

# KOLEJNE UWAGI O RAPORCIE CENTRALNEGO LABORATORIUM KRYMINALISTYCZNEGO POLICJI

Krystyna Kamińska-Trela, Sławomir Szymański

## Abstract

*This communication is a continuation of a talk presented at III-rd Smolensk Conference under a similar title. It comprises another critical comments on the reports by the CLKP's (Central Forensic Laboratory of the Police) analysts about chromatographic investigations of the evidentiary samples collected at the place of the Polish TU-154 M nr 101 plane crash nearby Smoleńsk on April 10, 2010. The surveyed investigations were carried out by demand of the Chief Military Prosecutor's Office. The present authors, specialists in the relevant branches of organic and physical chemistry, evaluated these official CLKP documents as private experts of a plenipotentiary of a group of Families of the Catastrophe Victims. In the present communication, further arguments are presented in favour of the previous conclusion that the claims by the CLKP analysts about the absence of explosives in the investigated evidentiary material are unreliable for one of the frequently used explosives, namely hexogen.*

**Keywords** - Smoleńsk Catastrophe, physicochemical investigations, explosive materials, hexogen.

## Streszczenie

*Komunikat niniejszy stanowi kontynuację wystąpienia na III Konferencji Smoleńskiej pod podobnym tytułem. Zawiera on kolejne krytyczne uwagi o raportach analityków z Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego Policji (CLKP) z badań chromatograficznych materiału dowodowego pobranego na miejscu katastrofy samolotu TU-154 M nr 101 pod Smoleńskiem 10 kwietnia 2010 r. Oceniane badania zostały wykonane na żądanie Naczelnej Prokuratury Wojskowej. Autorzy niniejszego opracowania, o specjalnościach w zakresie odpowiednich działów chemii organicznej i fizycznej, oceniali raporty CLKP jako prywatni eksperci pełnomocnika prawnego grupy Rodzin Ofiar Katastrofy. W niniejszym komunikacie przedstawione są kolejne argumenty na poparcie konkluzji poprzedniej, iż twierdzenia analityków z CLKP o niewykryciu materiałów wybuchowych w badanych próbkach materiału dowodowego nie mają podstaw w stosunku do jednego z często używanych środków wybuchowych, a mianowicie heksogenu.*

**Słowa kluczowe** – Katastrofa Smoleńska, badania fizykochemiczne, materiały wybuchowe, heksogen.

## 1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację wystąpienia tych samych autorów na III Konferencji Smoleńskiej pod podobnym tytułem [1]. Zawiera ono kolejne krytyczne uwagi o raportach analityków z Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego Policji (CLKP) z badań chromatograficznych materiału dowodowego pobranego na miejscu katastrofy samolotu TU-154 M nr 101 pod Smoleńskiem 10 kwietnia 2010 r.

Oficjalne badania miejsca Katastrofy Smoleńskiej pod kątem ewentualnych śladów materiałów wybuchowych (MW) strona polska, reprezentowana przez Naczelną Prokuraturę Wojskową, rozpoczęła z ogromnym opóźnieniem, bo przeszło dwa lata po katastrofie. Upływ czasu wpływa skrajnie niekorzystnie na możliwość detekcji ewentualnych śladów MW. Tym nie mniej, w drugiej połowie 2012 roku za pomocą polowych detektorów MW uzyskano liczne sygnały pozytywne dla elementów wraku samolotu TU-154 M nr 101, szczególnie dla pozostałości foteli lotniczych. Do dnia dzisiejszego nie ujawniono, jakich rodzajów MW dotyczyły te wskazania. W celu ich zweryfikowania pobrane na miejscu zdarzenia próbki materiału dowodowego zostały poddane badaniom fizykochemicznym w Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Policji (CLKP). Wyniki badań zostały przekazane Prokuraturze Wojskowej w postaci dokumentu o nazwie *Opinia nr E-che-90/12* [2], liczącego około 4000 stron. Dokument ten został poddany krytycznej analizie przez autorów niniejszego komunikatu. Jako profesorowie nauk chemicznych o specjalnościach w zakresie odpowiednich działów chemii organicznej i fizycznej, występowali oni jako eksperci prywatni pełnomocnika prawnego grupy Rodzin Ofiar Katastrofy Smoleńskiej. Wnioski z analizy ekspertów<sup>1</sup>, przedstawione Prokuraturze Wojskowej, skłoniły ten organ do wystąpienia do CLKP z żądaniem dodatkowych wyjaśnień. Uzupełniające informacje związane z przedmiotem opinii, CLKP podało w dokumencie obecnie jawnym p.t. *Opinia nr E-che-108/14*<sup>2</sup>. Z Prokuratury Wojskowej dokument ten trafił ponownie do ekspertów prywatnych (t.j. autorów niniejszego komunikatu), którzy znaleźli w nim liczne nieścisłości. Swoje uwagi krytyczne przedstawili Prokuraturze Wojskowej, która ponownie zwróciła się do CLKP o dalsze wyjaśnienia. Sytuacja taka powtórzyła się jeszcze kilkakrotnie<sup>3, 4, 5, 6, 7, 8, 9</sup>. W konsekwencji, autorzy niniejszego opracowania uzyskali pełniejszy, ale wciąż dalece niekompletny wgląd w szczegóły badań próbek „smoleńskich” w CLKP. W wyniku pogłębienia swojej wiedzy w omawianym przedmiocie drugi z niniejszych

