

st. kpt. mgr inż. **Arkadiusz KIELIN**

Zastępca Dowódcy JRG-6

KM PSP w Krakowie

## **RATOWNICTWO CHEMICZNO-EKOLOGICZNE** **Analiza akcji przy ulicy Powstańców**

### **Chemical and ecological rescue** **Analysis of the action in Cracow at the Powstańców str.**

#### **Streszczenie**

W artykule dokonano analizy akcji jaka miała miejsce w dniu 30.05.2011 r. przy ul. Powstańców w Krakowie gdzie rozszczelnieniu uległ zawór denny w cysternie samochodowej przewożącej stężony kwas azotowy nr ONZ 2031. Przedstawiono problematykę związaną z kierowaniem działaniami przy tego typu zdarzeniach, dysponowaniem sił i środków, doborom odpowiednich urządzeń pomiarowych i sprzętu do zabezpieczenia ratowników pracujących w strefie zagrożenia. Omówiono trudności jakie wystąpiły podczas pracy ze sprzętem do przepompowywania substancji niebezpiecznych. Przypomniano także właściwości fizykochemiczne kwasu azotowego oraz zagrożenia, z którymi mogą spotkać się ratownicy biorący udział w działaniach ratowniczych z tym kwasem.

#### **Summary**

In the article, there was made an analysis of the action which took place on 30.05.2011 at the Powstancow street in Krakow. There was an unsealing of the bottom valve in the tank vehicle. The vehicle was transporting the concentrated nitric acid, number: UN 2031.

The article describes the issues of the managing during that kind of rescue actions according the forces and resources control, choosing the proper measurement tools and all the equipment which provides the safety of the rescue team. The author described all the problems which appeared while using the hazardous substances pumping equipment. There were also recalled physicochemical properties of the nitric acid and all the threats that can face members of the rescue team during their contact with that acid.

**Słowa kluczowe:** ratownictwo, ratownictwo chemiczne, kwas azotowy;

**Keywords:** rescue, chemical rescue, nitric acid;

Rozwój cywilizacyjny, a co za tym idzie także rozwój transportu drogowego, stawia przed służbami ratowniczymi coraz to nowe wyzwania. Choć zdarzenia te (np. wypadki

