

Bogdan Kołcz^{a)*}

^{a)} *The Jan Grodek State University in Sanok / Uczelnia Państwowa im. Jana Grodka w Sanoku*

* *Corresponding author / Autor korespondencyjny: bkolcz@up-sanok.edu.pl*

Categorisation of Hazards Caused by Chemical Accidents and Disasters in Terms of Rescue Efforts

Kategoryzacja zagrożeń spowodowanych awariami i katastrofami chemicznymi w aspekcie podejmowanych działań ratowniczych

ABSTRACT

Aim: The main objectives of this article are to characterise chemical hazards and to identify the factors (circumstances) affecting the effectiveness of responses to them, the cooperation of rescue units and the local community. The article details the methods and principles of rescue operations undertaken when various hazards are present.

Introduction: With the increasing chemicalisation of the economy, at the same time indispensable in people's daily lives, the associated chemical and environmental risks are increasing. The article presents their typology based on the sources of potential incidents. The categorisation was narrowed down to hazards caused by industrial plants using chemicals and their mixtures and transport units transporting dangerous goods. The typology also includes references to selected organisational elements of rescue and firefighting operations affecting their effectiveness.

Methodology: The typology also includes references to selected organisational elements of rescue and firefighting operations affecting their effectiveness. The research also used a diagnostic survey with a questionnaire, system observation and own experience from the current organisation of WPOR, ZPOR exercises in ZDR in cooperation with PSP. Materials published by the Headquarters of the National Fire Service were used to collect the data. An analysis of possible emergency events involving chemical agents posing a potential threat to human life, property and the environment was carried out.

Conclusions: The essence of actions in the context of chemical rescue is to minimise the hazard, to establish the location of the source of the emission in a short time and to stop the releasing chemical substance. These elements are influenced by the even distribution of forces and resources across the country. Recognition of chemical emissions is also an important element, which will be facilitated by the participation of a representative of the engineering and technical team representing the plant. On the other hand, an important step in recognising the threat will be the implementation by SGRChem – in all provinces – of readiness level C on conducting imaging reconnaissance using advanced technical means. This is particularly the case in the provinces of the eastern part of Poland, where chemical groups mostly only implement A and B levels.

Keywords: chemical hazard, hazardous substance, chemical rescue, high risk facility, high risk facility

Type of article: review article

Received: 31.10.2023; Reviewed: 21.11.2023; Accepted: 29.11.2023;

Author's ORCID ID: B. Kołcz – 0000-0002-2113-2905;

Please cite as: SFT Vol. 62 Issue 2, 2023, pp. 64–85, <https://doi.org/10.12845/sft.62.2.2023.4>;

This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

ABSTRAKT

Cel: Główne cele niniejszego artykułu obejmują charakterystykę zagrożeń chemicznych oraz identyfikację czynników (okoliczności) wpływających na skuteczność podejmowanych w związku z nimi akcji, współpracę jednostek ratowniczych oraz społeczność lokalną. W artykule wyszczególniono metody i zasady podejmowanych działań ratowniczych w przypadku występowania różnych zagrożeń.

Wprowadzenie: Wraz z postępującą chemizacją gospodarki, jednocześnie niezbędną w życiu codziennym człowieka, rośnie liczba związanych z nią zagrożeń chemicznych i ekologicznych. W artykule przedstawiona została ich typologia oparta na źródłach potencjalnych zdarzeń. Kategoryzację zawężono do zagrożeń powodowanych przez zakłady przemysłowe stosujące substancje chemiczne i ich mieszaniny oraz jednostki transportowe przewożące towary niebezpieczne. W typologii zawarto również odniesienia do wybranych elementów organizacyjnych działań ratowniczo-gaśniczych mających wpływ na ich skuteczność.

Metodologia: W związku z realizacją celu pracy analizie poddana została literatura z zakresu badanego problemu, a także obowiązujące akty prawne dotyczące ochrony środowiska, przewozu materiałów niebezpiecznych oraz właściwości substancji chemicznych i ich mieszanin. W badaniach wykorzystano również sondaż diagnostyczny z ankietą, obserwację systemową oraz doświadczenie własne z bieżącej organizacji ćwiczeń WPOR, ZPOR w ZDR

we współdziałaniu z PSP. W celu zgromadzenia danych wykorzystano materiały publikowane przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej. Dokonano analizy możliwych zdarzeń awaryjnych z udziałem czynników chemicznych stwarzających potencjalne zagrożenie dla życia ludzkiego, mienia oraz środowiska naturalnego.

Wnioski: Istotą działań w kontekście ratownictwa chemicznego jest ograniczanie do minimum zagrożenia, ustalenie w krótkim czasie lokalizacji źródła emisji oraz zatrzymanie uwalniającej się substancji chemicznej. Wpływ na te elementy ma równomierne w skali kraju rozmieszczenie sił i środków. Istotnym elementem jest także rozpoznanie emisji substancji chemicznej, które usprawni udział przedstawiciela zespołu inżynierijno-technicznego reprezentującego dany zakład. Z kolei ważnym krokiem w rozpoznaniu zagrożenia będzie realizacja przez SGRChem – we wszystkich województwach – poziomu gotowości C dotyczącego prowadzenia rozpoznania obrazowego przy użyciu zaawansowanych środków technicznych. W szczególności dotyczy to województw wschodniej części Polski, w których grupy chemiczne w większości realizują wyłącznie poziomy A i B.

Słowa kluczowe: zagrożenie chemiczne, substancja niebezpieczna, ratownictwo chemiczne, zakład o dużym ryzyku, zakład zwiększonego ryzyka

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 31.10.2023; **Zrecenzowany:** 21.11.2023; **Zaakceptowany:** 29.11.2023;

Identyfikator ORCID autora: B. Kołcz – 0000-0002-2113-2905;

Proszę cytować: SFT Vol. 62 Issue 2, 2023, pp. 64–85, <https://doi.org/10.12845/sft.62.2.2023.4>;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Introduction

Combating chemical and environmental hazards is one of the primary tasks of the state administration and its subordinate emergency services. Effective action in this regard is possible provided that there is a proper flow of information, that activities are carried out efficiently and that services are properly coordinated in anticipation of the development of a given emergency situation.

Rescue determinants are understood as relatively constant factors that have a significant impact on the nature of chemical-ecological rescue in Poland. These are mainly due to the characteristics of contemporary threats, the state of the organisation and the technical capacity to deal with a given threat. Rescue should be seen as a dynamic process that is constantly changing. Chemical rescue is directly linked to the progress of civilisation and the needs of people.

According to the Act of 18 April 2002 on the state of natural disasters, a technical failure is defined as “sudden, unforeseen damage or destruction of a building, a technical facility or a system of technical facilities causing interruption of their use or loss of their properties” [1]. The most universal definition of a failure may be a condition in which there is a malfunction of a particular process, system, equipment, device that prevents it from operating, occurring suddenly, mostly unexpectedly and causing it to malfunction or become completely inoperable. On the other hand, a chemical disaster is defined as “an extraordinary event with a significant number of casualties and widespread ecological effects, the consequences of which cannot be controlled by the resources at hand and external assistance is required” [2]. A chemical accident or disaster is also described in chemical emergency response as “a sudden uncontrolled release of a chemical substance posing a fire, toxic or explosive hazard” [3]. A chemical catastrophe arises unexpectedly, its course is violent, of very high intensity, triggering

Wprowadzenie

Zwalczanie zagrożeń chemicznych i ekologicznych jest jednym z podstawowych zadań administracji państwowej oraz podległych jej służb ratowniczych. Skuteczne działanie w tym zakresie jest możliwe pod warunkiem właściwego przepływu informacji, efektywnego wykonywania czynności oraz odpowiedniej koordynacji służb uwzględniającej przewidywanie rozwoju danej sytuacji zagrożenia.

Przez uwarunkowania ratownictwa rozumie się względnie stałe czynniki, które mają istotny wpływ na charakter ratownictwa chemiczno-ekologicznego w Polsce. Wynikają one głównie z cech współczesnych zagrożeń, stanu organizacji i możliwości technicznych likwidacji danego zagrożenia. Ratownictwo należy traktować jako dynamiczny proces, który podlega ciągłym zmianom. Ratownictwo chemiczne wiąże się bezpośrednio z postępowaniem cywilizacyjnym oraz potrzebami ludzi.

W myśl ustawy z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie klęski żywiołowej awarię techniczną rozumie się jako „gwałtowne, nieprzewidziane uszkodzenie lub zniszczenie obiektu budowlanego, urządzenia technicznego lub systemu urządzeń technicznych powodujące przerwę w ich używaniu lub utratę ich właściwości” [1]. Najbardziej uniwersalną definicją awarii może być taki stan, w którym występuje niesprawność danego procesu, systemu, sprzętu, urządzenia uniemożliwiający jego działanie, pojawiający się nagle, przeważnie niespodziewanie i powodujący jego niewłaściwe funkcjonowanie lub całkowite unieruchomienie. Katastrofa chemiczna natomiast określana jest jako „nadzwyczajne zdarzenie ze znaczną liczbą poszkodowanych i rozległymi skutkami ekologicznymi, których następstw nie można opanować za pomocą posiadanych środków i jest potrzebna pomoc z zewnątrz” [2]. Awarię lub katastrofę chemiczną opisuje się również w ratownictwie chemicznym jako „nagłe niekontrolowane uwolnienie się substancji chemicznej, stwarzającej zagrożenie pożarowe, toksyczne lub

all sorts of physico-chemical reactions. Such an event is difficult to predict, as it can occur during transport by road or rail, as well as during the process or storage itself at an establishment with a major or high risk of a major accident or at an establishment below the major accident risk threshold. The consequence can be the release of a hazardous substance and create a high risk to human health and life, the environment and property.

Today, significant quantities of substances with a wide range of physical and chemical properties are used in transport and industrial plants. The risk is mainly due to the increase in the number of such substances on the market, but also to their properties, e.g. acutely toxic, corrosive, irritant, environmentally hazardous or highly flammable [4].

Examples of substances with the above-mentioned physico-chemical properties are:

- ammonia – toxic, gas, corrosive with a pungent odour, freely soluble in water, mixture of ammonia with oxygen may be explosive, above a concentration of 15%,
- chlorine – a highly irritant gas, corrosive when producing hydrogen chloride in contact with moist mucous membranes or damp skin,
- hydrogen chloride – poisonous, highly irritant and corrosive, fuming gas with a pungent suffocating odour, heavier than air, non-flammable, freely soluble in water,
- hydrogen cyanide – highly toxic, slightly lighter than air, well soluble in water,
- phosgene – a highly toxic gas with an irritant effect, poorly soluble in water,
- hydrogen sulphide – a highly toxic gas, heavier than air, soluble in water.

Substances that react exothermically are also a challenge for the emergency services. The release of large amounts of heat can become the cause of a fire or explosion. The rapid emission of heat energy can also lead to a loss of leakage in a process or storage installation. Uncontrolled thermal decomposition of the material can also result in damage to the tanks or packaging in which the substances are transported. An example is ammonium(V) nitrate, which can react violently with flammable substances, eventually leading to an explosion.

Most often, hazards are caused by inappropriate human economic activities, resulting from the use of outdated technologies in industry or means of transport. The consequence is usually the release of hazardous substances or mixtures that are highly toxic, flammable or explosive. The effects of the impact are either immediate or reveal themselves with a delay. In the latter situation, they can prove to be long-lasting and often irreversible.

Risks from chemical accidents and disasters have a major impact on human and environmental safety. It should be emphasised that the primary sources of risk are industrial plants using dangerous substances and mixtures and means of transport with dangerous goods. Other risks also need to be considered, which in today's circumstances are highly likely. In this respect, hazards – due to their (nature of) type – can be divided into fires of hazardous substances and emissions of hazardous substances into the atmosphere.

wybuchowe” [3]. Katastrofa chemiczna powstaje niespodziewanie, jej przebieg jest gwałtowny, o bardzo dużej intensywności, wywołujący różnego rodzaju reakcje fizykochemiczne. Takie zdarzenie jest trudne do przewidzenia, gdyż może wystąpić w trakcie transportu drogowego lub kolejowego, jak również podczas procesu technologicznego czy samego magazynowania w zakładzie o zwiększonym lub dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej bądź w zakładzie poniżej progu ryzyka poważnej awarii. Następstwem może być uwolnienie substancji niebezpiecznej i stworzenie dużego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego, środowiska naturalnego i stanu materialnego.

Obecnie w transporcie i w zakładach przemysłowych używane są znaczne ilości substancji o różnorodnych właściwościach fizykochemicznych. Zagrożenie wynika przede wszystkim ze wzrostu ilości takich substancji znajdujących się w obrocie, ale również z ich właściwości, np. ostro toksycznych, żrących, drażniących, niebezpiecznych dla środowiska czy wysoce łatwopalnych [4].

Przykładami substancji o ww. właściwościach fizykochemicznych są:

- amoniak – toksyczny gaz, żrący, o ostrej woni, dobrze rozpuszczalny w wodzie, jego mieszanina z tlenem może być wybuchowa, powyżej stężenia 15%,
- chlor – gaz silnie drażniący, żrący przy wytworzeniu chlorowodoru w zetknięciu z wilgotnymi błonami śluzowymi lub wilgotną skórą,
- chlorowodór – trujący, wywierający silne działanie drażniące i żrące, dymiący gaz o ostrej duszącej woni, cięższy od powietrza, niepalny, dobrze rozpuszczający się w wodzie,
- cyjanowodór – bardzo toksyczny, nieco lżejszy od powietrza, dobrze rozpuszczający się w wodzie,
- fosgen – bardzo toksyczny gaz o działaniu drażniącym, słabo rozpuszczający się w wodzie,
- siarkowodór – bardzo toksyczny gaz, cięższy od powietrza, rozpuszczający się w wodzie.

Wyzwaniem dla służb ratowniczych są także substancje wchodzące w reakcje egzotermiczne. Wydzielanie dużych ilości ciepła może stać się przyczyną pożaru lub wybuchu. Gwałtowna emisja energii cieplnej może także doprowadzić do utraty szczelności instalacji procesowej czy magazynowej. Wskutek niekontrolowanego rozkładu cieplnego materiału może również dochodzić do uszkodzenia cystern czy opakowań, w których substancje te są przewożone. Przykładem jest azotan(V)amoniaku, który może gwałtownie reagować z substancjami łatwopalnymi, w efekcie prowadząc do wybuchu.

Najczęściej zagrożenia powodowane są przez niewłaściwą działalność gospodarczą człowieka, wynikającą ze stosowania w przemyśle czy środkach transportu przestarzałych technologii. Następstwem jest przeważnie uwolnienie się substancji lub mieszanin niebezpiecznych o dużej toksyczności, łatwopalności czy wybuchowości. Skutki oddziaływania są natychmiastowe albo ujawniają się z opóźnieniem. W tej drugiej sytuacji mogą okazać się długotrwałe i często nieodwracalne.