<sup>1</sup> K. Kamińska-Trela, S. Szymański, *Opinia prywatna* z 5.06 2014,

<sup>2</sup> *Opinia* ta była umieszczona na stronie Naczelnej Prokuratury Wojskowej. Obecnie nie jest dostępna.

<sup>3</sup> K. Kamińska-Trela, S. Szymański, *Opinia prywatnej* nr 2 z 07.10 2014;

<sup>4</sup> K. Kamińska-Trela, S. Szymański, *Uzupełnienie opinii prywatnej* nr 2 z

<sup>5</sup> 14.10 2014. *Opinia nr E-che-173/14*;

<sup>6</sup> *Opinia nr E-che-65/15*.

<sup>7</sup> S. Szymański, *Opinia prywatna* nr 3 z 2.07 2015.

<sup>8</sup> *Opinia nr E-che-98/15*.

<sup>9</sup> S. Szymański, *Opinia prywatna* nr 4 z 12.11 2015.

1) Prof. dr hab. inż. Krystyna Kamińska-Trela (1938 – 2015)

2) Prof. dr hab. Sławomir Szymański (e-mail: szymanskiaw@gmail.com)

autorów wycofał niektóre ze swoich poprzednich zastrzeżeń co do metodologicznej poprawności tych badań (por. przypis dolny 9). Tracą znaczenie również niektóre sugestie, wysunięte w poprzednim opracowaniu [1] na temat ewentualnej korekty procedur zastosowanych w CLKP, co zostanie omówione niżej. Jednakże, podstawowy zarzut pozostaje w mocy, a nawet ulega pogłębieniu. Dotyczy on konkluzji CLKP o nie stwierdzeniu śladów MW w badanym materiale dowodowym. W niniejszym komunikacie przedstawiono argumenty podważające tę konkluzję, na które, zdaniem niniejszych autorów, analitycy z CLKP nie udzielili przekonujących odpowiedzi.

Czytelnikowi tego opracowania, zwłaszcza nie będącemu fachowcem w dziedzinie fizykochemicznych metod analizy śladów, należą się na wstępie niezbędne wyjaśnienia. Zostaną one tu przytoczone jako streszczenie fragmentów poprzedniego opracowania, zamieszczonego w Materiałach III Konferencji Smoleńskiej, gdzie podano niezbędne odnośniki do literatury przedmiotu [1].

## 2. PODSTAWY CHROMATOGRAFICZNEJ ANALIZY ŚLADÓW

Ogromna większość próbek dowodowych pobranych w Smoleńsku daje się przeprowadzić w stan roztworu, co umożliwia zastosowanie metod chromatograficznych, zgodnie z typowymi procedurami analizy śladów. W prowadzonych przez CLKP analizach próbek "smoleńskich" zastosowano metodę chromatografii gazowej (GC) z trzema rodzajami detektorów: TEA (*Thermal Energy Analyzer*), MS (*Mass Spectrometry*) i ECD (*Electron Capture Detector*), oraz chromatografię ciekłą HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) z detektorem DAD (*Diode Array Detector*) pracującym w zakresie światła UV/VIS.

