INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Nr 2/2005, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 47–59
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Krzysztof Koreleski

ODDZIAŁYWANIE NAPOWIETRZNYCH LINII ENERGETYCZNYCH NA ŚRODOWISKO CZŁOWIEKA

Streszczenie

Praca prezentuje poglądy na temat wpływu linii elektroenergetycznych na środowisko i ludzi na podstawie literatury przedmiotu. Przedstawiono oddziaływanie pól elektromagnetycznych na organizmy żywe (efekty termiczne, nietermiczne oraz anatomiczne), normy stosowane w odniesieniu do tego promieniowania (składowa elektryczna i magnetyczna, poziom zakłóceń radioelektrycznych, hałas), skonfrontowano opinie autorów dostrzegających niebezpieczeństwo dla środowiska człowieka („pesymiści") z poglądami „optymistów" niedostrzegających tych zagrożeń. Określono wpływ linii energetycznych na środowisko w trakcie ich budowy (utrata gruntów, zniszczenia gleb) oraz podczas eksploatacji (hałas, zakłócenia radiotelewizyjne, bariery migracji zwierząt). Współczesna nauka nie potrafi jednoznacznie określić natężenie pola elektromagnetycznego całkowicie bezpiecznego dla człowieka. Konieczne są dalsze badania, m.in. pozwalające odróżnić skutki dla zdrowia o charakterze przejściowym od trwałych uszkodzeń. Dużą rolę przypisuje się racjonalnemu, opartemu na wnikliwych studiach ekofizjograficznych, trasowaniu linii energetycznych z punktu widzenia ochrony środowiska życia człowieka.

Słowa kluczowe: linie elektroenergetyczne, wpływ na środowisko i człowieka

WSTĘP

W środowisku życia człowieka występują powszechnie naturalne i sztuczne pola elektromagnetyczne (EM). Należą do nich pola statyczne i pola zmienne o różnej częstotliwości (wyrażonej w Hz), różnym natężeniu pola elektrycznego (V/m) i magnetycznego (A/m) oraz gęstości mocy (W/m^2).

Pole EM ziemskie ma największe natężenie na biegunach, a najmniejsze na równiku. Kierunek pola elektrycznego jest prostopadły do powierzchni Ziemi, a jego natężenie wynosi ok. 130 V/m przy powierzchni Ziemi, przy czym podczas gęstej mgły może dochodzić do 2 kV/m, a podczas burzy nawet do 20 kV/m. Pole magnetyczne ziemskie, którego kierunek jest lekko nachylony do powierzchni Ziemi, na naszych szerokościach geograficznych cechuje się natężeniem ok. 40A/m i jest mało zależne od pogody [Siemiński 1994; Kudowski i in. 1997].

Źródłem naturalnych pól elektrycznych i magnetycznych mogą być również organizmy żywe, rozpad pierwiastków promieniotwórczych, promieniowanie kosmiczne itp.

Do sztucznych źródeł promieniowania EM należą układy wytwarzania, przesyłania i rozdziału energii elektrycznej (stacje transformatorowe, linie energetyczne wysokich napięć), stacje radiokomunikacyjne, a także różne odbiorniki energii elektrycznej (urządzenia domowe, przemysłowe, naukowe, medyczne itp.).

Zmiany i zakłócenia pola elektrycznego, pola magnetycznego i promieniowania EM w atmosferze ziemskiej w postaci zmian natężenia są przyczyną zakłóceń łączności radiowej, telewizyjnej oraz wpływają na zmianę zachowania zwierząt i samopoczucie ludzi [Mikołajczyk 1984]. Na to naturalne tło nakładają się sztuczne pola EM od ok. 50 Hz do setek GHz, których natężenie zmienia się wraz z funkcją odległości oraz modulowaną częstotliwością.

Oddziaływanie pól EM na żywe organizmy przejawia się m.in. w formie efektu termicznego, jako reakcji na pochłoniętą przez nie energię, zmian czynnościowych oraz zmian anatomicznych [Kozłowski 1991].

W odniesieniu do zagadnień ochrony środowiska i zdrowia ludzi duże znaczenie mają linie energetyczne wysokich napięć. Ich oddziaływanie na środowisko powoduje określone skutki gospodarczo-przestrzenne w sensie lokalizacji różnych obiektów, zwłaszcza mieszkalnych, a także przebywania ludzi i zwierząt [Koreleski 2001].

