

INSPEKTOR

TECHNIKA I BEZPIECZEŃSTWO

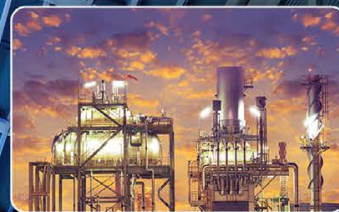
2/2025

CZERWIEC - LIPIEC 2025

**PROCESY ZMĘCZENIA
MATERIAŁÓW**
Początki mechaniki pęknięcia

**ROZPORZĄDZENIE
MASZYNOWE
DLA DŹWIGÓW**

**POSTĘP TECHNICZNY
W PRZEMYSŁE DŹWIGOWYM
(WYWIAD)**



**DYREKTYWA
CIŚNIENIOWA PED**

**TECHNOLOGIE
WODOROWE**

**CZY ZAKŁAD JEST GOTOWY
NA ZASTOSOWANIE
ANALIZY LOPA?**

**CYBERBEZPIECZEŃSTWO
SYSTEMÓW AUTOMATYKI
PRZEMYSŁOWEJ**

SERIA NORM IEC 62443

DYREKTYWA NIS2

**CYBER
SECURITY**



**SZTUCZNA INTELIGENCJA
W ŚWIECIE TECHNIKI**



AKADEMIA UDT

SZKOLENIA Z ZAKRESU URZĄDZEŃ DŹWIGOWYCH

Zapraszamy do udziału w naszych szkoleniach!

- Dyrektywa dźwigowa 2014/33/UE oraz normy zharmonizowane PN-EN 81-20 i PN-EN 81-50
- Wytyczne dla instalatora i projektanta dźwigów – praktyczne podejście do oceny zgodności z Dyrektywą 2014/33/UE wg norm zharmonizowanych
- Aktualne wymagania dla dźwigów - aktualizacja wiedzy dla konserwatorów
- Modernizacja dźwigów osobowych - wymagania prawne, praktyczne rozwiązania
- Eksploatacja, bezpieczeństwo i utrzymanie dźwigów osobowych i towarowych, schodów i chodników ruchomych wykorzystywanych w obiektach użyteczności publicznej
- Zasady uwalniania osób z unieruchomionych dźwigów osobowych
- Zmiany w przepisach dotyczących eksploatacji, napraw i modernizacji urządzeń transportu bliskiego

Zapraszamy do zapoznania się z ofertą szkoleń Akademii UDT!

Potrzebujesz szkolenia dostosowanego do potrzeb firmy? Napisz – szkolenia@udt.gov.pl



Szanowni Państwo,



w kolejnym wydaniu ponownie zebraliśmy ciekawe i aktualne treści z wielu obszarów tematycznych. Prezentujemy między innymi pierwsze opracowanie z nowego cyklu ukazującego, jak pewne zdarzenia przyczyniają się do ewolucji inżynierii w zakresie konstrukcji i budowy maszyn oraz nauki o materiałach. Uwzględniamy także w kilku artykułach istotny akcent cyberbezpieczeństwa i sztucznej inteligencji obecnych dziś w niemal wszystkich obszarach naszego życia. Dotyczy to nie tylko klasycznych komputerów, ale każdego urządzenia wspieranego elektroniką oraz siecią internetową. Wśród nich można wymienić dźwigi osobowe (pot. windy) lub schody ruchome, a o nich przeczytacie Państwo nieco więcej w tym numerze. Opisujemy też aktualne przepisy i możliwe metody wsparcia cyberbezpieczeństwa. Kontynuujemy prezentowanie treści związanych z urządzeniami ciśnieniowymi i dyrektywą PED. Tu także otwieramy cykle publikacji dotyczących interpretacji przepisów w tym na formach europejskich. Zachęcam do zagłębienia się w opracowania z zakresu technologii wodorowych oraz kształtowania norm w tej dziedzinie. Nie mogę pominąć zaproszenia dla Państwa do sięgania do innych numerów naszego magazynu. Polecam także bardzo serdecznie wydania specjalne. Wszystkie są dostępne online www.udt.gov.pl/inspektor-on-line.

Życzę udanej lektury

Redaktor Naczelna
Dr inż. Małgorzata Suś-Ryszkowska
Departament Innowacji i Rozwoju
Urząd Dozoru Technicznego

w numerze

- 4 KATASTROFA, KTÓRA PRZYSŁUŻYŁA SIĘ NAUCE
- 10 DYREKTYWA NIS2 NOWELIZACJA USTAWY O KSC
- 18 CYBER OT OPERATIONAL TECHNOLOGY WEDŁUG IEC 62443
- 24 SZTUCZNA INTELIGENCJA W ŚWIECIE TECHNIKI
- 30 CYBERBEZPIECZEŃSTWO DŹWIGÓW, SCHODÓW I CHODNIKÓW RUCHOMYCH
- 32 WYMAGANIA NOWEGO ROZPORZĄDZENIA MASZYNOWEGO DLA DŹWIGÓW
- 36 POSTĘP TECHNICZNY W PRZEMYSŁE DŹWIGOWYM (WYWIAD)
- 42 DŹWIGI WYMIENIAĆ CZY MODERNIZOWAĆ?
- 48 BEZPIECZEŃSTWO URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH
- 56 ZESPOŁY URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH
- 64 ANALIZA LOPA NA PRZYKŁADZIE
- 70 TRANSPORT WODORU LOHC – MCH
- 74 DZIAŁALNOŚĆ KOMITETU TECHNICZNEGO (KT) 339
- 76 PRZENIKALNOŚĆ WODORU ZBIORNIKÓW Z TWORZYW SZTUCZNYCH



CYBERBEZPIECZNIE Z UDT-CERT

- Framework UDTCyber – metodyka oceny organizacji
- Audyty cyberbezpieczeństwa

CYBER
SECURITY




SPRAWDŹ!

Zespół Opiniodawczy ds. Publikacji Technicznych Urzędu Dozoru Technicznego

W ramach popularyzacji bezpieczeństwa technicznego Zespół stanowi wsparcie doradcze. Recenzuje, opiniuje i konsultuje merytorycznie artykuły w magazynie UDT „Inspektor – Technika i bezpieczeństwo”.

- mgr inż. Dariusz Bakalarski
- mgr inż. Mariusz Łabędź
- mgr inż. Dorota Bałachowska
- mgr inż. Michał Łoniewski
- mgr inż. Dariusz Cendlewski
- mgr inż. Paweł Rajewski
- dr inż. Aneta Głuszek
- mgr inż. Piotr Skubis
- mgr inż. Tomasz Klinkosz
- dr inż. Maciej Szwed
- mgr inż. Andrzej Kochmański
- dr inż. Marcin Wołejko
- mgr inż. Sebastian Kosowski
- mgr inż. Jacek Żaczyński
- mgr inż. Andrzej Kostańczyk

BIULETYN URZĘDU DOZORU TECHNICZNEGO

INSPEKTOR

TECHNIKA I BEZPIECZEŃSTWO

Wszelkie prawa zastrzeżone © Urząd Dozoru Technicznego
Redakcja zastrzega sobie prawa do skracania i redagowania tekstów.

Bezpłatny biuletyn Urzędu Dozoru Technicznego
ul. Szczęśliwicka 34, 02-353 Warszawa
inspektor@udt.gov.pl, www.udt.gov.pl

Redaktor Naczelna:
Małgorzata Suś-Ryszkowska
malgorzata.sus@udt.gov.pl



KATASTROFA, KTÓRA PRZYSŁUŻYŁA SIĘ NAUCE

MIŁOWY KROK PROWADZĄCY DO POZNANIA
PROCESU ZMĘCZENIA MATERIAŁÓW

część 1



**MGR INŻ.
MARIUSZ ŁABĘDŹ**

Starszy Specjalista Urzędzeń
Transportu Bliskiego
Oddział w Krakowie Biuro
w Tarnowie
Urząd Dozoru Technicznego

CEN:
TC147 Cranes – Safety
WG2 Design – General



Zmęczenie materiału to proces zmian zachodzących w materiale pod wpływem zmiennych w czasie obciążeń zewnętrznych, które mogą doprowadzić do powstawania w nim uszkodzeń.

