

Anetta KUCHARSKA*

Przegląd systemów zabezpieczających środowisko gruntowo-wodne przed wyciekami olejów elektroizolacyjnych z transformatorów w kontekście wymogów prawnych

STRESZCZENIE. Transformatory olejowe projektowane są dla centrów zasilania, podstacji energetycznych i sieci. Istnieje jednak ryzyko skażenia środowiska gruntowo-wodnego związanego z wyciekami płynów elektroizolacyjnych (Kucharska 2007).

Sposób eliminacji skażenia gruntu pod transformatorami mocy na stacjach wysokich napięć poprzez pełne odizolowanie wyciekającego oleju, jest podstawowym problemem przedsiębiorców. Wymaga ono, bowiem zastosowania sprawnego systemu ujmowania ewentualnych wycieków oleistych, ich gromadzenia i separacji w obiektach już istniejących, będących w eksploatacji.

Prawodawstwo Polskie oraz Unii Europejskiej wymaga, aby przedsiębiorstwa oddziałujące na środowisko, respektowały obowiązujące standardy ochrony środowiska wraz z obowiązującymi unormowaniami prawnymi w zakresie m.in. gospodarki odpadami, gospodarki wodno-ściekowej, ochrony powietrza. Stąd niezwykle istotnym jest poszukiwanie rozwiązań eliminujących możliwość zanieczyszczenia środowiska.

SŁOWA KLUCZOWE: transformator, olej elektroizolacyjny, zanieczyszczenia w gruntach

* Mgr inż. — Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, Kraków.

Recenzent: dr inż. Barbara TOMASZEWSKA

Wprowadzenie

Transformatory elektroenergetyczne stosowane są do przekazywania i dystrybucji energii elektrycznej z trójfazowych sieci rozdzielczych wysokiego napięcia do sieci rozdzielczych niskiego napięcia, głównie na obszarach zurbanizowanych. Dla wysokich napięć, jako medium chłodzące i izolujące transformator stosowane są w oleje mineralne.

Awaria transformatora powodująca wyciek oleju niejednokrotnie wydłużony w czasie, może stanowić poważne skutki związane ze skażeniem środowiska gruntowo-wodnego.

Skażenie gruntu olejem elektroizolacyjnym może być również spowodowane nieszczelnością lub zużyciem uszczelek w transformatorze (Kucharska 2007).

TABELA 1. Wymagania dotyczące badania oleju elektroizolacyjnego zgodnie z normą wewnątrzzakładową Zakładu Energetycznego ENION S.A. w Krakowie

TABELE 1. Demands of research electro isolating oils

Lp.	Wymagania	Wyniki pomiarów	Transformatory		Wyłączniki	Przekładniki	Metody badań wg
			≤ 6 MVA	>1,6MVA ≤ 00MVA			
			wymagania techniczne				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Barwa	7/10	nie określono				skali barw
2	Klarowność	mętny	klarowny				PN-90/C-96058
3	Zawartość ciał stałych	nie zawiera	nie zawiera				
4	Zawartość wody wydzielonej	nie zawiera	nie zawiera	—	nie zawiera	—	PN-81/C-04959
5	Zawartość wody m. K. Fischera [mg/kg, ppm]	—	—	≤ 40	—	≤ 40	
6	Liczba kwasowa [mg KOH/g]	—	—	≤ 0,4	—	≤ 0,4	PN-85/C-04066
7	Temperatura zapłonu [°C]	—	—	≥ 30	—	≥ 30	PN-EN 22719:1999
8	Gęstość w temp 20°C [g/cm ³]	—	—	—	—	—	PN-90/C-04004
9	Lepkość kinetyczna w temp 20°C [mm ² /s]	—	—	—	—	—	PN-81/C-04011
10	Napięcie przebicia [kv] w temp. 20 °C	12,8	≥ 35	≥ 40	≥ 20	≥ 40	PN-EN 60156:2002
11	Względne odchylenie standardowe [%]	9,4	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	

TAB. 1 cd.