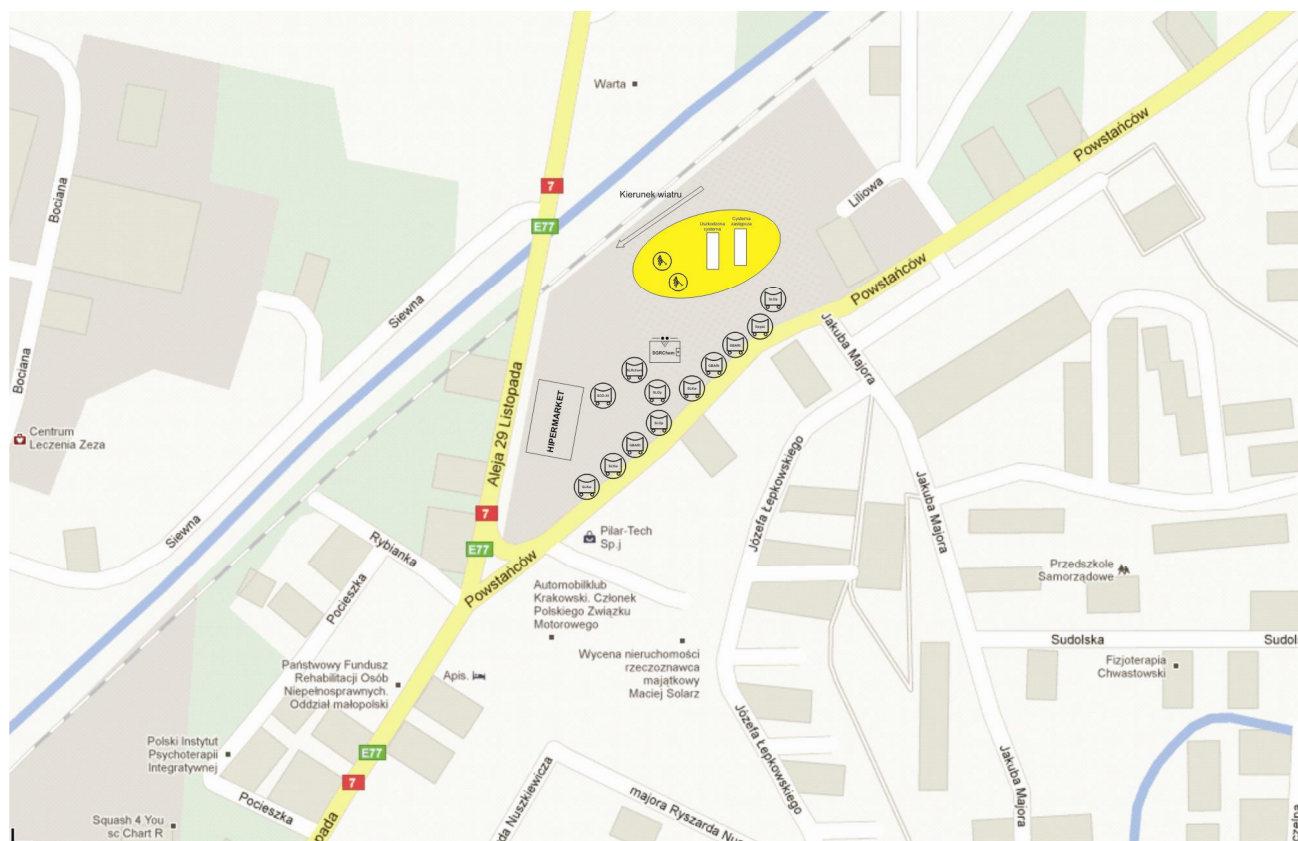
cystern przewożących substancje niebezpieczne) występują sporadycznie, nie można wykluczyć, że strażacy w trakcie swojej wieloletniej służby nie spotykają się z tego typu zdarzeniami. Biorąc pod uwagę tylko rok 2011 Specjalistyczne Grupy Ratownictwa Chemiczno-Ekologicznego woj. małopolskiego (tj. SGRchem-eko Kraków i SGRchem-eko Tarnów) brały udział w jednym poważnym zdarzeniu z kwasami każda. SGRchem Tarnów w sierpniu 2011 r. prowadziła działania związane z ugaszeniem palącej się cysterny samochodowej przewożącej nitrozę (mieszanka dwóch stężonych kwasów: azotowego i siarkowego), natomiast SGRchem-eko Kraków brała udział w zdarzeniu związanym z rozszczelnieniem cysterny przewożącej stężony kwas azotowy. Problematyka akcji związanych z usuwaniem tego zdarzeń tj.: trudności z uszczelnieniem wycieków, niebezpieczeństwo dla życia i zdrowia ratowników stwarzane przez substancje niebezpieczne, nieprzewidziane problemy ze sprzętem mogące wystąpić podczas tego typu zdarzeń, itp., sprawiają, że każdymi spostrzeżeniami, wnioskami oraz problemami występującymi podczas tego typu akcji należy się dzielić w gronie strażaków. Stare przysłowie mówi, że najlepiej się uczyć na błędach innych.

W dniu 30.05.2011 r. o godzinie 20:39 Dyżurny Operacyjny Stanowiska Kierowania Komendanta Miejskiego w Krakowie przyjął zgłoszenie o rozszczelnionej cysternie przewożącej stężony kwas azotowy. Do zdarzenia miało dojść na ul. Powstańców. Ulica ta znajduje się w rejonie operacyjnym Jednostki Ratowniczo-Gaśniczej nr 7. Zgodnie z „Procedurą dysponowania i dowodzenia siłami i środkami KSRG w działaniach ratowniczych z zakresu ratownictwa chemiczno-ekologicznego” KW PSP w Krakowie (drugi stopień – dysponowanie Plutonu lub Grupy ratownictwa chemiczno-ekologicznego na terenie działania KP/KM PSP, w której zdarzenie z zakresu ratownictwa chemiczno-ekologicznego powstało), dyżurny SKKM w Krakowie na podstawie otrzymanego zgłoszenia zadysponował jednocześnie do działań siły i środki JRG-7 w sile GBARt 2,5/24 i GBARt 2,4/40 SPARTAN oraz SGRchem-eko „KRAKÓW 6” z JRG-6. Po dotarciu do miejsca zdarzenia pierwszy KDR udał się na rozpoznanie i stwierdził, że rozszczelnieniu uległ zawór denny jednej z komór cysterny, która przewoziła 24000 litrów kwasu azotowego (trzy komory po 8000 litrów) o stężeniu 65% nr ONZ 2031. Kwas, który wylewał się z cysterny silnie dymił. W wyniku zaistniałego zdarzenia nie ucierpiały żadne osoby.