Z biegiem czasu opracowano wiele wymagań i zasad kierowanych do projektantów i producentów urządzeń oraz konstrukcji inżynierskich. Przyczynkiem do ewolucji bezpiecznych rozwiązań były również zdarzenia, nie zawsze fortunate, w historii branż transportowych, energetycznych czy budowlanych. Projektowanie, produkcja oraz konserwacja powinny opierać się na dokładnym poznaniu i zrozumieniu wszystkich własności konstrukcji, gdyż niewystarczająca wiedza i brak doświadczenia mogą skutkować katastrofami.

Wiele z obecnie powszechnie znanych i stosowanych zasad, dotyczących doboru materiałów, geometrii konstrukcji, sposobu kształtowania itd., jeszcze w połowie XX w. było rewolucyjnymi wnioskami z obszaru mechaniki pękania. Odkrywano wówczas liczne techniczne powiązania przyczynowo-skutkowe, dzięki którym obecnie coraz bezpieczniej możemy korzystać ze zdobycy sztuki inżynierskiego. W tej części cyklu opiszemy genezę badań zjawisk zmęczeniowych i wnioski jakie wyciągnięto z minionych zdarzeń. W kolejnym artykule sformułujemy podstawowe zasady i przykłady ich zastosowań w obecnych branżach inżynierskich. Wskażemy jako przykłady m.in. stalowe konstrukcje budowlane, dźwignice, zbiorniki ciśnieniowe.

POCZĄTKI ODRZUTOWCÓW PASAŻERSKICH

We wrześniu 1946 r. brytyjska wytwórnia lotnicza de Havilland inspirowana i wspierana rządową inicjatywą, rozpoczęła prace projektowe, których celem było stworzenie wysoce nowatorskiego - jak na ówczesne czasy - statku powietrznego umożliwiającego realizację lotów komercyjnych. W założeniach samolot ten miał dysponować hermetyzowaną ciśnieniową kabiną pasażerską oraz mógł poruszać się ze znacznie większą prędkością i latać na większych wysokościach niż wykorzystywane wówczas statki powietrzne.

Rezultatem prac było zbudowanie i oddanie do użytku pierwszego komercyjnego samolotu odrzutowego. Tym samym de Havilland DH-106 - Comet 1 (G-ALYP) 2 maja 1952 r. zapoczątkował trwającą do dziś erę pasażerskich samolotów odrzutowych w lotnictwie cywilnym. Prototyp Comet 1 mogący zabrać na pokład 36 pasażerów, został wyposażony w 4 silniki odrzutowe zabudowane w skrzydłach samolotu, które zapewniały mu prędkość przelotową 780 km/h. Charakterystyczną cechą samolotu było to, że okna pasażerskie posiadały kształt zbliżony do kwadratowego.



Fot. 1. Samolot de Havilland DH-106 Comet 1 z charakterystycznymi kwadratowymi oknami [12]



Fot. 2. Okna pasażerskie Comet 1

Po wprowadzeniu do użytku, Comet 1 przez wiele miesięcy budził zachwyt i podziw zarazem, skracając o połowę czas podróży, równocześnie oferując wysoki poziom komfortu, którego nie mogły zapewnić samoloty napędzane silnikami tłokowymi.

Niestety sukces nie trwał długo. Tragiczne i powtarzalne wypadki z udziałem Comet 1 oraz wyniki dochodzeń spowodowały, że samoloty te zyskały w świecie rozgłos jako przykład awarii zmęczeniowej.

W tamtej epoce poziom wiedzy konstruktorów dotyczący zmęczenia materiału był znacznie mniejszy niż obecnie. Natomiast wypadki samolotów zachęciły środowiska badaczy do prac w dziedzinie zmęczenia, co z kolei doprowadziło do znacznie lepszego poznania i zrozumienia nauki o zmęczeniu i późniejszego wykorzystania mechaniki pękania do oceny trwałości elementów oraz konstrukcji.

KATASTROFY ORAZ ICH PRZYCZYNY

W początkowej fazie eksploatacji samolotów typu Comet 1 odnotowano wypadki związane z problemami z odrywaniem się maszyny od pasa w czasie startu. Były to maszyny o oznaczeniach G-ALYZ, CF-CUN oraz F-BGSC. W każdym z tych przypadków jako oficjalną przyczynę wskazano błąd załogi skutkujący przeciągnięciem.

Nieco później odnotowano wypadki innego typu, skutkujące rozpadnięciem się części kadłuba podczas lotu. Były one podobne do siebie w przebiegu i trudne wówczas do wyjaśnienia.

Tabela 1. Wybrane wypadki z udziałem samolotów de Havilland DH-106 Comet 1 [1,2,3,5,6]

Data	Oznaczenie samolotu	Przebieg wypadku	Oficjalna przyczyna	Podjęte działania
2 maja 1953 r.	G-ALYV	Kadłub samolotu rozpadł się w powietrzu w trakcie burzy, w okolicach Kalkuty.	Awaria konstrukcyjna spowodowana nadmiernymi podmuchami wiatru lub utratą kontroli przez pilota podczas lotu przez burzę.	W trakcie dochodzenia skupiono się zasadniczo na warunkach atmosferycznych. W związku z tym, że było to pierwsze tego typu zdarzenie, dalszych badań nie prowadzono.
10 stycznia 1954 r.	G-ALYP	Kadłub samolotu rozpadł się w powietrzu, w okolicach Elby.	Awaria konstrukcyjna kadłuba spowodowana zmęczeniem materiału.	Zawieszono operacje lotnicze samolotów Comet 1 oraz nakazano przeprowadzenie szczegółowych przeglądów wszystkich maszyn. Na tym etapie nie zdawano sobie jeszcze sprawy z powtarzalności problemu. 23 marca 1954 r. wznowiono loty.
8 kwietnia 1954 r.	G-ALYY	Kadłub samolotu rozpadł się w powietrzu, w okolicach Naples (Neapolu).	Dostęp do szczątków samolotu był utrudniony, jednak w oficjalnym raporcie zasugerowano, że przyczyna wypadku wydaje się być identyczna jak w przypadku maszyny G-ALYP.	12 kwietnia 1954 r. wycofano świadectwo zdatności do lotu dla samolotów Comet 1. Fabryka de Havilland wstrzymała ich produkcję. Rozpoczęto prowadzenie intensywnych badań, koncentrując się na zjawisku zmęczenia.

PRZEBIEG BADAŃ ORAZ ICH WYNIKI

W związku z ówczesnym stanem wiedzy sprawne i wiarygodne ustalenie przyczyn wspomnianych katastrof okazało się być nie lada wyzwaniem. Na tym etapie niemal pewnym wydawało się, że wypadki łączy wspólny mianownik odpowiedzialny za rozpad kadłubów maszyn, jednak nie potrafiono go wskazać.

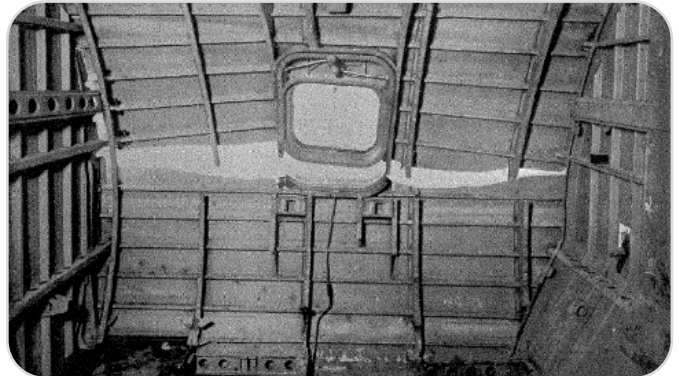


Fot. 3. Widok kadłuba samolotu G-ALYU w zbiorniku w trakcie testów [2]