TAB. 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
12	Rezystywność w temp. 50 °C [Wm]	$1,36 \times 10^9$	$\geq 2 \times 10^9$	$\geq 5 \times 10^9$	—	$\geq 5 \times 10^9$	PN-84/E-04409
13	Współczynnik strat dielektrycznych tgδ przy częstotliwości 50 Hz w temperaturze 50 °C	—	—	$\leq 0,1$	—	$\leq 0,1$	
14	Napięcie powierzchniowe s [mN/m]	—	—	—	—	—	PN-90/C-04809
15	Zawartość polichlorowanych bifenyli (PCB), [mg/kg,ppm]	—	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	Przesiewowej analizy PCB

Źródło: Kucharska 2007

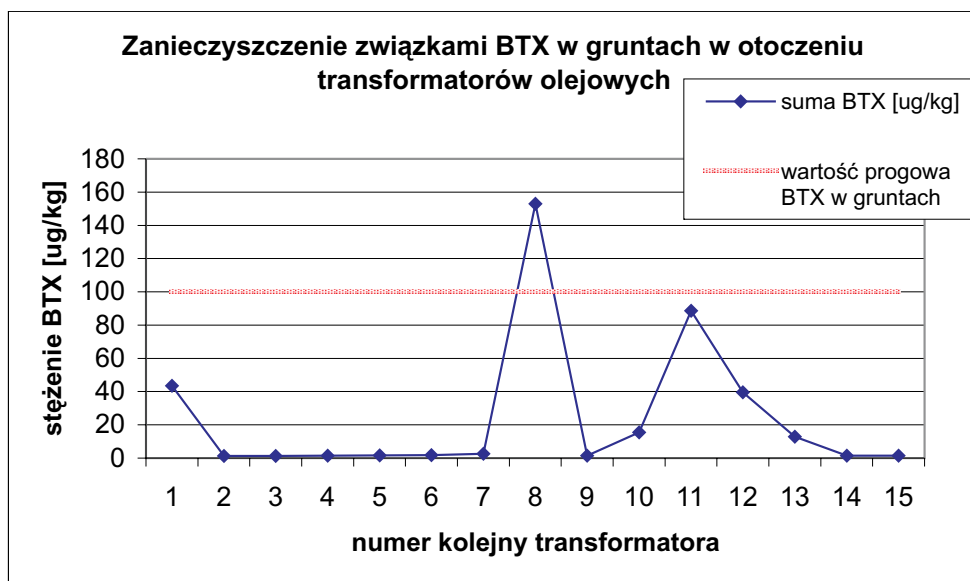
1. Systemy zabezpieczające środowisko gruntowo-wodne przed wyciekami olejów elektroizolacyjnych

Niebezpiecznymi związkami, jeżeli chodzi o skażenie środowiska gruntowo-wodnego, jest grupa węglowodorów aromatycznych. Ze względu na to, że węglowodory te charakteryzują się największą rozpuszczalnością w wodzie, związki te mogą migrować wraz z infiltrującą wodą opadową przez strefę aeracji do pierwszego poziomu wodonośnego. Należy tutaj podkreślić, iż do grupy węglowodorów aromatycznych należą benzen, toluen i ksylen (BTX), a więc związki znane jako bardzo szkodliwe dla człowieka, ze względu na ich działanie rakotwórcze (Namiński 1998).

Wstępne badania jakości gruntów występujących w otoczeniu transformatorów elektroenergetycznych przeprowadzone dla 15 obiektów zlokalizowanych na obszarze gminy Zabierzów (Kucharska 2007) wykazały, iż stężenia zanieczyszczeń związkami BTX w jednym przypadku przekroczyły wartość progową BTX tj., 100 µg/kg s.m. określoną w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165 poz. 1359 z dnia 4 października 2002 r.). w 5 przypadkach stwierdzono wartości podwyższone od 11 do 90 µg/kg s.m., a w 9 – zawartość BTX w glebach nie przekroczyła granicy wykrywalności tj. dla benzenu 0,42 µg/kg, dla toluenu i ksylenów 1,24 µg/kg (rys. 1).

Wskazuje to na fakt, że nie w każdym przypadku transformator był szczelny, bądź wymiana oleju przeprowadzona została w sposób bezpieczny dla środowiska.

Istotnym zadaniem dla przemysłu jest dbałość o gospodarkę wodno-ściekową, w tym także separacja wody i oleju na stanowiskach elektroenergetycznych. Podstawowy doku-



Rys. 1. Zanieczyszczenie związkami BTX w gruntach w otoczeniu transformatorów olejowych gminy Zabierzów

Źródło: Kucharska 2007

Fig. 1. Levels of existence of BTX contingent on kind of transformer Zabierzow area

ment prawny w zakresie ochrony środowiska, jakim jest ustawa Prawo Ochrony Środowiska (POS) z dnia 27 kwietnia 2001 r., Dz.U. nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami (art. 141 pkt. 1) mówi, że: „eksploatacja instalacji lub urządzeń nie powinna powodować przekroczenia standardów emisyjnych oraz ze oddziaływanie instalacji lub urządzenia nie powinno powodować pogorszenia stanu środowiska w znacznych rozmiarach lub zagrożenia życia lub zdrowia ludzi” – wymogi te dotyczą eksploatacji urządzeń w warunkach normalnych. Art. 243 ustawy POS zobowiązuje użytkowników instalacji do ochrony środowiska przed awarią poprzez zapobieganie zdarzeniom mogącym powodować awarie oraz ograniczenie jej skutków dla ludzi i środowiska.