Po dotarciu na miejsce akcji zamiarem taktycznym pierwszego Kierującego Działaniem Ratowniczym było:

- Zamknięcie ruchu na ul. Powstańców – tym odcinkiem działań zajęła się Policja i Straż Miejska,

- Ograniczenie rozprzestrzeniania się rozlanego kwasu poprzez rozsypanie sorbentu znajdującego się na samochodach ratowniczo-gaśniczych, które jako pierwsze dotarły do miejsca akcji. W późniejszym etapie akcji wykorzystano do tego celu piasek, który dowiozły do miejsca zdarzenia samochody kwatermistrzowskie,
- Rozstawienie kurtyn wodnych („małych” z nasadami 52) w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się oparów kwasu. Głównym zadaniem kurtyn wodnych było nie dopuszczenie aby opary kwasu przedostały się w pobliże Hipermarketu. Wodę podawano z wydajnością ok. 200 l/min każda.
- Wezwanie na miejsce zdarzenia Specjalistycznej Grupy Ratownictwa Chemiczno-Ekologicznego „KRAKÓW 6”



**Ryc. 1.** Szkic sytuacyjny miejsca zdarzenia (skala 1:1000)  
**Fig. 1.** Situation draft

O godz. 20:50 na miejsce działań przybył Oficer Operacyjny Miejskiego Stanowiska Kierowania, który przejął dowodzenie. Podtrzymał decyzje pierwszego KDR i polecił wyznaczyć strefę zagrożenia oraz zabezpieczyć studzienki kanalizacyjne w promieniu 30 m od miejsca zdarzenia.

Na miejsce akcji została zadysponowana Grupa Operacyjna Komendanta Miejskiego PSP w Krakowie.

Po dotarciu na miejsce SGRchem-eko o godz. 21:10, pomiarowy ponownie wyznaczył strefę zagrożenia wokół cysterny przy użyciu elektronicznych urządzeń pomiarowych (GASMAN wyskalowany na NO<sub>2</sub> oraz TETRA 3 wyskalowany na NO<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>), które wskazywały w pobliżu cysterny stężenie przekraczające 5 ppm ( $\approx 9,5 \text{ mg/m}^3$ ). Rota zabezpieczona w ubrania przeciwochlapaniowe Plastiklos zabezpieczyła studzienki kanalizacyjne przy pomocy specjalnych worków napełnianych wodą. Strefa zagrożenia sięgała do 100m (w najdalszym miejscu od rozszczelnionej cysterny zgodnie z kierunkiem wiatru) od miejsca zdarzenia i była wyznaczona na granicy NDS dla NO<sub>2</sub> tj.  $5 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx 2,6 \text{ ppm}$ ). Rota zabezpieczona w chemoodporne ubrania gazoszczelne MSA Auer Vautex Elite podwiesiła pod cysterną plandekę typu „Responder” w celu ograniczenia wycieku i przystąpiła do próby uszczelnienia zaworu. Plandeka miała za zadanie wychwycić wypływający kwas, który wyciekał z cysterny z natężeniem ok. 15 l/min. Po kilku minutach opary kwasu „strawiły” sznurek (była to linka parciana o średnicy ok. 5mm), na którym podwieszona była plandeka, ratownicy musieli podwiesić ją na drutach (użyto do tego „zwykłego” drutu wykorzystywanego do taśmowania pożarniczych węży tłocznych - znajdował się on na wyposażeniu SLRchem). O godz. 21:15 na miejsce akcji zostały zadysponowane samochody kwatermistrzowskie, które przywiozły wapno do neutralizacji kwasu oraz piasek do ograniczenia rozlewu. W celu neutralizacji kwasu, który przedostał się do kanalizacji, wsypano do studzienek kanalizacyjnych ok. 200 kg wapna. Ze względu na brak możliwości uszczelnienia wycieku, KDR podjął decyzję o przystąpieniu do przepompowania kwasu do cysterny zastępczej. Do tego celu użyto pompy perystaltycznej DEPA ERLO z wężem hypalonowym oraz kwasoodpornych węży LILA. Po ok. pięciu minutach pompowania pompa uległa uszkodzeniu (zostały wybite bezpieczniki).

