

## Zapobieganie i gotowość na wypadek awarii chemicznych

### Ryzyko powstania pożarów związanych z obecnością tlenu w szpitalach leczących pacjentów z Covid-19

Celem biuletynu jest przedstawienie wniosków płynących z awarii zarejestrowanych w Systemie Zgłaszania Poważnych Awarii (eMARS) oraz z innych źródeł informacji o zdarzeniach, na potrzeby operatorów branżowych oraz organów rządowych. Biuletyn ten ukazuje się w cyklach półrocznych, a każde wydanie jest poświęcone konkretnemu tematowi. Chociaż nie jest to uważane za poważne zagrożenie przemysłowe, zwiększone użycie tlenu w szpitalach leczących pacjentów z Covid-19 może stwarzać ryzyko awarii chemicznej i z tego powodu temat ten został uznany za aktualny i istotny dla niniejszego biuletynu.

Niniejsze wydanie specjalne biuletynu dotyczącego nauki płynącej z poważnych awarii ma na celu podniesienie świadomości nt. zagrożeń stwarzanych w szpitalach przez atmosferę wzbogaconą w tlen, wynikających ze zintensyfikowanego stosowania tlenoterapii. Pandemia spowodowała znaczącą zależność od dostarczania dodatkowego tlenu ciężko chorym pacjentom w celu zwalczania poważnych skutków choroby. Istotnym jest, aby szpitale były w pełni przygotowane na zwiększone ryzyko pożaru w środowisku bogatym w tlen, szczególnie na oddziałach intensywnej terapii, gdzie może działać na raz kilka aparatów do tlenoterapii.

Doceniamy wkład Marka Hailwooda w powstanie niniejszego biuletynu.

#### Wprowadzenie

Od wybuchu pandemii w marcu 2020 r. w wyniku pożarów szpitali w różnych krajach na całym świecie doszło do śmierci blisko 70 osób, z których większość stanowili pacjenci w skrajnie ciężkich stanach spowodowanych nowym koronawirusem. W dniu 19 grudnia 2020 r. w wyniku pożaru aparatu do tlenoterapii o wysokim przepływie doszło do śmierci 10 pacjentów chorych na Covid-19 na szpitalnym oddziale intensywnej terapii (OIOM) w Gaziantep w Turcji. Podobny pożar na szpitalnym oddziale OIOM doprowadził do śmierci 10 osób w Peatra Niamt w Rumunii w listopadzie 2020 r. (patrz poniżej). Badania Wspólnego Centrum Badawczego (JRC), w tym na podstawie doniesień medialnych, wskazują, że doszło do co najmniej 20 pożarów w szpitalach z powodu atmosfery wzbogaconej w tlen, z których większość wystąpiła na szpitalnych oddziałach intensywnej terapii. Spośród nich 8 spowodowało wiele ofiar śmiertelnych. Mimo, że wiele szpitali skutecznie zareagowało na zaistniałe incydenty i uniknęło skutków dla ludzi, to większość zdarzeń skutkowałą koniecznością ewakuacji personelu i ciężko chorych pacjentów, pozbawiając ich jednocześnie dostępu do tlenoterapii na czas trwania zdarzenia.

#### Pożar w szpitalnym oddziale Covid-19, Piatra Neamț Rumunia

W dniu 14 listopada 2020 r. na oddziale Covid-19 w szpitalu Piatra Neamț Emergency Hospital, doszło do pożaru, w wyniku którego zginęło dziesięć osób, z których wszyscy byli pacjentami leczonymi na Covid-19. Kolejne cztery osoby zostały ranne, w tym dwóch lekarzy. Władze wskazały, że pożar najprawdopodobniej spowodowało zwarcie w sprzęcie elektrycznym (wentylator mechaniczny). Ogień szybko się rozprzestrzenił ze względu na wysoki poziom tlenu w pomieszczeniu, w którym intubowano pacjentów.

Źródło: Gheorghita, M., A. Grancea and C. Hogeia, 2020, Investigation report of the fire of 14.11.2020, at the Piatra Neamț County Emergency Hospital. Commission of Inquiry. Neamț County, Romania.

#### Usterka elektryczna powoduje pożar na oddziale intensywnej terapii w Aleksandrii, Egipt

Pożar w prywatnym szpitalu w Aleksandrii w Egipcie w dniu 29 czerwca 2020 r. spowodował śmierć siedmiu pacjentów z Covid-19. Według szpitala pożar został spowodowany przez usterkę elektryczną jednego z generatorów zasilających układ klimatyzacji na oddziale intensywnej terapii. Również dziewięciu pracowników szpitala zostało rannych. Personel podjął natychmiastowe wysiłki, aby ugasić pożar, jednak był najwyraźniej zaskoczony zasięgiem i eskalacją płomieni – typowymi oznakami pożaru „napędzanego” wysokim poziomem tlenu.

