



Zbigniew POHL¹, Zdzisław MATYNIAK²

Politechnika Wroclawska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii (1),
Politechnika Wroclawska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska (2)

O możliwości i celowości wykorzystania danych powszechnego monitoringu zanieczyszczenia atmosfery do klasyfikacji terenu na strefy zabrudzeniowe

Streszczenie. Zasady podziału terenu na strefy zabrudzeniowe i kryteria doboru izolatorów obowiązujące w Polsce są specyficzne i trudne w realizacji. Niedogodnością jest konieczność wykonywania specjalnych pomiarów terenowych. Nie bierze się natomiast pod uwagę danych uzyskiwanych w wyniku powszechnego monitoringu zanieczyszczeń atmosfery, jakimi dysponują Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska. Proponuje się wykonanie badań mających na celu określenie procedur, których celem jest wykorzystanie tych danych na potrzeby elektroenergetyki.

Abstract. (About possibility and advisability of using of air pollution monitoring data for terrain division into pollution zones). In Poland, the principles of terrain division into pollution zones and the criteria of the selection of insulators are specific and difficult to make. The main shortcoming is the necessity of carrying out special terrain measurements. On the contrary, the data obtained from the entire monitoring of atmospheric pollution, available at the National Inspection of Environment Protection, is not taken into account. Working out the procedures which would enable making use of this data in power engineering is considered.

Słowa kluczowe: izolacja wysokonapięciowa, zanieczyszczenia atmosfery, strefa zabrudzeniowa, dobór izolatorów.

Keywords: high voltage insulation, air pollution, pollution zone, insulators' selection.

Krajowe zasady oceny narażenia zabrudzeniowego izolatorów i ich realizacja

W przeciwieństwie do większości krajów europejskich w Polsce zasady i metody oceny narażenia zabrudzeniowego izolatorów napowietrznych, klasyfikacji terenu ma strefy zabrudzeniowe i doboru izolatorów są określone bardzo jednoznacznie. O klasyfikacji terenu decydują parametry zanieczyszczenia atmosfery, wyznaczone w pomiarach terenowych, dobór izolatorów zaś polega na zapewnieniu drogi upływu przyjętej jako minimalna dla danej strefy zabrudzeniowej. Możliwy jest także dobór oparty na wskaźnikach zabrudzeniowej wytrzymałości elektrycznej izolatora odpowiadającej konduktywności przyjętej jako graniczna dla danej strefy [1]. Procedury klasyfikacji terenu przyjęte w PN-E-06303 uznaje się za w pełni uzasadnione, ale są one pracochłonne i kosztowne. Ze względu zaś na brak obligatoryjności normy w ostatnich latach nastąpiło zmniejszenie zakresu odpowiednich pomiarów terenowych realizowanych w przedsiębiorstwach energetyki zawodowej. Rodzi się więc pytanie, czy bardzo wymagające kryteria PN-E-06303 są nadal w pełni uzasadnione pod względem techniczno-ekonomicznym, czy też należy je zastąpić lub przynajmniej powiązać z wynikami powszechnego monitoringu zanieczyszczenia atmosfery.

Zanieczyszczenia atmosfery i ich pomiary

Od 1990 r. występuje systematyczne i istotne zmniejszenie emisji i opadu zanieczyszczeń przemysłowych. Świadczą o tym informacje uzyskiwane w wyniku powszechnego monitoringu zanieczyszczeń atmosfery. Monitoring ten jest prowadzony na terenie całego kraju w sposób coraz bardziej systematyczny, a jego przedmiotem są wielkości i zjawiska mające bezpośredni związek z narażeniem izolatorów. Spektakularne przykłady są zawarte w Raporcie Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska we Wrocławiu [2].

