi, czyli przede wszystkim od zabudowy mieszkaniowej. Kwestia ta wydaje się o tyle ważna, że zdaniem zwolenników istotnego zaostrożenia przepisów w zakresie ochrony przed oddziaływaniem pól bliższe sąsiedztwo linii oznaczać będzie rosnące zagrożenie polem magnetycznym.

Należy także zwrócić uwagę, że jeśli za poziom, od którego ujawnia się karcinogeny wpływ składowej magnetycznej pola o częstotliwości 50 Hz przyjąć przedział wartości 0,15–0,25 A/m, to kwestia potencjalnego zagrożenia ludzi tego rodzaju polami rozszerza się także na sąsiedztwo linii wysokiego (110 kV) i średniego napięcia (6, 10, 15, 20 kV), a w niektórych sytuacjach także na bliskie otoczenie sieci lub instalacji niskiego napięcia (0,4 kV).

Z technicznego punktu widzenia problem ustalenia miejsc, w których występują pola o poziomach przekraczających 0,15–0,25 A/m, sprowadza się do wyznaczenia rozkładów natężenia pola magnetycznego do odległości od kilkudziesięciu do kilkuset metrów od typowych linii napowietrznych, przede wszystkim wysokiego napięcia (400, 220 i 110 kV). Interesujące mogą być też rozkłady pola magnetycznego w sąsiedztwie linii napowietrznych średniego napięcia powszechnie występujących w środowisku, szczególnie wiejskim. Warto także wskazać, z jakimi poziomami pola magnetycznego człowiek styka się nieomal codziennie i porównać te wartości z polem magnetycznym występującym w odległości kilkudziesięciu czy kilkuset metrów od linii napowietrznych 400, 220 i 110 kV. Zagadnienie to omówiono szczegółowo w pracy Habrycha i wsp. (5), a wyniki w niej zaprezentowane wskazują, że:

- w każdym z przeanalizowanych układów zasilania natężenie pola magnetycznego bardzo szybko maleje przy oddalaniu się od źródła pola,
- natężenie pola magnetycznego z przedziału 0,15 A/m–0,25 A/m rejestrowane jest:
 - w odległościach 100–400 m od dwutorowej linii napowietrznej 400 kV w najbardziej niekorzystnych, z punktu widzenia potencjalnego zagrożenia środowiska, warunkach jej pracy,
 - w odległościach 300–500 m od jednotorowej linii napowietrznej 400 kV w najbardziej niekorzystnych warunkach jej pracy,
 - w odległościach ok. 50–80 m od dwutorowej linii napowietrznej wysokiego napięcia (2×110 kV) w najbardziej niekorzystnych warunkach jej pracy,
 - w odległości ok. 30–50 m od jednotorowej linii napowietrznej średniego napięcia (15 kV) przy typowym obciążeniu spotykanym w tego rodzaju liniach,
 - w odległości ok. 5–10 m od napowietrznej sieci zasilającej niskiego napięcia (0,4/0,23 kV) prowadzonej na wspornikach umiejscowionych na elewacji budynku, przy typowym obciążeniu tego rodzaju linii zasilającej.

Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują zatem, że jeśli teza o szkodliwości zdrowotnej pól magnetycznych 50 Hz o poziomach z zakresu 0,15–0,25 A/m jest prawdziwa, to z zagrożeniem tego rodzaju styka się nie tylko duża grupa ludzi mieszkających w sąsiedztwie linii napowietrznych o różnych poziomach napięcia, lecz także znaczny odsetek społeczeństwa korzystającego z energii elektrycznej. Na szczęście mimo



Ryc. 1. Liczba stwierdzonych corocznie przypadków białaczki u dzieci na tle konsumpcji energii elektrycznej w Szwecji w latach 1960–1990 (7).

Fig. 1. Number of cases of leukemia in children due to electric energy consumption diagnosed annually in Sweden in the years 1960–1990 (7).

powszechności tego „zagrożenia” krajowa statystyka zapadalności na schorzenia monitorowane w badaniach Drapera i wsp. (3) nie potwierdza na szczęście tezy sformułowanej we wspomnianej pracy.

Nie potwierdzają jej także dane publikowane w Szwecji (7), gdzie zagrożenie to badane jest wyjątkowo wnikliwie od wielu lat. Zaprezentowana na rycinie 1. zależność nie odnosi się wprawdzie bezpośrednio do poziomów natężenia pola magnetycznego, jakie występuje w otoczeniu różnego rodzaju linii napowietrznych czy instalacji, lecz wskazuje, że wzrastająca liczba linii na obszarze Szwecji, konieczna do pokrycia stale wzrastającego zużycia energii elektrycznej, nie powoduje zwiększenia zachorowalności dzieci na białaczkę.