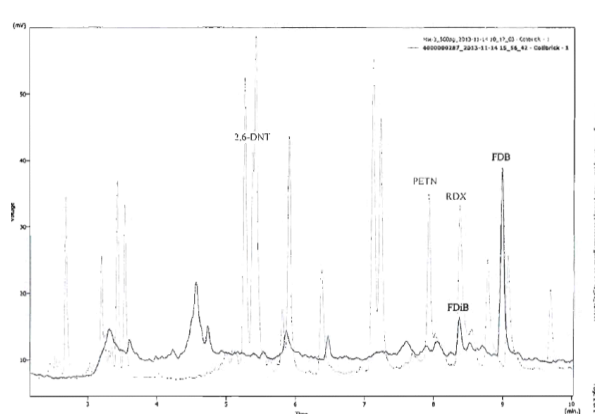
Dwie z wymienionych metod, a mianowicie GC-TEA i GC-MS, zasługują na wyróżnienie. Pierwsza jest metodą wysoce selektywną, nakierowaną na wykrywanie związków, które w warunkach katalitycznej pirolizy uwalniają molekułę tlenku nitrozyli - NO. Do takich należą typowe MW. Wyniki otrzymane metodą GC-TEA można zinterpretować tylko wstępnie, poprzez porównanie czasów retencji poszczególnych substancji występujących w próbce z czasami retencji substancji wzorcowych badanych tym samym urządzeniem (patrz Rys. 1).

Pełna identyfikacja substancji wytypowanych na podstawie porównania czasów retencji wymaga zastosowania dodatkowych metod.

Druga z wymienionych metod, GC-MS, jest z kolei całkowicie nie selektywna. Dostarcza ona wglądu w widma masowe składników mieszaniny trafiających kolejno do detektora w wyniku zaistniałego rozdziału chromatograficznego. Widma takie są w zasadzie jednoznacznie identyfikatorami związków. Niestety, w odniesieniu do typowych MW metoda GC-MS jest zdecydowanie mniej czuła niż GC-TEA, zarówno gdy mierzy całkowity prąd jonowy (tryb TIC – *total ion current*) czy też prąd jonu o konkretnej, zadanej wartości stosunku masy do ładunku, m/z (tryb SIM – *single ion monitoring*).

Selektywność dwóch pozostałych metod jest ograniczona. Metoda GC-ECD w odniesieniu do MW odznacza się czułością podobną do GC-TEA, ale jest zdecydowanie mniej selektywna. Metoda HPLC-DAD wymaga, aby badane związki zawierały odpowiednie

chromofory - ugrupowania wykazujące absorpcję w zakresie nadfioletu. Typowe MW nie wykazują intensywnej absorpcji światła w dostępnym zakresie UV. Dla zobrazowania osiągalnego poziomu czułości w detekcji MW wystarczy wspomnieć, że najczulsza z wymienionych metod – GC-TEA – jest w stanie zarejestrować czytelny sygnał, jeśli porcja roztworu próbki podawana standardowo do urządzenia, t.j. 1  $\mu\text{L}$ , zawiera zaledwie 10 - 20 pikogramów ( $1 \text{ pg} = 10^{-12} \text{ g}$ ) związku [3].



Rys. 1. Chromatogram otrzymany w CLKP metodą GC-TEA dla próbki nr 4-287. Oś pozioma: czasy retencji (min.). Oś pionowa: intensywność sygnału (mV). Sygnały widoczne w tle pochodzą z wzorcowej mieszaniny materiałów wybuchowych i ich metabolitów. Od prawej do lewej opisane sygnały wzorcowe pochodzą od 2,4-dinitrotoluenu (2,4-DNT), pentaerytrytolu (PETN), oraz heksogenu (RDX). Sygnał RDX ma taki sam czas retencji jak jeden z sygnałów badanej próbki, przypisany substancji o akronimie FDiB (ftalan diizobutyli). Źródło: [www.npw.gov.pl](http://www.npw.gov.pl).