Zagrożenia wynikające z awarii i katastrof chemicznych mają zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo ludzi i środowisko. Podkreślić należy, że podstawowym źródłem zagrożeń są zakłady

Given these considerations, it remains a research problem to analyse emergency events that may cause various consequences due to the presence of chemical agents that pose a potential threat to human life, property and the environment. The second major research problem remains the question of the extent to which these hazards become apparent, what factors to look out for when chemical hazards occur, and what impact they have on the action taken by emergency responders. The main objectives of this publication include the characterisation of chemical hazards and the identification of factors (circumstances) arising during these incidents and affecting the effectiveness of operations, the cooperation of emergency services with other services and the impact on the local community. The research was carried out using a diagnostic survey method and data published by the Headquarters of the National Fire Service. With a view to achieving the main objective of the study, the literature on the problem studied was analysed, as well as the legal acts in force in the areas of environmental protection and transport of hazardous materials, and the properties of chemical substances and their mixtures. The article was reviewed in the areas of issues relating to the hazards posed by hazardous substances in a real-world setting, the possibility of identifying the factors causing the hazard and affecting the surrounding environment, including those taking action to reduce and eliminate the hazard present.

Fire hazards involving dangerous substances

A significant proportion of hazardous substances belong to flammable and explosive compounds, which in practice is confirmed by the occurrence of fires during chemical accidents and disasters. Industrial fires release large quantities of toxic and other substances. The amount of them depends on a number of factors, the most important being the chemical structure of the fuel. For example, burning small amounts of methyl alcohol produces a flame without smoke particles. In case of hydrocarbon fuels, e.g. hexane, naphthalene, the density of the combustion products will increase with increasing molecular weight. The intensity of the combustion products will also depend on the thermal decomposition rate of the fuel, the ignition temperature, and the chemical composition. The heat that comes from the flame to the surface of the liquid is used to heat that surface to its boiling point and vaporise it. If the rate of evaporation of the liquid (equivalent to the rate of combustion) is not great, such as in case of crude oil, the heat received from the flame will be

przemysłowe stosujące substancje i mieszaniny niebezpieczne oraz środki transportu z towarami niebezpiecznymi.

Należy również rozważyć inne zagrożenia, które we współczesnych uwarunkowaniach są wysoce prawdopodobne. W tym zakresie zagrożenia – ze względu na ich (charakter) rodzaj – można podzielić na pożary substancji niebezpiecznych oraz emisje substancji niebezpiecznych do atmosfery.

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania, problemem badawczym pozostaje analiza zdarzeń awaryjnych, które mogą powodować różne następstwa wynikające z obecności czynników chemicznych stwarzających potencjalne zagrożenie dla życia ludzkiego, mienia i środowiska naturalnego. Drugim istotnym problemem badawczym pozostaje odpowiedź na pytanie, w jakim zakresie zagrożenia te się uwidaczniają, na jakie czynniki należy zwracać uwagę podczas wystąpienia zagrożeń chemicznych oraz jaki mają one wpływ na podjęcie działań przez podmioty ratownicze. Cele główne niniejszej publikacji obejmują charakterystykę zagrożeń chemicznych oraz identyfikację czynników (okoliczności) powstających podczas tych zdarzeń, a mających wpływ na skuteczność działań, współpracę służb ratowniczych z innymi służbami oraz oddziaływanie na społeczność lokalną. Badania przeprowadzone zostały z wykorzystaniem metody sondażu diagnostycznego oraz danych publikowanych przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej. W związku z realizacją celu głównego pracy, analizie poddana została literatura z zakresu badanego problemu, jak również obowiązujące akty prawne w obszarach ochrony środowiska i przewozu materiałów niebezpiecznych, a także właściwości substancji chemicznych i ich mieszanin. Artykuł został zweryfikowany w obszarach zagadnień dotyczących zagrożeń stwarzanych przez substancje niebezpieczne w uwarunkowaniach rzeczywistych, możliwości identyfikacji czynników powodujących zagrożenie i oddziałujących na otaczające środowisko, w tym na podmioty podejmujące działania ograniczające i likwidację występującego zagrożenia.

Zagrożenia pożarami z udziałem substancji niebezpiecznych

Znaczna część substancji niebezpiecznych należy do związków łatwopalnych i wybuchowych, co w praktyce potwierdza się występowaniem pożarów podczas awarii i katastrof chemicznych. Pożary przemysłowe powodują wydzielanie się dużych ilości substancji o właściwościach toksycznych i innych. Ilość ich uzależniona jest od wielu czynników, najważniejszym jest budowa chemiczna paliwa. Przykładowo spalanie małych ilości alkoholu metylowego daje płomień bez cząstek dymu. W przypadku paliw węglowodorowych, np. heksanu, naftalenu, gęstość produktów spalania będzie wzrastać wraz ze wzrostem ciężaru cząsteczkowego. Intensywność produktów spalania będzie również uzależniona od szybkości rozkładu termicznego paliwa, temperatury zapalenia oraz składu chemicznego. Ciepło, które dochodzi z płomienia do powierzchni cieczy, jest zużywane na ogrzanie tej powierzchni do temperatury wrzenia i jej odparowania. Jeśli szybkość parowania cieczy (równoznaczna z szybkością spalania) jest nieduża, np. w przypadku ropy naftowej, to

consumed to heat the liquid, causing it to superheat in depth. Thus, the lower the rate of combustion, the greater the overheating of the liquid into the depths, e.g. of an oil tank, causing what is known as the liquid ejection phenomenon or the ejection of the liquid outside the tank. Such a phenomenon causes great damage and additional risks not only to the emergency services but also to the environment. This situation is possible for a liquid in which water is present, an example being the crude oil mentioned earlier, which contains about 1% water. Then, as the liquid heats up, the water molecules in the liquid fall (due to the reduced viscosity of the top layer of the liquid) to the bottom of the tank and, when they reach a certain temperature, evaporate, causing the contents of the flammable liquid to be ejected from the tank to the outside and the fire to spread. Flammable liquids and substances that melt when exposed to heat (e.g. petrol, paraffin and its derivatives, alcohol, acetone, ether, oils, varnishes, fats, paraffin, stearin, naphthalene, tar) ignite when a vapour-air mixture forms over the top of the liquid under the influence of evaporation. This is why it is such an important tactical factor during firefighting operations not to apply water as an extinguishing agent to flammable liquids. An example is the 1971 fire at the Czechowice-Dziedzice refinery. In this incident, tens of thousands of litres of water entered the tank while the fire was being extinguished and was heated by the oil burning in the tray. After some time, this water reached its boiling point and began to move towards the top of the tank. By lifting the lighter crude oil, it has caused it to eject over a distance of up to more than 200m in some places. The incident resulted in the deaths of firefighters, soldiers and OSP members.

The combustion of gases (e.g. methane, acetylene, propane, hydrogen, town gas) takes place in the contact layer between the gas stream and the air. Flammable gases are easily ignited from the slightest heat source, even from a spark or the embers of a cigarette. They pose a high risk especially if they mix with air and are set on fire in an enclosed space. An explosion of a gas-air mixture can cause serious damage to buildings (e.g. blocks of flats) and even beyond.

Another hazard occurring during fires is the formation of so-called smog (fog intensified by smoke) [5]. It is an unnatural atmospheric phenomenon involving the co-occurrence of man-made air pollution and unfavourable natural atmospheric phenomena, high humidity and lack of wind [6]. The harmful chemicals, dust and significant humidity that are part of smog are a health hazard. This is because they are allergenic agents and can trigger asthma and cause exacerbation of chronic bronchitis, respiratory failure or paralysis of the circulatory system.

Industrial fires produce a lot of smoke-forming compounds that pose a risk to nearby residents. In this respect, the emergency plans being prepared should include, in accordance with the Act of 27 April 2001 Environmental Protection Law, proposals for methods and measures to protect people and the environment from the effects of an industrial accident, as well as information about the existing hazards, the preventive measures taken and the actions that will be implemented during an industrial accident. Fires cause atmospheric contamination often over a wide area and necessitate an immediate

ciepło otrzymane z płomienia będzie zużywane na ogrzanie cieczy, co spowoduje jej przegrzewanie w głąb. Zatem im mniejsza szybkość spalania, tym większe jest przegrzewanie się cieczy w głąb, np. w zbiorniku ropy naftowej, powodujące tzw. zjawisko wykipienia cieczy lub wyrzutu cieczy na zewnątrz zbiornika. Zjawisko takie powoduje duże zniszczenia i dodatkowe zagrożenia nie tylko dla służb ratowniczych, ale również dla środowiska. Sytuacja taka jest możliwa dla cieczy, w której występuje woda, a przykładem może być tutaj wspomniana wcześniej ropa naftowa, w skład której wchodzi ok. 1% wody. Wówczas podczas nagrzewania się cieczy, zawarte w niej cząsteczki wody opadają (w związku ze zmniejszeniem się lepkości górnej warstwy cieczy) na dno zbiornika i gdy osiągną określoną temperaturę, wyparowują, powodując wyrzucenie zawartości cieczy palnej ze zbiornika na zewnątrz i rozprzestrzenianie się pożaru. Ciecze palne i substancje topiące się pod wpływem ciepła (np. benzyna, nafta i jej pochodne, alkohol, aceton, eter, oleje, lakiery, tłuszcze, parafina, stearyna, naftalen, smoła) ulegają zapaleniu, gdy pod wpływem parowania nad górną warstwą cieczy utworzy się mieszanina par z powietrzem. Dlatego tak ważnym czynnikiem taktycznym podczas działań gaśniczych jest niepodawanie wody jako środka gaśniczego na ciecze palne. Przykładem może być pożar w 1971 r. rafinerii w Czechowicach-Dziedzicach. W tym zdarzeniu podczas gaszenia pożaru do zbiornika dostało się kilkadziesiąt tysięcy litrów wody, które były podgrzewane przez palącą się na tacy ropę. Po pewnym czasie woda ta osiągnęła temperaturę wrzenia i rozpoczęła przemieszczanie się ku górze zbiornika. Podnosząc lżejszą ropę naftową, spowodowała ona jej wyrzut na odległość w niektórych miejscach nawet ponad 200 m. W wyniku tego zdarzenia zginęli strażacy, żołnierze oraz członkowie OSP.

Spalanie gazów (np. metanu, acetyleny, propanu, wodoru, gazu miejskiego) odbywa się w warstwie stykania się strumienia gazu z powietrzem. Gazy palne ulegają łatwemu zapaleniu od najmniejszego źródła ciepła, nawet od iskry lub żaru papierosa. Stanowią duże zagrożenie szczególnie wtedy, gdy wymieszają się z powietrzem i zostaną podpalone w pomieszczeniu zamkniętym. Wybuch mieszaniny gazowo-powietrznej może dokonać poważnych zniszczeń w budynkach (np. blokach mieszkalnych), a nawet poza ich obrębem.

Innym zagrożeniem występującym podczas pożarów jest tworzący się tzw. smog (ang. *fog intensified by smoke*, mgła wzmocniona przez dym) [5]. To nienaturalne zjawisko atmosferyczne polegające na współwystępowaniu zanieczyszczeń powietrza spowodowanych działalnością człowieka oraz niekorzystnych naturalnych zjawisk atmosferycznych, dużej wilgotności powietrza i braku wiatru [6]. Wchodzące w skład smogu szkodliwe związki chemiczne, pyły i znaczna wilgotność są zagrożeniem dla zdrowia. Stanowią bowiem czynniki alergizujące i mogą wywołać astmę, a także powodować zaostrzenie przewlekłego zapalenia oskrzeli, niewydolność oddechową lub paraliż układu krwionośnego.

Podczas pożarów przemysłowych powstaje dużo związków dymotwórczych, które stwarzają zagrożenie dla przebywających w pobliżu mieszkańców. W tym zakresie opracowywane plany operacyjno-ratownicze powinny zawierać, w myśl ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, propozycje metod

response in terms of warning the population and evacuating those at risk.

Fires in road or rail transport do not occur often, but when they do, they pose a serious threat to the environment. This is especially true if a hazardous substance is leaked at the same time. Most fires are caused by vehicles colliding with or striking objects in their path. Depending on the type of substance being transported, there may be a risk of explosion and, depending on the location of the incident, the consequences of such an explosion can be very high. However, the greatest danger is for people who become trapped inside cars, buses or trains. Experience shows that, most often, it is very difficult to reach these people due to external hazards caused by the presence of a hazardous substance, the possibility of a sudden explosion, high temperatures, limited visibility, but also due to extensive damage to vehicles.

Particularly dangerous are large goods train fires involving tankers carrying dangerous goods, when many lives are at risk. These activities are very dangerous for a number of reasons. Usually, after a fire starts at an unfavourable point on a railway route, the first rescue units arrive within a few minutes to a few tens of minutes. Until then, the effectiveness of the rescue operation depends only on the efficient operation of the railway services (alarming, disconnecting and rolling the train, evacuating passengers). It is very important to stop the train quickly. It is also important to bear in mind that there may be difficulties with the water supply on site. During a train fire involving a chemical substance, a great many people may be exposed to danger. The rate of spread of a fire in wagons will depend on a number of factors, including the speed of the train, the location of the fire, the design of the wagons, weather conditions, terrain, and the loads carried in the wagons concerned. If the rescue services arrive at the scene of a fire before the overhead line is switched off, they may proceed with limited extinguishing, i.e. only inside the rolling stock and only with hand-held fire-fighting equipment containing suitable extinguishing agents, taking special precautions. External extinguishing shall not be allowed until authorised by the power supply dispatcher handed over to the action commander by the driver, the on-call traffic officer or the network emergency foreman or other authorised railway employee. In exceptional cases, this information can be confirmed by the control desk after receiving prior confirmation from the said power dispatcher. Rail tank cars containing flammable liquids and gases or other hazardous chemicals pose a very high risk, so prompt recognition of the danger in this type of situation is enormously important. Such tanks can explode, causing a fire to spread. In such an incident, it is important to effectively apply foam currents to contain and extinguish the fire and, very importantly, using a suitable foaming agent that is resistant to alcohols, e.g. AFFF for polar liquid fires. It should be remembered that extinguishing a fire with an unrecognised medium involves the risk of emission [7], e.g. of a hazardous substance or mixture, and the only form of neutralisation would be incineration. Due to the existence of various hazards, emergency services take special care when extinguishing fires on or near live electrical equipment. Fires damage electrical cables and spills of water created during operations can promote

i środków służących ochronie ludzi i środowiska przed skutkami awarii przemysłowej, jak również informacje o występujących zagrożeniach, podjętych środkach zapobiegawczych i działaniach, które będą realizowane podczas wystąpienia awarii przemysłowej. Pożary wywołują skażenia atmosfery niejednokrotnie na dużym obszarze i powodują konieczność natychmiastowej reakcji w zakresie ostrzegania ludności i ewakuacji osób zagrożonych.