KONSEKWENCJE ZAOSTRZENIA PRZEPISÓW Z ZAKRESU OCHRONY PRZED ODDZIAŁYWANIEM POLA MAGNETYCZNEGO WYTWARZANEGO PRZEZ LINIE NAPOWIETRZNE WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Mimo że w większości krajów europejskich w zakresie ochrony przed oddziaływaniem pól magnetycznych 50 Hz obowiązują przepisy, normy lub zalecenia oparte o rekomendacje Rady Europy (2), to w niektórych krajach (a niekiedy tylko w wybranych prowincjach danego kraju) zaleca się stosowanie wartości znacznie mniejszych. Dotyczy to takich krajów, jak Słowenia, Szwecja, Holandia, Szwajcaria czy Włochy, w których

zalecenia ograniczające występowanie pól magnetycznych 50 Hz w środowisku dotyczą budowy nowych obiektów elektroenergetycznych, przede wszystkim linii napowietrznych. Zagadnienia te zostały szerzej scharakteryzowane w pracy Szuby (11), w której podano zalecane do stosowania w różnych krajach wartości dopuszczalne pól magnetycznych oraz wskazano na różną filozofię wprowadzania wspomnianych ograniczeń poziomów pola. Przed scharakteryzowaniem potencjalnych konsekwencji zaostrzenia przepisów w zakresie ochrony przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych niskiej częstotliwości warto przywołać jedne z bardziej rygorystycznych przepisów, które wprowadzono kilka lat temu we Włoszech.

Mimo że w przepisach włoskich tzw. limit ekspozycji ustalono na poziomie 80 A/m, rekomendowanym przez Radę Europy, to wprowadzono dodatkowo — wyłącznie w odniesieniu do linii elektroenergetycznych (napowietrznych i kablowych) — dodatkowe dwa poziomy „bezpieczeństwa”, tj.:

- poziom uwagi (ok. 8 A/m), który ustalony został jako średnia z 24-godzinnej ekspozycji dla sytuacji, w których przebywanie w polu elektromagnetycznym przekracza 4 godziny na dobę,
- cel jakościowy (ok. 2,4 A/m), który ustalony został jako średnia z 24-godzinnej ekspozycji i ma zastosowanie w przypadku budowy nowych linii elektroenergetycznych lub w przypadku wydawania pozwoleń na budowę obiektów lokalizowanych w sąsiedztwie linii.

Poza wprowadzeniem dwóch dodatkowych poziomów pól, do których porównywać należy prognozowane, uśrednione w niejasny sposób natężenie pola magnetycznego wytwarzanego przez określoną linię napowietrzną, wspomniany dekret zawiera informacje o dość skomplikowanym otoczeniu formalno-prawnym towarzyszącym jego stosowaniu. Wskazuje on jednak dość wyraźnie na tendencje do istotnego zaostrzenia normatywów higienicznych w zakresie długotrwałego oddziaływania na ludzi pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz. Jeśli treść tego dekretu poszerzy o mające pełną moc prawną dokumenty wprowadzone do stosowania w trzech prowincjach Włoch (Emilia-Romagna, Toscana, Veneto), rekomendujące jeszcze niższe wartości dopuszczalne, to kierunek zmian w prawodawstwie z tej dziedziny jest oczywisty.

Warto jednak rozważyć, czy ma on dostateczne uzasadnienie przy uwzględnieniu skali ewentualnego zagrożenia ludzi, w szczególności dzieci, mieszkających w sąsiedztwie linii napowietrznych wysokiego napięcia.

Wymaga to w pierwszym rzędzie ustalenia liczby domów (mieszkań) zlokalizowanych w sąsiedztwie linii napowietrznych wysokiego napięcia oraz wyodrębnienia z nich tych, w których mieszkają dzieci w wieku od 0–14 lat, które potencjalnie narażone są na zachorowanie na białaczkę.

Oszacowania przeprowadzone w opracowaniu Szuby i Szmigielskiego (10) wskazują, że w Polsce odsetek domów (mieszkań) zlokalizowanych w pobliżu* linii wysokiego napięcia (400 i 220 kV) nie przekracza ok. 0,11% wszystkich domów (mieszkań). Liczbę mieszkań bezpośrednio sąsiadujących z wewnętrznymi stacjami transformatorowymi, w których głównym źródłem pola magnetycznego** jest oszynowanie rozdzielni niskiego napięcia, szacuje się natomiast na ok. 2700. W rezultacie liczbę osób dorosłych długotrwale narażonych na przebywanie w polach magnetycznych, których natężenie przekracza poziom ok. 0,25 A/m oszacować można na poziomie ok. 51 000 osób, natomiast liczbę dzieci na ok. 25 000.