CEL, ZAKRES I METODA PRACY

Niniejsza praca ma na celu dokonanie próby oceny wpływu linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia na środowisko człowieka na tle prezentacji poglądów na temat oddziaływania pól EM na organizmy żywe – w świetle literatury przedmiotu, a także przemyśleń i badań własnych autora.

Autor starał się, możliwie najbardziej bezstronnie, dokonać konfrontacji opinii „pesymistów" dostrzegających poważne niebezpieczeństwo wynikające z oddziaływania pól EM na organizmy żywe z poglądami „optymistów" umniejszających te zagrożenia. Podjął także próbę określenia wpływu linii elektroenergetycznych na środowisko w trakcie ich budowy (zniszczenia i wyłączenia gleb z rolniczego użytkowania, wycinka lasów) oraz w fazie eksploatacji (hałas, zakłócenia radioelektryczne). Artykuł zamykają uwagi o charakterze syntetycznym i wnioskowym.

W pracy oparto się na metodzie analizy logicznej i opisowej.

Z bogatej literatury przedmiotu autor wybrał niektóre, reprezentatywne jego zdaniem, pozycje zarówno syntetyzujące wyniki różnych badań, jak też opracowania szczegółowe.

ODDZIAŁYWANIE PÓL EM NA ORGANIZMY ŻYWE

Oddziaływanie pola elektrycznego i magnetycznego na organizmy żywe jest warunkowane wieloma czynnikami, a przede wszystkim [Siemiński 1994]:

– rodzajem tych pól,
– wielkością ich natężeń,
– charakterem zmienności w czasie,
– elektrycznymi własnościami samego organizmu.

Ponieważ organizmy żywe nie mają specjalnych receptorów pola EM (poza światłem i ciepłem) – nie jest ono rejestrowane przez zmysły, na przykład człowieka. Żywe organizmy zachowują się w polu magnetycznym jako diamagnetyki – w odróżnieniu od ferromagnetyków silnie oddziałujących z zewnętrznym polem – oddziałują umiarkowanie. Niektóre cząstki mają własności paramagnetyczne, tzn. ustawiają się zgodnie z kierunkiem zewnętrznego pola magnetycznego – na przykład cząsteczka hemoglobiny. Pola elektromagnetyczne powodują u ludzi zahamowanie procesów w centralnym układzie nerwowym, opóźnienie odruchów warunkowych, zaburzenie pamięci i zachwianie równowagi [Wiąckowski 2000].

Energia oddziaływań naturalnych, statycznych pól: elektrycznego i magnetycznego na cząsteczki żywej materii jest bardzo mała i wszelkie uporządkowania wywołane tymi zewnętrznymi, naturalnymi polami są niszczone przez ruch cieplny cząstek żywego organizmu [Siemiński 1994].

Każdy organizm emituje do otoczenia jony i tworzy określone pole, ponadto powstają sztuczne pola elektrostatyczne indukowane na powierzchni ciała w postaci ładunków elektrycznych (efekt pocierania różnych materiałów o siebie, czy różnych rodzajów promieniowania), które osiadają na cząstkach kurzu, wody itp. W otoczeniu człowieka tworzą pewien rodzaj atmosfery elektrycznej mogącej wpływać na przebieg procesów biologicznych poprzez polaryzację elektryczną płynów ustrojowych. Oddziaływanie jonów na organizm ludzki (czyli radiestezja) może być niekorzystne (jonizacja dodatnia) i czynić ten organizm podatnym na liczne choroby nowotworowe, układu krążenia czy układu nerwowego [Wiąckowski 2000].

Wpływ statycznego pola elektrycznego na żywy ustrój można też wiązać ze zmianą właściwości ciekłych kryształów, do których zbliżonych jest wiele substancji w organizmach żywych.

Z kolei zmienne pola elektryczne i magnetyczne powodują wzajemną indukcję pól i tworząc falę EM, oddziałują na żywy organizm w zależności od długości i częstotliwości fali. Przepływ prądu przez organizm powoduje wydzielanie energii cieplnej, przy czym próg wyczuwalności skutków termicznych promieniowania EM wynosi około 4 W/m^2.