Pożary w transporcie drogowym lub kolejowym nie występują często, jeżeli jednak do nich dochodzi, stanowią poważne zagrożenie dla otoczenia. Dotyczy to szczególnie sytuacji, gdy jednocześnie następuje wyciek substancji niebezpiecznej. Najczęściej pożary powstają w wyniku zderzenia się pojazdów lub uderzenia przez nie w znajdujące się na ich drodze obiekty. W zależności od rodzaju przewożonej substancji może wystąpić zagrożenie wybuchem, a w zależności od miejsca zdarzenia, skutki takiego wybuchu mogą być bardzo duże. Na największe niebezpieczeństwo narażone są jednak osoby, które zostają uwięzione wewnątrz samochodów, autobusów lub pociągów. Doświadczenie wskazuje, że najczęściej dotarcie do tych osób jest bardzo utrudnione ze względu na zagrożenie zewnętrzne spowodowane obecnością substancji niebezpiecznej, możliwością nagłego wybuchu, wysoką temperaturą, ograniczoną widocznością, ale również z uwagi na duże zniszczenia pojazdów.

Szczególnym zagrożeniem są duże pożary pociągów towarowych z udziałem cystern przewożących towary niebezpieczne, kiedy narażone jest życie wielu osób. Działania te są bardzo niebezpieczne z wielu powodów. Zwykle po powstaniu pożaru w niekorzystnym punkcie szlaku kolejowego pierwsze jednostki ratownicze przybywają w czasie od kilku do kilkudziesięciu minut. Do tego czasu skuteczność akcji ratowniczej zależy tylko od sprawnego działania służb kolejowych (alarmowanie, rozłączenie i przetoczenie pociągu, ewakuacja pasażerów). Bardzo istotną sprawą jest szybkie zatrzymanie pociągu. Należy także pamiętać o tym, że na miejscu zdarzenia mogą wystąpić trudności z zaopatrzeniem w wodę. Podczas powstania pożaru pociągu z substancją chemiczną na niebezpieczeństwo może być narażone bardzo wiele osób. Szybkość rozprzestrzeniania się pożaru w wagonach zależy będzie od wielu czynników, m.in. od szybkości poruszania się pociągu, miejsca powstania pożaru, konstrukcji wagonów, warunków atmosferycznych, ukształtowania terenu, przewożonych w danych wagonach ładunków. Jeżeli służby ratownicze przybędą na miejsce pożaru przed wyłączeniem napięcia w sieci trakcyjnej, mogą przystąpić do gaszenia w ograniczonym zakresie, to znaczy tylko wewnątrz taboru i tylko przy użyciu podręcznego sprzętu gaśniczego zawierającego odpowiednie środki gaśnicze, z zachowaniem szczególnych środków ostrożności. Dopuszczenie do gaszenia z zewnątrz może nastąpić dopiero po otrzymaniu zezwolenia od dyspozytora zasilania przekazanego dowódcy akcji przez maszynistę, dyżurnego ruchu lub brygadzystę pogotowia sieciowego bądź innego uprawnionego pracownika kolei. W wyjątkowych przypadkach informację tę może potwierdzić stanowisko kierowania po otrzymaniu uprzednio potwierdzenia od wspomnianego dyspozytora zasilania. Cysterny kolejowe zawierające ciecze i gazy łatwopalne lub inne niebezpieczne chemikalia stanowią bardzo duże zagrożenie, dlatego też szybkie rozpoznanie niebezpieczeństwa w tego typu sytuacji jest niezwykle ważne. Cysterny takie mogą eksplodować, powodując rozprzestrzenienie

electrocution. During fires, discharges can occur between the live catenary and the ground in an ionised layer of heated air. It is very important to carry out an early reconnaissance of whether there are any tankers containing flammable substances or other hazardous materials on the train. Warming by the heat of a fire of tanks with liquids or gases will cause an increase in pressure, leading to the risk of physical and chemical explosions. Liquids can then be expelled and create spills. During such incidents, it is essential to cover spills with foam, to cool tankers and tanks and to carry out preventive measures so that leaked substances do not contaminate the soil and the atmosphere. Before extinguishing a spill or leak, careful consideration should be given to whether extinguishing the fire will increase the risk and whether it would not be more beneficial to take action to separate and relocate the undamaged stockpile and carry out defensive action while controlling the burning of the substance.

Hazards caused by emissions of hazardous substances

An increasing number of chemical and environmental incidents can be observed in the recent years. In 2010, a total of 2267 such incidents were recorded, while in 2015 there were already 6518, with 8169 in 2022 [8]. The growing chemical industry gives society consumerism on the one hand and unpredictable risks on the other. The inadequacy of the progress of civilisation is most often the cause of incidents that pose a threat to public safety. Emerging risks are caused by the natural unreliability of equipment, non-compliance with technological regimes, improper storage and transport of hazardous materials. Hazards caused by activities are mainly chemical accidents or disasters. The number of incidents involving a hazardous substance between 2019 and 2022 is shown in Figure 1.

się pożaru. W takim zdarzeniu ważne jest skuteczne podanie prądów piany w celu zabezpieczenia i ugaszenia pożaru i – co bardzo ważne – z zastosowaniem odpowiedniego środka pianotwórczego, który jest odporny na alkohole np. AFFF do pożarów cieczy polarnych. Pamiętać należy, że gaszenie pożaru z nierozpoznanym medium wiąże się z ryzykiem emisji [7], np. niebezpiecznej substancji lub mieszaniny, a jedyną formą neutralizacji byłoby spalanie.

Ze względu na istnienie różnych zagrożeń służby ratownicze zachowują szczególną ostrożność podczas gaszenia pożarów urządzeń elektrycznych pod napięciem lub pożarów w pobliżu tych urządzeń. Pożary niszczą przewody elektryczne, a rozlewiska wody powstałe w trakcie prowadzenia akcji mogą sprzyjać porażeniu prądem. Podczas pożarów mogą wystąpić wyładowania między siecią trakcyjną będącą pod napięciem a ziemią w zjonizowanej warstwie ogrzanego powietrza. Bardzo ważne jest przeprowadzenie wczesnego rozpoznania, czy w składzie pociągu nie znajdują się cysterny zawierające łatwopalne substancje lub inne materiały niebezpieczne. Ogrzewanie przez ciepło pożaru cystern z cieczami lub gazami będzie powodować wzrost ciśnienia, prowadząc do ryzyka wybuchów fizycznych i chemicznych. Ciecze mogą zostać wtedy wyrzucone i tworzyć rozlewiska. Podczas tego typu zdarzeń niezbędne jest pokrywanie rozlewisk pianą, chłodzenie cystern i zbiorników oraz prowadzenie działań zapobiegawczych, aby wyciekające substancje nie zanieczyściły gleby i atmosfery. Przed podjęciem gaszenia wycieku lub rozlewiska powinno się przeanalizować dokładnie, czy ugaszenie pożaru nie zwiększy zagrożenia i czy nie korzystniej będzie prowadzić działania ukierunkowane na oddzielenie i przemieszczenie niezniszczonego składu oraz na obronę z jednoczesnym kontrolowaniem procesu spalania substancji.

Zagrożenia spowodowane emisją substancji niebezpiecznych

W ostatnich latach można zauważyć rosnącą liczbę zdarzeń chemicznych i ekologicznych. W 2010 r. zanotowano łącznie 2267 takich incydentów, w 2015 r. było ich już 6518, z kolei w 2022 r. – 8169 [8]. Rozwijający się przemysł chemiczny daje z jednej strony społeczeństwu konsumpcyjność, natomiast z drugiej nieprzewidywalne zagrożenia. Niedoskonałość postępu cywilizacyjnego jest najczęściej przyczyną zdarzeń, które stwarzają zagrożenie dla bezpieczeństwa powszechnego. Powstające zagrożenia powodowane są przez zawodność naturalną urządzeń, nieprzestrzeganie reżimów technologicznych, niewłaściwe magazynowanie oraz transport materiałów niebezpiecznych. Zagrożenia wywołane działalnością to przede wszystkim awarie lub katastrofy chemiczne. Liczbę zdarzeń z udziałem substancji niebezpiecznej w latach 2019–2022 przedstawia rycina 1.

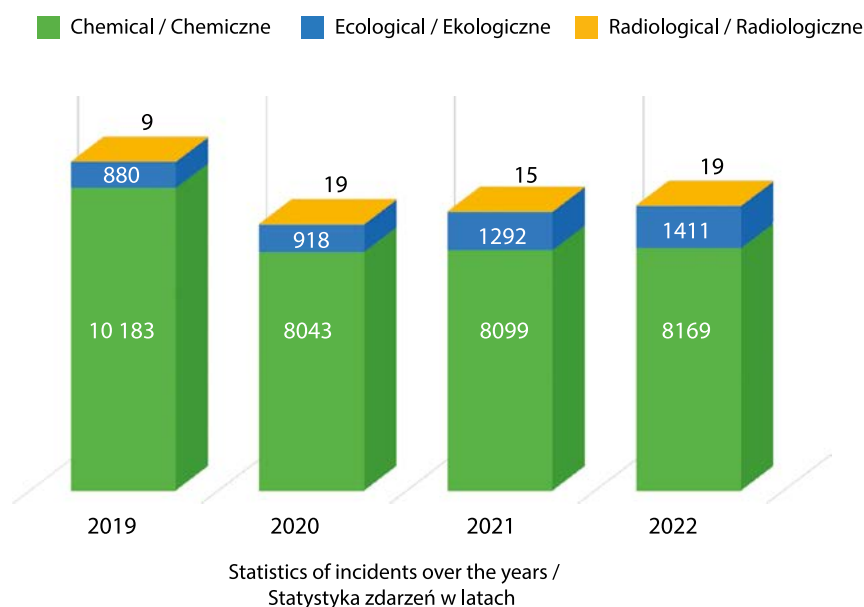


Figure 1. Number of incidents involving a hazardous substance in Poland
Rycina 1. Liczba zdarzeń z udziałem substancji niebezpiecznej w Polsce

Source: Own elaboration based on statistical data of KG PSP, www.gov.pl/kgpsp [access: 16.10.2023].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych KG PSP, www.gov.pl/kgpsp [dostęp: 16.10.2023].

The above analysis of incidents shows that the overall occurrence of situations involving hazardous substances over several years is quite irregular, and statistical analysis of recorded incidents shows an upward rather than a downward trend. When it comes to the number of total incidents recorded in a given year, weather conditions (floods, high winds, snowfall) are usually the determining factors. On the other hand, in case of chemical events, it is not possible to list the factors that determine their occurrence. The most common causes are random situations that cannot be excluded or foreseen.

The chemical industry uses hazardous substances and mixtures with poisonous, flammable, explosive, corrosive properties in technological processes that pose a risk to humans and the environment. The aforementioned factors mean that there is a potential risk not only to the workers in the facilities, but also to the environment.

In order to reduce the action time of the units when locating and eliminating the source of danger, it becomes necessary to consider the possibility of introducing organisational elements that will improve the process of chemical rescue implementation. One of these is the first task contained in the regulation of 17 September 2021 on the detailed organisation of the national rescue and firefighting system concerning hazard recognition and identification [9]. Referring in this respect to selected safety elements in relation to the prevention of major industrial accidents, empirical research was undertaken in the second quarter of 2023 using the method of a diagnostic survey and questionnaires among employees of management teams and engineering and technical groups of high-risk establishments (ZDR) of a major industrial accident and rescuers of a specialised chemical-ecological rescue group. The survey included closed-ended questions that

Z powyższej analizy zdarzeń wynika, że występowanie sytuacji z udziałem substancji niebezpiecznych na przestrzeni kilku lat jest dość nieregularne, a analiza statystyczna odnotowywanych zdarzeń wykazuje tendencję wzrostową, a nie spadkową. W przypadku liczby wszystkich zdarzeń, które odnotowuje się w danym roku, czynnikami decydującymi są zazwyczaj warunki pogodowe (powodzie, silny wiatr, opady śniegu). Natomiast w przypadku zdarzeń chemicznych nie możemy wymienić czynników, które warunkują ich występowanie. Najczęściej przyczynami są niedające się wykluczyć lub przewidzieć sytuacje losowe.

Przemysł chemiczny wykorzystuje w procesach technologicznych substancje niebezpieczne i mieszaniny o właściwościach trujących, palnych, wybuchowych, żrących, stanowiących zagrożenie dla ludzi i środowiska. Wymienione czynniki powodują, że potencjalne zagrożenie może występować nie tylko dla pracowników zatrudnionych w zakładach, ale również dla otoczenia.

Aby skrócić czas działania jednostek podczas lokalizowania i likwidacji źródła zagrożenia, koniecznością staje się rozważenie możliwości wprowadzenia elementów organizacyjnych, które usprawnią proces realizacji ratownictwa chemicznego. Jednym z nich jest pierwsze zadanie zawarte w rozporządzeniu z dnia 17 września 2021 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego dotyczące rozpoznania i identyfikacji zagrożenia [9]. Odnosząc się w tym zakresie do wybranych elementów bezpieczeństwa wobec przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym, w II kwartale 2023 r. zostały podjęte badania empiryczne z wykorzystaniem metody sondażu diagnostycznego i ankiet wśród pracowników zespołów kierowania i grup inżynierjno-technicznych zakładów dużego ryzyka (ZDR) wystąpienia poważnej awarii przemysłowej oraz ratowników specjalistycznej grupy ratownictwa chemiczno-ekologicznego. W ankiecie zawarto pytania

required the selection of one or more answers about prevention, response and interaction in an emergency. Of the 19 questions, one concerned whether a trained, prepared and protected specialist plant operator familiar with the installation should join the PSP reconnaissance team to determine the source of the leak and chemical emissions, which could help reduce reconnaissance time. Respondents' indications regarding the introduction of a prepared plant specialist to assist the team in identifying the source of the hazard are shown in Figure 2.

zamknięte, które wymagały wybrania jednej lub kilku odpowiedzi na temat zapobiegania, reagowania i współdziałania w sytuacji awaryjnej. Spośród 19 pytań jedno dotyczyło rozstrzygnięcia kwestii, czy w celu ustalenia źródła rozszczelnienia i emisji substancji chemicznej do zespołu rozpoznania PSP powinien dołączyć przeszkolony, przygotowany i zabezpieczony specjalista-operator zakładu znający instalację, co mogłoby przyczynić się do skrócenia czasu rozpoznania. Wskazania respondentów w zakresie wprowadzenia przygotowanego specjalisty zakładu do pomocy zespołu rozpoznania źródła zagrożenia przedstawia rycina 2.

