

## OCENA STANU TECHNICZNEGO INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH W BUDYNKACH GOSPODARCZYCH

Małgorzata Trojanowska

*Katedra Energetyki Rolniczej, Akademia Rolnicza w Krakowie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań stanu instalacji elektrycznych w 150 budynkach gospodarczych, a w szczególności stanu ochrony przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej. Przeprowadzone pomiary miały na celu przede wszystkim sprawdzenie czy ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim spełnia wymagania normatywne. Okazało się, że w 6 procentach badanych obiektów ochrona ta nie jest w ogóle zapewniona, gdyż przy osłabionej izolacji roboczej nie są tam spełnione warunki skutecznej ochrony przed dotykiem pośrednim.

**Słowa kluczowe:** instalacje elektryczne, ochrona przeciwporażeniowa, ochrona przeciwpożarowa

### Wprowadzenie

Instalacjami elektrycznymi nazywa się zespoły urządzeń elektrycznych o skoordynowanych parametrach technicznych, napięciu znamionowym do 1kV prądu przemiennego, przeznaczone do doprowadzenia energii elektrycznej o odpowiedniej jakości z sieci rozdzielczej do odbiorników. Instalacje elektryczne powinny spełniać wymagania techniczno-budowlane i eksploatacyjne określone w ustawach *Prawo budowlane* [Dz. U. 2003] i *Prawo energetyczne* [Dz. U. 2003] oraz w rozporządzeniach wykonawczych do tych ustaw i w normach. Do najważniejszych przepisów określających wymagania dotyczące instalacji elektrycznych należy *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 roku* [Dz. U. 2002] oraz wieloarkuszowa norma *PN-IEC 60364*. Od instalacji elektrycznych wymaga się by były funkcjonalne, trwałe i estetyczne oraz bezpieczne w użytkowaniu.

Bezpieczeństwo użytkowania instalacji elektrycznych sprowadza się do zapewnienia ochrony przed następującymi zagrożeniami:

- porażeniem prądem elektrycznym,
- prądami przeciążeniowymi i zwarciovymi,
- przepięciami łączeniowymi i pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych,
- skutkami cieplnymi.

Skuteczność ochrony przed tymi zagrożeniami zależy od zastosowanych w instalacjach elektrycznych rozwiązań oraz środków technicznych, a miarą skuteczności ochrony jest liczba śmiertelnych porażen prądem elektrycznym oraz liczba pożarów, będących następstwem wad lub nieprawidłowej eksploatacji instalacji elektrycznych. W Polsce liczba

śmiertelnych porażen prądem w przeliczeniu na milion mieszkańców kształtuje się na poziomie 5-6 [Vademecum elektryka 2004] i jest blisko 4-krotnie większa niż w krajach Europy Zachodniej. Większość takich wypadków występuje w gospodarstwach wiejskich. Często są również przypadki pożarów spowodowanych niesprawną instalacją elektryczną, których udział w ogólnej liczbie pożarów budynków wynosi 12% [Boczkowski 2004].

## **Cel i przedmiot pracy**

Celem pracy była ocena stanu technicznego instalacji elektrycznych w gospodarstwach rolnych, a w szczególności w ich budynkach gospodarczych.

Cel pracy zrealizowano przeprowadzając badania i pomiary eksploatacyjne w 150 obiektach gospodarczych zlokalizowanych w gospodarstwach rolnych położonych na terenie gminy Skała. Były to gospodarstwa o powierzchni od 1 do 5 ha UR, przeważnie nastawione na produkcję mieszaną, zazwyczaj o niewielkiej obsadzie zwierząt.

## **Zakres i metodyka badań**

W ramach badań i pomiarów stanu instalacji elektrycznych przeprowadzono:

- oględziny dotyczące ochrony przed dotykiem bezpośrednim i ochrony przeciwpożarowej,
- pomiary rezystancji izolacji,
- badanie ciągłości przewodów ochronnych,
- badanie ochrony przed dotykiem pośrednim,
- próby działania urządzeń różnicowo-prądowych.

Wszystkie te badania i pomiary wykonano zgodnie z normą, wykorzystując do pomiarów rezystancji izolacji miernik MIC 3 firmy Sonel, a do pomiarów impedancji pętli zwarcia, napięcia dotykowego i kontroli poprawności działania wyłączników różnicowo-prądowych przyrząd SMARTEC MI2120 firmy Metrel.

Badania i pomiary eksploatacyjne wykonywano w warunkach zbliżonych do warunków normalnej pracy podczas eksploatacji, a każdorazowo poprzedzały je wywiady z właścicielami gospodarstw, m. in. na temat ich subiektywnej oceny stanu instalacji.