Bezpośrednia reakcja organizmu na dopływ energii EM odbywa się najprawdopodobniej na poziomie cząsteczkowym i atomowym, wywołując określone zmiany biochemiczne [Kozłowski 1991].

W badaniach nad oddziaływaniem energii EM na organizm żywy szczególną rolę odgrywa woda i jony stanowiące elektrolity biologiczne. Łatwość przenikania wody i jonów przez błonę biologiczną i przestrzenie międzykomórkowe umożliwia regulację temperatury (oddawanie nadmiaru ciepła z organizmu przez parowanie i pocenie). W miarę wzrostu energii pochłanianej przez organizm żywy (np. szczura) zwiększa się jego ciepłota. Innym skutkiem są zmiany czynnościowe (np. wrażenia słuchowe), a następnie zmiany anatomiczne, jak zaćma, uszkodzenie gonad męskich itp. [Mikołajczyk 1984]. Stopień szkodliwości promieniowania wzrasta wraz ze wzrostem częstotliwości, przy czym efekt termiczny może wystąpić jedynie w najbliższym otoczeniu źródeł intensywnego promieniowania, w miejscach ich bezpośredniej eksploatacji [Kozłowski 1991; Siemiński 1994].

Efekt nietermiczny objawia się występowaniem zaburzeń czynnościowych wielu układów organizmu, jak nerwowego, krwionośnego, hormonalnego czy sercowo-naczyniowego. Zaburzenia te objawiają się ogólnym osłabieniem, zmęczeniem, ospałością, zaburzeniami snu, osłabieniem pamięci i trudnościami w koncentracji uwagi, zawrotami głowy i dolegliwościami sercowymi [Presman 1971].

Dla pól wielkiej częstotliwości ciało ludzkie jest półprzewodnikiem i swoistą anteną odbiorczą – następuje przepływ prądu jonowego, zachodzą modyfikacje cząstek polarnych oraz zmienna w czasie polaryzacja ładunków. Do organizmu człowieka najłatwiej wnikają fale EM o częstotliwości od 30 do 300 MHz.

Pole magnetyczne zakłóca ruch poruszających się ładunków elektrycznych oraz wytwarza wirowe pole elektryczne, które z kolei powoduje zaburzenia typowe w przypadku pola elektrycznego [Korniewicz, Koperski 1979].

Z punktu widzenia tematu niniejszej pracy, która dotyczy linii energetycznych, szczególnie istotne jest oddziaływanie biologiczne pól EM o niskiej częstotliwości. Z badań wynika, iż prąd o niewielkim natężeniu, przepływając przez struktury o największej przewodności jakimi są naczynia krwionośne i tkanka mięśniowa, może spowodować w organizmie migotanie przedsionków serca i skurcze mięśni, rozkład płynów ustrojowych, a niekiedy i oparzenia [Jaśkowski 1995].

Zdaniem Wiąckowskiego [2000] duże zainteresowanie budzi rezonansowe oddziaływanie pól EM na ważne dla życia jony (Ca, K, Na), co może spowodować wypływ jonów przez błony biologiczne.

Według Dubrowa [1998] jeśli naturalne pola EM są synchronizatorami rytmów biologicznych, to sztuczne prowadzą do desynchronizacji procesów czynnościowych w organizmie człowieka, szczególnie w takich przypadkach, jeśli nakładają się na częstotliwości aktywności bioelektrycznej mózgu, serca i innych organów człowieka.

Siemiński [1994] stwierdza, iż jako regułę można przyjąć, że na każdą pracę wykazującą ujemny wpływ na zdrowie ludzkie fal EM o częstotliwościach 50 Hz i radiowych ukazuje się drugie tyle prac kwestionujących publikowane wcześniej wyniki, w związku z czym formułuje wniosek, iż w zasadzie nie wiadomo, czy pola EM mają destrukcyjny wpływ na zdrowie człowieka. Powołując się na kilkuletnie wyniki badań prowadzonych w USA i Wielkiej Brytanii, cytuje raport z 1992 r., którego końcowa konkluzja brzmi: „nie ma żadnych przekonywających wyników popierających tezę, że promieniowanie EM bardzo niskiej częstotliwości i częstotliwości radiowej może powodować

nowotwory". Od siebie natomiast dodaje, „iż nie można wykluczyć, że pewien wpływ istnieje, chociaż na pewno jest bardzo mały".