Prawdopodobną przyczyną uszkodzenia pompy było przedostanie się kwasu do komory, gdzie znajduje się wąż perystaltyczny, rolki, żel smarujący. Kwas wszedł w reakcję z żelem smarującym (po otwarciu komory hermetyzacji żel był koloru czarnego) i uszkodził wąż oraz „bieżnię” (przyczyna uszkodzenia nie została jednoznacznie sprecyzowana przez firmę serwisującą, do której została zabrana pompa po akcji). Pompa była miesiąc wcześniej na przeglądzie serwisowym, który mógł być przeprowadzony niewłaściwie (być może przyczyną była podwinięta lub pęknięta uszczelka lub uszkodzony zawór odpowietrzający – przypis autora).

Po tym zdarzeniu Dowódca SGRchem-eko polecił przebroić układ i do pompowania użyć pompy zanurzeniowej (kwasowej) MAST. W trakcie prowadzenia działań zmieniły się warunki atmosferyczne (wiatr zmienił kierunek) dlatego KDR polecił zmienić miejsce usytuowania kurtyn wodnych oraz podać dwa mgłowe prądy wody z drabiny mechanicznej w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się oparów kwasu azotowego na pobliski hipermarket. Po chwili jednak zrezygnowano z tego zamiaru ze względu na słabą skuteczność i mogące się pojawić problemy z zasilaniem w wodę jednocześnie kurtyn wodnych i prądów mgłowych.

Na bieżąco monitorowano zasięg strefy zagrożenia oraz dokonywano niezbędnych pomiarów przyrządem GASMAN wyskalowanym na NO<sub>2</sub>. Przy pomocy papierków lakmusowych sprawdzano pH rozlanego kwasu (papierki lakmusowe wskazywały pH 1 lub 2). Czynności te wykonywała jedna osoba - pomiarowy.

Przepompowano 4000 litrów kwasu. Po zakończeniu pompowania (ok. godz. 1:00) dokonano dekontaminacji wstępnej sprzętu użytego w akcji. Następnie ubrania ochronne i sprzęt (węże, pompy) przetransportowano do jednostki, wykorzystując do tego celu przyczepkę biologiczną, gdzie dokonano dekontaminacji właściwej. Wodę po dekontaminacji zneutralizowano do pH bliskiego 7 i wpuszczono do kanalizacji. Dyżurny Operacyjny nawiązał kontakt z MPWiK Kraków w celu otrzymania informacji czy oczyszczalnia ścieków odnotowała jakiegokolwiek zanieczyszczenia wody, która spływa z kanalizacji. MPWiK po dokonaniu swoich pomiarów poinformowało SKKM w Krakowie, że żadnych niepokojących zmian nie odnotowano.

O zaistniałym zdarzeniu poinformowano telefonicznie WIOŚ i PIOŚ.

Akcja trwała 8 godzin i 22 minuty.



**Ryc. 2.** Pomiarowy wyznaczający strefę zagrożenia

**Fig. 2.** Rescuer marking out danger zone

Czas pracy ratowników w chemoodpornych ubraniach gazoszczelnych Auer Vautex Elite (typ 1a ET) wynosił jednorazowo od 20 do 30 minut, natomiast ratownicy wchodziłi do strefy kilkakrotnie. Była to praca wymagająca dużego wysiłku psychofizycznego, wymagająca częstych podmian ratowników w strefie zagrożenia. Ze względu na fizyczne zmęczenie ratowników, KDR podjął decyzję o skierowanie na miejsce akcji wszystkich ratowników, pełniących w tym dniu służbę (z JRG nr 1 KM PSP w Krakowie wyposażoną w sprzęt do dekontaminacji masowej), którzy posiadają specjalistyczne przeszkolenie z zakresu ratownictwa chemiczno-ekologicznego. Po przyjeździe na miejsce zdarzenia realizowali oni zadania w strefie zagrożenia.