## 3. UCHYBIENIA METODOLOGICZNE I NIEJASNOŚCI ZWIĄZANE Z BADANIAMI PRÓBEK "SMOLEŃSKICH"

Ogólne uwagi o raportach CLKP zostały przedstawione w Materiałach III Konferencji Smoleńskiej [1]. W niniejszym opracowaniu koncentrujemy się tylko na najpoważniejszych mankamentach zastosowanej w CLKP metodologii badań próbek "smoleńskich" i jej wciąż niejasnych aspektach. Jednym z uchybień metodologicznych było zaniechanie jakichkolwiek starań, aby rozwiązać problem obecności w około 200 próbkach, w tym co najmniej w 80 próbkach z foteli, związku chemicznego o właściwościach maskujących ewentualną obecność śladów jednego z najczęściej używanych MW. Materiałem ewentualnie maskowanym byłby heksogen znany również pod akronimem RDX. Związkiem maskującym, powszechnie występującym w próbkach, był ftalan diizobutyli (FDiB). Jak wiadomo, ftalan ten, jego izomer, ftalan di-n-butyli (FDB), oraz inne ftalany dialkilowe stanowią typowe zanieczyszczenia środowiska wszędzie tam, gdzie jest ono nasycone wyrobami chemii użytkowej. Obecność FDiB w roztworach próbek poddawanych badanom chromatograficznym skutkowałą niemal całkowitą destrukcją potencjału analitycznego wszystkich trzech użytych metod GC właśnie w odniesieniu do heksogenu. Powodem tego był fakt, że przy zastosowanym reżymie eksperymentalnym we wszystkich tych metodach czas retencji FDiB okazywał się w praktyce identyczny z czasem retencji wzorcowego RDX. Jest to zilustrowane na

Rys. 1 dla jednej z próbek z foteli lotniczych, o numerze 4-287, badanej metodą GC-TEA.

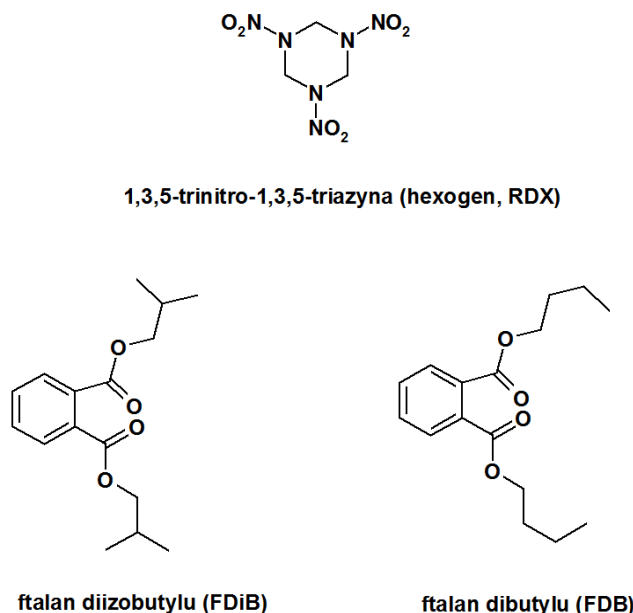
Metoda czwarta - HPLC-DAD, w której koincydencja czasów retencji FDiB oraz RDX nie występuje, nie byłaby tu pomocna z uwagi na stosunkowo niższą czułość tej metody w stosunku do RDX.

Chromatogram GC-TEA przedstawiony na Rys. 1 i liczne inne chromatogramy zarejestrowane tą metodą dla próbek z foteli wykazują obecność sygnału o czasie retencji RDX.