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat przeprowadzono wiele badań nad rozmaitymi aspektami oddziaływania pól EM na materiały biologiczne. Większość doświadczeń przedstawia jednak skutki biologiczne jako zjawisko bez określenia ryzyka dla zdrowia człowieka. Wynika to między innymi z faktu, że organizm ludzki wykazuje bardzo duże zróżnicowanie w reagowaniu na podwyższone natężenie pól elektrycznych wielkiej częstotliwości. Wrażliwość poszczególnych ludzi oceniana jest aż w 100-stopniowej skali, co wskazuje jak trudne jest jednoznaczne określenie wpływu pól EM na organizm człowieka [Sedlak 1969].

NORMY PROMIENIOWANIA EM

Kwestię dopuszczalnych natężeń pól EM w świetle obowiązujących norm prezentuje odrębna praca autora [Koreleski 2001].

Na tym miejscu przypominamy jedynie ważniejsze zasady i ustalenia w tym zakresie, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu linii elektroenergetycznych.

Według przyjętych w Polsce kryteriów [Rozporządzenie 2003], uwzględniających wyniki aktualnych badań krajowych i zagranicznych dotyczących oddziaływania pól EM na żywe organizmy oraz wprowadzających wielokrotny margines bezpieczeństwa w odniesieniu do pól o częstotliwości 50 Hz (głównie stacje i linie energetyczne) przyjmuje się wartości 10 kV i 60 A/m jako graniczne dla okresowego przebywania ludzi. Lokalizacja zabudowy mieszkalnej jest możliwa, jeśli składowe pola EM: elektryczna nie przekracza wartości 1 kV/m, a magnetyczna 60 A/m.

Zgodnie z zaleceniami zarządzenia Ministra Górnictwa i Energetyki [1985] odległość pozioma w metrach między najbliższym przewodem linii a krawędzią balkonu lub tarasu budynku w pobliżu linii energetycznych wysokiego napięcia winna zapewnić natężenie pola elektrycznego do 1 kV i wynosi:

przy: 110 kV nie mniej niż 14,5 m,
220 kV nie mniej niż 26 m,
400 kV nie mniej niż 33 m,
750 kV nie mniej niż 65 m.

Na przykład w b. ZSRR dopuszczalne natężenie pola elektrycznego dla bezpiecznego przebywania i zamieszkania przy liniach ener-

getycznych ludzi określono na poziomie 5 kV/m [Kuźniak 1984], w USA natomiast niektóre źródła podają, iż pole elektryczne do 20 kV/m (i pole magnetyczne do 240 A/m) nie stanowią niebezpieczeństwa dla zdrowia ludzi. W ostatnim przypadku wydaje się jednak, iż nie można wykluczyć pewnej presji lobby przemysłowego dążącego do liberalizacji norm, a tym samym ułatwiania działalności gospodarczej [Wiąckowski 2000].

Reasumując, podstawą ustalenia dopuszczalnych natężeń pól EM jest ograniczenie efektu termicznego lub uwzględnienie także efektów nietermicznych, a w odniesieniu do pól o bardzo małej częstotliwości brane jest pod uwagę także ograniczenie indukcji prądów w tkankach, aby nie spowodować pobudzenia układu nerwowego, czy też zakłóceń pracy serca.

WPŁYW LINII ENERGETYCZNYCH NA ŚRODOWISKO CZŁOWIEKA

Oddziaływanie linii energetycznych wysokiego napięcia na otoczenie rozważymy w dwóch okresach: w fazie budowy urządzeń oraz podczas ich eksploatacji.

Podczas budowy napowietrznych linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia ulegają zniszczeniu gleby znajdujące się wzdłuż trasy przebiegu z racji pracy ciężkiego sprzętu transportowo-budowlanego przy wykopach pod fundamenty, montażu i ustawianiu słupów oraz naciąganiu przewodów. W miejscach ustawienia słupów następuje wyłączenie z dotychczasowego użytkowania terenów (0,6–1,2 a na stanowisko), tj. 2–5 a na 1 km linii. Może mieć również miejsce wycinka podstawowa w miejscu przebiegu przez lasy – szerokości 18 do 50 m, czyli utrata 180–500 a powierzchni leśnej na 1 km linii [PN 1998].