Terminem „zanieczyszczenie atmosfery” określa się występowanie wszelkich substancji zanieczyszczających zarówno ilościowo, jak i jakościowo pierwotny skład powietrza [3]. W określaniu czystości powietrza bierze się pod uwagę poziom zawartości głównych zanieczyszczeń wyrażany w jednostkach stężeń (ilość wagowa lub objętościowa zanieczyszczeń zawartych w objętości jednego metra sześciennego powietrza). Zalicza się do nich: tlenek węgla, tlenki azotu, dwutlenek siarki, węglowodory, zanieczyszczenia pyłowe oraz ozon. Podstawą wyrażania stopnia oddziaływania danego źródła na stan czystości powietrza oraz środowiska jest wielkość emisji. Określa się ją jako ilość danego zanieczyszczenia przenikającego do atmosfery w określonym czasie. Główne źródła zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego to małe, rozproszone, stacjonarne źródła punktowe (np. paleniska domowe, kotłownie lokalne, zakłady rzemieślnicze) uwalniające główne produkty spalania paliw kopalnych, duże źródła punktowe (np. elektrownie, elektrociepłownie, rafinerie, duże zakłady przemysłowe) emitujące produkty spalania paliw i zanieczyszczenia wynikające z profilu ich produkcji. Do ważnych źródeł zanieczyszczeń powietrza należą również środki transportu, które wprowadzają do atmosfery zanieczyszczenia gazowe, głównie: dwutlenek węgla (CO₂), tlenek węgla (CO), tlenki azotu (NO_x), węglowodory (C_nH_m) i pyły zawierające dwutlenek ołowiu.

Wyemitowane zanieczyszczenia ulegają oddziaływaniu czynników meteorologicznych i topograficznych. To one głównie decydują o ich rozprzestrzenieniu się i o wartościach stężeń zanieczyszczeń gazowych w powietrzu na określonym terenie. Zanieczyszczenia pyłowe w odróżnieniu od gazowych oddziałują na stan powietrza i środowiska niejednoznacznie. Pyły o średnicach nie przekraczających 10 μm, tzw. pył zawieszony, traktuje się na równi z gazami i ich ilość w powietrzu wyraża się w jednostkach stężeń. Większe ziarna pyłu opadają na powierzchnię ziemi i kryterium intensywności zanieczyszczenia jest wielkość opadu.

Po opuszczeniu źródła każde zanieczyszczenie ma określony czas trwania w powietrzu, który – w zależności od rodzaju substancji zanieczyszczającej oraz warunków meteorologicznych i topograficznych – może wahać się w granicach od kilkunastu sekund do kilku miesięcy, a nawet lat. Czas trwania zanieczyszczeń w powietrzu determinują dwa główne procesy: przemiany fizykochemiczne zanieczyszczeń oraz depozycja (sucha i mokra). Spośród wymienionych głównych zanieczyszczeń powietrza największe znaczenie dla stanu zanieczyszczenia powietrza i środowiska mają: dwutlenek siarki, tlenki azotu, węglowodory i pyły.

Dwutlenek siarki utlenia się do trójtlenku, który, jako silnie higroskopijny, tworzy z wodą kwas siarkowy. Proces powstawania kwasu siarkowego byłby bardzo powolny, gdyby nie udział w utlenianiu dwutlenku siarki promieni słonecznych i substancji katalizujących (soli żelaza trójwartościowego i manganu). W Londynie na początku lat pięćdziesiątych w warunkach niskiej emisji zanieczyszczeń oraz pod wpływem specyficznych warunków meteorologicznych i terenowych powstający kwas siarkowy wraz z pyłem energetycznym, sadzą, tlenkami siarki i azotu w obecności słynnej mgły londyńskiej był przyczyną wystąpienia zjawiska smogu kwaśnego. Zjawisko to stało się przyczyną wielu zgonów. Smog londyński jest przykładem wystąpienia skutków emisji dwutlenku siarki i towarzyszących mu zanieczyszczeń w skali lokalnej, czyli w bezpośredniej bliskości źródeł emisji. Kwas siarkowy – produkt przemian fizykochemicznych dwutlenku siarki – zaznacza dotkliwie swoją obecność również w większej odległości od źródeł emisji.