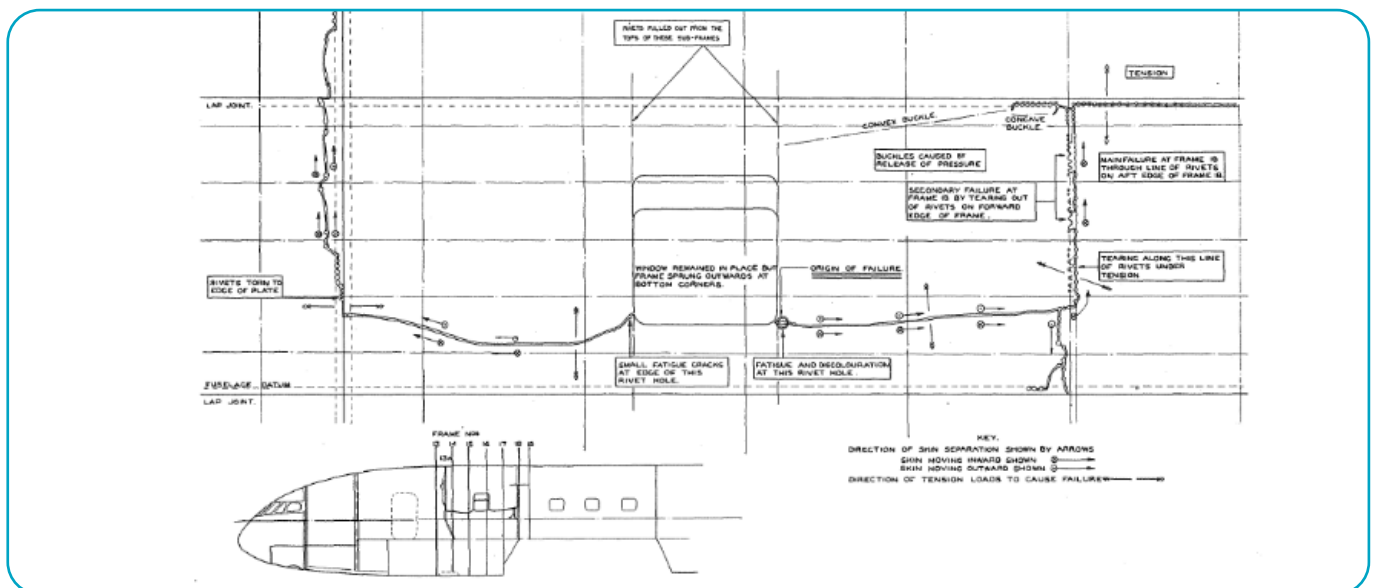
W celu zrozumienia procesów zachodzących w konstrukcji oraz w strukturze użytych materiałów zdecydowano się przeprowadzić testy na pełną skalę, wykorzystując do tego istniejące kadłuby innych samolotów. Prowadzono badania bezciśnieniowe w trakcie lotów testowych maszyny o oznaczeniu G-ANAV. Koniecznym okazało się również przeprowadzenie testów ciśnieniowych. W tym celu – dla zachowania bezpieczeństwa – skonstruowano olbrzymi zbiornik na wodę, w którym umieszczono kadłub maszyny G-ALYU. Zanurzo-

ny kadłub cyklicznie napełniano wodą w celu uzyskania zadanego ciśnienia w jego wnętrzu. W ten sposób prowadzono symulacje obciążeń występujących w trakcie lotów (fot. 3). Podobnym testom poddano kadłub G-ALYR.

Do momentu wystąpienia uszkodzenia, kadłub G-ALYU sumarycznie wykonał 1230 zwykłych lotów przed rozpoczęciem testów z użyciem wody oraz 1830 cykli obciążeń w zbiorniku. Awaria konstrukcji w pierwszej kolejności nastąpiła w obszarze naroża kwadratowego przedniego okna ewakuacyjnego. To odkrycie stało się kluczowym i przełomowym czynnikiem, które wskazało prawidłowy kierunek śledztwa. Efektem dalszych badań było wskazanie kolejnych miejsc inicjacji pęknięć ujawniających się w narożach kolejnych okien oraz wyznaczenie kierunku rozchodzenia się pęknięć.



Fot. 4. Widoczne rozdarcie kadłuba G-ALYU w okolicach okna ewakuacyjnego [2]

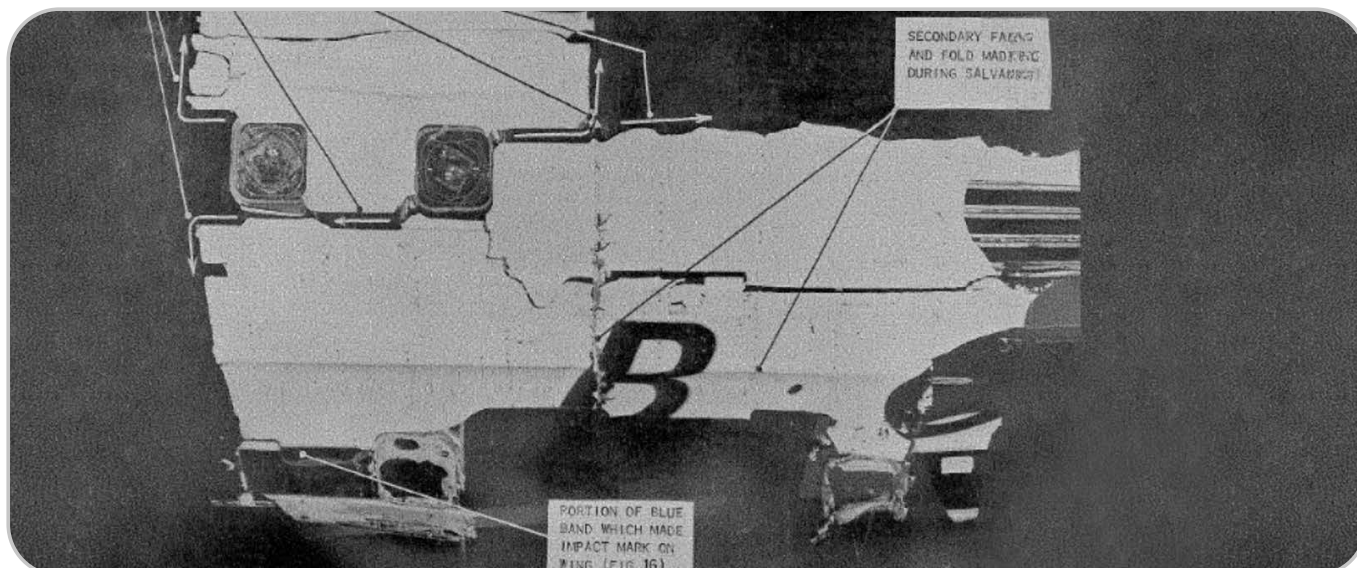


Rys. 1. Miejsca inicjacji pęknięć oraz kierunki ich rozchodzenia się w kadłubie G-ALYU [2]

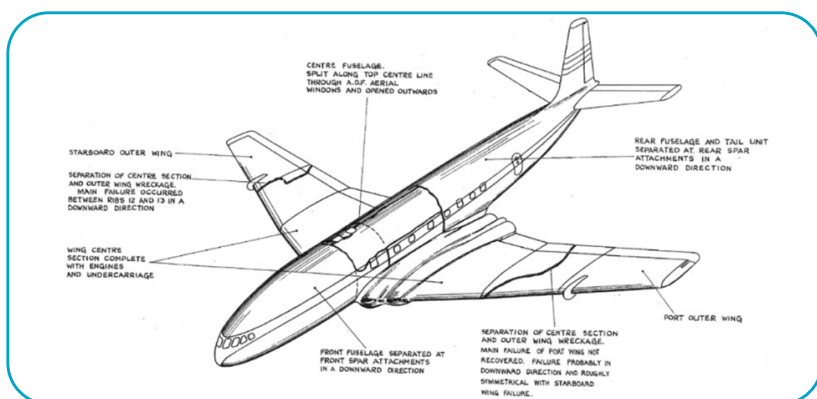
Badania dowiodły, że powodem uszkodzeń był niespodziewanie wysoki poziom naprężeń występujący właśnie w obszarach naroży kwadratowych okien. Rzeczywiste naprężenia występujące w pobliżu naroży okien były znacznie wyższe niż sądzili projektanci.

Konsekwencją koncentracji naprężeń było zainicjowanie pęknięć zmęczeniowych oraz ich propagacja, co doprowadziło do utraty integralności strukturalnej kadłuba samolotu.