Przyjmując do rozważań średnie standardy europejskie rocznego wskaźnika zachorowań na białaczkę u dzieci (1 przypadek na 20 000/rok) oraz szacowaną liczbę dzieci narażonych na działanie pola magnetycznego o wartościach przekraczających 0,25 A/m (ok. 25 000 dzieci), można ustalić, że w Polsce przyrost zachorowań na białaczkę u dzieci — jeśli w ogóle ma on miejsce — może wynieść maksymalnie do 1–2 przypadków rocznie. Jeśli przyjąć przyrost ten za niedopuszczalny, to jedynym środkiem zapobiegawczym byłaby zmiana obowiązujących aktualnie przepisów w zakresie ochrony przed wpływem pól elektromagnetycznych (8) w zakresie składowej magnetycznej pola 50 Hz. W przepisach tych zamiast obecnie obowiązującej wartości dopuszczalnej wynoszącej 60 A/m należałoby przyjąć poziom graniczny ok. 0,25 A/m, modyfikując przy tym dość istotnie kwestię interpretacji tak restrykcyjnej wartości dopuszczalnej.

Rozpoczynając dyskusję nad zaostreniem przepisów w zakresie ochrony przed oddziaływaniem pól magnetycznych wytwarzanych przez obiekty i instalacje elektroenergetycznej, należy przede wszystkim oszacować, choćby pobieżnie, ekonomiczne konsekwencje tego rodzaju zmian, które z pewnością okażą się bardzo poważne.

Ponaddwustukrotne obniżenie natężenia pola magnetycznego wytwarzanego przez obiekty elektroenergetyczne na sąsiadujących z nimi terenach, na których znajdują się budynki mieszkalne, oraz na obszarach przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową (nie wspominając o terenach, które zwyczajowo kwalifikowane są jako obszary specjalnej troski — na których znajdują się lub mogą znaleźć się szpitale, żłobki, przedszkola, szkoły, sanatoria, domy opieki itp.) nie jest niestety możliwe poprzez zastosowanie innych rozwiązań technicznych budowy linii. Zastąpienie napowietrznych linii wykonanych w technologii tradycyjnej liniami na słupach kompaktowych pozwala na zredukowanie natężenia pola magnetycznego tylko o ok. 60%. Podwyższanie wysokości słupów, uznawane za jeden ze skuteczniejszych sposobów obniżenia natężenia pola magnetycznego pod linią, byłoby zabiegiem niezwykle kosztownym, a ponadto w istotnym stopniu niszczącym walory krajobrazowe, jeśli weźmie się pod uwagę, że wysokość konstrukcji wsporczych w przypadku linii 400 kV oscylowałaby w przedziale 100–130 m.

Zastąpienie linii napowietrznych układami kablowymi, chociaż bardzo skuteczne, poprzez znaczne (kilkukrotne) — w stosunku do linii napowietrznych — zawężenie obszaru występowania pola magnetycznego o poziomach zbliżonych do 0,25 A/m, stanowiłoby nadmierne obciążenie finansowe dla każdego przedsiębiorstwa energetycznego, nie tylko w Polsce. Koszt budowy linii kablowej 400 kV jest bowiem o ok. 10–20 razy większy od kosztu linii napowietrznej o takiej samej zdolności przesyłowej, a w przypadku linii kablowych 220 kV koszt ten jest o około połowę mniejszy. Dane te w pełni potwierdza to, że długość linii kablowych o napięciu 400 i 220 kV w Europejskim Systemie Elektroenergetycznym*** to mniej niż 1% całkowitej długości układów napowietrznych.

W konsekwencji jedynym możliwym do zastosowania rozwiązaniem jest wyłączenie z funkcji budowlanej, przede wszystkim z budownictwa mieszkaniowego, terenów sąsiadujących z linią napowietrzną. W przypadku przyszłościowych inwestycji elektroenergetycznych konieczne stałoby się też wprowadzenie innych ograniczeń (zakaz lokalizacji obiektów specjalnej troski) w zagospodarowaniu terenów sąsiadujących z projektowanymi do wybudowania liniami napowietrznymi, przede wszystkim o napięciu 400, 220 i 110 kV. Chociaż w sensie formalno-prawnym zabiegi takie są oczywiście

* W takich odległościach od linii, w których natężenie pola magnetycznego przekracza poziom ok. 0,25 A/m (wskazywany w pracy Drapera poziom, powyżej którego obserwuje się zwiększoną zachorowalność dzieci na białaczkę).