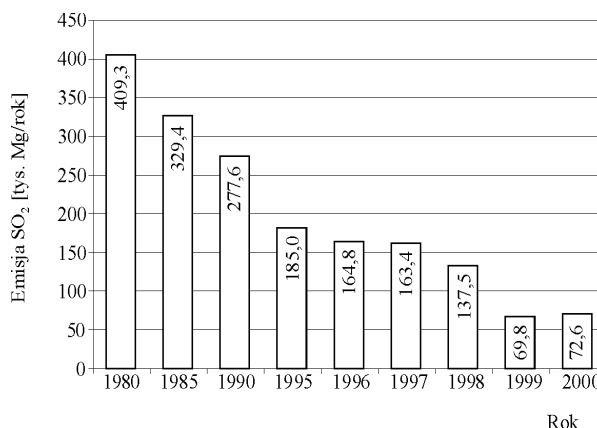
Wysokie emitery (kominie zakładów energetycznych i metalurgicznych) sprzyjają transportowi zanieczyszczeń na duże odległości. W czasie takiego transportu przebiegają przemiany fizykochemiczne, które w połączeniu z procesami depozycji mokrej tworzą opady kwaśne. Opady te zawierają nie tylko kwas siarkowy, lecz także kwas azotowy w ilości trzykrotnie mniejszej. Obecność tych dwóch mocnych, a zatem całkowicie zdysocjowanych kwasów nieorganicznych powoduje dużą kwasowość opadów deszczowych i śniegowych, przyczyniając się do zakwaszenia środowiska w miejscach, w których opady te wystąpiły. Często skutki opadów kwaśnych są najbardziej widoczne na terenach, gdzie nie ma źródeł emisji zanieczyszczeń będących przyczyną ich powstania. Przykładem takich terenów jest część półwyspu skandynawskiego, gdzie silnie zaznaczyły się skutki zakwaszenia jezior. W tym przypadku o zakwaszeniu środowiska w tej części Europy zdecydował transport transgraniczny zanieczyszczeń z Wielkiej Brytanii oraz krajów zachodnio- i środkowoeuropejskich.

Kwas azotowy nie jest jedynym produktem przemian tlenków azotu w powietrzu atmosferycznym. Istotne znaczenie dla stanu powietrza atmosferycznego, i to w warunkach lokalnych, mają przemiany skutkujące powstaniem zjawiska zwanego smogiem utleniającym. W tym przypadku istotne znaczenie ma emisja dwutlenku azotu i związków organicznych występujących w spalinach samochodowych, silne promieniowanie słoneczne oraz specyficzne warunki topograficzne, jak również obecność warstw inwersyjnych w powietrzu. Następuje zakłócenie cyklu fotolitycznego spowodowane obecnością rodników organicznych i tworzą się związki silnie utleniające: ozon i azotan nadtlenu acetylu. Zjawisko to jest najczęstsze i najbardziej intensywne w Kalifornii („smog kalifornijski”), ale występuje również w dniach słonecznych na wszystkich obszarach dotkniętych emisją zanieczyszczeń zawartych w spalinach samochodowych.

Stan zanieczyszczenia powietrza i innych elementów środowiska spowodowany emisją gazów i pyłów (niską i wysoką), przemianami fizykochemicznymi oraz depozycją suchą i mokrą nie pozostaje bez wpływu na stan izolatorów elektroenergetycznych, a zwłaszcza na ich zagrożenie zabrudzeniowe. O stopniu takiego zagrożenia mogą świadczyć wyniki monitoringu zanieczyszczeń powietrza i innych elementów środowiska prowadzone na terenie, na którym przebiegają linie elektroenergetyczne. Podstawowe znaczenie mogą tu mieć pomiary wielkości opadu pyłu oraz stężenia pyłu zawieszonoego. Bardzo przydatna byłaby również znajomość częstotliwości występowania dni smogowych i stężeń zanieczyszczeń gazowych, jakie w tych dniach występują. Przy okazji takich pomiarów nie można również pominąć obserwacji meteorologicznych obejmujących zwłaszcza wilgotność względną powietrza oraz natężenie opadów wraz z ich analizą chemiczną. Wyniki niektórych z tych pomiarów są zawarte w raportach o stanie środowiska wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska.

Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń atmosfery, a kryteria narażenia zabrudzeniowego izolatorów oraz zasad ich doboru

Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń w kraju jest bezsporne. Ilustrują to dane przedstawione na rys. 1, zaczerpnięte z raportu [2], w którym przedstawiono wyniki pomiarów pochodzących z ponad 100 stacji monitoringu ochrony środowiska na Dolnym Śląsku.



Rys. 1. Ilość dwutlenku siarki emitowanego do atmosfery z terenu województwa dolnośląskiego w latach 1980–2000 (dane Urzędu Statystycznego) [2]

Jak wynika z bardziej szczegółowej analizy tych danych, zmiany mają charakter trwały. W latach 80. wiążą się one z ograniczeniem produkcji przemysłowej, ale po 1990 r. nastąpiła kompleksowa modernizacja procesów technologicznych i urządzeń odpylających.

Tak znaczne ograniczenie emisji SO₂ (a także innych gazów i pyłów) z pewnością zmniejsza narażenie zabrudzeniowe izolacji sieci elektroenergetycznych, ale nie oznacza, że problem ten można całkowicie zignorować. Szczególnie groźne dla izolacji frakcje zanieczyszczeń stosunkowo trudno poddają się bowiem eliminacji. Dotyczy to zwłaszcza pyłu zawieszonoego oraz gazów. Można jednak przyjąć, że możliwości pojawienia się katastroficznego zagrożenia izolacji są coraz mniej prawdopodobne. Mogą one ewentualnie wystąpić w szczególnych warunkach lokalnych, które należy uwzględnić podczas projektowania sieci elektroenergetycznej.