Kolejnym krokiem było przeprowadzenie ponownej analizy elementów wraku G-ALYP, podczas której ustalono, że fragmenty poszycia posiadają podobne uszkodzenia zmęczeniowe. Uznano wówczas, że w przypadku katastrofy G-ALYP pęknięcia zmęczeniowe w pierwszej kolejności wystąpiły w narożach kwadratowych okien ADF (automatyczny lokalizator kierunku, ang. automatic direction finder), znajdujących się nad kokpitem.



Fot. 5. Fragment wraku G-ALYP. Miejsca inicjacji pęknięć oraz kierunki ich rozchodzenia się w obszarach okien ADF [2]



Rys. 2. Lokalizacja oraz kierunek rozprzestrzeniania się głównych pęknięć G-ALYP [2]

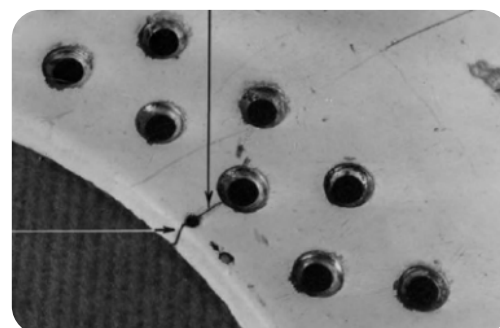
Następnie pęknięcia rozprzestrzeniły się wzdłuż górnej części kadłuba oraz przez okna pasażerskie w kierunku tylnej części samolotu (rys. 2). Skutkowało to rozerwaniem oraz przełamaniem kabiny. Od części środkowej kadłuba odpadł ogon, kokpit oraz skrzydła. Uwolnione paliwo wywołało pożar widziany przez świadków obserwujących wrak spadający do morza.

PRZYCZYNA KONCENTRACJI NAPRĘŻEŃ

Przeprowadzone badania dowiodły, że przyczyna wypadków leży po stronie trwałości zmęczeniowej, jednak początkowo nie potrafiono jej ściśle wytłumaczyć z uwagi na ówczesny, zbyt ubogi poziom wiedzy w tej dziedzinie. Ponadto były to pierwsze przypadki tego typu w lotnictwie i nigdy wcześniej nie mierzono się z takim zagadnieniem, zatem były to działania prekursorskie, z których wyników korzystamy do dziś.

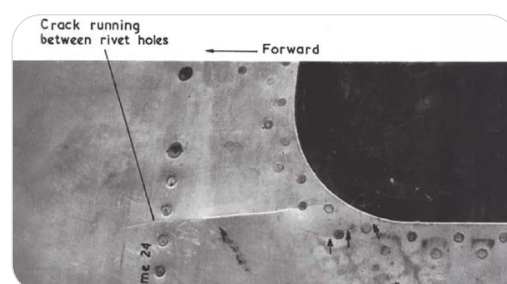
Odkryto wówczas, że zastosowanie kwadratowych ram okiennych, powodujące nagłą zmianę przekroju przenoszącego obciążenie, przyczynia się do występowania karbu geometrycznego, skutkiem czego w narożach okien występuje spiętrzenie naprężeń, znacznie ograniczające trwałość zmęczeniową tego właśnie fragmentu kadłuba. Nie zdawano sobie sprawy z faktu, że karb geometryczny może mieć tak duży wpływ na koncentrację naprężeń.

Dodatkowo w obszarach naroży ram okiennych znajdowały się otwory służące do łączenia elementów poszycia. Otwory te stanowiły kolejne karby potęgujące zjawisko koncentracji naprężeń w tych miejscach poszycia, tym mocniej obniżając wytrzymałość zmęczeniową. Na podstawie badań fragmentu poszycia pochodzącego z wraku G-ALYP wskazano, że prawdopodobnym miejscem wystąpienia pierwszego pęknięcia zmęczeniowego była krawędź stożkowego otworu (fot. 6).

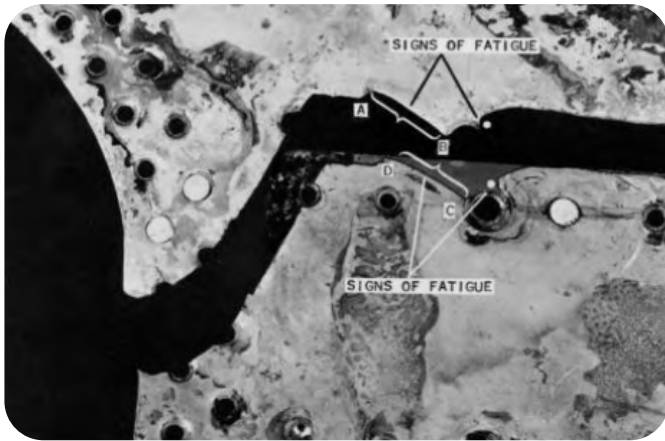


Fot. 6. Obecność pęknięcia będącego wadą produkcyjną oraz jego późniejsza propagacja [4]

Ponadto w trakcie analiz, w obszarach naroży stwierdzono obecność wad produkcyjnych. Były to pęknięcia o długościach wynoszących nawet kilka mm, biegnące od otworów na nity. W tamtym czasie, powstawanie tego typu pęknięć w trakcie procesu produkcyjnego nie było uznawane za poważny problem. Standardową procedurą było wykrycie takich niezgodności oraz nawiercanie otworu na końcu pęknięcia w celu przeciwdziałania jego dalszemu rozprzestrzenianiu się. Nie zdawano sobie sprawy, że to kolejny ważny czynnik wpływający na miejscowy wzrost naprężeń. W rzeczywistości, w przypadku kadłuba Comet 1, nawiercanie otworów nie przynosiło oczekiwanych efektów, ponieważ na skutek lokalnego osłabienia przekroju, pęknięcia te pomimo nawiercania otworów, powtórnie inicjowały się po drugiej stronie otworu i propagowały w poszycie [fot. 6].



Fot. 7. Pęknięcie zmęczeniowe biegnące od naroża okna – testy G-ALYR [3]



Fot. 8. Przebieg pęknięcia przez otwory oraz poszycie [4]

Ostatecznie ustalono, że inicjacja pierwszych pęknięć zmęczeniowych zawsze następowała w okolicach naroży ram okiennych ADF, po czym rozchodziły się one na dalszą część kadłuba.

W raporcie dotyczącym analizy wypadku wspomniano o zbliżonym do kwadratowego kształcie okien ADF znajdujących się nad kokpitem. Opinie publicznej trudno było zrozumieć, że przyczyną awarii było znaczne spiętrzenie naprężeń w narożach okien, powodowane kilkoma czynnikami, a nie tylko samym ich kształtem. Otóż kształt okien przyczynił się do większej koncentracji naprężeń, jednak sam w sobie nie stanowił pojedynczej przyczyny wypadków. Tu należy zauważyć, że przy użyciu określonych materiałów o odpowiednich grubościach i zastosowaniu właściwej technologii wytwarzania, w tym w szczególności wykonywania otworów oraz łączenia elementów, możliwym jest zaprojektowanie kadłuba z prostokątnymi czy kwadratowymi wycięciami w poszyciu (np. oknami, włazami, lukami) w taki sposób, aby poziom naprężeń w niewralgicznych punktach konstrukcji pozostawał na bezpiecznym poziomie przez cały cykl życia ustroju. Przykładem tego mogą być inne samoloty pasażerskie z kwadratowymi oknami, np. Boeing 377 Stratocruiser, Douglas DC-7 czy DC-8, które z uwagi na brak błędów projektowych nie doświadczyły takich awarii jak Comet 1.

ZAŁOŻENIA ZASTOSOWANE PODCZAS PROJEKTOWANIA

Obowiązujące w 1949 roku przepisy *International Civil Aviation Organization* oraz *British Civil Aircraft Requirements* dla brytyjskich cywilnych statków powietrznych wymagały ciśnienia projektowego dla kadłuba na poziomie 2 P oraz ciśnienia podczas prób nie mniejszego niż 1,33 P, gdzie P w uproszczeniu odpowiadało ciśnieniu spodziewanemu w trakcie przeciętnego lotu. Jak się później okazało ani ICAO, ani władze brytyjskie nie były w pełni świadome wszystkich zagrożeń oraz oddziaływań i ich skutków w przypadku kabin tego typu. Wiele przepisów, w tym dotyczących zmęczenia, pozostało niezmienionych. W konsekwencji obowiązywały zarówno dla kabin hermetyzowanych (ciśnieniowych) i niehermetyzowanych (bezcisnieniowych).