** O natężeniu przekraczającym 0,25 A/m.

*** Unia dla Koordynacji Przesyłu Energii Elektrycznej (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity — UCTE) zrzeszająca większość państw europejskich.

możliwe do przeprowadzenia, to koszt ich wprowadzenia byłby bardzo wysoki, co potwierdzają wstępne wyliczenia.

Można oszacować, że przy budowie 100 km odcinka linii 400 kV, która tylko na długości 1 km przebiega przez tereny, które mogą być (na podstawie zapisów w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy) lub są (na podstawie zapisów miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego) przeznaczone pod zabudowę mieszkaniową i realizację infrastruktury technicznej, koszt odszkodowań za uzyskanie służebności gruntowej dla tak krótkiego odcinka linii (1% całkowitej długości) będzie wynosił ok. 30 mln zł (przy cenie 1 m² gruntu na poziomie 50 zł), podczas gdy w chwili obecnej nie przekroczy on ok. 3,5 mln zł. Oszacowanie przeprowadzono, przyjmując, że szerokość obszaru wyłączono z zabudowy wynosić będzie 2×300 m, podczas gdy przy obecnie obowiązujących przepisach wynosi ona 2×40 m. Skalę problemu w odniesieniu do projektowanych linii najwyższych napięć (400 i 220 kV), których w najbliższych latach powinno się wybudować nie mniej niż 2–3 tys. km, ilustruje przykład jednej z przewidywanych do wybudowania linii 2×400 kV o długości ok. 150 km. Inwentaryzacja budynków mieszkalnych zlokalizowanych w sąsiedztwie przewidywanej trasy linii, przeprowadzona w ramach tzw. studium wykonalności inwestycji wykazała, że w odległości do 35 m od jej osi znajduje się 21 budynków mieszkalnych, których przeznaczenie (w przypadku podjęcia decyzji o jej budowie) będzie musiało zostać zmienione na funkcję niemieszkalną. Koszt tej operacji szacuje się na ok. 10 mln zł. We wspomnianym dokumencie zidentyfikowano też 232 budynki mieszkalne znajdujące się w odległości do 300 m od osi projektowanej linii. Łatwo oszacować, że koszt przekwalifikowania tych budynków na cele niemieszkalne będzie z pewnością nie mniejszy niż 110 mln zł.

Koszt wprowadzenia wartości dopuszczalnej natężenia pola magnetycznego na poziomie 0,25 A/m będzie wielokrotnie większy w przypadku, gdy stosowanie zastrzonych przepisów będzie wymagane także w odniesieniu do istniejącej infrastruktury elektroenergetycznej. Wtedy zajdzie też konieczność wyłączenia z funkcji mieszkaniowej dużej części terenów, nie mówiąc już o kosztach przekwalifikowania na cele niemieszkalne tysięcy istniejących budynków mieszkalnych zlokalizowanych w obszarach, na których obowiązywać będą zastrzone wartości dopuszczalne natężenia pola magnetycznego. Przybliżone oszacowania wskazują, że

powierzchnia terenu wokół aktualnie eksploatowanych linii napowietrznych wysokiego napięcia, który zostałyby wyłączony z zabudowy mieszkaniowej, będzie wynosiła:

- ok. 2880 km² w otoczeniu linii 400 kV — przy założeniu, że pole o poziomach przekraczających 0,25 A/m występuje wzdłuż linii, w pasie o szerokości 600 m (2×300 m),
- ok. 3200 km² w otoczeniu linii 220 kV — przy założeniu, że pole o poziomach przekraczających 0,25 A/m występuje wzdłuż linii, w pasie o szerokości 400 m (2×200 m),
- ok. 6400 km² w otoczeniu linii 110 kV — przy założeniu, że pole o poziomach przekraczających 0,25 A/m występuje wzdłuż linii, w pasie o szerokości 200 m (2×100 m).

W sumie daje to powierzchnię wynoszącą prawie 12 500 km² (ok. 4% powierzchni kraju).