## **Wyniki badań**

### **Układ sieciowy**

#### *Wymagania*

W obiektach rolniczych, poczynając od złącza, instalacja elektryczna powinna być wykonana w układzie sieci 5-przewodowej TN-S lub, w szczególnie uzasadnionych przypadkach, w układzie sieci TT. W pomieszczeniach lub miejscach zagrożonych pożarem, np. stodołach, niedopuszczalne jest instalowanie przewodów ochronno-neutralnych PEN.

#### *Stan aktualny*

Jedynie 20% budynków gospodarczych posiada instalację w systemie TN-S. W pozostałych przewód neutralny pełni równocześnie funkcję przewodu ochronnego. Ma to również miejsce w większości pomieszczeń, gdzie składowane są łatwopalne materiały.

### **Ochrona przed dotykiem bezpośrednim**

#### *Wymagania*

Części czynne obwodu elektrycznego, znajdujące się pod napięciem, powinny być izolowane, osłonięte lub umieszczone w takich miejscach, aby człowiek nie mógł ich dotknąć. Powinny być też tak odizolowane od korpusów, obudów i innych dostępnych części przewodzących urządzeń, by zapobiec przedostaniu się na nie napięcia.

Podstawowe znaczenie przy ocenie ochrony przed dotykiem bezpośrednim odgrywa pomiar rezystancji izolacji części czynnych, gdyż stan izolacji ma decydujący wpływ na prawidłowe funkcjonowanie urządzeń elektrycznych oraz bezpieczeństwo obsługi i otoczenia. Z biegiem czasu materiały izolacyjne tracą swoje właściwości. Zmniejszenie się wartości rezystancji izolacji poniżej  $0,5 \text{ M}\Omega$  (w sieciach o napięciach znamionowych do 500V) należy uznać za niebezpieczne i wykonać remont całej instalacji lub wymienić przynajmniej uszkodzony odcinek. W miejscach zagrożonych pożarem musi istnieć możliwość pomiaru oporności przewodu neutralnego bez uprzedniego odłączenia.

#### *Stan aktualny*

Zdarzały się przypadki łamania podstawowych zasad bezpiecznej eksploatacji instalacji. Notowano braki pokryw puszek łączeniowych, nie stosowania opraw oświetleniowych, złego, grożącego zerwaniem, mocowania przewodów na ścianach, użytkowania starego, bardzo wyeksploatowanego osprzętu elektrycznego itp.

Do niezadowolających wyników oględzin dołączyły się także niezadowolające wyniki pomiarów rezystancji izolacji, gdyż w 60% obiektów oporność izolacji części czynnych nie spełniała wymagań normatywnych.

### **Ochrona przed dotykiem pośrednim**

#### *Wymagania*

Izolacja części czynnych urządzeń może ulec uszkodzeniu, w wyniku czego istnieje możliwość pojawienia się napięcia na dostępnych częściach przewodzących. Miarą zagrożenia porażeniem jest wartość napięcia dotykowego, czyli napięcia występującego pomiędzy dwoma punktami, które człowiek lub zwierzę może jednocześnie dotknąć. Jeśli takie zagrożenie wystąpi, środki ochrony przed dotykiem pośrednim powinny spowodować samoczynne wyłączenie zasilania lub obniżenie napięcia dotykowego do wartości bezpiecznej. Największa dopuszczalna wartość napięcia dotykowego w budynkach gospodarczych wynosi 25 V prądu przemiennego.

Ochrona przez samoczynne wyłączenie zasilania polega na utworzeniu pętli zwarciovych oraz zastosowaniu urządzeń ochronnych zapewniających wyłączenie w wymaganym przepisami czasie, takich jak urządzenia ochronne przetężeniowe lub urządzenia ochronne różnicowo-prądowe, najczęściej wyłączniki różnicowo-prądowe. Obwody zawierające gniazda wtykowe muszą być chronione zabezpieczeniami różnicowymi o prądzie nie

przekraczającym 30 mA. W miejscach zagrożonych pożarem obowiązują, jako ochrona przeciwpożarowa przy uszkodzeniu izolacji, zabezpieczenia różnicowe o znamionowym prądzie różnicowym co najwyżej 300 mA.

#### *Stan aktualny*

Wyniki pomiarów napięcia dotykowego zestawiono w tabeli 1. Wynika z niej, że w 12% obiektów nie są spełnione wymagania normatywne odnośnie dopuszczalnych wartości napięcia dotykowego, przy czym w jednej trzeciej z nich przekroczenia wymagań są co najmniej czterokrotne.

Tabela 1. Wyniki pomiarów napięcia dotykowego  
Table 1. Results of touch voltage measurements

Napięcie dotykowe [V]	≤25	>25	>100
Procent budynków	88	12	4

*Źródło: badania własne i opracowanie Jęczmionka [2006]*

Badania dla oceny samoczynnego wyłączenia zasilania w sieciach TN sprowadzają się w praktyce do pomiarów impedancji (rezystancji) pętli zwarcia oraz sprawdzenia warunków samoczynnego zadziałania zabezpieczeń:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o \quad (1)$$

gdzie:

- $Z_s$  – impedancja pętli zwarcia [ $\Omega$ ],
- $I_a$  – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia zabezpieczającego [A],
- $U_o$  – napięcie znamionowe względem ziemi [V].