Projektanci de Havilland zdawali sobie sprawę z możliwości wystąpienia uszkodzenia zmęczeniowego i uznali to za poważny problem. Mieli też świadomość,

że w czasie modelowania kadłuba samolotów Comet 1 doświadczenie w dziedzinie konstruowania oraz produkcji odrzutowców z kabiną ciśnieniową było niewielkie, dlatego też dołożyli wielu starań w celu uniknięcia kłopotów z trwałością. Oprócz wykonanych obliczeń położono też bardzo duży nacisk na testy strukturalne konstrukcji samolotu. De Havilland zdecydował się znacznie przekroczyć obowiązujące wówczas normy. Kadłub zaprojektowano na ciśnienie 2,5 P, po czym pomyślnie testowano go przy ciśnieniu 2 P. Obliczenia wykonane dla obszarów naroży okien wykazały, że występujące tam naprężenia są mniejsze niż połowa wytrzymałości materiału (obliczenia nie uwzględniały koncentracji naprężeń). W celu udowodnienia tej tezy przeprowadzono próby kadłuba, których wynik uznano za twarde dowód na to, że konstrukcja Comet 1 jest bezpieczna.

Wraz z rozwojem wiedzy oraz nabywaniem nowych doświadczeń, kilka lat później, gdy Comet 1 był już w czynnej służbie rozpoczęto publikować kolejne przepisy, które wymagały bardziej szczegółowych badań zmęczeniowych dla kadłubów hermetyzowanych. W związku z tym de Havilland poddał prototyp kadłuba kolejnym próbom. Wykonano testy, w których cyklicznie zwiększano ciśnienie od zera do 1 P. Kadłub ostatecznie uległ awarii po 16 000 cykli, gdzie liczba cykli miała odpowiadać liczbie symulowanych lotów wykonanych pod ciśnieniem (ze zmianą ciśnienia wewnątrz kabiny). Pęknięcia zmęczeniowe pojawiły się w narożu okna. Jednak projektowa żywotność kadłuba wynosiła 10 000 cykli, więc pęknięcia występujące na poziomie 16 000 cykli zdawały się nie stanowić jakiegokolwiek problemu.

Jak się później okazało, kadłuby Comet 1 w rzeczywistych warunkach były zdolne wykonać jedynie około 1000 lotów. W przypadku G-ALYP było to 1290, a w przypadku G-ALYY tylko 900 lotów.

Kolejną kwestią, której projektanci nie byli w stanie przewidzieć była zmiana własności materiału podczas testów. W trakcie dochodzenia uznano, że błędem była decyzja o przeprowadzeniu prób zmęczeniowych na tym samym egzemplarzu kadłuba, który wcześniej został poddany próbie przy ciśnieniu wynoszącym 2 P. Wykonanie próby w takich warunkach skutkowało lokalnym umocnieniem materiału, co prowadziło z kolei do poprawy własności zmęczeniowych w tych miejscach. Proces ten zamaskował rzeczywistą trwałość konstrukcji. Prototypowy kadłub uległ awarii dopiero po 16 000 cykli, w dużej mierze ze względu na zmiany własności materiału.

Niestety, niewystarczająca wiedza na temat właściwości zmęczeniowych złożonych ustrojów przyczyniła się do nieświadomego zaprojektowania wadliwej konstrukcji.

Proces degradacji materiału występujący w kadłubach samolotów Comet 1 ma charakter zmęczenia niskocyklowego, co oznacza inicjację i propagację pęknięć w wyniku powtarzalnych obciążeń o dużej amplitudzie, przy stosunkowo niewielkiej liczbie cykli. Odmiennie przebiega proces zmęczenia wysokocyklowego, w którym cykliczne obciążenia charakteryzują się niską amplitudą, lecz działają przez bardzo dużą liczbę cykli.

W rozpoczętej w tamtych czasach rywalizacji stawką było to, kto jako pierwszy zaoferuje na rynku pasażerski samolot z napędem odrzutowym, dysponujący hermetyzowaną kabiną. Comet miał więc być samolotem przełomowym, prezentującym ogromny postęp technologiczny. Wiązało się z tym jednak sporo wyzwań technicznych.

DALSZA HISTORIA SAMOLOTÓW COMET

Po wycofaniu w 1954 roku świadectwa zdatności do lotu dla samolotów Comet 1 wstrzymano ich produkcję. Ten sam los spotkał kolejne wersje już produkowanych maszyn w wariacjach Comet 2 oraz Comet 3. Seria katastrof zburzyła zaufanie przewoźników do samolotu, a linie lotnicze anulowały wcześniej złożone zamówienia.

De Havilland rozpoczął prowadzenie intensywne badań mających na celu ustalenie przyczyn awarii oraz nakreślenie ścieżki powrotu maszyn do użytkowania. Rezultaty badań zmusiły wytwórnę do modernizacji kadłubów. Między innymi zwiększono grubość blach poszycia kadłuba, zastosowano owalne okna, odchyłono na zewnątrz od kadłuba dysze wylotowe silników, minimalizując tym samym negatywny wpływ gorących gazów wylotowych na poszycie samolotu. Zastosowanie owalnych okien, oprócz zmian związanych z koncentracją naprężeń, podyktowane było również zastosowaniem innej techniki łączenia polegającej na częściowej rezygnacji z połączeń nitowych na rzecz połączeń klejowych. Przy pozostałych połączeniach nitowych, w sytuacji pojawienia się pęknięcia w obszarze otworu w fazie produkcji, uznawano to za wadę. Koszty modernizacji były kolosalne i wzięły je na siebie rząd Wielkiej Brytanii. Przeprojektowanie samolotu oraz ponowna certyfikacja zajęła producentowi cztery lata. Maszyna na nowo weszła do służby w 1958 roku jako Comet 4. Wersja ta okazała się być samolotem w pełni udanym, pozbawionym wad swoich poprzedników.



Fot. 9. Comet 4 z owalnymi oknami [11]

Niefortunnie dla wytwórni de Havilland w tym czasie przemysł lotniczy nie stał w miejscu. Inni producenci również pracowali nad swoimi konstrukcjami pasażerskich samolotów odrzutowych. W Europie w 1955 roku oblatane zostały: francuski samolot Sud Aviation Caravelle oraz radziecki Tu-104, a w 1958 roku w Stanach Zjednoczonych oblatany został Douglas DC-8. W tym samym roku do służby wszedł również inny amerykański samolot Boeing 707, w starciu z którym Comet 4 okazał się być bez szans. Boeing 707, lecąc ze znacznie większą prędkością mógł zabrać na pokład dwa razy więcej pasażerów niż Comet 4, przy znacząco niższych kosztach, liczonych na jednego pasażera.

DOŚWIADCZENIE PRZEMYSŁU LOTNICZEGO NABYTE NA SKUTEK KATASTROF COMET 1

Comet 1 stał się samolotem, na przykładzie którego cały przemysł lotniczy uczył się tego, jak zachowują się hermetyzowane kadłuby pracujące w warunkach zmęczenia oraz jaki wpływ ma to na ich trwałość.

Aspekty ujawnione w trakcie dochodzenia powypadkowego przyczyniły się do sformułowania wymownego komentarza, zamieszczonego w raporcie końcowym [2]:

„Obecnie wiadomo już na tyle dużo o fundamentalnej fizyce zmęczenia, aby inżynierowie mieli świadomość, że wciąż jest jeszcze wiele do nauczenia”. (tłum. własne.)