Źródło: <https://masralarabia.net/Item/1546692> (30/06/2020) i różne inne źródła medialne



Źródło: Pacjenci szpitala w Teheranie  
farnews.com (zapożyczone) CC BY 4.

## Zagrożenia związane z atmosferą wzbogaconą w tlen

Tlen jest niezbędny do życia i na ogół stanowi około 21% gazów w powietrzu, którym oddychamy. Wiele osób może nie zdawać sobie sprawy z zagrożeń związanych z atmosferą wzbogaconą w tlen. Jednak chemicy i specjaliści ds. bezpieczeństwa procesowego dostrzegają jego niebezpieczne właściwości, w tym udział w korozji i rolę w reakcjach chemicznych. Czysty tlen reaguje z powszechnymi materiałami, takimi jak olej i smar powodując pożary, a nawet wybuchy, w przypadku uwolnień pod wysokim ciśnieniem. Przecieki zawór lub wąż oraz otwory na styku połączonych masek i drenów, w warunkach ograniczonej przestżerni lub słabej cyrkulacji powietrza mogą powodować szybki wzrost stężenia tlenu do niebezpiecznego poziomu. Nawet niewielki wzrost poziomu tlenu w powietrzu do 24% może spowodować zagrożenie pożarowe. W atmosferze wzbogaconej w tlen materiały mogą ulec łatwiejszemu zapaleniu, a pożary mają wyższą temperaturę i gwałtowniejszy przebieg niż w normalnych warunkach. Potencjalnie zwiększone ryzyko stwarza także stosowanie produktów na bazie etanolu i rozpuszczalników organicznych jako środków czyszczących w atmosferach bogatych w tlen. Zapłon może pochodzić z dużej prędkości gazu, tarcia, ciepła adyabatycznego, czy zanieczyszczenia i może być spowodowany przez sam aparat tlenowy (niewłaściwa obsługa lub konstrukcja), ale także przez czynniki zewnętrzne.

Warto zauważyć, że sześć pożarów na oddziałach intensywnej terapii Covid-19 zostało zgłoszonych jako spowodowane usterekami elektrycznymi, a niektóre raporty mówią o bardzo szybkim i przytłaczającym rozprzestrzenianiu się ognia. Łatwość zapłonu i szybka eskalacja pożaru są typowymi oznakami obecności atmosfery bogatej w tlen.

## Rosnąca liczba pożarów w szpitalach Covid-19

Pożary z udziałem tlenu medycznego nie są nowym zjawiskiem, ale występują częściej na salach operacyjnych, gdzie tlen jest podawany rutynowo. Zwykle w tych miejscach obowiązują ściśle określone procedury bezpieczeństwa a personel chirurgiczny jest dobrze przeszkolony w radzeniu sobie z zagrożeniami powodowanymi atmosferą wzbogaconą w tlen. Ponadto jest tam zwykle tylko jeden aparat tlenowy i atmosfera wzbogacona w tlen koncentruje się miejscowo wokół twarzy pacjenta.

Jednak ostatnio pandemia Covid-19 wymusiła zwiększenie liczby aparatów tlenowych na oddziałach intensywnej terapii. Doprowadziło to do zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną na OIOM, co w niektórych przypadkach może powodować przeciążenie systemów zasilania w energię elektryczną. Z powodu zwiększonej liczby aparatów tlenowych, koncentracja tlenu stała się łatwiejsza. Biorąc pod uwagę, że oddziały zakaźne mają niski współczynnik wymiany powietrza ze środowiskiem zewnętrznym, zwiększa się potencjalne zagrożenie związane z atmosferą wzbogaconą w tlen. Podczas, gdy najbardziej śmiertelne pożary były związane z oddziałami intensywnej terapii, to miały również miejsce co najmniej dwa przypadki pożarów w magazynach, gdzie przechowywane są butle z tlenem. W jednym przypadku ponad 150 pacjentów zostało ewakuowanych z akademika, który pełnił funkcję tymczasowego szpitala jednoimiennego w Czelabińsku, Rosja, w dniu 31 października 2020 r., z powodu pożaru w magazynie tlenu, który rozprzestrzenił się na resztę budynku. Źródło: <https://www.reuters.com/article/us-healthcoronavirus-russia-fire-idUSKBN27G0HI> Zwiększone zużycie tlenu może zwiększyć zagrożenie w systemie dostarczania tlenu i w miejscach jego przechowywania, jeśli nie są one przygotowane na zwiększony popyt.