Przepisy Prawa budowlanego oraz Ustawa Prawo wodne, a także Polska Norma PN-E-05115 wymagają, aby obiekty zawierające powyżej 1000 litrów substancji ropopochodnych były podwójnie zabezpieczone.

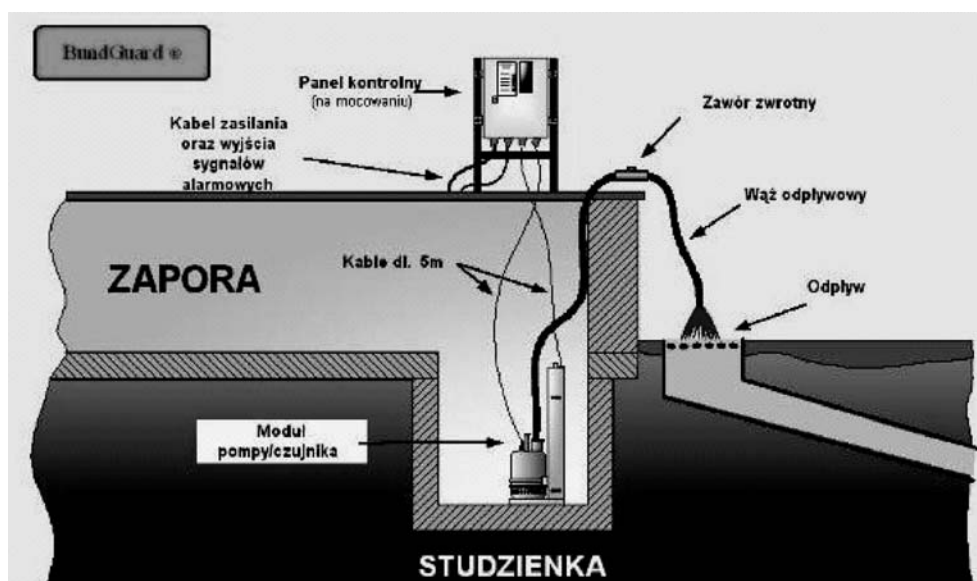
Ma to na celu ochronę środowiska w przypadku awarii lub rozszczelnienia urządzenia energetycznego. Problemem jest odprowadzenie wody deszczowej z obiektu, pozostawiając jednocześnie olej w izolacji od środowiska naturalnego.

Układem zabezpieczającym obiekty, które zawierają substancje niebezpieczne (takie jak substancje ropopochodne) dla środowiska jest misa olejowa. Podwójne zabezpieczenie musi wychwycić 100% substancji. Szczególnym przypadkiem jest sytuacja, gdy drugie zabezpieczenie usytuowane jest na zewnątrz transformatora. W tym przypadku zaporą musi przyjąć także opady atmosferyczne i wodę gaszącą. Po uwzględnieniu tych czynników pojemność misy powinna wynosić 110–120% objętości cieczy w obiekcie.

W przypadku energetyki budowa misy olejowej zewnętrznej wiąże się często z koniecznością wyłączenia i przestawiania transformatora.

Alternatywą jest wykonanie dwóch zagłębień po obu stronach stacjonującego urządzenia, które mogłyby zebrać cały wyciek. Ścianki misy nie przenoszą ciężaru transformatora, dlatego też ich grubość jest znacznie mniejsza niż w tradycyjnych rozwiązaniach. Pojemność misy musi uwzględnić 100% objętości oleju znajdującego się w urządzeniu i objętość wód opadowych obmywających urządzenie. Do separacji wody i oleju stosowanych jest aktualnie kilka rozwiązań (Kycior 2007), w tym separatory koalescencyjne lub System BundGuard stosowany z powodzeniem w zachodniej i południowej części Europy, Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i Chinach.