W toku dochodzeń sformułowano wiele rewolucyjnych, jak na ówczesne czasy wniosków, zaleceń oraz spostrzeżeń skierowanych do producentów statków powietrznych. W raportach zawarto między innymi zalecenia dotyczące projektowania, produkcji oraz konserwacji bazujących na zrozumieniu własności zmęczeniowych konstrukcji. Również zwrócono uwagę, że zastosowanie dużych współczynników bezpieczeństwa przy określaniu wytrzymałości statycznej nie niweluje skutków zmęczenia. Dookreślono, aby w kalkulacjach brać pod uwagę możliwość wystąpienia karbu geometrycznego będącego powodem spiętrzenia naprężeń. Wiele innych wniosków i zaleceń dla dzisiejszego inżyniera zostanie opisanych w kolejnej części artykułu.

Seria katastrof i działania podjęte w celu ich wyjaśnienia, stały się przyczyną modyfikacji standardów oraz zaleceń dotyczących badań wytrzymałościowych i testów, potrzebnych do uzyskania świadectwa zdatności do lotu dla maszyn budowanych w późniejszym czasie.

Przypadek samolotu Comet 1 stał się cenną lekcją dla środowiska inżynierów. W obecnych czasach nie tylko branża lotnicza korzysta z tych doświadczeń.

W przypadku gdy dana konstrukcja jest cyklicznie obciążana i odciążana, krytycznym kryterium jej nośności jest zwykle wytrzymałość zmęczeniowa. Przykładami konstrukcji pracujących przy obciążeniach zmiennych są np. dźwignice, środki transportu, mosty, cyklicznie napełniane i opróżniane zbiorniki ciśnieniowe i magazynowe, konstrukcje morskie. Jeśli zmęczenie materiału nie zostanie właściwie uwzględnione w projekcie, uszkodzenie zmęczeniowe dające początek katastrofie może wystąpić dość szybko, w ciągu zaledwie kilkudziesięciu cykli pracy konstrukcji lub w stosunkowo długim okresie eksploatacji, np. po kilku milionach cykli. Stanowi ono realne zagrożenie, dlatego też analiza trwałości zmęczeniowej w tym przypadku jest niezbędna.

Literatura:

1. Ministry of Civil Aviation: Report of the Court Investigation on the Accident to Comet G-ALYV on 2nd May, 1953. London, 1953.
2. Ministry of Transport and Civil Aviation: Report of the Court of Inquiry into the Accidents to Comet G-ALYP on 10th January, 1954 and Comet G-ALYU on 8th April, 1954. London, 1955.
3. Ministry of Aviation: Behavior of Skin Fatigue Cracks at the Corners of Windows in a Comet I Fuselage. London, 1962.
4. Withey P.: The Real Story of the Comet Disaster, De Havilland Comet - Structural Fatigue. University of Birmingham, Lecture by HAW Hamburg, 2019.
5. Federal Aviation Administration: De Havilland DH-106 Comet 1. Transport Airplane Accident Library, updated 2023.
6. Aviation Safety Network, <https://asn.flightsafety.org>
7. Wanhill R.J.H.: A review of the De Havilland Comet I G-ALYP fuselage failure based on the Court of Enquiry Report (1955) and publications by T. Swift (1987) and P.A. Withey (1997, 2019). Royal Netherlands Aerospace Centre, 2020.
8. Woo S.: Product Recalls and Its Assessment Significance. Addis Ababa Science and Technology University, Etiopia 2019.
9. Swopes B.R.: Metal Fatigue. 2016, <https://www.thisdayinaviation.com/>
10. Zieliński W.: Analiza możliwości zwiększenia dokładności monitorowania zużycia zmęczeniowego konstrukcji samolotu Su-22 na podstawie danych z pokładowego rejestratora parametrów lotu i systemu monitorowania obciążeń. Rozprawa Doktorska, WAT, Warszawa 2022.
11. https://en.wikipedia.org/wiki/De_Havilland_Comet
12. <https://www.airvectors.net/avcomet.html>

Dyrektywa NIS2

Nowelizacja ustawy o KSC

Podmioty kluczowe i ważne



**MGR INŻ.
MICHAŁ ŁONIEWSKI**

Kierownik Wydziału
Rozwoju Technicznego
Przewodniczący Zespołu
Zadaniowego
ds. Cyberbezpieczeństwa
Departament
Innowacji i Rozwoju
Urząd Dozoru Technicznego

Dyrektywa NIS2

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/2555 z dnia 14 grudnia 2022 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu cyberbezpieczeństwa na terytorium Unii, zmieniająca rozporządzenie (UE) nr 910/2014 i dyrektywę (UE) 2018/1972 oraz uchylająca dyrektywę (UE) 2016/1148 (NIS), czyli DYREKTYWA NIS2 2022/2555 została opublikowana w Dzienniku Urzędowym UE L333/80 z 27 grudnia 2022 r. Co ważne, wraz z publikacją NIS2 w tym samym Dz. Urz. UE opublikowana została również DYREKTYWA CER 2022/2557 – dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/2557 z dnia 14 grudnia 2022 r. w sprawie odporności podmiotów krytycznych i uchylająca dyrektywę Rady 2008/114/WE.



Dyrektywa NIS2 wraz z dyrektywą CER tworzą spójne i zharmonizowane ramy prawne w zakresie zapewniania ciągłości świadczenia usług kluczowych dla państwa, kreując przy tym odporność podmiotów świadczących te usługi na zagrożenia fizyczne i incydenty cyberbezpieczeństwa. Z uwagi na powiązanie między bezpieczeństwem fizycznym a cyberbezpieczeństwem podmiotów krytycznych obydwie akty prawne wzajemnie się uzupełniają, przy czym dyrektywa CER nie stosuje się do kwestii objętych dyrektywą NIS2.

Dyrektywy weszły w życie 16 stycznia 2023 r., a państwa członkowskie zostały zobowiązane do implementacji wymagań unijnych do prawa krajowego do 17 października 2024 r. Przedmiotem dalszych rozważań będzie dyrektywa NIS2 oraz nowelizacja ustawy o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa wdrażająca wymagania NIS2 do prawa polskiego.

Celem nadrzędnym dyrektywy NIS2 jest osiągnięcie wspólnego wysokiego poziomu cyberbezpieczeństwa w całej Unii, zmierzającego do poprawy funkcjonowania rynku wewnętrznego.

Dążąc do realizacji powyższych zapisów, dyrektywa określa:

- obowiązki państw członkowskich, które dotyczą:
 - przyjęcia krajowych strategii cyberbezpieczeństwa,
 - wyznaczenia lub powołania właściwych organów, organów ds. zarzą-

dzania kryzysowego w cyberbezpieczeństwie, pojedynczych punktów kontaktowych ds. cyberbezpieczeństwa (pojedyncze punkty kontaktowe) oraz zespołów reagowania na incydenty bezpieczeństwa komputerowego (ang. Computer Security Incident Response Team – CSIRT);

- **środki zarządzania ryzykiem w cyberbezpieczeństwie oraz obowiązki w zakresie zgłaszania incydentów**, które spoczywają na podmiotach w rodzaju tych, o których mowa w załączniku I lub II dyrektywy (podmioty kluczowe lub ważne), jak również na podmiotach zidentyfikowanych jako podmioty o charakterze krytycznym na podstawie dyrektywy CER 2022/2557;
- zasady i obowiązki w zakresie wymiany informacji o cyberbezpieczeństwie;
- obowiązki w zakresie nadzoru i egzekwowania przepisów spoczywające na państwach członkowskich.

Dyrektywa NIS2 rozszerza znacznie zakres pierwszej dyrektywy NIS, zastrza wymogi w zakresie bezpieczeństwa i sprawozdawczości dla przedsiębiorstw, wprowadza bardziej rygorystyczne środki nadzoru dla organów krajowych i surowsze wymogi w zakresie egzekwowania przepisów oraz poprawia wymianę informacji i współpracę między organami państw członkowskich.





Nowelizacja ustawy o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa

Polskim aktem prawnym implementującym dyrektywę NIS2 będzie nowelizacja pierwszej ustawy o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa z dnia 5 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2024 r. poz. 1077 i 1222), której najnowszy projekt pochodzi z dnia 16 kwietnia 2025 r. (projekt ustawy o zmianie ustawy o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa oraz niektórych innych ustaw, zwany dalej projektem ustawy o zmianie ustawy o KSC). Według aktualnych informacji z Ministerstwa Cyfryzacji (czerwiec 2025 r.), projekt w wersji z kwietnia 2025 r. będzie aktem powszechnie obowiązującym, a jego publikacji należy spodziewać się w ciągu kilku najbliższych miesięcy. Poniżej najważniejsze zapisy tego projektu.