**Ryc. 3.** Ratownicy pracujący na rozszczelnionej cysternie – obok cysterna zastępcza, do której przepompowano kwas

**Fig. 3.** Rescuers working on the unsealed tank and a spare tank vehicle



**Ryc. 4.** Obszar zgrupowania sił i środków poza strefą zagrożenia – miejsce ubierania ratowników w ubrania CUG

**Fig. 4.** Reception and departure centre outside the danger zone with a place for changing into chemical protective suits

W trakcie prowadzonych działań zużyciu (odbarwieniu i rozwarstwieniu) uległa plandeka „Responder” oraz uszkodzeniu pompa DEPA ERLO. Do neutralizacji kwasu zużyto 200 kg wapna oraz 800 kg piasku do ograniczenia rozlewu rozcieńczonego kwasu. Ratownicy pracowali w chemoodpornych ubraniach gazoszczelnych AUER Vautex Elite. Łączny czas pracy większości ubrań w strefie zagrożenia wynosił ponad 120 minut na każde ubranie.

Po dokonaniu dekontaminacji właściwej, dokonano próby szczelności ubrań, które brały udział w akcji. Z 6-ściu ubrań próby nie przeszło 5 szt. Nieszczelności wystąpiły: w 4 ubraniach w miejscu łączenia rękawic z kombinezonem oraz na samych rękawicach, jedno ubranie zostało mechanicznie uszkodzone na wysokości ok. 1 cm nad butem. Nie wykluczono także możliwości przedostania się kwasu do wnętrza ubrania np. podczas rozbierania ratownika poza strefą zagrożenia.

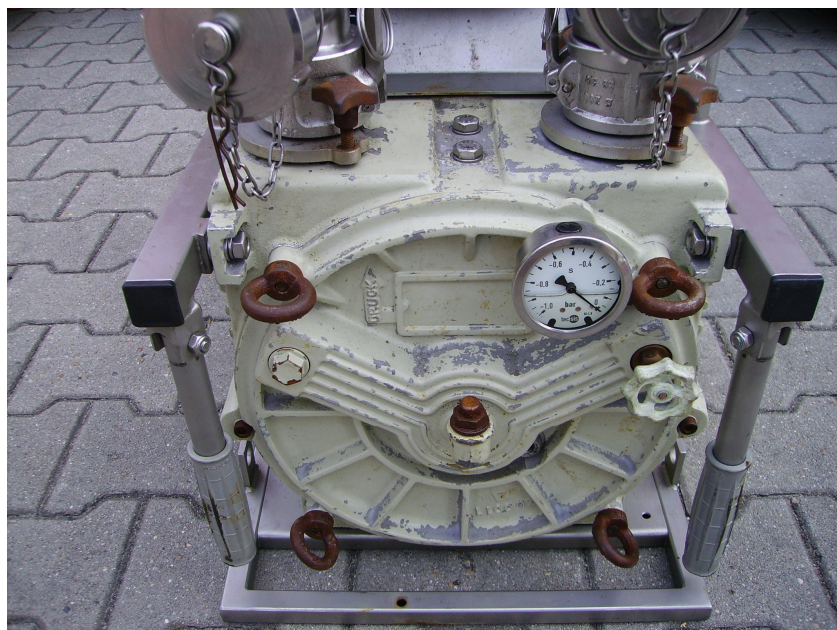
Zwrócono się z prośbą do firmy MSA SAFETY AUER o dodatkowe przebadanie ubrań gazoszczelnych, które brały udział w zdarzeniu i wydanie opinii czy nadal nadają się do dalszego użytkowania przez Państwową Straż Pożarną. Uszkodzone ubrania zostały naprawione przez Firmę MSA SAFETY i dopuszczone do dalszego użytkowania po pozytywnym przejściu próby szczelności.