System ten jest układem automatyki, ograniczającym w znacznym stopniu koszty budowy całego obiektu i późniejszej jego eksploatacji. Jego niewielka budowa pozwala na zaadoptowanie go w istniejących już miejscach np. w misie olejowej, studziencie bezodpływowej czy zbiorniku bezodpływowym. Instalacja takiego układu nie generuje dodatkowych kosztów. Na terenie Wielkiej Brytanii zainstalowanych jest ponad 10 000 jednostek tego typu, które pracują bezawaryjnie od kilkunastu lat. System BundGuard ma za zadanie monitorowanie poziomu wody i oleju w misie olejowej i odprowadzanie czystej wody do środowiska przy jednoczesnej izolacji oleju w misie olejowej (rys. 2.).



Rys. 2. System BundGuard
Źródło. www.andel.polska.pl

Fig. 2. Systeme BundGuard

„BundGuard”, zaprojektowany został na początku lat dziewięćdziesiątych dla spółek energetycznych, które dostosowywały stanowiska transformatorowe do aktualnych wymogów prawa.

Na rysunku nr 2 przedstawiono zastosowanie systemu BundGuard. Olej jako substancja lżejsza zawsze znajduje się na powierzchni wody. Urządzenie wypompowuje wodę z dna, a czujniki tak sterują pompą, aby olej zawsze znajdował się w bezpiecznej odległości od środowiska naturalnego. System ten umożliwia odprowadzenie wody deszczowej przy jednoczesnym separowaniu substancji ropopochodnych a automatyka pozwala monitorować wszelkie działania układu

Testy urządzenia przeprowadzone na terenie Polski i Wielkiej Brytanii wskazują, że zawartość oleju w wodzie podczyszczonej spełnia wszelkie wymagania prawne.

Typowo testy zawartości oleju ukazują emisje pomiędzy 0 mg/dm³ a 15 mg/dm³ zwykle poniżej 5 mg/dm³ wody, a w bardzo wrażliwych miejscach systemy „BundGuard” są stosowane w połączeniu z trzypoziomowym filtrem, który pozwala na doczyszczenie wody podczyszczonej do wartości około 1 mg oleju/dm³ wody.

2. Podstawowe zagadnienia i wymagania w ochronie środowiska dotyczące sektora elektroenergetycznego

Z przepisów prawa polskiego oraz Unii Europejskiej wynika, że przedsiębiorstwa oddziałujące na środowisko, muszą respektować obowiązujące standardy ochrony środowiska w tym w zakresie m.in. gospodarki odpadami, gospodarki wodno-ściekowej, ochrony powietrza.

Gospodarka odpadami stała się jedną z ważniejszych części działalności podmiotów gospodarczych. Wymóg posiadania zatwierdzonego programu gospodarki odpadami oraz składania corocznych sprawozdań z ilości wytworzonych odpadów, korzystnie wpływa na minimalizację zagrożeń spowodowanych niewłaściwą gospodarką odpadami zwłaszcza niebezpiecznymi. Do tego typu odpadów zgodnie z katalogiem odpadów należą m.in.: przetworzone *oleje elektroizolacyjne*, akumulatory, zużyte filtry oraz tkaniny zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi, zużyte lampy fluorescencyjne,.

Ważnym aspektem jest gospodarka wodno-ściekowa. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. nr 137 poz. 984), oraz Ustawą z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2005 nr 239 poz. 2019 tekst jednolity), gospodarkę wodno-ściekową w przypadku przedsiębiorstw reguluje pozwolenie wodnoprawne. Jest to decyzja administracyjna związana z odprowadzaniem ścieków przemysłowych np. ze stacji transformatorowych oraz korzystaniem z infrastruktury wodnej. Pozwolenie wodnoprawne w przypadku odprowadzania ścieków do kanalizacji jest wymagane wtedy, kiedy użytkownik odprowadza ścieki zawierające jedną bądź więcej z poniżej wymienionych substancji:

- ✧ trwałe oleje mineralne i węglowodory ropopochodne,
- ✧ nietrwałe oleje mineralne i węglowodory ropopochodne,

- ✧ trwałe syntetyczne substancje, które mogą pływać, pozostawać w zawieszeniu lub tonąć i które mogą kolidować z jakimikolwiek sposobami wykorzystania wód powierzchniowych,
- ✧ substancje, które mają szkodliwy wpływ na smak lub zapach pochodzących ze środowiska wodnego,
- ✧ związki fluorowcoorganiczne lub substancje, które mogą tworzyć takie związki w środowisku wodnym,
- ✧ związki fosforoorganiczne,
- ✧ związki cynoorganiczne,
- ✧ substancje, które mają własności rakotwórcze, mutagenne lub teratogenne w środowisku wodnym lub przez to środowisko,
- ✧ rtęć i jej związki,
- ✧ kadm i jego związki,
- ✧ następujące niemetalne i metale oraz ich związki: cynk, miedź, nikiel, chrom, ołów, selen, arsen, bar, beryl, bor, uran, wanad, kobalt, tal, tellur, srebro,
- ✧ biocydy i ich pochodne,
- ✧ toksyczne lub trwałe związki organiczne krzemu oraz substancje, które mogą spowodować powstanie takich związków w wodzie,
- ✧ nieorganiczne związki fosforu i fosfor niezwiązany,
- ✧ fluorki,
- ✧ cyjanki,
- ✧ substancje, które ujemnie wpływają na bilans tlenu w wodzie, szczególnie amoniak i azotyny.