Badania autora przeprowadzone na 10-kilometrowym odcinku napowietrznej, jednotorowej linii elektroenergetycznej 400 kV Tarnów–Rzeszów na terenie gminy Skrzyszów wykazują m.in., iż w trakcie jej budowy nastąpiło trwałe wyłączenie ok. 25 a użytków rolnych pod instalację słupów oraz uszkodzenia gleb na trasie przebiegu w toku prac montażowych przy użyciu ciężkiego sprzętu, polegające na jej ugnieceniu, czy lokalnym zdarciu pokrywy glebowej. Wycinka podstawowa objęła blisko 150 a powierzchni leśnej.

W trakcie eksploatacji oddziaływanie linii elektroenergetycznych na środowisko sprowadzić można do:

– zakłóceń radioelektrycznych,

– hałasu,
– ujemnego wpływu na organizmy żywe.

Zakłócenia radiowo-telewizyjne są wynikiem wyładowań niezupełnych (ulotowych) lub też zupełnych czyli iskrowych [Pr. zb. 1997]. Pomimo zastosowania m.in. przewodów wiązkowych, które mają na celu eliminowanie ulotu elektrycznego, powstają niekiedy wyładowania zupełne na izolatorach, pomiędzy przewodami i drutami wiązałkowymi a elementami metalowymi osprzętu izolatorów oraz w uszkodzonych urządzeniach stacyjnych. Mają one źródło w lokalnych uszkodzeniach wynikających z niewłaściwego montażu linii, takich jak: złe styki poszczególnych ogniw w łańcuchach izolatorów lub w zaciskach, pozostawienie ostrych części osprzętu, uszkodzenia przewodów w czasie montażu itp.

Zakłócenia radioelektryczne generowane przez linię elektroenergetyczną zależą od natężenia pola elektrycznego na powierzchni wiązki. Odbiór radiowy uważa się za zadowalający wówczas, gdy sygnał użytkowy jest większy niż zakłócenie powodowane przez linię średnio o 20 dB. Największy poziom zakłóceń obserwuje się w pasmie fal średnich (częstotliwość 0,5–1MHz). W polskich normach zaleca się, aby dopuszczalny poziom zakłóceń, mierzony w warunkach eksploatacji w odległości 20 m od rzutu najbliższego przewodu linii przy częstotliwości $f = 0,5$ MHz nie przekraczał 57,3 dB przy wilgotności względnej powietrza nie większej niż 80% i temperaturze nie niższej niż 5°C [PN 1977].

Na 10-kilometrowym odcinku linii energetycznej 400 kV na terenie gminy Skrzyszów zakłócenia w odbiorze stacji radiowotelewizyjnych obserwuje się w odległości do ok. 40 m od zewnętrznych przewodów tej linii.

Hałas generowany przez linię elektroenergetyczną jest związany ze zjawiskiem ulotu, a jego natężenie zależy od warunków pogodowych; w warunkach dobrej pogody poziom hałasu jest znacznie niższy niż w warunkach opadu deszczowego czy mgły.

Dopuszczalny poziom hałasu powodowanego przez napowietrzne linie energetyczne zawiera się aktualnie, w zależności od przeznaczenia terenu, w granicach 50–67 dB w dzień i 45–57 dB w nocy [Rozporządzenie 2003].

Oddziaływanie napowietrznych linii elektroenergetycznych na żywe organizmy związane jest głównie z oddziaływaniem pola EM. Organizmy wytworzyły pewien stopień adaptacji do naturalnych pól

EM, natomiast nie udało się to prawdopodobnie w stosunku do źródeł sztucznych [Wiąckowski 2000].

Analizując wpływ niejonizującego promieniowania EM na organizmy żywe można wyróżnić trzy rodzaje sprzężeń [Kuźniak 1984]: bezpośrednie, pośrednie i przetworzone.