Chociaż można sobie wyobrazić budowę nowych układów przesyłowych i rozdzielczych, które w znacznej odległości będą omijać tereny zabudowy mieszkaniowej, to nie ulega wątpliwości, że koszty budowy takiej infrastruktury będą znacznie wyższe niż obecnie. Z kolei trudne do wyobrażenia są koszty ewentualnej przebudowy istniejących układów rozdzielczych w celu dostosowania ich do wymagań sugerowanych w pracy Drapera i wsp. (3). Warto bowiem zwrócić uwagę, że zaprezentowane wyżej rozważania — w tym dotyczące potencjalnych skutków przyjęcia dopuszczalnego poziomu pola magnetycznego na poziomie ok. 0,25 A/m — dotyczyły wyłącznie kwestii sąsiedztwa budynków mieszkalnych z eksploatowanymi obecnie w Polsce liniami napowietrzными wysokiego napięcia (400, 220 i 110 kV). Potrzeba całościowego ujęcia zagadnienia każe zidentyfikować także wiele innych sytuacji ekspozycyjnych, w których ludzie (w tym dzieci) narażeni są na długotrwałe przebywanie w polach magnetycznych o natężeniach przekraczających poziom 0,25 A/m. Jak wskazują dane literaturowe (6), pola o takich właśnie poziomach mogą występować m.in.:

- w odległości do ok. 30 m od jednotorowej linii napowietrznej średniego napięcia (15 kV), przy typowym spotykanym w tego rodzaju liniach obciążeniu,
- w odległości ok. 8–40 m od napowietrznej linii niskiego napięcia (0,4/0,23 kV) prowadzonej na wspornikach umiejscowionych na elewacji budynku, przy typowym obciążeniu tego rodzaju linii zasilającej.

Populacja przebywająca w tego rodzaju sytuacjach ekspozycyjnych nie została jak dotąd liczbowo zidentyfikowana, nawet szacunkowo. Jeśli przyjąć sugestie zawarte w „raporcie Drapera” (3), to również i ta grupa osób

— dość liczna, jak się wydaje — byłaby istotnie narażona na zwiększone ryzyko zachorowania na niektóre, rzadkie rodzaje nowotworów. Analizując problem jeszcze szerzej, nie sposób nie dostrzec, że pola magnetyczne 50 Hz o poziomach przekraczających 0,25 A/m występują także w sąsiedztwie wielu urządzeń elektrycznych powszechnie używanych w gospodarstwie domowym. Chociaż z pewnością narażenia na tego rodzaju pola nie można określić terminem 'ekspozycja długotrwała' (ciągła), to niewątpliwie ewentualne implikacje zdrowotne będące następstwem korzystania z tych urządzeń powinny zostać gruntownie przebadane.

PIŚMIENNICTWO

1. BioInitiative: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF) [raport]. The Collaborative on Health and the Environment, sierpień 2007. Adres: http://www.healthandenvironment.org/wg_emf_news/1516
2. The Council of the European Union: Council Recommendation of July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields: 0 Hz to 300 GHz. Official Journal of the European Communities, lipiec 1999. Adres: http://ec.europa.eu/enterprise/electr_equipment/lv/rec519.pdf
3. Draper G., Vincent T., Kroll M.E., Swanson J.: Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *Br. Med. J.* 2005;330:1290–1293
4. Environment & Society Group: EMF Exposure Standards Applicable in Europe and Elsewhere. Eurelectric, marzec 2006. Adres: <http://www.eurelectric.org/Download/Download.aspx?DocumentID=19100>
5. Habrych M., Jaworski M., Szuba M.: Wzajemna odległość pomiędzy budynkami mieszkalnymi a liniami napowietrznymi wysokiego, średniego i niskiego napięcia różnych typów w aspekcie oddziaływania pola magnetycznego. *Elektr. Inf.* 2006;3:106–108
6. Linie i stacje elektroenergetyczne w środowisku człowieka [red.]: Szuba M. Wyd. 3. Biuro Konsultingowo-Inżynierskie EKO-MARK, Wrocław 2005
7. The Swedish National Board of Occupational Safety and Health. Low-frequency electrical and magnetic fields: The precautionary principle for national authorities. Guidance for decision-makers. National Board, Stockholm 1996
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów. *DzU* z 2003 r. nr 192, poz. 1883
9. Stakeholder Advisory Group on ELF EMFs (SAGE): Precautionary approaches to ELF EMFs. First Interim Assessment: Power Lines and Property, Wiring in Homes, and Electrical Equipment in Homes, kwiecień 2007. Adres: <http://www.rkpartnership.co.uk/sage/Public/SAGE%20first%20interim%20assessment.pdf>
10. Szuba M., Szmigielski S.: Assessment of residential exposure to ELF magnetic fields of adults and children in Poland [raport]. Politechnika Wroclawska, Wrocław 2002
11. Szuba M.: Ochrona przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych 50 Hz w świetle postulowanych zmian w przepisach. Materiały z XVI Konferencji Naukowo-Technicznej „Bezpieczeństwo Elektryczne — EL-SAF 2007”. 19–21 września 2007, Szklarska Poręba, Polska. Szklarska Poręba, ss. 394–405