Krajowy system cyberbezpieczeństwa

Projekt ustawy o zmianie ustawy o KSC w art. 1.1 podaje informacje o podstawowym zakresie zagadnień objętych ustawą.

„Art. 1.1 ustawa określa:

- 1) organizację krajowego systemu cyberbezpieczeństwa oraz zadania i obowiązki podmiotów wchodzących w skład tego systemu;
- 2) sposób sprawowania nadzoru i kontroli w zakresie stosowania przepisów ustawy;
- 3) zakres Strategii Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej;
- 4) zakres Krajowego planu reagowania na incydenty i sytuacje kryzysowe w cyberbezpieczeństwie na dużą skalę”.

Art. 4 natomiast informuje nas o podmiotach tworzących krajowy system cyberbezpieczeństwa i wymienia je w podanej poniżej kolejności (czcionką zieloną zmiany względem ustawy o KSC z 2018 r.).

„Krajowy system cyberbezpieczeństwa obejmuje:

- 1) podmioty kluczowe;
- 2) podmioty ważne;
- 3) CSIRT MON;
- 4) CSIRT NASK;
- 5) CSIRT GOV;
- 6) CSIRT sektorowe;
- 7)-16) uchylone;
- 17) organy właściwe do spraw cyberbezpieczeństwa;
- 17a) Połączone Centrum Operacyjne Cyberbezpieczeństwa, zwane dalej „PCOC”;
- 18) Pojedynczy Punkt Kontaktowy do spraw cyberbezpieczeństwa, zwany dalej „Pojedynczym Punktem Kontaktowym”;
- 19) Pełnomocnika Rządu do Spraw Cyberbezpieczeństwa, zwanego dalej „Pełnomocnikiem”;
- 20) Kolegium do Spraw Cyberbezpieczeństwa, zwane dalej „Kolegium”.

Na wszystkie wymienione wyżej podmioty nałożone będą obowiązki oraz konkretne zadania do realizacji, co – wraz ze sprawowaniem nadzoru i kontrolą realizacji tychże zadań – określa organizację krajowego systemu cyberbezpieczeństwa. **Podmioty kluczowe i ważne** występują tutaj w roli podmiotów, w których potencjalny incydent cyberbezpieczeństwa powoduje lub może spowodować poważne obniżenie jakości lub przerwanie ciągłości świadczenia usługi przez te podmioty. Również może powodować straty finansowe dla tych podmiotów lub wpływać na inne osoby fizyczne, osoby prawne, jednostki organizacyjne (nieposiadające osobowości prawnej) poprzez wywołanie poważnej szkody materialnej lub niematerialnej (tzw. **incydent poważny**).

Podstawowa różnica między podmiotem kluczowym a podmiotem ważnym wyraża się w kwestiach nadzorczych.

- Wobec podmiotu kluczowego można prowadzić czynności nadzorcze uprzednie *ex ante* (przed faktem) i następcze *ex post* (po fakcie).
- Wobec podmiotu ważnego czynności nadzorcze można prowadzić tylko *ex post* (po fakcie).

Pozostałe obowiązki podmiotów kluczowych i podmiotów ważnych są identyczne z wyjątkiem kwestii obowiązkowych audytów, o czym będzie mowa w dalszej części artykułu.

Podmioty kluczowe i ważne

Rodzaje podmiotów kluczowych i ważnych precyzują załączniki I i II dyrektywy NIS2, a w prawie krajowym odpowiednio załączniki nr 1 i 2 do projektu ustawy o zmianie ustawy o KSC, podając sektory oraz podsektory, w których realizowane są usługi istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa państwa. Sektory oraz podsektory podmiotów kluczowych i ważnych według projektu ustawy przedstawia tabela 1. Podsektory wymieniane są po myślniku.

Tab. 1. Sektory oraz podsektory podmiotów kluczowych i ważnych według projektu ustawy o zmianie ustawy o KSC (czcionka zielona - zmiany w stosunku do ustawy o KSC z 2018 r.) (źródło: Projekt ustawy o zmianie ustawy o KSC z dnia 16 kwietnia 2025 r.)

Sektory i podsektory podmiotów kluczowych	Sektory i podsektory podmiotów ważnych
Energia: – wydobywanie kopalin – energia elektryczna – ciepło – ropa i paliwa – gaz – energetyka jądrowa – wodór	Usługi pocztowe
Transport: – transport lotniczy – transport kolejowy – transport wodny – transport drogowy	Inwestycje energetyki jądrowej
Bankowość i infrastruktura rynków finansowych	Gospodarowanie odpadami: – zbieranie odpadów – transport odpadów – przetwarzanie odpadów, w tym sortowanie, wraz z nadzorem nad wymienionymi działaniami, a także późniejsze postępowanie z miejscami unieszkodliwiania odpadów – działania wykonane w charakterze sprzedawcy odpadów lub pośrednika w obrocie odpadami
Ochrona zdrowia: – udzielanie świadczeń zdrowotnych i zdrowie publiczne – produkcja i dystrybucja substancji czynnych, produktów leczniczych i wyrobów medycznych	Produkcja, wytwarzanie i dystrybucja chemikaliów
Zaopatrzenie w wodę pitną i jej dystrybucja	Produkcja, przetwarzanie i dystrybucja żywności
Zbiorowe odprowadzanie ścieków	Produkcja: – produkcja wyrobów medycznych i wyrobów medycznych do diagnostyki in vitro – produkcja komputerów, wyrobów elektronicznych i optycznych – produkcja urządzeń elektrycznych – produkcja maszyn i urządzeń (gdzie indziej nieklasyfikowana) – produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep – produkcja pozostałego sprzętu transportowego
Infrastruktura cyfrowa: – infrastruktura cyfrowa z wyłączeniem komunikacji elektronicznej – komunikacja elektroniczna	Dostawy usług cyfrowych
Zarządzanie usługami ICT	Badania naukowe
Przestrzeń kosmiczna	Podmioty publiczne (m.in. samorządowe jednostki i zakłady budżetowe, instytucje kultury, spółki prawa handlowego)
Podmioty publiczne (m.in. jednostki sektora finansów publicznych, instytuty badawcze, NBP, BGK, UDT, PAŻP, PCA, UKNF, PAP, Wody Polskie, PFR, NFOŚiGW, wojewódzkie samorządowe jednostki budżetowe)	

Do tej pory operatorzy usług kluczowych (podmioty ustawy o KSC z 2018 r.) byli wyznaczani w drodze decyzji administracyjnej organu właściwego do spraw cyberbezpieczeństwa. Aby ułatwić identyfikację podmiotów kluczowych i podmiotów ważnych, w projekcie ustawy o zmianie ustawy o KSC wprowadzono obowiązek samorejestracji tych podmiotów.



Rejestracja będzie dokonywała się w wykazie podmiotów kluczowych i podmiotów ważnych, który będzie prowadzony przez ministra właściwego do spraw informatyzacji. Podmioty spełniające wymogi dla podmiotów kluczowych i podmiotów ważnych będą zobowiązane do zarejestrowania się w tym wykazie w terminie 3 miesięcy od dnia spełnienia przesłanek uznania za podmiot kluczowy albo podmiot ważny (art. 7c. 1).



Inną formą identyfikacji będzie wpis do wykazu podmiotów i ważnych z urzędu, gdzie zawiadomienie o wpisie doręczy minister właściwy do spraw informatyzacji (art. 7b. 1). Ścieżka ta będzie dotyczyć jednak znacznie mniejszej liczby podmiotów, przede wszystkim tych, które bezpośrednio wskazuje projekt ustawy o zmianie ustawy o KSC.