Sprzężenie bezpośrednie następuje wtedy, gdy człowiek odbiera wprost energię elektryczną, podobnie jak antena. Dopuszczalna wartość prądu, jaka może przepłynąć przez człowieka w sposób długotrwały wynosi 1–10 μA. Sprzężenie pośrednie ma miejsce wówczas, gdy energia elektryczna przenoszona jest np. przez konstrukcje metalowe, maszyny, pojazdy. Sprzężenie przetworzone powstaje na skutek przemiany energii pola elektrycznego (50 Hz) na inne formy zagrażające człowiekowi – tzw. wyładowaniom koronowym na powierzchni przewodów wysokiego napięcia towarzyszy hałas i promieniowanie jonizujące (jonizacja powietrza).

Wyniki badań dowodzą, że zmienne pola EM powodują w organizmach żywych efekt termiczny (transformacja pochłoniętej energii na ciepło), efekt nietermiczny (wrażenia czynnościowe, słuchowe itp.) oraz efekt anatomiczny (zmiany w różnych organach). Liczne publikacje naukowe dowodzą m.in. związków pomiędzy przebiegiem linii elektroenergetycznych przewodzących prąd o częstotliwości technicznej a zwiększonym występowaniem chorób nowotworowych, a szczególnie białaczek [Feychting, Ahlbom 1993, 1994; Floderus i in. 1993]. Stwierdzono także wpływ tych pól na powstawanie zaćmy i chorób psychicznych u ludzi [Zyss 1995].

Zdaniem licznych autorów przy długotrwałym oddziaływaniu na człowieka pola EM mogą wywołać także miażdżycę, opuchliznę mózgu i inne ciężkie choroby [Sucerman 1992; Becker, Selden 1985; Carpenter, Ayrapetyan 1994]. Trzeba jednak przypomnieć, o czym była mowa poprzednio, iż obok prac wykazujących ujemny wpływ na zdrowie ludzkie ukazują się również prace kwestionujące lub umniejszające istnienie negatywnego wpływu. Wskazuje to zatem na pewną polaryzację poglądów – a zatem podział badaczy niejako na „pesymistów" i „optymistów".

Zdaniem Siemińskiego [1994] negatywny wpływ zmiennego pola EM o częstotliwości 50 Hz obserwuje się tylko tam, gdzie ich natężenie jest bardzo duże, a więc w pobliżu stacji transformatorowych i sieci przesyłowych o bardzo wysokich napięciach, a negatywne skutki oddziaływania takich pól dotyczą tylko ograniczonej liczby osób, których praca zawodowa związana jest z tego typu ryzykiem.

Można przyjąć, iż norma polska określająca bezpieczne warunki przebywania ludzi w polu EM o częstotliwości 50 Hz (natężenie pola elektrycznego na poziomie 1 kV/m) – na tle norm innych krajów – jest ostra, a tym samym zapewnia bezpieczeństwo.

Dla przykładu można przytoczyć, że pod linią przesyłową dwutorową o napięciu znamionowym 220 kV, biegnącą na wysokości 8 m, przy powierzchni ziemi natężenie pola elektrycznego wynosi ok. 3,3 kV/m [Kozłowski 1991].

Badania wykonane na obszarze gminy Skrzyszów w sąsiedztwie linii napowietrznej 400 kV (720 pomiarów) wykazują m.in., że:

– natężenie pola elektrycznego pod przewodami skrajnymi wynosi średnio 4 kV/m, a w odległości ok. 25 m spada do poziomu 1 kV/m,

– linia nie zagraża bezpośrednio zdrowiu mieszkańców, bowiem w obrębie zabudowy mieszkalnej dopuszczalna wartość 1 kV/m nigdzie nie jest przekroczona,

– linia może stanowić pewne zagrożenie dla rolników pracujących na użytkach rolnych zlokalizowanych pod przewodami w przypadku nieuziemienia traktorów i maszyn rolniczych, bądź uciążliwość z tytułu generowanego hałasu,

– linia powoduje zakłócenia w odbiorze stacji radiowotelewizyjnych do kilkudziesięciu metrów,

– wartość natężenia pola elektrycznego jest w znacznej mierze warunkowana wysokością zawieszenia przewodów nad ziemią, wynikającą z konfiguracji terenu (przy niskim zawieszeniu wynosi w granicach 10–14 kV/m pod przewodami) oraz występowaniem zieleni wysokiej, która wycisza pole EM,

– linia może być zagrożeniem dla ludzi i środowiska w przypadku awarii, zwłaszcza w miejscach skrzyżowania z liniami komunikacyjnymi (droga krajowa, droga powiatowa).