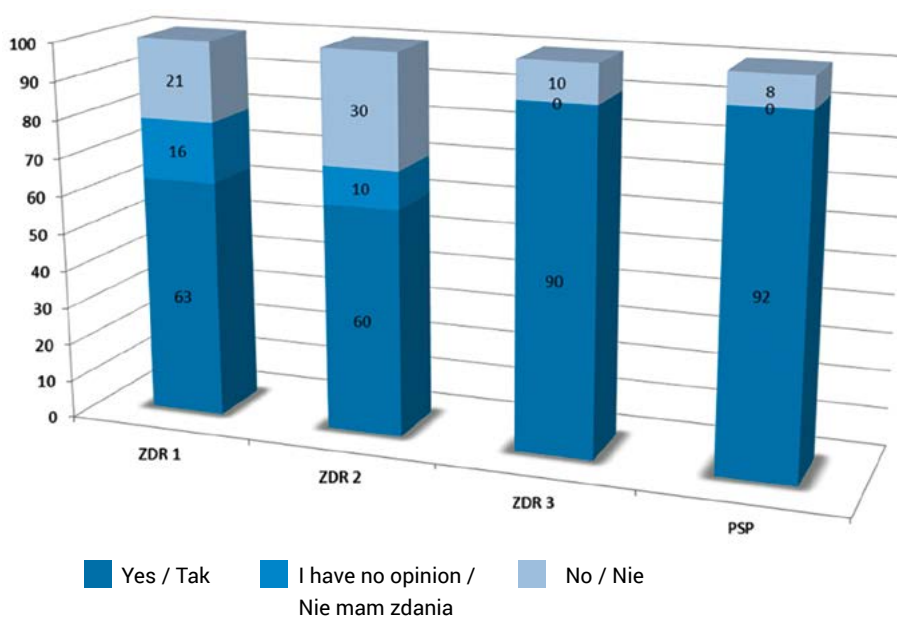


Figure 2. Percentage distribution of responses to the question: should the PSP reconnaissance team be joined by a trained, prepared and protected plant specialist familiar with the installation in order to quickly determine the location of the chemical release, thus reducing the reconnaissance time and the danger zone?

Rycina 2. Procentowy rozkład odpowiedzi na pytanie: czy do zespołu rozpoznania PSP powinien dołączyć przeszkolony, przygotowany i zabezpieczony specjalista zakładu znający instalację w celu szybkiego ustalenia miejsca uwolnienia substancji chemicznej, co wpłynęłoby na skrócenie czasu rozpoznania i zmniejszenie strefy zagrożenia?

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The vast majority of respondents see the need for a plant employee trained to join the source identification team at an installation in order to reduce the time it takes to find the location of a chemical emission and prevent the hazard from escalating. This result is the stimulus for all management teams to bet on such a solution. Therefore, in accordance with the system for dealing with major industrial accidents in upper-tier establishments (ZDR), an internal emergency plan (WPOR) should be implemented, specifying, in accordance with § 6(5b) of the organisational part, tasks not only for the plant services but also for the organisational units of the establishment and the employees of the establishment [10]. This scope includes the mitigation and elimination of the consequences of a major industrial accident resulting from the analysis of the scenarios contained in WPOR, taking into account rescue operations, including the provision of

Zdecydowana większość respondentów dostrzega potrzebę dołączenia do zespołu rozpoznania źródła zagrożenia w danej instalacji przeszkolonego pracownika zakładu – w celu skrócenia czasu znalezienia miejsca emisji substancji chemicznej i niedopuszczenia do eskalacji zagrożenia. Ten wynik jest impulsem dla wszystkich zespołów kierowania, aby postawić na takie rozwiązanie. Dlatego zgodnie z systemem przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym w zakładach o dużym ryzyku ich wystąpienia (ZDR) należy wdrożyć wewnętrzny plan operacyjno-ratowniczy (WPOR), określając – zgodnie z § 6 pkt 5b części organizacyjnej – zadania nie tylko dla służb zakładowych, ale również dla komórek organizacyjnych zakładu i jego pracowników [10]. Zakres ten obejmuje ograniczenie i likwidację skutków poważnej awarii przemysłowej wynikającej z analizy scenariuszy zawartych w WPOR z uwzględnieniem podjęcia czynności

first aid prior to the arrival of the first fire protection unit or medical rescue team.

In this case, according to the plant management teams and specialist groups, employees are not required to take rescue action at the scene of the incident, but only to provide assistance and point out a possible leak site, the source of the danger due to his/her knowledge, experience and familiarity with the various installations, technological processes, chemical reactions and the operation of equipment including shut-off valves of the danger site in question. On the other hand, taking into account the participation of rescue operators in the exercises, the analysis indicates the need to supervise the rescuers taking part in the exercises at the facilities, so that everyone from the fire brigade's duty shift is present at the plant installation in question, including those who are on slow duty, leave delegation, etc. Overlooking this aspect could result in a situation where a chemical firefighter absent from the exercise is conducting reconnaissance in an actual major accident and determining the source of a chemical release. Such a situation will result in longer operating times and thus more serious consequences of risk to life, health of workers, residents and the environment.

The spread of a hazardous substance leads to contamination of the environment, living organisms and alters natural processes. The majority of chemical accidents and disasters are local in nature, but broader incidents also occur. The greatest threat to human health and life is posed by toxic industrial agents (TSP). The term TSP appeared in military nomenclature in the early 1990s. At the time, two criteria were used as a measure for classifying individual hazardous substances into this group of compounds: high toxicity and sufficiently high production levels. However, these criteria were not precisely specified, resulting in considerable freedom of interpretation. It was not until the development of the Memorandum of Understanding on Chemical and Biological Defence [11] that the criteria were defined under which individual hazardous substances could be classified as TSPs. The term TSP was also used in the environmental literature, with a slightly different meaning at the time. It should be emphasised that TSP should include all chemical compounds, flammable and explosive materials, biologically active substances, radioactive preparations and various types of waste, materials and compounds that can produce substances that directly or indirectly poison the environment. Nowadays, the term TSP is unlikely to be used in the naming of chemicals anymore. It has been replaced by names in line with those appearing in the relevant legislation. For transport, the term dangerous goods is used, and for industry, chemicals and their mixtures.

The extensive list of chemicals and their mixtures makes it impossible to edit an exhaustive compilation on their physicochemical and toxic properties. Among the most common we can include: chlorine, formaldehyde, ammonia, ethylene oxide, hydrogen fluoride, hydrogen cyanide, nitric acid and hydrogen sulphide. There are currently more than 500 industrial plants producing, processing or storing chemicals and their mixtures in Poland. Depending on the type and quantity of hazardous substances, these establishments are classified as being at high or increased risk of a major industrial accident. More than 60 of these are

ratowniczych, w tym udzielania pierwszej pomocy przed przybyciem pierwszej jednostki ochrony przeciwpożarowej lub zespołu ratownictwa medycznego.

W tym przypadku według zespołów kierowania zakładem i grup od pracowników nie wymagałoby się podejmowania działań ratowniczych na miejscu zdarzenia, a jedynie udzielenia pomocy i wskazania ewentualnego miejsca rozszczelnienia (źródła zagrożenia). Kluczowe znaczenie w tym zadaniu będzie miała posiadana przez nich wiedza, a także doświadczenie i znajomość poszczególnych instalacji, procesów technologicznych, reakcji substancji chemicznych oraz obsługi urządzeń, w tym zaworów odcinających dane miejsce zagrożenia. Z drugiej strony, biorąc pod uwagę udział w ćwiczeniach podmiotów ratowniczych, analiza wskazuje na potrzebę nadzoru ratowników uczestniczących w ćwiczeniach na obiektach, aby każdy ze zmiany służbowej JRG był obecny na danej instalacji zakładu, również te osoby, które są na wolnej służbie, w delegacji, na urlopie itp. Pominięcie tego aspektu może spowodować sytuację, w której nieobecny na ćwiczeniach strażak chemik będzie prowadził rozpoznanie w rzeczywistej poważnej awarii i ustalił źródło uwolnienia substancji chemicznej. Taka okoliczność spowoduje wydłużenie czasu działania, a tym samym poważniejsze konsekwencje zagrożenia dla życia, zdrowia pracowników, mieszkańców oraz środowiska.

Rozprzestrzenianie się substancji niebezpiecznej prowadzi do skażenia środowiska, organizmów żywych i wprowadza zmiany w procesach naturalnych. Większość awarii i katastrof chemicznych ma charakter lokalny, lecz pojawiają się również zdarzenia o szerszym zasięgu. Największe zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego stwarzają toksyczne środki przemysłowe (TSP). Termin TSP pojawił się w nomenklaturze wojskowej na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Jako miarę zakwalifikowania poszczególnych substancji niebezpiecznych do tej grupy związków przyjmowano wówczas dwa kryteria: wysoką toksyczność oraz dostatecznie duży poziom produkcji. Nie były to jednak kryteria dokładnie sprecyzowane, co powodowało znaczną dowolność ich interpretacji. Dopiero w opracowaniu *Memorandum of Understanding on Chemical and Biological Defence* [11] określono kryteria, na podstawie których poszczególne substancje niebezpieczne można było zaliczyć do TSP. Termin TSP stosowany był również w literaturze poświęconej ochronie środowiska, przy czym miał on wówczas nieco inne znaczenie. Podkreślić należy, że do TSP powinno zaliczać się wszelkie związki chemiczne, materiały łatwopalne i wybuchowe, substancje biologiczne czynne, preparaty promieniotwórcze oraz różnego rodzaju odpady, materiały i związki, które mogą powodować powstawanie substancji zatruwających bezpośrednio lub pośrednio środowisko naturalne. Obecnie w nazewnictwie substancji chemicznych raczej nie używa się już określenia TSP. Zostało ono zastąpione nazwami występującymi w odpowiednich aktach prawnych. W odniesieniu do transportu używa się określenia towary niebezpieczne, a w odniesieniu do przemysłu – substancje chemiczne i ich mieszaniny.

Obszerna lista substancji chemicznych i ich mieszanin uniemożliwia zredagowanie wyczerpującej kompilacji na temat ich właściwości fizykochemicznych i toksycznych. Do najczęściej spotykanych możemy zaliczyć: chlor, formaldehyd, amoniak, tlenek etylenu, fluorowodór, cyjanowodór, kwas azotowy oraz siarkowodór. Na terenie Polski znajduje się obecnie ponad 500 zakładów przemysłowych produkujących, przetwarzających lub

classified as particularly dangerous. Most of these are concentrated along the Vistula, along its entire bank and along the upper reaches of the Oder. It is important to emphasise that the risk of chemical release is not only present in areas of production or processing. These compounds are present, among others, in water purification and treatment plants, cold storage facilities, etc. Very large quantities of dangerous goods are moved every day in tankers and shipments, using road and rail transport. Small quantities of such goods can also be transported by air. The number of incidents involving hazardous substances in Poland is shown in Table 1.

magazynujących substancje chemiczne i ich mieszaniny. W zależności od rodzaju i ilości substancji niebezpiecznych, zakłady te zaliczone są do grupy zakładów o dużym lub zwiększonym ryzyku wystąpienia poważanej awarii przemysłowej. Ponad 60 z nich zalicza się do szczególnie groźnych. Najwięcej z nich skupia się nad Wisłą, wzdłuż całego jej brzegu oraz wzdłuż górnego biegu Odry. Podkreślenia wymaga fakt, że ryzyko uwolnienia substancji chemicznych występuje nie tylko w rejonach ich produkcji lub przetwarzania. Związki te obecne są między innymi w oczyszczalniach i stacjach uzdatniania wody, w chłodniach, itp. Bardzo duże ilości towarów niebezpiecznych przemieszczane są każdego dnia w cysternach i przesyłkach, przy wykorzystaniu transportu drogowego i kolejowego. Niewielkie ilości takich towarów mogą być także przewożone transportem lotniczym. Liczbę zdarzeń z udziałem substancji niebezpiecznych w Polsce przedstawia tabela 1.

Table 1. Number of incidents involving hazardous substances in 2019–2022
Tabela 1. Liczba zdarzeń z udziałem substancji niebezpiecznych w latach 2019–2022

Voivodship / Województwo	2019			2020			2021			2022		
	Type of incident / Rodzaj zdarzenia			Type of incident / Rodzaj zdarzenia			Type of incident / Rodzaj zdarzenia			Type of incident / Rodzaj zdarzenia		
	Chemical / Chemiczne	Ecological / Ekologiczne	Radiological / Radiacyjne	Chemical / Chemiczne	Ecological / Ekologiczne	Radiological / Radiacyjne	Chemical / Chemiczne	Ecological / Ekologiczne	Radiological / Radiacyjne	Chemical / Chemiczne	Ecological / Ekologiczne	Radiological / Radiacyjne
Dolnośląskie	1031	159	0	893	208	0	863	214	0	1174	558	4
Kujawsko-pomorskie	328	12	0	231	17	0	268	29	0	258	18	0
Lubelskie	261	23	1	215	28	0	222	15	0	260	22	1
Lubuskie	197	21	0	121	33	0	129	112	0	151	140	1
Łódzkie	359	19	0	334	28	0	305	27	0	295	28	0
Małopolskie	1932	31	0	1131	32	0	1085	30	1	937	37	1
Mazowieckie	917	163	4	776	138	4	601	182	6	647	92	0
Opolskie	274	53	0	239	32	0	244	17	0	288	21	0
Podkarpackie	422	21	4	316	27	15	315	57	6	341	13	5
Podlaskie	99	28	0	106	14	0	112	28	1	100	17	0
Pomorskie	355	46	0	243	65	0	296	56	1	257	36	1
Śląskie	2648	141	0	2276	162	0	2394	221	0	2268	137	5
Świętokrzyskie	245	16	0	163	13	0	166	189	0	175	47	0
Warmińsko-mazurskie	239	96	0	216	53	0	230	38	0	194	38	1
Wielkopolskie	555	28	0	450	36	0	531	44	0	532	57	0
Zachodniopomorskie	321	28	0	333	32	0	338	33	0	292	150	0

Source: Own elaboration based on statistical data of KG PSP, www.gov.pl/kgpsp [access: 10.10.2023].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych KG PSP, www.gov.pl/kgpsp [dostęp: 10.10.2023].