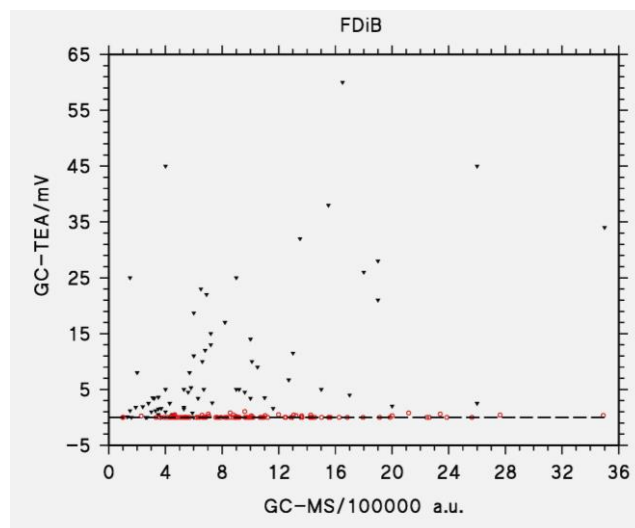
We wzmiankowanym dokumencie p.t. *Opinia nr E-che-90/12* wszystkie takie sygnały otrzymywane dla próbek z foteli analitycy z CLKP przypisali ftalanowi FDiB. Towarzyszące im zazwyczaj sygnały o nieco dłuższym czasie retencji, nie posiadające odpowiednika w zestawie sygnałów wzorcowej mieszaniny MW, przypisywali ftalanowi FDB (patrz Rys. 1). Interpretacja taka, przedstawiona bez żadnych dodatkowych wyjaśnień, wzbudziła zasadnicze wątpliwości ekspertów prywatnych oceniających wzmiankowany dokument. Pozostawała ona bowiem w sprzeczności z dostępnymi danymi literaturowymi na temat detektora zastosowanego w urządzeniu GC-TEA. Zgodnie z tymi danymi, jak również deklaracjami producenta urządzenia, detektor TEA mógłby zarejestrować sygnały ftalanów tylko wówczas, gdyby związki te występowały w próbkach w ogromnych stężeniach. Związki te bowiem nie zawierają azotu w swojej strukturze (patrz Rys. 2) i w przeciwieństwie do typowych MW wliczając RDX nie są w stanie uwalniać cząsteczek NO w procesie pirolizy zachodzącym na wstępnym etapie detekcji. Na sugestie ekspertów prywatnych (w osobach autorów niniejszego opracowania), iż sygnały przypisane FDiB mogą w rzeczywistości pochodzić od RDX (por. przypis dolny 1), analitycy z CLKP przedstawili własne dane eksperymentalne mające świadczyć o znacznie niższej selektywności detektora TEA w stosunku do ftalanów, niż deklarowana przez producenta (por. przypis dolny 2 i 8). W miejsce czynnika 1000000 analitycy z CLKP stwierdzają jedynie około 10000-krotne obniżenie czułości, gdy zamiast do typowego MW detektor TEA zastosować do ftalanu. Nie mając dostępu do tego unikatowego urządzenia, eksperci prywatni nie byli w stanie zweryfikować wspomnianych oszacowań. Po ponownej analizie chromatogramów zamieszczonych w *Opinii nr E-che-90/12* dostrzegli jednak zastanawiający fakt. Okazuje się, że urządzenie GC-TEA używane w CLKP odznacza się taką upośledzoną selektywnością tylko w odniesieniu do pewnych serii próbek, przede wszystkim dla próbek z foteli lotniczych. Dla próbek pobranych z gleby na miejscu upadku samolotu wydaje się ono pracować według norm deklarowanych przez producenta. Te nowe ustalenia ekspertów prywatnych, przekazane już Prokuraturze Wojskowej (por. przypis dolny 9), są głównym przedmiotem niniejszego opracowania.

Podstawą tych ustaleń była analiza wskazań urządzenia GC-MS dla obu wymienionych serii próbek. Jak już wspomniano w rozdziale 2, urządzenie to jest nieselektywne i używane w modzie TIC wykrywa rozmaite substancje organiczne ze zbliżoną, niezbyt wysoką czułością (w porównaniu z GC-TEA w zastosowaniach do MW). W wyniku wspomnianej analizy stwierdzono, że ftalany FDiB oraz FDB występują w próbkach gleby w podobnych stężeniach jak w próbkach z foteli. Oczywiście, ocena stężeń na podstawie pomiarów GC bez użycia wzorca wewnętrznego do ilościowej kalibracji jest mało dokładna. Jeśli jednak porównuje się wartości TIC dla około setki