Zdaniem Kozłowskiego [1991] wzdłuż linii przesyłowych o napięciu 400 i 750 kV powstają strefy niesprzyjające rozwojowi życia biologicznego. Linie wysokich napięć mogą stanowić przeszkodę dla migracji zwierząt.

SYNTEZA WYNIKÓW I WNIOSKI

Wpływ pól EM na organizmy żywe przejawia się w formie efektu termicznego, zmian czynnościowych oraz efektów anatomicznych. Żywe organizmy zachowują się w polu magnetycznym jako diamagnetyki, czyli oddziaływają umiarkowanie z zewnętrznym polem, przy czym bezpośrednia reakcja organizmu na dopływ promieniowania EM dokonuje się na poziomie cząsteczkowym i atomowym, wywołując określone zmiany biochemiczne.

Zdaniem wielu badaczy („pesymiści") oddziaływanie fal EM o częstotliwościach 50 Hz na organizm ludzki jest zdecydowanie niekorzystne, a nawet niebezpieczne dla zdrowia i życia (do tych opinii przychyla się autor artykułu), inni autorzy są skłonni natomiast to oddziaływanie bagatelizować. Świadczą o tym choćby różniące się dość znacznie normy dopuszczalne składowych pola EM stosowane w różnych krajach. W forowaniu opinii, bądź lansowaniu odpowiednich norm nie można wykluczyć wpływu zarówno lobby „zielonych" wspierających „pesymistów", jak też lobby „przemysłowego" stojącego za „optymistami", zainteresowanego bardziej liberalnymi standardami w zakresie dopuszczalnego poziomu promieniowania.

Budowa napowietrznych linii elektroenergetycznych oddziaływuje na środowisko życia człowieka zarówno w fazie budowy urządzeń (wyłączenia terenów z dotychczasowego użytkowania, uszkodzenia gleb, wycinka lasów) oraz podczas ich eksploatacji (zakłócenia radioelektryczne, hałas, ujemny wpływ na organizmy żywe). Nie zmienia to jednak faktu, iż urządzenia te na obecnym poziomie cywilizacyjnym są niezbędne ze społeczno-gospodarczego punktu widzenia.

Współczesna nauka nie potrafi jednoznacznie określić, jakie natężenie pola EM jest dla człowieka całkowicie bezpieczne, gdyż skutki mogą się sumować i ujawnić dopiero w następnych pokoleniach. Ponadto wrażliwość na nie ludzi jest różna. Nie ulega jednak wątpliwości, iż problem trasowania linii elektroenergetycznych wysokich napięć ma istotne znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa człowieka oraz funkcjonowania ekosystemów. Każdy projekt przeprowadzenia tych linii musi zatem opierać się na wnikliwych opracowaniach ekofizjograficznych i solidnej ocenie oddziaływania na środowisko wskazującej rozwiązania wariantowe przebiegu linii energetycznej zapewniające jak najniższe straty i ograniczenia funkcjonowania środo-wiska przyrodniczego [Kozłowski 1991].

Należy prowadzić dalsze, systemowe badania epidemiologiczne uwzglę-dniające zależności pomiędzy ekspozycją na promieniowanie EM a innymi czynnikami środowiska – pozwalające odróżnić skutki dla zdrowia o charakterze przejściowym, bądź odwracalnym od trwałych uszkodzeń.

BIBLIOGRAFIA

Becker R. O., Selden G. *The Body Electric*. N. York. William Morrow and Company, 1985.

Carpenter D. O., Ayrapetyan S. *Biological Effects of Electric and Magnetic Fields*. Sources and Mechanisms. Vol. 1, 2. San Diego-N. York etc. Academ. Press, 1994.

Dubrow A.P. *Ekologia i radiestezja a zdrowie człowieka*. Dom Wyd.-Księgarski KOS, Katowice 1998.

Feychting M., Ahlbom A. *Magnetic fields and cancer in children residing near. Swedish high-voltage power lines*. American Journal of Epidemiology, 1993, V. 138, nr 7.

Floderus B. i in. *Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors: a case-control study in Sweden*. Cancer Casuses and Control, 1993, 4, s. 465–476.