Based on the above statistics, it can be observed that a large number of incidents occur in provinces with industrial plants that process, produce or use hazardous materials and substances in industrial processes. The voivodships of Śląskie, Małopolskie and Dolnośląskie are such specific examples. Their areas see the highest number of chemical interventions each year. As far as radiological hazards are concerned, the Podkarpackie Voivodeship is in first place. In contrast, the fewest incidents occur in provinces where the chemical industry does not play a major role and employment

Na podstawie powyższej statystyki można zauważyć, że duża liczba zdarzeń ma miejsce w województwach, w których występują zakłady przemysłowe przetwarzające, produkujące lub wykorzystujące w procesach przemysłowych materiały i substancje niebezpieczne. Takim szczególnym przykładem są województwa śląskie, małopolskie i dolnośląskie. Na ich obszarach corocznie odnotowuje się najwięcej interwencji o charakterze chemicznym. W przypadku zagrożeń radiacyjnych na pierwszym miejscu znajduje się województwo podkarpackie. Z kolei najmniej zdarzeń

is concentrated around agriculture and other economic sectors. The Podlaskie Voivodeship is such an example. An analysis of the register of major-accident and major-accident events for the period 2018–2021 in the context of the types of chemical hazards indicated in the study (see Table 2) in comparison with the statistics (see Table 1) shows a significant difference in the number of chemical incidents occurring. Although incidents of this kind are few in number, they pose a much greater threat in their impact – to human life as well as to property and the environment. As an example, there was an incident on 26 July 2021 in the Śląskie Voivodeship in which an explosion occurred during the transport of an acetylene cylinder. A serious failure resulted in burns and death of two people, damage to property in the amount of approximately PLN 350,000 and the evacuation of 67 people from the area of immediate danger [12]. It can be seen that the largest number of chemical events in this area occur in the Mazowiecki, Małopolski, Pomorski, Śląski i Dolnośląski voivodeships (see Table 2).

występuje w województwach, w których przemysł chemiczny nie odgrywa dużej roli, a zatrudnienie skupia się wokół rolnictwa i innych sektorów gospodarki. Przykładem takim jest województwo podlaskie. Analiza rejestru zdarzeń o znamionach poważnej awarii oraz poważnych awarii w latach 2018–2021 w kontekście wskazanych w opracowaniu rodzajów zagrożeń chemicznych (zob. tabela 2) w zestawieniu ze statystyką (zob. tabela 1) pozwala zauważyć znaczną różnicę w liczbie występujących zdarzeń chemicznych. Pomimo że zdarzeń tego rodzaju jest niewiele, to jednak w skutkach stwarzają one dużo większe zagrożenie – zarówno dla życia ludzkiego, jak i mienia oraz środowiska. Za przykład może posłużyć incydent z 26 lipca 2021 r. w województwie śląskim, w którym podczas transportu butli z acetylenem doszło do wybuchu. Poważna awaria spowodowała oparzenie i śmierć dwóch osób, uszkodzenie mienia w wysokości ok. 350 000 zł oraz ewakuację 67 osób z terenu bezpośredniego zagrożenia [12]. Można dostrzec, że największa liczba zdarzeń chemicznych w tym obszarze występuje w województwach mazowieckim, małopolskim, pomorskim, śląskim i dolnośląskim (zob. tabela 2).

Table 2. Number of incidents involving hazardous substances, including events with the characteristics of a major accident and serious accidents in 2018–2021

Tabela 2. Liczba zdarzeń z udziałem substancji niebezpiecznych z uwzględnieniem zdarzeń o znamionach poważnej awarii oraz poważnych awarii w latach 2018–2021

Voivodship / Województwo	2018				2019				2020				2021			
	Type of threat / Rodzaj zagrożenia															
	Emissions, leakage at the plant / Emissja, wyciek w zakładzie	Emissions, leakage in transport / Emissja, wyciek w transporcie	Fire, explosion at the plant / Pożar, wybuch w zakładzie	Fire, explosion in transport / Pożar, wybuch w transporcie	Fire, explosion at the plant / Emissja, wyciek w zakładzie	Emissions, leakage at the plant / Emissja, wyciek w zakładzie	Emissions, leakage in transport / Emissja, wyciek w transporcie	Fire, explosion at the plant / Pożar, wybuch w zakładzie	Fire, explosion in transport / Pożar, wybuch w transporcie	Emissions, leakage at the plant / Emissja, wyciek w zakładzie	Emissions, leakage in transport / Emissja, wyciek w transporcie	Fire, explosion at the plant / Pożar, wybuch w zakładzie	Fire, explosion in transport / Pożar, wybuch w transporcie	Emissions, leakage at the plant / Emissja, wyciek w zakładzie	Emissions, leakage in transport / Emissja, wyciek w transporcie	Fire, explosion at the plant / Pożar, wybuch w zakładzie
Dolnośląskie	3	-	-	-	4	1	-	-	4	2	-	-	6	-	2	-
Kujawsko-pomorskie	4	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Lubelskie	3	-	-	-	5	-	1	-	1	2	-	-	1	-	-	-
Lubuskie	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Łódzkie	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Małopolskie	3	-	1	-	3	1	1	-	7	-	1	-	9	-	2	-
Mazowieckie	5	-	8	-	10	8	-	-	8	6	4	-	8	-	4	-
Opolskie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Podkarpackie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podlaskie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomorskie	6	4	2	-	3	2	3	-	2	2	1	-	4	-	1	-
Śląskie	4	1	-	-	2	-	-	-	4	1	1	-	4	2	4	1
Świętokrzyskie	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Warmińsko-mazurskie	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Wielkopolskie	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zachodniopomorskie	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Source: Own elaboration based on GIOŚ statistical data, <https://www.gov.pl/web/gios/di-wystepowanie-zdarzen-o-znamionach-powaznej-awarii> [access: 20.11.2023].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych GIOŚ, <https://www.gov.pl/web/gios/di-wystepowanie-zdarzen-o-znamionach-powaznej-awarii> [dostęp: 20.11.2023].

Analysing the number of incidents involving hazardous substances in each province, as well as the potential for the impact of representative emergency scenarios contained in safety reports, it makes sense to adequately operate appropriate forces and resources in these areas [13]. In this regard, the most important role is played by specialized chemical and environmental rescue groups (SGRChem), which should be organized in these provinces at appropriate levels of readiness: A – chemical protection, B – chemical reconnaissance, C – special reconnaissance, D – decontamination, E – CBRN module, L – laboratory analysis. The needs for the organization of chemical and ecological rescue groups arise not only from the existing threat in a given area of operation of the national rescue and firefighting system, but also from the need for operational security of the area of operation. Thus, it seems reasonable to theorize that each voivodship should have one specialized group at the A, B, C readiness level. Such a solution reduces the time to take action and thus increases the safety of residents. This is especially important given the current international environment and the ongoing war in Ukraine. The distribution of specialized chemical and environmental rescue groups in the voivodships is shown in Figure 3.

Zasadne jest, aby do odpowiednich obszarów siły i środki były dysponowane adekwatnie do wyników analizy liczby zdarzeń z udziałem substancji niebezpiecznych w poszczególnych województwach, jak również oceny potencjału oddziaływania reprezentatywnych scenariuszy awaryjnych zawartych w raportach o bezpieczeństwie [13]. W tym zakresie najważniejszą rolę odgrywają specjalistyczne grupy ratownictwa chemiczno-ekologicznego (SGRChem), które powinny być w tych województwach zorganizowane na odpowiednich poziomach gotowości: A – zabezpieczenia chemicznego, B – rozpoznania chemicznego, C – rozpoznania specjalnego, D – dekontaminacji, E – modułu CBRN, L – analizy laboratoryjnej. Potrzeby organizacji grup ratownictwa chemicznego i ekologicznego wynikają nie tylko z występującego zagrożenia na danym obszarze działania krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, ale również z potrzeby zabezpieczenia operacyjnego terenu działania. Zasadna wydaje się zatem teza, aby w każdym województwie funkcjonowała jedna grupa specjalistyczna na poziomie gotowości A, B, C. Takie rozwiązanie zmniejsza czas podjęcia działań, a tym samym zwiększa bezpieczeństwo mieszkańców. Jest to szczególnie istotne w obliczu obecnych uwarunkowań międzynarodowych i trwającej wojny w Ukrainie. Rozmieszczenie specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego w województwach przedstawia rycina 3.



Figure 3. Distribution of specialized chemical and environmental rescue groups between voivodships

Rycina 3. Rozmieszczenie specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego pomiędzy województwami

Source: Own elaboration based on the order No. 54 of the Chief Commander of the State Fire Service dated 29 December 2022, amending the order on the organization of the central operational detachment of the national rescue and firefighting system [14].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozkazu nr 54 Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej z 29 grudnia 2022 r. zmieniającego rozkaz w sprawie organizacji centralnego oddziału operacyjnego krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego [14].

Based on an analysis of the number of SGRChem in Poland (see Figure 1), one can see an uneven distribution of forces and resources. Arguably, this is conditioned by differences in the number of high- and high-risk establishments between provinces, the volume of hazardous materials transport and the level of training

Na podstawie analizy liczby SGRChem w Polsce (zob. ryc. 1) można zauważyć nierównomierne rozmieszczenie sił i środków. Zapewne jest to warunkowane różnicami w liczbie zakładów dużego i zwiększonego ryzyka pomiędzy województwami, w wielkości transportu materiałów niebezpiecznych oraz poziomie

of officers. Accordingly, the posts of rescuer-chemists (with a degree in chemistry), readiness levels B (mobile laboratory) and C (drones, robots) have gone to specific PSP units. Based on the data, it should be pointed out that only in two voivodeships SGRChem is implementing readiness level L, concerning the conduct of advanced laboratory analysis, analytical methods and means, and providing substantive support in the interpretation of event data and instrumental analysis results.

The scope includes, among other things, performing the analysis of samples provided by units incorporated in the KSRG and remotely interpreting the sent instrumental analysis results. In addition, in the voivodeships of the eastern part of Poland, only one specialized chemical-environmental rescue group from the Podkarpackie voivodeship implements levels A, B, C, D. The remaining voivodeships, i.e. Lubelskie and Podlaskie, implement only A and B levels.

Furthermore, based on the data, it can be noted that readiness level C is implemented in Poland by only four SGRChem groups. The above situation makes large protected areas one group of SGRChem, which affects the longer time in taking action.

Taking into account the current situation and ensuring adequate security, it is also reasonable that in the eastern part of Poland tasks are carried out by the SGRChem to carry out activities that require the use of advanced technical means and to undertake activities of a particular complexity that exceeds the capabilities of the SGRChem of the level of readiness of chemical reconnaissance. These activities should include, in accordance with the current rules of organization of chemical and environmental rescue in KSRG, the implementation of tasks during CBRNE events, including terrorist threats and support of other services in the area in question. Tasks should include, but are not limited to:

- conducting imaging reconnaissance using advanced technical means (including mobile robots, unmanned aerial vehicles, optoelectronic devices, remote manipulation devices),
- sampling using advanced technical means (including mobile robots, unmanned aerial vehicles, optoelectronic devices, remote manipulation devices),
- manipulating hazardous materials using advanced technical means (including mobile robots, unmanned aerial vehicles, optoelectronic devices, remote manipulation devices),
- conducting support of activities for the levels of chemical security, chemical reconnaissance, laboratory analysis and other services [15].

The execution of the aforementioned tasks is possible only with the use of appropriate equipment operated by trained and experienced personnel. For this reason, individual SGRChem should include officers with higher education (chemistry, biology, physics). This will allow them to professionally conduct instrumental analysis during chemical rescue and firefighting operations and interpret the results obtained. Moreover, they would be able to share their specialized knowledge of a particular scientific discipline with other officers in vocational training, thereby improving their professional skills.

wyszkożenia funkcjonariuszy. W związku z tym etaty ratowników-chemików (z wyższym wykształceniem chemicznym), poziomy gotowości B (mobilaby) i C (drony, roboty) trafiły do konkretnych jednostek PSP. Na podstawie danych należy zauważyć, że jedynie w dwóch województwach SGRChem realizują poziom gotowości L, dotyczący prowadzenia zaawansowanej analizy laboratoryjnej, metod i środków analitycznych oraz zapewniających wsparcie merytoryczne w zakresie interpretacji danych o zdarzeniu i wyników analizy instrumentalnej.

Zakres ten obejmuje m.in. wykonanie analizy próbek dostarczonych przez jednostki włączone do KSRG oraz zdalną interpretację przesłanych wyników analizy instrumentalnej. Ponadto w województwach wschodniej części Polski tylko jedna specjalistyczna grupa ratownictwa chemiczno-ekologicznego z województwa podkarpackiego realizuje poziom A, B, C, D. Pozostałe województwa, tj. lubelskie i podlaskie, realizują wyłącznie poziom A i B.

Ponadto na podstawie danych można zauważyć, że poziom gotowości C realizowany jest w Polsce tylko przez cztery grupy SGRChem. Sytuacja ta powoduje, że duże obszary chronione są przez jedną grupę SGRChem, co wpływa na wydłużony czas podejmowanych działań.

Biorąc pod uwagę obecną sytuację i zapewnienie odpowiedniego bezpieczeństwa, zasadne jest również, aby we wschodniej części Polski realizowane były zadania przez SGRChem w zakresie prowadzenia działań wymagających użycia zaawansowanych środków technicznych i podjęcia działań o szczególnym stopniu skomplikowania, przewyższającym możliwości SGRChem poziomu gotowości rozpoznania chemicznego. Działania te – w myśl obowiązujących zasad organizacji ratownictwa chemicznego i ekologicznego w KSRG – powinny obejmować realizację zadań podczas zdarzeń CBRNE, w tym zagrożeń terrorystycznych oraz wsparcia pozostałych służb w przedmiotowym zakresie. Należą do nich m.in.:

- prowadzenie rozpoznania obrazowego przy użyciu zaawansowanych środków technicznych (m.in. mobilne roboty, bezzałogowe statki powietrzne, urządzenia optoelektroniczne, urządzenia manipulacji zdalnej),
- pobieranie próbek (ang. *sampling*) przy użyciu zaawansowanych środków technicznych (m.in. mobilne roboty, bezzałogowe statki powietrzne, urządzenia optoelektroniczne, urządzenia manipulacji zdalnej),
- manipulację materiałami niebezpiecznymi przy użyciu zaawansowanych środków technicznych (m.in. mobilne roboty, bezzałogowe statki powietrzne, urządzenia optoelektroniczne, urządzenia manipulacji zdalnej),
- prowadzenie wsparcia działań dla poziomów zabezpieczenia chemicznego, rozpoznania chemicznego, analizy laboratoryjnej oraz pozostałych służb [15].