Istotnym zagadnieniem jest również ochrona powietrza. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia (Dz.U. nr 283 poz. 2840), oraz Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia (Dz.U. nr 283 poz. 2839), podstawowe obowiązki w zakresie spełnienia wymagań w zakresie ochrony powietrza określają odpowiednie rodzaje instalacji wymagających pozwolenia urzędowego na eksploatację bądź wymagających zgłoszenia jego eksploatacji do Starostwa.

Instalacje wymagające zgłoszenia lub uzyskania pozwolenia na wprowadzanie pyłów lub gazów do powietrza są to: instalacje energetyczne o nominalnej mocy cieplnej od 1 MW opalane węglem kamiennym, koksem, drewnem, słomą, olejem napędowym, olejem opałowym, benzyną, paliwem gazowym; instalacje do przesyłu, przeładunku lub magazynowania paliw płynnych.

Podsumowanie

Wprowadzenie sprawnych systemów eliminacji skażenia gruntu pod transformatorami mocy na stacjach wysokich napięć, poprzez pełne odizolowanie wyciekającego oleju,

a także separację wody i oleju to wyzwanie dla współczesnej energetyki. Jednak tylko w ten sposób możliwe jest zabezpieczenie środowiska przed substancjami o działaniu kancerogennym. Jak wykazały badania przeprowadzone na przykładzie 15 eksploatowanych obecnie transformatorów olejowych, w próbkach gleb pobranych pod 5 urządzeniami stwierdzono podwyższoną zawartość BTX, a w 1 – przekroczenie wartości określonej przepisami prawa.

Zgodnie z wymogami prawa polskiego oraz Unii Europejskiej przedsiębiorstwa oddziaływające na środowisko, muszą respektować obowiązujące standardy ochrony środowiska wraz z obowiązującymi unormowaniami prawnymi w zakresie m.in. gospodarki odpadami, gospodarki wodno-ściekowej, ochrony powietrza.

Literatura

- [1] KYCIOR K., 2007 — Ochrona środowiska przed wyciekami oleju. *Ekologia*, str. 26–29.
- [2] NAMIEŚNIK J., JAMRÓGIEWICZ Z., 1998 — *Fizykochemiczne metody kontroli zanieczyszczeń środowiska*. Warszawa.
- [3] www.andel.polska.pl.
- [4] KUCHARSKA A., 2007 — Wstępne badania zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego związkami BTX, w strefie oddziaływania transformatorów olejowych na terenie gminy Zabierzów. *Technika poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój* nr 1, str. 101–105.
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. nr 137 poz. 984).
- [6] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2005 nr 239 poz. 2019 tekst jednolity).
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia, (Dz.U. nr 283 poz. 2840).
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia (Dz.U. nr 283 poz. 2839).
- [9] Ustawa Prawo Ochrony Środowiska (Dz.U. z 2006, Nr 129, poz. 902 z późn. zm.).
- [10] Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 (Dz.U. z 2001 r., nr 62, poz. 628).
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. Nr 165 poz. 1359 z dnia 4 października 2002 r.).
- [12] Norma wewnętrzzakładowa ZE ENION S.A.
- [13] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206).

Anetta KUCHARSKA

Review of water-soil protection systems from electro isolating oil leaks from electrical power transformers in law aspects

Abstract

Oil transformers are designed for main electrical power stations, hubs and power lines. There is an actual risk of pollution to the hydro-soil environment from the leaks of the electro isolating fluids.

The way of eliminating land contamination under electrical power transformers, in the hi-voltage stations by fully isolating from leaking oil is the main problem of the entrepreneurs. It needs efficient oil separating and saving systems in existing, being under use facilities.

Polish and European Union legislation requires that the enterprises that interact with environment will respect current environment protection standards and law norms in fair use of, for example urban waste management, water management and air defense. That why looking for solutions in eliminating environment pollution is so important.

KEY WORDS: transformer, electro isolating oils, pollution in soil