## Zapobieganie i przygotowanie szpitali na wypadek pożarów związanych z udziałem tlenu

JRC pracuje obecnie nad zaleceniami dotyczącymi stosowania bardziej rygorystycznego podejścia w zarządzaniu ryzykiem. W szczególności będzie zalecać korzystanie ze strategii bezpieczeństwa procesów chemicznych opracowanych w celu zarządzania bezpieczeństwem w warunkach atmosfer palnych i wybuchowych (tzw. środowiska ATEX) tak, aby nie było możliwości zapłonu w przypadku istnienia takich zagrożeń. Procedury zarządzania muszą obejmować cały łańcuch zarządzania, w tym nie tylko personel lekarski i pielęgniarski, ale również komórki techniczne odpowiedzialne za sprzątanie, czyszczenie, konserwację elektryczną i inne. Ponadto gotowość na sytuacje kryzysowe powinna uwzględniać potencjalne pożary na oddziałach intensywnej terapii oraz obejmować niezbędne środki mające na celu zmniejszenie ich skutków, w tym sprzęt do reagowania, szkolenia personelu oraz planowanie pod kątem praktycznych i psychologicznych aspektów procesu powrotu do stanu poprzedniego (odbudowy).

## Inne zasoby Joint Research Centre

Nauka płynąca z awarii –  
Raport na temat najlepszych praktyk

## Środki na wypadek pandemii i bezpieczeństwo procesów chemicznych – biuletyn

The aim of the bulletin is to provide insights on lessons learned from accidents reported in the European Major Accident Reporting System (EMARS) and other accident sources for both industry operators and government regulators. JRC produces at least one CAPP Lessons Learned Bulletin each year. Each issue of the Bulletin focuses on a particular theme.

**Introduction**  
The Covid-19 pandemic has had a global impact and continues to influence the lives of people throughout the world. Many industrial facilities have been shut down following the measures to reduce the spread of infection. Even though an industrial facility is not actively manufacturing it may still have hazardous substances on site. Following the shut down, operations will restart at some point. Each shut down and start up are process conditions, which need special attention to prevent the occurrence of chemical accidents. Two recent accident cases illustrate why special considerations should be taken when restarting a plant after shutdown due to the Covid-19 pandemic.

**Case study**  
The following reports are of accidents that are very recent and are based on media information. It is not possible at this stage to determine the specific causes of these accidents. This will be the responsibility of the site operator and the public authorities in the region concerned.

**Leak of hazardous gas from a polymer plant, Visakhapatnam, Andhra Pradesh, India, 16th May 2020**  
A leak of hazardous gas led to the death of at least 13 people and injuries to hundreds more. The authorities have reported that a release of gas from a storage tank occurred in the early hours of the morning (around 3 a.m.) on 16th May 2020. The polymer plant was restarting following shutdown due to the Covid-19 pandemic. Media reports have suggested that the system had been started for a long time.

**Spillage monomer must be stabilised for storage. Over time, some stabilised styrene may polymerise in an exothermic self-heating reaction. This reaction can be accelerated through exposure to heat inside storage. An increase in temperature will lead to a large amount of vapour to be sent from the tank. While styrene is not known to be toxic, severe nausea and vomiting. Acute exposure to styrene gas causes respiratory and neurological symptoms and its action as an irritant can lead to lung oedema with fatal consequences.**

The impact of this chemical release on the local medical services means that many people are seeking treatment in close proximity. There is concern that the influx of patients may lead to overcrowding, bring 'spiral' among victims and reduce since the area is already a containment zone.

**MAHBulletin**  
Technology Innovation in Security Unit  
European Commission  
May 2020  
JRC 120768

**Learning lessons from accidents**  
GOOD PRACTICE REPORT

The Recovery/Review Hierarchical model (R2)

The Recovery/Review Hierarchical model (R2), as shown in Figure 1, describes the learning process on all levels from the individual to the safety of the organisation. Each level is fed to adjacent levels through nested loops of learning signals and feedback signals. The learning of lessons involves several steps starting with the investigation and the summarisation of lessons learned. If these first steps are achieved, the next phase consists of spreading the information by making the information available through databases, lessons learned exchanges, safety meetings, case study reports, and other similar mechanisms. Application so that the lessons learned become a living part of the organisation in the final phase. This report provides an overview of good practice derived from the workshop exchanges.

**3. The investigation and analysis**  
The investigation is the starting point for collecting data to enable learning lessons from an accident. The investigation is the starting point for collecting data to enable learning lessons from an accident. The investigation is the starting point for collecting data to enable learning lessons from an accident.

Copyright © European Union, 2020

## Kontakt

W sprawie dodatkowych informacji dotyczących niniejszego biuletynu i opisów doświadczeń zebranych w ramach wypadków przemysłowych lub w przypadku organizacji, które nie otrzymują biuletynu MAHBulletin, a chciałyby zostać umieszczone na liście dystrybucyjnej, prosimy o kontakt pod adresem

[JRC-MINERVA-INFO@ec.europa.eu](mailto:JRC-MINERVA-INFO@ec.europa.eu)

<https://minerva.jrc.ec.europa.eu/en/shorturl/minerva/publications>



Prosimy o podanie imienia i nazwiska oraz adresu e-mail organizacji.

Wszystkie publikacje MAHB są dostępne na portalu <https://minerva.jrc.ec.europa.eu>