Realizacja ww. zadań możliwa jest jedynie przy użyciu odpowiedniego sprzętu obsługiwanego przez wyszkoloną i doświadczoną kadrę. Z tego powodu w skład poszczególnych SGRChem powinni wchodzić funkcjonariusze z wyższym wykształceniem (chemia, biologia, fizyka). Dzięki nim możliwe byłoby dokonanie profesjonalnej analizy instrumentalnej w trakcie działań ratowniczo-gaśniczych z zakresu ratownictwa chemicznego oraz interpretacji uzyskanych wyników. Dodatkowo mogliby dzielić się swoją

In case of incidents at industrial sites – especially diversionary, terrorist – or road sites, the L-level can also be used to identify and determine the threat, as well as to detect and forecast the threat. However, it should be borne in mind that the vehicles on which this level of readiness is implemented are sizable and require a lot of electrical power. For this reason, it is not possible to reach and deploy the vehicle to unpaved areas as well as narrow roads and streets without manoeuvrability. The L readiness level is currently being implemented in two rescue and firefighting units located in Poznań and Warsaw, using modern vehicles with analytical equipment.

The vehicles are built on the basis of a truck tractor with a semi-trailer. The driver's cab has a lab control system. The laboratory section consists of compartment A (analytical, pull-out), B (biological) C (chemical/cleaning), and the technical compartment (space for equipment operating the systems). Due to their equipment, they can find a number of applications. In case of CBRN threats, officers taking action at the scene have a high probability of identifying the threat. If chemicals are present, rescuers can determine chemicals that are also present in a mixture, due to high-end chromatographs and spectrometers. A new feature at SGRChem is a biological module equipped with, among other things, mobile PCR pathogen detection devices, so that rescuers during operations can identify whether an infectious agent has been used and, if detected, also determine it (10 common pathogens classified as potential bioweapons). Equipment also includes gamma-ray spectrometers with a high-resolution detector. When using them, a radioactive isotope can be determined with high probability. Such equipment can find application in a situation of diversionary activities involving the CBRN agent. In practice, it makes it possible to correctly identify danger zones, select appropriate personal protective equipment, the need to isolate or evacuate the population, limit environmental contamination (e.g. watercourses), and carry out decontamination in an optimal way. In short, readiness level L is dedicated primarily to CBRN threats (e.g. any transported unmarked shipments, packages, powders of unknown origin, etc.) as well as in road transport or industrial accidents (confirmation of the presence of the agent in question, monitoring the extent of reduction or increase of the danger zone).

specjalistyczną wiedzą z danej dyscypliny naukowej z pozostałymi funkcjonariuszami w ramach kształcenia zawodowego, podnosząc tym samym ich kwalifikacje zawodowe.

W przypadku zdarzeń na terenie zakładów przemysłowych – w szczególności dywersyjnych, terrorystycznych – lub drogowych do identyfikacji i określenia zagrożenia, jak również do detekcji i prognozowania zagrożenia można również wykorzystać poziom L. Należy jednak pamiętać, że pojazdy, na bazie których realizowany jest ten poziom gotowości, są sporych rozmiarów oraz wymagają dużej mocy elektrycznej. Z tego powodu nie ma możliwości dojechania i rozstawienia pojazdu na tereny nieutwardzone, jak również w wąskie drogi i uliczki bez możliwości manewrowania. Poziom gotowości L obecnie jest realizowany w dwóch jednostkach ratowniczo-gaśniczych znajdujących się w Poznaniu i Warszawie z użyciem nowoczesnych pojazdów z wyposażeniem analitycznym.

Pojazdy te zbudowane są na bazie ciągnika siodłowego z naczepą. Kabina kierowcy posiada system sterowania laboratorium. Część laboratoryjna składa się z przedziału A (analityczny, wysuwany), B (biologicznego), C (chemicznego/czystego) oraz przedziału technicznego (miejsca przeznaczonego na urządzenia obsługujące systemy). Ze względu na ich wyposażenie mogą one odnaleźć szereg zastosowań. W przypadku zagrożeń związanych z użyciem środków CBRN funkcjonariusze podejmujący działania na miejscu zdarzenia wykazują dużą skuteczność w identyfikacji zagrożenia. W razie obecności substancji chemicznych, dzięki wysokiej klasy chromatografom i spektrometrom, ratownicy mogą oznaczyć chemikalia występujące również w postaci mieszaniny. Nowością w SGRChem jest moduł biologiczny wyposażony m.in. w mobilne urządzenia do detekcji patogenów PCR pozwalający rozpoznać, czy użyto czynnika zakaźnego, a jeśli zostanie wykryty – to również go oznaczyć (10 popularnych patogenów sklasyfikowanych jako potencjalna broń biologiczna). Wyposażenie stanowią również spektrometry promieniowania gamma z detektorem wysokiej rozdzielczości. Przy ich użyciu można z wysokim prawdopodobieństwem określić izotop promieniotwórczy. Takie wyposażenie może znaleźć zastosowanie w sytuacji działań mających charakter dywersyjny z wykorzystaniem czynnika CBRN. W praktyce umożliwia ono prawidłowe określenie stref zagrożenia, dobrania odpowiednich środków ochrony indywidualnej, konieczności izolacji bądź ewakuacji ludności, ograniczenia skażenia środowiska (np. cieków wodnych oraz przeprowadzenie w sposób optymalny dekontaminacji). Podsumowując, poziom gotowości L jest przeznaczony przede wszystkim do zagrożeń z zakresu CBRN (np. wszelkie przewożone nieoznakowane przesyłki, paczki, proszki niewiadomego pochodzenia itp.), jak również zagrożeń w transporcie drogowym czy przy awariach przemysłowych (potwierdzenie obecności danego czynnika, monitorowanie zasięgu zmniejszania lub zwiększania strefy zagrożenia).

Chemical hazards arising from the transport of dangerous goods

The transportation of dangerous goods is increasing every year and carries a special threat to the environment due to the amount and type of materials transported, as well as the

Zagrożenia chemiczne wynikające z transportu towarów niebezpiecznych

Transport towarów niebezpiecznych wzrasta z każdym rokiem i niesie szczególne zagrożenie dla otoczenia z racji ilości i rodzaju przewożonych materiałów, a także częstotliwości przewozów.

frequency of transport. The hazards of transportation include not only transport, but also the associated loading, unloading and storage of chemicals with toxic, explosive, radioactive and other properties that have a particular impact on human life and health and environmental contamination. When transporting dangerous goods, the situation becomes much more difficult and unpredictable for the environment. This will depend on the circumstances under which the destructive event occurs, for example, in a built-up area, in the vicinity of a mass event taking place, near religious facilities. Tanker vehicles carrying fuel or gas travel to filling stations, which are often located inside settlements, next to plazas where mass events are held. During an accident, the amount of hazardous substance released will depend on, among other things, the capacity of the tank, the location of the damage and the alignment of the tanker, the size of the opening from which the emission occurs, and the time taken by emergency services. During an incident at a chemical plant, a certain time can be taken to arrive and undertake rescue operations, while in a traffic incident, the time to take action can be extended depending on the distance and location of the incident site. For some time now, we have seen significant growth in road transportation – as opposed to rail transportation. In doing so, it should be noted that the amount of substance transported by a single rail transport is much greater than by road. This is determined by the capacity of road and rail tank vehicles. In addition, trains can form a depot containing multiple tanks and multiple materials, which is not possible with road transport. Nevertheless, rail transportation is considered safer.

In case of rail transportation, the route of transportation is always known in detail and the possibilities for emergency services to arrive are identified in the rescue plans. The situation is different in road transport, where there is no obligation to designate routes of carriage, and only general carriage restrictions designated by road signs are used. In addition, many transports of dangerous goods pass through city centres.

In road, rail and inland waterway transport, the term dangerous goods is used for chemicals that pose a hazard. It means materials and objects that pose a hazard and that can only be transported in accordance with the Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) [16], the Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID) [17], the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN) [18]. Goods designated as dangerous may or may not be permitted to be transported in such a manner under the terms of this agreement (Article 2, item 4 of the Act on the Transportation of Dangerous Goods of 19 August 2011, Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2022 poz. 2147) [19]. Amendments to the Agreement are made on a biennial basis (ADR Agreement, the consolidated text of the ADR Agreement according to its legal status as of 1 January 2023 was published in the Polish Official Gazette on 11 May 2023, under item 891). As of 1 January 2023, an amendment to the provisions of the Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) takes effect, according to which dangerous goods are divided into three groups:

Zagrożenie wynikające z przewozów obejmuje nie tylko transport, ale również związane z nim załadunek, wyładunek oraz magazynowanie substancji chemicznych o właściwościach toksycznych, wybuchowych, promieniotwórczych i innych, które mają szczególnie wpływ na życie i zdrowie ludzkie oraz skażenie środowiska naturalnego. W przypadku transportu towaru niebezpiecznego sytuacja staje się o wiele trudniejsza i bardziej nieprzewidywalna dla otoczenia. Potencjalne skutki takiego zdarzenia mogą być bardzo niebezpieczne. Będzie to zależać od okoliczności, w jakich wystąpi zdarzenie destrukcyjne, np. w terenie zabudowanym, w okolicach odbywającej się imprezy masowej, w pobliżu obiektów sakralnych. Samochodowe cysterny z paliwem lub gazem przemieszczają się do stacji paliw, które są niejednokrotnie usytuowane wewnątrz osiedli, przy placach, na których organizowane są imprezy masowe. Podczas awarii ilość uwalniającej się substancji niebezpiecznej będzie uzależniona m.in. od pojemności zbiornika, miejsca uszkodzenia i ułożenia się cysterny, wielkości otworu, z którego następuje emisja, oraz od czasu podjęcia działań przez służby ratownicze. Podczas zdarzenia w zakładzie chemicznym można przyjąć określony czas dojazdu i podjęcia działań ratowniczych, natomiast w zdarzeniu komunikacyjnym czas podjęcia działań może zostać wydłużony w zależności od odległości i lokalizacji miejsca zdarzenia. Od pewnego czasu obserwujemy znaczny rozwój przewozu drogowego – w przeciwieństwie do transportu kolejowego. Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, że ilość przewożonej substancji jednym transportem kolejowym jest znacznie większa niż drogowym. Jest to uwarunkowane pojemnością cystern drogowych i kolejowych. Dodatkowo pociągi mogą tworzyć skład zawierający wiele cystern i wiele materiałów, co nie jest możliwe w przypadku transportu drogowego. Niemniej jednak transport kolejowy uważany jest za bardziej bezpieczny.

W przypadku transportu kolejowego zawsze dokładnie znana jest trasa przewozu i zidentyfikowane są w planach ratowniczych możliwości dojazdu służb ratowniczych. Inaczej wygląda to w transporcie drogowym, w którym nie ma obowiązku wyznaczania tras przewozu, a stosowane są tylko ogólne ograniczenia przewozu wyznaczane za pomocą znaków drogowych. Dodatkowo wiele transportów towarów niebezpiecznych przejeżdża przez centra miast.

W transporcie drogowym, kolejowym i żegludze śródlądowej dla substancji chemicznych stwarzających zagrożenie stosuje się termin towary niebezpieczne. Oznacza on materiały i przedmioty, które stwarzają zagrożenie i które mogą być przewożone jedynie zgodnie z umową dotyczącą międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) [16], regulaminem międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych (RID) [17], umową europejską dotyczącą międzynarodowego przewozu śródlądowymi drogami wodnymi towarów niebezpiecznych (ADN) [18]. Towary określone jako niebezpieczne mogą być dopuszczone lub nie do takiego przewozu na warunkach określonych w tej umowie (art. 2, pkt 4 ustawy z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych, Dz. U. 2022 poz. 2147) [19]. Nowelizacja umowy odbywa się w cyklu dwuletnim (umowa ADR, tekst jednolity umowy ADR według jej stanu prawnego na dzień 1 stycznia 2023 r. opublikowany został w Dzienniku Ustaw RP w dniu 11 maja 2023 r., pod pozycją 891). Od 1 stycznia 2023 r. obowiązuje nowelizacja przepisów

- not approved for carriage,
- approved for carriage according to ADR,
- exempt from ADR.

Goods allowed to be transported are those that pose the greatest risk. Not allowed to be transported include:

- certain explosives too sensitive, or which are prone to spontaneous reaction,
- chemically unstable gases if all necessary measures have not been taken to avoid a dangerous reaction during their normal transportation, such as decomposition, disproportionation or polymerization,
- flammable liquid materials susceptible to peroxide formation, if their peroxide content, converted to hydrogen peroxide, exceeds 0.3%,
- non-stabilized hydrogen peroxide or hydrogen peroxide in non-stabilized aqueous solution containing more than 60% hydrogen peroxide,
- phosphide preparations without additives that inhibit the release of toxic, flammable gases,
- royal water,
- chemically unstable nitrating mixtures and others.

Goods approved for carriage under the ADR (more than 3,000 items on the list) are materials that meet the requirements of the ADR agreement in terms of classification, choice of packaging, choice of vehicle and type of tank cars for their carriage, labelling and other specific requirements. Despite meeting these requirements, transporting such goods can entail significant risks. Some commodities may be self-reactive materials, that is, thermally unstable substances susceptible to highly exothermic decomposition, even without oxygen (air). In such a case, as well as in the case of transporting certain organic peroxides, specially adapted vehicles are used and appropriate procedures are put in place for the drivers carrying them. For some of these substances, carriage is required at a controlled temperature, the highest temperature at which organic peroxides and self-reactive materials can be transported. When implementing such transport, an emergency temperature is also determined, i.e. a temperature at which, in the event of loss of temperature control, emergency procedures should be initiated. These procedures are designed to prevent the transported goods from reaching the temperature of self-accelerating decomposition (TSR). TSR is the lowest temperature at which self-accelerating decomposition of the material in the package used for transportation can occur. It is virtually impossible to stop such a chemical reaction until the reactants are exhausted. Some self-reactive materials can decompose explosively, especially if confined. The controlled temperature for transport is set between 5 and 10°C below the emergency temperature.

Goods exempt from ADR are those to which the requirements of the agreement do not apply. The provisions in the ADR do not apply to:

- transport of dangerous goods by individuals if the goods are in packages used for retail sale and are for personal use by such individuals,
- transport of machinery and equipment that may contain dangerous goods in their components or equipment,
- transport carried out by companies in quantities that do

umowy dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR), zgodnie z którą towary niebezpieczne dzielą się na trzy grupy:

- niedopuszczone do przewozu,
- dopuszczone do przewozu zgodnie z ADR,
- zwolnione z ADR.

Towary niedopuszczone do przewozu to takie, które stwarzają największe zagrożenie. Niedopuszczone do przewozu są m.in.:

- niektóre materiały wybuchowe zbyt wrażliwe, lub które są podatne na samorzutną reakcję,
- niestabilne chemicznie gazy, jeżeli nie zostały podjęte wszelkie niezbędne środki dla uniknięcia niebezpiecznej reakcji podczas ich normalnego przewozu, np. rozkładu, dysproporcjonowania lub polimeryzacji,
- materiały ciekłe zapalne podatne na tworzenie nadtlentków, jeżeli zawartość w nich nadtlenu, przeliczona na nadtlenek wodoru przekracza 0,3%,
- nadtlenek wodoru niestabilizowany lub nadtlenek wodoru w roztworze wodnym niestabilizowanym, zawierającym ponad 60% nadtlenu wodoru,
- preparaty fosforków bez dodatków hamujących wydzielanie się gazów trujących, palnych,
- woda królewska,
- mieszaniny nitrujące chemicznie niestabilne i inne.