Zanieczyszczenia decydujące o stabilnym zakwalifikowaniu terenu do IV strefy zabrudzeniowej występują jeszcze lokalnie na Górnym Śląsku, ale ich ilość systematycznie maleje, co ilustrują dane z Górnośląskiego Zakładu Energetycznego. W latach 1986–1998 obszar IV strefy zabrudzeniowej zmniejszył się tam ze 125 km² do zaledwie 27 km² [4]. O zakwalifikowaniu terenu do niższych stref zabrudzeniowych może natomiast decydować bardziej obecność gazów i pyłu zawieszonego niż ilość osadów i ich przewodnictwo określone na próbkach uzyskiwanych metodą sedimentacyjną.

Główną przeszkodą w takim rozumowaniu jest brak wiarygodnych zależności ilościowych między intensywnością zanieczyszczenia atmosfery gazami a rzeczywistym narażeniem izolatorów i odgromników produktami przemian zanieczyszczeń w atmosferze. Przemiany te przebiegają z różną intensywnością i zależą od wielu czynników mających probabilistyczną naturę, a ich mechanizmy są poznane w niewystarczającym stopniu. Wskazane jest zatem podjęcie badań nad sklasyfikowaniem tych zjawisk i określeniem współzależności, które w miarę upływu czasu byłyby doskonałe. Dzięki temu można by uzyskać w niedalekiej przyszłości uściślenie zależności ilościowych i parametrów kryterialnych. Pierwszą udaną próbą w tym zakresie stanowią prace Chrzana [5, 6]. Dość zaskakujące są wnioski o znacznym wpływie CO₂ na przewodnictwo wodnych zawiesin CaCO₃ i MgCO₃, które jako zanieczyszczenia występują dość często.

Byłoby bardzo pożądane, aby badania takie podjął większy zespół złożony z elektryków i ekologów zajmujących się ochroną atmosfery.

Wnioski

Narażenie zabrudzeniowe izolatorów i ograniczników przepięć na terenie Polski zmniejsza się. Intensywność narażenia odpowiadająca strefie IV obejmuje coraz mniejsze obszary terenu. Można się spodziewać, że niebawem będzie występować zupełnie sporadycznie.

Ocenę narażenia zabrudzeniowego izolacji można oprzeć na danych powszechnego monitoringu zanieczyszczania atmosfery, zamiast wykonywać osobne pomiary terenowe.

Wymaga to podjęcia najpierw odpowiednich prac badawczych, których celem byłoby określenie zależności między parametrami zanieczyszczenia powietrza udostępnionymi przez powszechny monitoring zanieczyszczeń atmosfery a rzeczywistym narażeniem izolacji przez zabrudzenia ich powierzchni.

Prezentowany artykuł został opracowany i wygłoszony dzięki finansowaniu z grantu KBN Nr 4T10B 03722

LITERATURA

- [1] Norma PN-E-06303: 1998, Narażenie zabrudzeniowe izolacji napowietrznej i dobór izolatorów do warunków zabrudzeniowych.
- [2] Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2000 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu.
- [3] Trzepierczyńska I. (red.), Fizykochemiczna analiza zanieczyszczeń powietrza, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- [4] Pohl Z., Dawidowski W., Jaroszewski M., Król W., Ewolucja narażenia zabrudzeniowego wysokonapięciowej izolacji napowietrznej krajowych sieci przesyłowych i rozdzielczych, *Energetyka*, nr tematyczny I/2003.
- [5] Chrzan K.L., Conductivity of aqueous dust solution. *IEEE Trans. on Electrical Insulation*, v. 22, 1987.
- [6] Chrzan K.L., Zwoździak A., Wpływ zanieczyszczeń gazowych na przewodnictwo elektrolityczne wybranych roztworów, *Archiwum Ochrony Środowiska*, 2003, nr 1.

Autorzy: prof. dr hab. inż. Zbigniew Pohl, Politechnika Wroclawska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-334 Wrocław, E-mail: zbigniew.pohl@pwr.wroc.pl; dr inż. Zdzisław Matyniak, Politechnika Wroclawska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-334 Wrocław, E-mail: matyniak@iios.pwr.wroc.pl