W wyniku przeprowadzonego przez Policję dochodzenia po tym zdarzeniu ustalono, że podczas przeglądu okresowego, w firmie serwisującej cysterny do przewozu substancji niebezpiecznych, pod zawór denny założono uszczelkę gumową zamiast teflonowej. Podczas transportu kwasu azotowego uszczelka gumowa uległa uszkodzeniu (została „strawiona” przez kwas) co spowodowało wyciek kwasu.



**Ryc. 5.** Zniszczona plandeka „Responder”  
**Fig. 5.** Damaged “Responder” covering





**Ryc. 6.** Uszkodzona pompa – widoczne elementy „strawione” przez opary kwasu  
**Fig. 6.** Pump with a visible damages consumed by the acid fumes

Tabela 1.

**Zadysponowane siły i środki KM PSP w Krakowie**

Tabela 1.

**A list of rescuers and equipment form the Municipal Headquarters of the State Fire Service in Cracow deployed to the accident**

Lp.	JRG	Samochód	Ilość osób	Czas zadysponowania
1.	7	GBARt 2,5/24	5	20:40
2.	7	GBARt Spartan 2,4/40	4	20:40
3.	7	SCD-30	2	20:40
4.	7	SLKw	1	21:15
5.	6	GBARt 2,5/16	6	20:49
6.	6	SLRt	3	20:49
7.	6	SLRchem	2	20:49
8.	6	SCRchem	3	20:49
9.	6	SLOp	2	20:49
10.	KM PSP	SLRR	3	20:43
11.	KM PSP	SLOp	1	21:35
12.	2	SLOp	1	22:03
13.	2	SLKw	2	23:45
14.	2	SLOn	2	21:14
15.	1	SLRchem	3	21:05
16.	1	SLKw	2	21:20
17.	5	SPGaz	2	22:25

## Wnioski

- Użycie kurtyn wodnych skutecznie ograniczało rozprzestrzenianie się oparów kwasu azotowego;
- Wsypanie wapna do studzienek kanalizacyjnych skutecznie zneutralizowało kwas, który dostał się do instalacji kanalizacyjnych – MPWiK nie stwierdziło żadnego zanieczyszczenia na swoich stacjach;
- Zmienny wiatr utrudniał precyzyjne wyznaczenie strefy zagrożenia;
- Zadysponowanie do działań ratowników posiadających przeszkolenie z zakresu ratownictwa chemiczno-ekologicznego z JRG-1 pozwoliło efektywniej rozłożyć siły ratowników pracujących w strefie zagrożenia;
- Plandeka „Responder” skutecznie zatrzymała wyciekający kwas. Na płaskim utwardzonym terenie (takim jak w przypadku opisanej akcji) można było pokusić się o podłożenie pod rozszczelniony zawór np. chemoodpornych kuwet, wanien itp.;
- Przy zakupie chemoodpornej plandeki typu „Responder” należy rozważyć możliwość dokupienia sznurka, linki itp., który także będzie posiadał odporność chemiczną;
- Należałoby rozważyć możliwość przeprowadzenia ćwiczeń dla Specjalistycznych Grup Ratownictwa Chemiczno-Ekologicznego z zakresu przepompowywania substancji niebezpiecznych z użyciem prawdziwych mediów np. niektórych kwasów (małe stężenia) itp. pozwoliłoby to sprawdzić sprzęt w warunkach zbliżonych do tych występujących podczas prawdziwego zdarzenia i uniknąć ewentualnych „niespodzianek” w trakcie prowadzenia działań. Moglibyśmy brać przykład z francuskich strażaków, którzy szkolą się np. na prawdziwych izotopach promieniotwórczych (choć o małej promieniotwórczości).