próbek w każdej z omawianych serii, wniosek o podobnym poziomie stężeń ftalanów w obu seriach jest w pełni uprawniony. Okazuje się, że reakcja urządzenia GC-TEA na ftalany obecne w próbkach obu serii jest całkowicie odmienna. Sygnały GC-TEA przypisywane przez analityków z CLKP ftalanom FDiB oraz FDB występują tylko na chromatogramach próbek z foteli, brak ich natomiast dla próbek gleby. Dla ftalanu FDiB ilustruje to Rys. 3. Dla FDB odpowiednie dane układają się analogicznie.



Rys. 2. Struktury heksogenu i ftalanów di-izobutyli i di-*n*-butyli.



Rys. 3. Zestawienie intensywności wybranych sygnałów na chromatogramach GC-MS i GC-TEA dla około 80 próbek z foteli (wypelnione czarne trójkąty) i około 100 próbek gleby (otwarte czerwone kółka), na podstawie danych *Opinii nr E-che-90/12*. Oś pozioma: intensywności sygnałów ftalanu di-izobutyli (FDiB) na chromatogramach GC-MS, wyrażone w arbitralnych jednostkach a.u. mierzających wartości całkowitego prądu jonizacji (TIC). Oś pionowa: intensywności sygnałów występujących przy wspólnym czasie retencji heksogenu (RDX) i FDiB na chromatogramach GC-TEA, wyrażone w miliwoltach. W *Opinii nr E-che-90/12* sygnały o tym czasie retencji otrzymane dla próbek z foteli zinterpretowano jako pochodzące wyłącznie od FDiB. Średnia wartość danych na osi odciętych dla próbek z foteli wynosi  $820000 \pm 640000$  a.u., a dla gleby  $1130000 \pm 980000$  a.u.

Omówione powyżej obserwacje wskazują jednoznacznie, że używane w CLKP urządzenie GC-TEA działa w sposób nieprzewidywalny w odniesieniu do związków, dla których nie zostało zaprojektowane, co w szczególności dotyczy ftalanów FDiB i FDB. Pytanie, na jakiej podstawie analitycy z CLKP wykluczają możliwość, iż sygnały GC-TEA o czasie retencji RDX obserwowane dla próbek z foteli nie pochodzą wyłącznie od FDiB, pozostaje nadal bez zadowalającej dopowiedzi. Wnioskowanie o nieobecności wkładu RDX do sygnałów GC-TEA przypisywanych FDiB na podstawie porównywania stosunków intensywności sygnałów FDiB i FDB na wykresach pochodzących z różnych metod GC jest mało wiarygodne. Wykazano to już w materiałach III Konferencji Smoleńskiej [1]. Udokumentowane obecnie ekstremalne wahania czułości urządzenia GC-TEA na związki spoza obszaru jego zastosowań, w szczególności ftalany, o nieustalanej przyczynie, tylko wzmacnia tamtą argumentację. Eksperymenty przeprowadzone w CLKP na poparcie twierdzenia o nieobecności RDX, ujawniane w odpowiedzi na ponawiane przez prywatnych ekspertów uwagi krytyczne [por. przypis dolny 6 i 8], również nie stanowią wystarczającego dowodu, jeśli mowa o niewielkich (ale wciąż wykrywalnych) stężeniach tego związku na poziomie 20 – 50 pg/μL. Ślady takie mogłyby być bowiem całkowicie zamaskowane przez sygnały FDiB. Eksperymenty te dotyczą albo pojedynczej próbki dowodowej (por. przypis dolny 6), albo specjalnie dobranego układu testowego (por. przypis dolny 8), co wyklucza możliwość uogólnienia wyciąganych z nich wniosków na całość materiału dowodowego. Ponadto, wartość dowodowa samej idei tych eksperymentów jest wątpliwa.