Towary dopuszczone do przewozu zgodnie z ADR (ponad 3000 pozycji w wykazie) są to materiały, które spełniają wymagania umowy ADR pod względem klasyfikacji, doboru opakowań, doboru pojazdu i rodzaju cystern do ich przewozu, oznakowania i innych wymagań szczególnych. Pomimo spełniania tych wymagań transport takich towarów może pociągać za sobą znaczne ryzyko. Niektóre towary mogą być materiałami samoreaktywnymi, czyli substancjami termicznie niestabilnymi podatnymi na rozkład silnie egzotermiczny, nawet bez udziału tlenu (powietrza). W takim przypadku, jak również w przypadku przewozu niektórych nadtlentków organicznych, wykorzystuje się specjalnie przystosowane pojazdy oraz wprowadza się odpowiednie procedury postępowania dla kierowców je przewożących. Dla niektórych z tych substancji wymagany jest przewóz w temperaturze kontrolowanej, czyli najwyższej, w której mogą być przewożone nadtlentki organiczne oraz materiały samoreaktywne. Przy realizacji takiego przewozu określa się także temperaturę awaryjną, czyli taką, po osiągnięciu której – w przypadku utraty możliwości regulacji temperatury – należy rozpocząć wykonywanie procedur awaryjnych. Procedury te mają na celu zapobieżenie osiągnięciu przez przewożony towar temperatury samoprzyspieszającego się rozkładu (TSR). TSR jest to najniższa temperatura, w której może nastąpić samoprzyspieszający się rozkład materiału znajdującego się w opakowaniu użytym do przewozu. Przerwanie takiej reakcji chemicznej jest praktycznie niemożliwe do czasu wyczerpania się reagentów. Niektóre materiały samoreaktywne mogą rozkładać się wybuchowo, szczególnie jeżeli są zamknięte. Temperatura kontrolowana dla przewozu ustalana jest w granicach od 5 do 10°C poniżej temperatury awaryjnej.

Towary zwolnione z ADR to takie, do których nie stosuje się wymagań umowy. Przepisy zawarte w ADR nie dotyczą:

not require marking of the vehicle in cases where it is ancillary to their core activities,

- transport performed or supervised by emergency services, if it is necessary due to the rescue operation being carried out,
- transport of an emergency nature, aimed at saving human life or protecting the environment.

Dangerous goods in inland transport (which includes road, rail and inland waterway transport) are divided into 13 classes (along with subclasses) distinguished on the basis of the predominant hazard. Dangerous goods have been assigned individual or group United Nations numbers referred to as UN numbers. The dominant threat corresponds to the class name. In addition to this hazard, a dangerous good may have one or more additional hazards. According to the agreement on international road transport, the following classes of dangerous goods are distinguished:

1. Class 1 – Explosive substances and articles (subclasses according to the posed hazards 1.1, 1.5, 1.2, 1.3, 1.4).
2. Class 2 – gases.
3. Class 3 – flammable liquids.
4. Class 4.1 – Flammable solids, self-reactive substances and solid desensitized explosives.
5. Class 4.2 – Substances liable to spontaneous combustion.
6. Class 4.3 – Substances which, in contact with water, emit flammable gases.
7. Class 5.1 – Oxidizing substances.
8. Class 5.2 – Organic peroxides.
9. Class 6.1 – Toxic substances.
10. Class 6.2 – Infectious substances.
11. Class 7 – Radioactive material.
12. Class 8 – Corrosive substances.
13. Class 9 – Miscellaneous dangerous substances and articles.

During transport incidents, there is a threat to human life, but also contamination of soil and surface water and the environment. Analyses show that road transport currently poses the greatest threat due to its frequency and the variety of transported substances. The above situation is also caused by the technical condition of the vehicles and tanks used for transport, the lack of segregated safe transport routes, and the failure to comply with regulations on maintaining special safety during traffic [20]. It is estimated that there are more than 20,000 vehicles moving dangerous goods in Poland every day [21]. This indicator highlights how large the scale of the threat involves road and rail transport against the areas where our society lives.

In the event of a chemical catastrophe in rail transport, before sealing and pumping, steps should be taken to maximize the safety of the operation. In the event of a chemical catastrophe in rail transport, before sealing and pumping, steps should be taken to maximize the safety of the operation. This includes, among other things, defining and marking in an appropriate manner the protection zone and the explosion hazard zone, stopping traffic on adjacent tracks, organizing a pumping station outside the overhead line, removing from the protection zone all bystanders and unnecessary rolling stock, securing the action area with fire trucks, in the case of high positive temperatures and strong

- przewozu towarów niebezpiecznych przez osoby fizyczne, jeżeli towary te znajdują się w opakowaniach stosowanych w sprzedaży detalicznej i służą tym osobom do osobistego użytku,
- przewozu maszyn i urządzeń, które mogą zawierać towary niebezpieczne w swoich podzespołach lub w wyposażeniu,
- przewozu wykonywanego przez przedsiębiorstwa w ilościach niewymagających oznakowania pojazdu w przypadkach, gdy ma on charakter pomocniczy wobec ich zasadniczej działalności,
- transportu wykonywanego lub nadzorowanego przez służby ratownicze, o ile jest on konieczny ze względu na prowadzoną akcję ratowniczą,
- transportu o charakterze ratunkowym, mającym na celu ratowanie ludzkiego życia lub ochronę środowiska.

Towary niebezpieczne w transporcie lądowym (obejmującym transport drogowy, kolejowy i śródlądowy) dzielą się na 13 klas (wraz z podklasami) wyodrębnionych na podstawie zagrożenia dominującego. Towarom niebezpiecznym zostały przypisane indywidualne lub grupowe numery Organizacji Narodów Zjednoczonych określanych jako numery UN. Zagrożenie dominujące odpowiada nazwie klasy. Poza tym zagrożeniem towar niebezpieczny może charakteryzować się dodatkowo jednym lub więcej zagrożeniami dodatkowymi. Zgodnie z umową dotyczącą międzynarodowego przewozu drogowego wyróżniamy następujące klasy towarów niebezpiecznych:

1. Klasa 1 – materiały i przedmioty z materiałami wybuchowymi (podklasy według stwarzanych zagrożeń 1.1, 1.5, 1.2, 1.3, 1.4).
2. Klasa 2 – gazy.
3. Klasa 3 – materiały zapalne ciekłe zapalne.
4. Klasa 4.1 – materiały zapalne stałe, materiały samoreaktywne, materiały polimeryzujące i materiały wybuchowe stałe odczulone stałe.
5. Klasa 4.2 – materiały podatne na samozapalenie.
6. Klasa 4.3 – materiały wydzielające w zetknięciu z wodą gazy palne.
7. Klasa 5.1 – materiały utleniające.
8. Klasa 5.2 – nadtlenki organiczne.
9. Klasa 6.1 – materiały trujące.
10. Klasa 6.2 – materiały zakaźne.
11. Klasa 7 – materiały promieniotwórcze.
12. Klasa 8 – materiały żrące.
13. Klasa 9 – różne materiały i przedmioty niebezpieczne.

Podczas zdarzeń w transporcie występuje zagrożenie dla życia ludzkiego, ale również skażenie gleby i wód powierzchniowych oraz środowiska naturalnego. Z analiz wynika, że największe zagrożenie obecnie stwarza transport drogowy ze względu na jego częstotliwość oraz różnorodność przewożonych substancji. Sytuację powyższą powoduje również stan techniczny pojazdów i zbiorników służących do transportu, brak wydzielonych, bezpiecznych tras przewozu, nieprzestrzeganie przepisów o zachowaniu szczególnego bezpieczeństwa podczas ruchu drogowego [20]. Określa się, że w Polsce dziennie przemieszcza się ponad 20 tysięcy pojazdów, które przewożą towary niebezpieczne [21]. Wskaźnik ten uwidacznia, jak dużą skalę zagrożenia obejmuje

sunshine, conduct continuous cooling of tank cars with the help of dispersed water currents, ground the tank cars, equipment and equipment connecting as a whole to the common ground in an appropriate manner, prepare equipment for proper pumping.

Summary

Recent years have seen an increase in incidents involving hazardous substances with increasing unpredictability. This is confirmed by incident statistics presented by the Headquarters of the State Fire Service. In addition, these are incidents that occur in various locations, near residential buildings, settlements, tourist centres and other infrastructure. In these places, there may be people directly exposed to danger. During these incidents, there may be difficulties not only in quickly determining where the hazardous substance is emitted, but also in the public's lack of awareness of the danger. In this case, the appearance of sparking devices in the danger zone can cause an explosion and consequently heavy civilian casualties. Taking into account the time to take action as a determinant affecting the effectiveness of any rescue operation, the rescue entities taking action in the elimination of the threat, in particular, specialized chemical and environmental rescue groups should be so distributed as to minimize the consequences of the emergence of any accident both in industrial plants and road or rail transport.

In this regard, a major advance in threat reconnaissance will be the implementation by SGRChem in all provinces of readiness level C for conducting imaging reconnaissance using advanced technical means. This is particularly true in the eastern voivodeships of Poland, where chemical groups mostly implement only A and B levels. Taking into account the current situation and ensuring adequate security, it is reasonable that in the eastern part of Poland tasks are carried out by the SGRChem in conducting operations requiring the use of advanced reconnaissance techniques. The proper distribution of emergency responders will enable actions to be taken in the shortest time, which will translate into statistics indicating that chemical hazards that occur will be eliminated at the source of the emission, preventing the spread of the hazard to a larger scale. In order to eliminate hazards in industry and transport involving hazardous substances, emergency services in the first phase of action should:

transport drogowy i kolejowy wobec obszarów, na których żyje nasze społeczeństwo.

W przypadku katastrofy chemicznej w transporcie kolejowym przed przystąpieniem do uszczelniania i przepompowywania należy wykonać czynności w celu maksymalnego zabezpieczenia operacji. Dotyczy to m.in. określenia i oznakowania w odpowiedni sposób strefy ochronnej oraz strefy zagrożenia wybuchem, wstrzymania ruchu na torach sąsiednich, organizowania stanowiska do przepompowywania poza siecią trakcyjną, usunięcia ze strefy ochronnej wszystkich osób postronnych oraz zbędnego taboru kolejowego, zabezpieczenia terenu akcji samochodami gaśniczymi, w przypadku występowania wysokich dodatknych temperatur i silnego nasłonecznienia prowadzenia ciągłego chłodzenia cystern przy pomocy rozproszonych prądów wody, uziemienia w odpowiedni sposób cysterny, urządzeń i sprzętu przyłączającego w całość do wspólnego uziomu, przygotowania sprzętu do właściwego przepompowywania.

Podsumowanie

W ostatnich latach zauważa się wzrost liczby zdarzeń z udziałem substancji niebezpiecznych o coraz większej skali nieprzewidywalności. Potwierdzają to statystyki zdarzeń przedstawiane przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej. Ponadto są to zdarzenia, które występują w różnych miejscach, w pobliżu budynków mieszkalnych, osiedli, ośrodków turystycznych i innej infrastruktury. W miejscach tych mogą przebywać osoby bezpośrednio narażone na niebezpieczeństwo. Trudności może przysporzyć nie tylko szybkie określenie miejsca emisji substancji niebezpiecznej, ale również brak świadomości społeczeństwa o zagrożeniu. W takim przypadku pojawienie się urządzeń iskrzących w strefie zagrożenia może spowodować wybuch i w konsekwencji duże straty wśród ludności cywilnej. Biorąc pod uwagę czas podjęcia działań jako determinanta wpływającego na skuteczność każdej akcji ratowniczej, podejmujące działania w likwidacji zagrożenia podmioty ratownicze – w szczególności specjalistyczne grupy ratownictwa chemiczno-ekologicznego – powinny być tak rozmieszczone, aby minimalizować skutki powstania każdej awarii – zarówno w zakładach przemysłowych, jak i transporcie drogowym czy kolejowym.

W tym zakresie dużym postępowaniem w rozpoznaniu zagrożenia będzie realizacja przez SGRChem we wszystkich województwach poziomu gotowości C dotyczącego prowadzenia rozpoznania obrazowego przy użyciu zaawansowanych środków technicznych. W szczególności dotyczy to województw wschodniej części Polski, w których grupy chemiczne w większości realizują wyłącznie poziom A i B. Biorąc pod uwagę obecną sytuację i zapewnienie odpowiedniego bezpieczeństwa, zasadne jest, aby we wschodniej części Polski realizowane były zadania przez SGRChem w zakresie prowadzenia działań wymagających użycia zaawansowanych technik rozpoznawczych. Właściwe rozmieszczenie podmiotów ratowniczych umożliwi podjęcie działań w najkrótszym czasie, co przełoży się na statystyki wskazujące na to, że występujące zagrożenia chemiczne będą likwidowane w źródle powstania emisji, nie dopuszczając do rozprzestrzeniania się

- obtain as much information about the incident as possible;
- dispose of forces and resources, in the first phase of chemical groups, police, ambulance and other entities involved in the elimination of the threat, taking into account the direction of the wind;
- designate and mark the danger zone, notify the public administration, services, inspections and guards;
- conduct systematic reconnaissance and actual monitoring of the danger zone increasing or decreasing the danger zone from the beginning to the end of the operations with the involvement of rescue forces;
- evacuate people from the danger zone, designate medical points, implement the decontamination process;
- secure the danger zone with police forces and, if possible, the military;
- plan to use operational retreats.

Rescue and plant services involved in eliminating the threat should improve their skills. It comes down to a few very important elements that need to be improved. These are:

- rapid notice and detection of the threat using mechanisms to protect the installation, control systems;
- rapid arrival at the threat taking into account the proper distribution of forces and resources;
- rapid recognition of the threat using advanced technical means;
- rapid evacuation from the danger zone through the implementation of a digital communications system;
- rapid identification of the source of danger by joining the reconnaissance team with a representative of the engineering and technical team.

The results of the research and analysis conducted showed that there are places where special attention should be paid to such risks. Intensification of ongoing training through the implementation of various forms of exercises with the participation of not only rescue entities, but cooperating services, plant teams supporting the rescue system should be a priority task in preparing for effective rescue operations, taking into account the presence of a person from the engineering and technical group of the plant in the team conducting reconnaissance of the accident site. The situation of a hazardous substance release and uncontrolled spread in an urbanized area should become the subject of continuous exercises of a more practical than exploratory nature. The emergency system is undertaking more and more improved methods of developing and assessing hazard analysis at different levels from the basic one, which is the district, to the central level. The entirety of these undertakings should be based on practical manoeuvres, also taking into account the algorithm for proceeding outside the zone of immediate danger associated with the evacuation process, in which large numbers of forces and resources should be involved, including government and local administrations [22].