## Właściwości fizykochemiczne kwasu azotowego

Czysty kwas azotowy jest bezbarwną cieczą. Podczas dłuższego przechowywania ulega częściowemu rozkładowi i zabarwia się na żółto lub brązowo; rozkład ten przyspiesza podwyższona temperatura i światło. Na powietrzu dymi, można zaobserwować wydzielanie brunatnego tlenku azotu(IV):



Stężony roztwór kwasu azotowego ma silne działanie korodujące, jest on bardzo aktywny chemicznie, a reakcje mogą być gwałtowne, nawet wybuchowe. Może spowodować zapłon materiałów palnych. Rozcieńczanie stężonego kwasu azotowego jest procesem

egzoenergetycznym. Jest mocnym kwasem – ulega całkowitej dysocjacji po dodaniu minimalnej ilości wody. Kwas azotowy(V) i jego sole są bardzo silnymi utleniaczami.

**Działanie na organizm człowieka** - w postaci par i dymów – działanie drażniące i duszące, w postaci ciekłej – żrące. Pary kwasu azotowego powodują przekrwienie spojówek, kaszel, pieczenie gardła, uczucie duszności (obrzęk głośni, skurcz oskrzeli), krwioplucie (wczesne objawy zatrucia). Następnie po okresie utajenia (do 48 godzin) może wystąpić toksyczny obrzęk płuc. Działanie miejscowe roztworu powoduje martwicę koagulacyjną skóry i śluzówek (oczu i przewodu pokarmowego). W ciężkich rozległych oparzeniach możliwość wystąpienia wstrząsu, hemolizy i uszkodzenia nerek. Powikłania: zapalenie płuc i oskrzeli, krwawienie i/lub perforacje przewodu pokarmowego, zmiany bliznowate po oparzeniach z upośledzeniem funkcji zależnie od lokalizacji oparzeń [3].



**Ryc. 7.** Oznakowanie cystern i autocystern - pomarańczowe tablice ostrzegawcze z numerami rozpoznawczymi 80/2031 oraz nalepka ostrzegawcza nr 8 wg RID/ADR.

**Fig. 7.** Tank vehicle marking – orange warning plate with UN number 80/2031 and a warning plate with 8 number according to RID/ADR

Tabela 2.

**Informacje na temat podstawowych właściwości fizyczno-chemicznych kwasu azotowego [3].**

Tabela 2.

**The nitric acid physicochemical properties**

<b>Wygląd</b>	ciecz bezbarwna lub żółta do brązowej
<b>Zapach</b>	ostry, charakterystyczny
<b>pH</b>	< 1 (2,5 wynik badania podczas akcji)
<b>Temperatura topnienia przy stężeniu 98%</b>	-41,16 °C
<b>Początkowa temperatura wrzenia przy stężeniu 98 %</b>	ok. 83,4 °C
<b>Temperatura zapłonu</b>	substancja niepalna
<b>Palność</b>	substancja niepalna
<b>Granice wybuchowości</b>	substancja nie wybuchowa
<b>Prężność par</b>	6370 Pa przy stężeniu 98%
<b>Gęstość w 20 °C</b>	1,513 g/cm <sup>3</sup>
<b>Rozpuszczalność w wodzie w 20 °C</b>	0,5 kg/ dm <sup>3</sup>

<b>Temperatura samozapłonu</b>	substancja niepalna
<b>Lepkość w 20 °C</b>	0,75 mPas przy stężeniu 98%
<b>Stężenie (dot. Nr UN 2031)</b>	zawiera ponad 55%, ale nie więcej niż 70% czystego kwasu

### Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego;
2. Wytyczne Komendanta Głównego PSP do organizacji ratownictwa chemiczno-ekologicznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym, Warszawa kwiecień 2007;
3. Karta charakterystyki substancji niebezpiecznej – kwas azotowy;
4. Informacja ze zdarzenia.

St. kpt. mgr inż. **Arkadiusz Kielin** – absolwent studiów inżynierskich w Szkole Głównej Służby Pożarniczej (2003). Uzupełniające studia magisterskie ukończył w Wyższej Szkole Ubezpieczeń i Bankowości (2005). Swoje życie zawodowe związał z Krakowem, gdzie Pracuje w Komendzie Miejskiej Państwowej Straży Pożarnej na stanowisku Zastępcy Dowódcy JRG – 6.

### Recenzenci

**dr Tomasz Węsierski**

**bryg. mgr inż. Tomasz Krasowski**