Stwierdzono, że w 6% badanych obiektów warunek ten nie był spełniony, co oznacza, że w razie przebicia izolacji i pojawienia się napięcia na dostępnych częściach przewodzących zabezpieczenie nie zadziała. Zestawienie stosowanych w badanych budynkach urządzeń ochronnych przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Wyposażenie budynków w urządzenia ochronne samoczynnie wyłączające zasilanie  
Table 2. Protective automatic tripping devices in outbuildings to switch off power supply

Rodzaj urządzenia ochronnego	Procent budynków
Wyłączniki różnicowo-prądowe	2
Instalacyjne wyłączniki nadprądowe	22
Instalacyjne wyłączniki nadprądowe i bezpieczniki topikowe	48
Bezpieczniki topikowe	28

*Źródło: badania własne i opracowanie Jęczmionka [2006]*

W badanych obiektach wyłączniki różnicowo-prądowe stosowane są sporadycznie. Występują tylko w nowych instalacjach i wszystkie działają poprawnie.

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania i pomiary potwierdzają, sygnalizowany przez innych autorów, zły stan techniczny instalacji elektrycznych w wielu gospodarstwach rolnych i związane z tym duże zagrożenie porażeniem prądem ludzi i zwierząt oraz zwiększone zagrożenie pożarem. W 6 procentach badanych obiektów jest to zagrożenie bardzo duże, gdyż przy osłabionej izolacji roboczej, nie są tam spełnione warunki skutecznej ochrony przed dotykiem pośrednim.

Zły stan techniczny instalacji elektrycznych wynika m. in. z długiego czasu ich użytkowania, który w 72 procentach badanych budynków gospodarczych przekracza 25 lat. Do tego nie są one poddawane ochronnym badaniom eksploatacyjnym, chociaż istnieje obowiązek okresowego (nie rzadziej niż raz na 5 lat) sprawdzania czy stan techniczny instalacji elektrycznych w trakcie eksploatacji nie uległ pogorszeniu w stopniu stwarzającym zagrożenie dla ich dalszego, bezpiecznego użytkowania. W związku z tym użytkownicy nie zdają sobie zwykle sprawy z rzeczywistego stanu instalacji elektrycznych we własnych gospodarstwach (tab. 3). Niemal wszyscy uważają je za wygodne i bezpieczne, co może też wynikać z niewiedzy o zaletach dobrze wykonanych instalacji.

Tabela 3. Ocena stanu instalacji elektrycznych przez użytkowników  
Table 3. Evaluation of electrical systems by users

Ocena	Bardzo dobra	Dobra	Zadowalająca	Zła
Procent użytkowników	14	52	34	0

*Źródło: badania własne i opracowanie Jęczmionka [2006]*

## Bibliografia

- Boczkowski A.** 2004. Modernizacja instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych. II Ogólnopolska Konferencja ETW 2004 „Elektroenergetyka na terenach wiejskich”. s. 11-14, COSIW SEP Warszawa.
- Jęczmionek Ł.** 2006. Analiza stanu instalacji elektrycznych w gospodarstwach wiejskich. Praca magisterska, Katedra Energetyki Rolniczej AR Kraków.
- PN-IEC 60364 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych (norma wieloarkuszowa).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. nr 75 z 15 czerwca 2002 r., poz. 690.
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Tekst jednolity Dz. U. nr 207 z 2003 r., poz. 2016; zgodnie z obwieszczeniem Marszałka Sejmu RP z 21 listopada 2003 r. z późn. zm.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne. Dz. U. nr 153 z 1 września 2003 r., poz. 1504 z późn. zm.
- Vademecum elektryka. Red. J. Strojny. 2004. Biblioteka COSIW SEP Warszawa. ISBN 83-89008-50-5.

## **EVALUATION OF ELECTRIC SYSTEM CONDITION IN FARM OUTBUILDINGS**

**Summary.** This paper presents results of testing the electrical systems in 150 farm outbuildings, in particular conditions of electric shock and fire protection. The purpose of these measurements was to check whether a protection against direct and indirect touching meets the requirements of standards. It appeared that in 6 percents of the tested objects such protection was not provided at all, since a with the existing poor working insulation the conditions of efficient protection against indirect touching were not provided.

**Key words:** electrical systems, electric shock protection, fire protection

**Adres do korespondencji:**

Małgorzata Trojanowska; e-mail: trojanowska@ar.krakow.pl  
Katedra Energetyki Rolniczej  
Akademia Rolnicza w Krakowie  
ul. Balicka 116B  
31-149 Kraków