The characterization of selected chemical hazards included in the publication is based on the identification of hazardous factors that arise during the onset of a destructive situation and is intended to assist rescue entities and engineering and technical teams from plants posing a major accident hazard in taking

na większą skalę zagrożenia. W celu likwidacji zagrożeń w przemyśle i transporcie z udziałem substancji niebezpiecznych służby ratownicze w pierwszej fazie działania powinny:

- pozyskać jak najwięcej informacji o zdarzeniu;
- dysponować siłą i środkami, w pierwszej fazie grup chemicznych, policji, pogotowia ratunkowego i innych podmiotów biorących udział w likwidacji zagrożenia z uwzględnieniem kierunku wiatru;
- wyznaczyć i oznakować strefę zagrożenia, powiadomić administrację publiczną, służby, inspekcje i strażę;
- prowadzić systematycznie rozpoznawanie i rzeczywiste monitorowanie strefy zagrożenia zwiększając lub zmniejszając strefę zagrożenia od początku do końca działań z zaangażowaniem sił ratowniczych;
- ewakuować osoby ze strefy zagrożenia, wyznaczyć punkty medyczne, wdrożyć proces dekontaminacji;
- zabezpieczyć strefę zagrożenia siłami policji i jeżeli jest to możliwe wojska;
- planować użycie odwodów operacyjnych.

Służby ratownicze i zakładowe biorące udział w likwidacji zagrożenia powinny doskonalić swoje umiejętności. Sprowadza się do kilku bardzo istotnych obszarów. Są to:

- szybkie zauważenie i wykrycie zagrożenia z zastosowaniem mechanizmów zabezpieczających instalację, systemów sterujących;
- szybkie dotarcie do zagrożenia uwzględniając właściwe rozmieszczenie sił i środków;
- szybkie rozpoznanie zagrożenia stosując zaawansowane środki techniczne;
- szybka ewakuacja ze strefy zagrożenia poprzez wdrożenie systemu łączności cyfrowej;
- szybka lokalizacja źródła zagrożenia poprzez dołączenie do zespołu rozpoznawczego przedstawiciela zespołu inżynierjno-technicznego.

Wyniki przeprowadzonych badań i analiz wykazały, że istnieją miejsca, gdzie szczególnie należy zwrócić uwagę na tego typu zagrożenia. Intensyfikacja prowadzonych szkoleń poprzez wdrażanie różnych form ćwiczeń z udziałem nie tylko podmiotów ratowniczych, ale służb współdziałających, zespołów zakładowych wspomagających system ratowniczy powinny być priorytetowym zadaniem w przygotowaniu do prowadzenia skutecznych działań ratowniczych z uwzględnieniem obecności osoby z grupy inżynierjno-technicznej zakładu w zespole prowadzącym rozpoznawanie miejsca awarii. Sytuacja uwolnienia się substancji niebezpiecznej i niekontrolowanego rozprzestrzeniania się w obszarze zurbanizowanym powinna stać się przedmiotem ciągłych ćwiczeń – bardziej praktycznych niż o charakterze rozpoznawczym. System ratowniczy podejmuje coraz to doskonalsze metody opracowywania i dokonywania oceny analizy zagrożeń na poszczególnych poziomach począwszy od podstawowego, jakim jest powiat, a skończywszy na szczeblu centralnym. Całość tych przedsięwzięć należy opierać na praktycznych manewrach, z uwzględnieniem również algorytmu postępowania poza strefą bezpośredniego zagrożenia związanego z procesem ewakuacji, w które zaangażowane powinny być duże ilości sił i środków w tym administracja rządowa i samorządowa [22].

appropriate action. It provides information on which chemical factors to pay attention to in order to improve efficiency and effectiveness in the course of rescue proceedings. It contributes to proper preparation in the face of hazards through the use of appropriate organizational changes and rescue techniques affecting, among other things, the distribution of forces and resources to reduce protected areas, continuous monitoring of the size of the danger zone, verifying it by reducing or increasing or at least reducing the time to determine the location of the source of emissions, chemical spills.

The classification of chemical hazards highlighted in the article points those taking action to the sources of emergency situations, to which existing operational and technical capabilities must be adapted in the face of new conditions occurring in the industrial and transportation areas. The recalled chemical hazards can turn into emergencies and cause restrictions on the activities of public administrations due to the inadequacy of forces and resources. The answer to the indicated threats should be an efficient rescue system, as well as a system for preventing major industrial accidents that takes into account organizational aspects and practical solutions to minimize the effects of modern threats. The indicated classification of hazards has been carried out according to its own study resulting from system observation and is intended to be a starting point for learning the essence of the issue at hand and creating a more effective mechanism of action for rescue entities, particularly specialized chemical-ecological rescue groups, in planning, organizing and carrying out rescue operations necessary to reduce or eliminate direct hazards posed by hazardous materials.

The research issue of chemical hazards and their elimination remains constantly topical and important for ensuring the safety of the population in connection with which it requires continuous research and analysis. The research should be aimed at detailing the methods and principles of rescue operations undertaken when various hazards are present. It is also necessary to carefully analyse the possibility of interaction of services with other entities that may participate in the elimination of threats. A separate research topic is the problem concerning the leadership of rescue operations and the designation of lead services for various types of emergencies. A challenge, for example, will be an event in which a radiation and chemical hazard occurs simultaneously. The lead service for radiation interventions is the State Atomic Energy Agency, and for chemical incidents the State Fire Service.

Charakterystyka wybranych zagrożeń chemicznych zawarta w publikacji polega na identyfikacji czynników niebezpiecznych pojawiających się w trakcie powstania sytuacji destrukcyjnej i ma służyć podmiotom ratowniczym oraz zespołom inżynierjno-technicznym z zakładów stwarzających zagrożenie poważnej awarii w podejmowaniu właściwych działań. Dostarcza ona informacji, na jakie czynniki chemiczne należy zwracać uwagę, żeby poprawić efektywność i skuteczność w toku postępowania ratowniczego. Przyczynia się do właściwego przygotowania wobec zagrożeń poprzez zastosowanie odpowiednich zmian organizacyjnych i technik ratowniczych wpływających na m.in. rozmieszczenie sił i środków celem zmniejszenia obszarów chronionych, stałe monitorowanie wielkości strefy zagrożenia, weryfikację jej poprzez zmniejszanie lub zwiększanie lub chociażby skrócenia czasu ustalenia miejsca źródła emisji, wycieku substancji chemicznej.

Wyeksponowana w artykule kategoryzacja zagrożeń chemicznych wskazuje podejmującym działania na źródła sytuacji awaryjnych, do których należy dostosować istniejące możliwości operacyjno-techniczne wobec nowych uwarunkowań występujących w obszarze przemysłu i transportu. Przywołane zagrożenia chemiczne mogą przekształcić się w sytuacje kryzysowe i wywołać ograniczenia w działalności organów administracji publicznej ze względu na nieadekwatność sił i środków. Odpowiedzią na wskazane zagrożenia powinien być sprawnie działający zarówno system ratowniczy, jak również system przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym uwzględniający aspekty organizacyjne i rozwiązania praktyczne minimalizujące skutki współczesnych zagrożeń. Wskazana kategoryzacja zagrożeń przeprowadzona została według własnego opracowania wynikającego z obserwacji systemowej i ma być punktem wyjścia do poznania istoty przedmiotowej problematyki i stworzenia skuteczniejszego mechanizmu działania podmiotów ratowniczych w szczególności specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego w planowaniu, organizowaniu i realizacji działań ratowniczych niezbędnych do zmniejszenia lub likwidacji bezpośrednich zagrożeń stwarzanych przez materiały niebezpieczne.

Problematyka badawcza dotycząca zagrożeń chemicznych i ich likwidacji pozostaje ciągle aktualna i istotna dla zapewnienia bezpieczeństwa ludności w związku z tym wymaga ciągłych badań i analiz. Badania powinny być ukierunkowane na wyszczególnienie metod i zasad podejmowanych działań ratowniczych w przypadku występowania różnych zagrożeń. Należy także dokładnie przeanalizować możliwości współdziałania służb z innymi podmiotami, które mogą uczestniczyć w likwidacji zagrożeń. Odrębnym tematem badawczym jest problem dotyczący kierowania działaniami ratowniczymi i wyznaczania służb wiodących w przypadku różnych rodzajów zagrożeń. Wyzwaniem będzie np. zdarzenie, w którym równocześnie wystąpi zagrożenie radiacyjne i chemiczne. Służbą wiodącą w przypadku interwencji radiacyjnych jest Państwowa Agencja Atomistyki, a w przypadku zdarzeń chemicznych – Państwowa Straż Pożarna.

Literature / Literatura

- [1] Ustawa z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie kłęski żywiolowej (Dz.U. 2017 poz. 1897).
- [2] Konieczny J., *Zarządzanie w sytuacjach kryzysowych, wypadkach i katastrofach*, GOW, Poznań-Warszawa 2001.
- [3] Obolewicz-Pietrusiak A., Wojnarowski A., *Podstawy ratownictwa chemicznego*, Firex, Warszawa 2001.
- [4] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 22 lipca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o substancjach chemicznych i ich mieszaninach (Dz.U. 2022 poz. 1816).
- [5] Kożuchowski K. (red.), *Meteorologia i klimatologia*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009.
- [6] <https://ios.edu.pl/wp-content/uploads/2018/02/stop-smog.pdf> [dostęp: 10.10.2023].
- [7] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, (Dz.U. 2022 poz. 2556 z późn. zm.).
- [8] KG PSP, <https://www.gov.pl/web/kgpsp/interwencje-psp> [dostęp: 05.10.2023].
- [9] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (Dz.U. 2021 poz. 1737).
- [10] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 8 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań jakim powinny odpowiadać plany operacyjno-ratownicze (Dz.U. 2016 poz. 821).
- [11] Steumpfle A.K., Howells D.J., Armour S.J., Boulet C.A., *Final Report of ITF-25 Hazard from Industrial Chemicals*, US/UK/CA, Memorandum of Understanding on Chemical and Biological Defense, 18 march 1996.
- [12] GIOŚ, <https://www.gov.pl/web/gios/di-wystepowanie-zdazren-o-znamionach-powaznej-awarii> [dostęp: 20.11.2023].
- [13] KW PSP Kraków, <https://www.gov.pl/web/kwpsp-krakow/instrukcje-postepowania-mieszkanow-na-wypadek-wystapienia-awarii> [dostęp: 20.11.2023].
- [14] Rozkaz nr 54 Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej z dnia 29 grudnia 2022 r. zmieniający rozkaz w sprawie organizacji centralnego odvodu operacyjnego krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (Dz.Urz. 2023 poz. 3).
- [15] KG PSP, Zasady organizacji ratownictwa chemicznego i ekologicznego w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym, <https://www.gov.pl/web/kgpsp/dokumenty-rchem> [dostęp: 12.11.2022].
- [16] Oświadczenie rządowe z dnia 13 marca 2023 r. w sprawie wejścia w życie zmian do załączników A i B do Umowy dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR), sporządzonej w Genewie dnia 30 września 1957 r. (Dz.U. 2023 poz. 891).
- [17] Oświadczenie rządowe z dnia 13 marca 2023 r. w sprawie wejścia w życie zmian do Regulaminu międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych (RID), stanowiącego załącznik C do Konwencji o międzynarodowym przewozie kolejami (COTIF), sporządzonej w Bernie dnia 9 maja 1980 r. (Dz.U. 2023 poz. 789).
- [18] Oświadczenie rządowe z dnia 31 maja 2023 r. w sprawie wejścia w życie zmian do Przepisów załączonych do Umowy europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu śródlądowymi drogami wodnymi towarów niebezpiecznych (ADN), zawartej w Genewie dnia 26 maja 2000 r., obowiązujących od dnia 1 stycznia 2023 r. (Dz.U. 2023 poz. 1167).
- [19] Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych (Dz.U. 2022 poz. 2147).
- [20] Kopczewski R., Nowacki G., *Analiza zabezpieczenia przewozu drogowego towarów niebezpiecznych w Polsce oraz UE*, Instytut Naukowo Wydawniczy „Spatium”, 2018.
- [21] Polska Izba Paliw Płynnych, <https://www.paliwa.pl/strona-startowa/aktualnosci> [dostęp: 17.10.2023].
- [22] Kołcz B., *Wymagania formalnoprawne wobec podmiotów ratowniczych dotyczące rozpoznawania zagrożeń chemicznych w Polsce*, „Safety & Fire Technology”, SFT Vol. 61 Issue 1, 2023, pp. 64–84, <https://doi.org/10.12845/sft.61.1.2023.6>.

BOGDAN KOŁCZ, PH.D. ENG. – doctor of Social Sciences in the area of defence sciences. He received his degree in 2012 from the Department of Management and Command at the National Defence Academy in Warsaw. Graduate of the Main School of Fire Service in Warsaw. From 2009 to 2018, District Fire Chief of the State Fire Service, provincial coordinator for CBRNE threat recognition. University lecturer, advisor on prevention of major industrial accidents at a high-risk chemical plant. Organizer and co-organizer of scientific conferences, training courses, practical exercises in high-risk industrial plants. Author of publications in the area of chemical rescue in particular chemical reconnaissance, prevention of major industrial accidents.

DR INŻ. BOGDAN KOŁCZ – doktor nauk społecznych w zakresie nauk o obronności. Stopień naukowy uzyskał w 2012 roku na Wydziale Zarządzania i Dowodzenia w Akademii Obrony Narodowej w Warszawie. Absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarnej w Warszawie. W latach 2009–2018 Komendant Powiatowy Państwowej Straży Pożarnej, koordynator wojewódzki ds. rozpoznawania zagrożeń CBRNE. Wykładowca akademicki, doradca ds. przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym w zakładzie chemicznym dużego ryzyka. Organizator i współorganizator konferencji naukowych, szkoleń, ćwiczeń praktycznych w zakładach przemysłowych dużego ryzyka. Autor publikacji z zakresu ratownictwa chemicznego w szczególności rozpoznania chemicznego, przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym.



Tłumaczenie na język angielski artykułów naukowych (także ich streszczeń), w tym artykułów recenzyjnych, w półroczniku „Safety & Fire Technology” – zadanie finansowane ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki w ramach programu „Rozwój Czasopism Naukowych” (umowa nr RCN/SP/0560/2021/1).