W tym kontekście można w pełni docenić jedną z zasad sztuki analizy śladów. Głosi ona, że badań chromatograficznych nie należy kończyć na etapie, gdzie sygnał poszukiwanej substancji śladowej byłby maskowany przez sygnał substancji obojętnej. Nabiera ona znaczenia zwłaszcza w sytuacji, gdy efekt maskowania występuje na skalę masową, a związek maskujący jest w ogromnej przewadze ilościowej nad ewentualnie obecną substancją poszukiwaną.

Wspomniana zasada podpowiada, że w przypadkach maskowania należy po prostu zastosować kolumnę chromatograficzną o innym wypełnieniu, dla której czasu retencji obu substancji ulegną zróżnicowaniu. Jest niezrozumiałe, dlaczego to proste i tanie rozwiązanie nie zostało w CLKP zastosowane.

Wspomniane wyżej spostrzeżenie, że próbki gleby i próbki z foteli zawierają podobne ilości dwóch charakterystycznych ftalanów FDiB i FDB, może wskazywać, że związki te przedostawały się w znacznych ilościach do próbek dopiero na etapie przygotowywania z nich roztworów do badań chromatograficznych. Dla obu

rodzajów próbek, z foteli i gleby, stosowano sonifikację z użyciem mieszaniny acetonitrylu z wodą w proporcji 1 : 10. Ilość acetonitrylu użytą dla jednej próbki można oszacować na co najmniej 10 mL. Acetonitrylowo-wodny roztwór po sonifikacji poddawano procesowi ekstrakcji do fazy stałej (SEP) na dostosowanych do tego celu kolumnienkach. W procesie tym większość substancji organicznych rozpuszczonych w układzie acetonitryl/woda, w tym ewentualne śladowe MW, ulega osadzeniu na wypełnieniu kolumnienek. Substancje osadzone odzyskuje się poprzez przemycie kolumnienek niewielką ilością czystego acetonitrylu, ok. 1 mL, a uzyskany roztwór poddaje się jeszcze zateżeniu. W ten sposób stężenia wszelkich zanieczyszczeń ewentualnie obecnych w acetonitrylu ulegną co najmniej kilkunastokrotnemu zwiększeniu. Wydaje się, że odnosi się to do obydwu ftalanów, gdyż ich śladową obecność w użytym acetonitrylu można dostrzec na chromatogramach GC-ECD próbek kontrolnych tej substancji o numerach 4-497 i 4-520 zamieszczonych w *Opinii nr E-che-90/12*. Dopuszczenie do takiej akumulacji zanieczyszczeń w próbkach dowodowych nie mieści się w kanonie dobrych praktyk laboratoryjnych, zwłaszcza gdy jedno z zanieczyszczeń, ftalan FDiB, mogło odegrać rolę maskującą w stosunku do heksogenu. Jeśli powyższe spostrzeżenia co do pochodzenia tak znacznych ilości ftalanów w próbkach są trafne, a wiele na to wskazuje, to sugestie sposobów eliminacji tych związków, wysunięte w poprzednim komunikacie [1], tracą znaczenie. Gdyby doszło do powtórzenia badań, roztwory do analiz GC należałoby przygotować na nowo, tym razem z użyciem acetonitrylu o znacznie obniżonej zawartości ftalanów.

#### 4. WNIOSKI

Konkluzje raportów CLKP, iż w przebadanych chromatograficznie próbkach dowodowych z pozostałości po Katastrofie Smoleńskiej nie wykryto śladów materiałów wybuchowych, są nieuzasadnione co najmniej w odniesieniu do heksogenu (RDX). Badania próbek należy niezwłocznie powtórzyć przy użyciu poprawnej metodologii.

#### Literatura cytowana

- [1] K. Kamińska-Trela, S. Szymański „Uwagi o opinii CLKP w sprawie badań fizykochemicznych materiału dowodowego”, III Konferencja Smoleńska. Materiały Konferencyjne, Warszawa, 2015, s. 85.
- [2] „Opinia nr E-che-90/12 z przeprowadzonych badań chemicznych wykonanych w: Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Policji”, Warszawa 23.12.2013, <http://www.npw.gov.pl/dokumenty/TU-154/01.pdf>.
- [3] Broszura informacyjna firmy Ellutia, dystrybutora urządzeń GC-TEA serii 800, <http://www.Ellutia.com>.