Jaśkowski J. *Wpływ promieniowania niejonizującego na organizmy żywe* [w:] *Zarys ekotoksykologii* (red. J. Namieśnik i J. Jaśkowski), Gdańsk 1995, s. 271–306.

Koreleski K. *Zagrożenie sztucznymi polami elektromagnetycznymi w aspekcie gospodarki przestrzennej*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Geodezja, 2001, z. 20, s. 57–66.

Koreleski K. *Natężenie pola elektromagnetycznego w sąsiedztwie linii elektroenergetycznej 400 kV z uwzględnieniem wpływu warunków terenowych*. Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Naukowych PAN w roku 2003, Oddział Kraków (w druku).

Korniewicz H., Koperski A. *Elektrotermia. Higiena pracy w polach wielkiej częstotliwości*. Wyd. Nauk.-Techniczne, Warszawa 1979.

Kozłowski S. *Gospodarka a środowisko*. PWN, Warszawa 1991.

Kudowski J., Ludyn D., Przekwas M. *Energetyka a ochrona środowiska*. Wyd. Nauk.-Techniczne, Warszawa 1997.

Kuźniak E. *Pola elektromagnetyczne a zdrowie*. Przegl. Techn.,1984, nr 32, s. 28–29.

Mikołajczyk M. *Natężenia progowe pól elektromagnetycznych dla reakcji biologicznych* [w:] *Perspektywy bioelektroniki*. KUL, Lublin 1984.

Polska Norma PN–E–05100.1. Elektroenergetyczne układy przesyłowe, 1988.

Polska Norma PN–77E–05118. Elektroenergetyczne linie i stacje wysokiego napięcia, 1977.

Praca zb. pod red. K. Matusiaka. Elektroenergetyczne układy przesyłowe. Wyd. Nauk.- Techniczne, Warszawa 1997.

Presman A.S. *Pola elektromagnetyczne a żywa przyroda*. PWN, Warszawa 1971.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzenia dotrzymania tych poziomów (Dz.U. nr 192, poz. 1883).

Sedlak W. *ABC elektromagnetycznej teorii życia*. Kosmos, 1969, z. 1.

Siemiński M. *Fizyka zagrożeń środowiska*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1994.

Sucerman E. *Warning: The electricity around you may be hazardous to your health*. N. York–London, Simon and Schuster 1992.

Wiąckowski S. W. *Przyrodnicze podstawy inżynierii środowiska,* Kielce 2000.

Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki w sprawie szczegółowych wytycznych dotyczących projektowania i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych. 1985. Monitor Polski nr 3.
Zyss T. *Sieci elektroenergetyczne*: *Linie wysokiego napięcia i stacje transformatorowe – zagrożenie dla zdrowia ludzkiego*. Ekomed Tarnów, 1995, s. 229–257.

Prof. dr hab. Krzysztof Koreleski
Akademia Rolnicza w Krakowie
Katedra Planowania, Organizacji i Ochrony Terenów Rolniczych
30-059 Kraków
Al. Mickiewicza 24/28
Adres e-mailowy : koreleski@ar.krakow.pl.
Telefon: 662-41-15, tel. fax : 633-40-60

Recenzent: *Prof. dr hab. Janusz Budny*

Krzysztof Koreleski

THE INFLUENCE OF OVERHEAD POWER LINES ON HUMAN HABITAT

SUMMARY

The paper presents opinions concerning the influence of the electrical supply lines on the environment and people – on the basis of bibliographic data. It presents: the influence (thermal, non-thermal and anatomical effects), applied norms (electric and magnetic components, level of radioelectric disturbances, noise), confrontation of the opinions of the authors who perceive danger to the human habitat (so called "pessimists") with the opinions of "optimists" who don't seem to notice this threat.

The author determined the influence of power lines on the environment in the phase of their construction (damages and losses of land, local deforestation) and also in the phase of their exploitation (noice, radioelectric disturbances, barriers of animal migration).

Contemporary science is unable to determine clearly electromagnetic field intensity absolutely safe for man. It is necessary to carry out further research allowing, among others, to distinguish temporary negative effects on health from permanent damages.

The great role is ascribed to the rational location of power lines from the viewpoint of human habitat protection, based on the profound ecophysiographic studies.

Key words: power lines, influence on environment and man