Obowiązki podmiotów kluczowych i ważnych

Dyrektywa NIS2 odeszła od wdrażania środków zapewniających bezpieczeństwo systemów informacyjnych tylko w zakresie świadczonych usług kluczowych. Podmiot kluczowy lub ważny musi dbać o bezpieczeństwo wszystkich swoich systemów wykorzystywanych do prowadzenia działalności. W związku z powyższym, system zarządzania bezpieczeństwem informacji (SZBI) i ciągłością działania (SZCD) będzie musiał być wdrożony w systemach informacyjnych wykorzystywanych w procesach wpływających na świadczenie usług przez te podmioty.

Podstawowym obowiązkiem podmiotów kluczowych i podmiotów ważnych będzie zatem wdrożenie systemu, o którym mowa w art. 8.1 projektu ustawy o zmianie ustawy o KSC.



„Art. 8. 1. Podmiot kluczowy lub podmiot ważny wdraża system zarządzania bezpieczeństwem informacji (SZBI) w systemie informacyjnym wykorzystywanym w procesach wpływających na świadczenie usługi przez ten podmiot, zapewniający:

- 1) prowadzenie systematycznego szacowania ryzyka wystąpienia incydentu oraz zarządzanie tym ryzykiem;
- 2) wdrożenie odpowiednich i proporcjonalnych do oszacowanego ryzyka środków technicznych i organizacyjnych, uwzględniających najnowszy stan wiedzy (...), w szczególności:
 - a) polityki szacowania ryzyka oraz bezpieczeństwa systemu informacyjnego (...),
 - b) bezpieczeństwo w procesie nabywania, rozwoju, utrzymania i eksploatacji systemu informacyjnego, w tym testowanie systemu informacyjnego,
 - c) bezpieczeństwo fizyczne i środowiskowe uwzględniające kontrole dostępu,
 - d) bezpieczeństwo zasobów ludzkich,
 - e) bezpieczeństwo i ciągłość łańcucha dostaw produktów ICT, usług ICT i procesów ICT, od których zależy świadczenie usługi (...),
 - f) wdrażanie, dokumentowanie, testowanie i utrzymywanie planów ciągłości działania umożliwiających ciągłe i niezakłócone świadczenie usługi (...),
 - g) objęcie systemu informacyjnego wykorzystywanego do świadczenia usługi systemem monitorowania w trybie ciągłym,
 - h) polityki i procedury oceny skuteczności środków technicznych i organizacyjnych,
 - i) edukację z zakresu cyberbezpieczeństwa dla personelu podmiotu,
 - j) podstawowe zasady cyberhigieny,
 - k) polityki i procedury stosowania kryptografii, w tym w stosownych przypadkach szyfrowania,
 - l) stosowanie bezpiecznych środków komunikacji elektronicznej w ramach krajowego systemu cyberbezpieczeństwa oraz wewnątrz podmiotu, uwzględniających uwierzytelnianie wieloskładnikowe w stosownych przypadkach,
 - m) zarządzanie aktywami,
 - n) polityki kontroli dostępu;
- 3) zbieranie informacji o cyberzagrożeniach i podatnościach na incydenty systemu informacyjnego wykorzystywanego do świadczenia usługi;
- 4) zarządzanie incydentami;
- 5) stosowanie środków zapobiegających i ograniczających wpływ incydentów na bezpieczeństwo systemu informacyjnego wykorzystywanego do świadczenia usługi, w tym:
 - a) stosowanie mechanizmów zapewniających poufność, integralność, dostępność i autentyczność danych przetwarzanych w systemie informacyjnym,
 - b) regularne przeprowadzanie aktualizacji oprogramowania (...),
 - c) ochronę przed nieuprawnioną modyfikacją w systemie informacyjnym,
 - d) niezwłoczne podejmowanie działań po dostrzeżeniu podatności lub cyberzagrożeń (...)

Innymi obowiązkami będą ponadto (art. 9.1):

- wyznaczenie co najmniej dwóch osób odpowiedzialnych za utrzymywanie kontaktów z podmiotami krajowego systemu cyberbezpieczeństwa (wyjątek stanowią mikro- i małe przedsiębiorstwa będące podmiotami kluczowymi i ważnymi oraz podmioty publiczne będące podmiotami ważnymi – te wyznaczają co najmniej jedną osobę),
- zapewnienie użytkownikowi usługi dostępu do wiedzy pozwalającej na zrozumienie cyberzagrożeń i stosowanie skutecznych sposobów zabezpieczania się przed tymi zagrożeniami w zakresie związanym ze świadczonymi usługami, w szczególności przez udostępnianie informacji na ten temat na swojej stronie internetowej,
- zapewnienie użytkownikowi usługi możliwości zgłoszenia cyberzagrożenia, incydentu lub podatności związanych ze świadczoną usługą,

- korzystanie z systemu teleinformatycznego, o którym mowa w art. 46 ust. 1 (**system S46** – system teleinformatyczny rozwijany lub utrzymywany przez ministra właściwego ds. informatyzacji, służący także do prowadzenia wykazu podmiotów kluczowych i ważnych, realizacji zadań ustawowych zespołów reagowania CSIRT i organów właściwych, zgłaszania i obsługi incydentów, szacowania ryzyka na poziomie krajowym, ostrzegania o cyberzagrożeniach).

Ważnym obowiązkiem będzie również prowadzenie dokumentacji dotyczącej bezpieczeństwa systemu informacyjnego wykorzystywanego w procesie świadczenia usługi, na którą składają się dokumentacja normatywna i operacyjna (art. 10.1-10.4), co szczegółowo przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Dokumentacja bezpieczeństwa systemu informacyjnego podmiotów kluczowych i ważnych (źródło: Uzasadnienie do projektu ustawy o zmianie ustawy o KSC z dnia 16 kwietnia 2025 r.)

Dokumentacja normatywna
Dokumentacja Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji (SZBI)
Dokumentacja ochrony infrastruktury, z wykorzystaniem której świadczona jest usługa
Dokumentacja Systemu Zarządzania Ciągłością Działania (SZCD)
Dokumentacja techniczna systemu informacyjnego wykorzystywanego w procesie świadczenia usługi
Dokumentacja wynikająca ze specyfiki świadczonej usługi w danym sektorze/podsektorze
Dokumentacja operacyjna
Zapisy poświadczające wykonywanie czynności wymaganych przez postanowienia zawarte w dokumentacji normatywnej, w tym automatycznie generowane zapisy w dziennikach systemów informacyjnych (logi)

Kolejnym bardzo istotnym obowiązkiem podmiotów kluczowych i ważnych jest obsługa incydentu. W pierwszej kolejności podmiot kluczowy i podmiot ważny zobowiązani będą do zgłoszenia wczesnego ostrzeżenia o incydencie poważnym – niezwłocznie, nie później niż w ciągu 24 godzin od momentu wykrycia incydentu poważnego. Natomiast w ciągu 72 godzin podmiot kluczowy i podmiot ważny zgłaszają incydent poważny wraz z dodatkowymi informacjami o tym incydencie, m.in. opis wpływu incydentu na świadczone usługi, opis przyczyn incydentu, a także informacje o podjętych działaniach. Progi uznania incydentu za incydent poważny zostaną określone w drodze rozporządzenia przez Radę Ministrów. Zgodnie z proponowanymi rozwiązaniami incydenty poważne zgłaszane będą do CSIRT sektorowego. CSIRT sektorowy zobowiązany będzie do udzielenia wsparcia, zgodnie z treścią wniosku podczas zgłoszenia wczesnego ostrzeżenia, w ciągu 24 godzin. Zgłoszenia wczesnego ostrzeżenia i incydentu poważnego będą dokonywane za pośrednictwem systemu S46. Takie rozwiązanie spowoduje, że informacja o tych zgłoszeniach będzie dostępna dla pozostałych CSIRT, w tym również CSIRT poziomu krajowego.

Obsługa incydentu opisana jest w art. 11.1 projektu ustawy.

„Art. 11.1. Podmiot kluczowy i podmiot ważny:

- 1) zapewnia obsługę incydentu;
- 2) zapewnia dostęp do informacji o rejestrowanych incydentach właściwemu CSIRT MON, CSIRT NASK, CSIRT GOV lub CSIRT sektorowemu w zakresie niezbędnym do realizacji jego zadań;
- 3) klasyfikuje incydent jako poważny na podstawie progów uznawania incydentu za poważny;
- 4) zgłasza wczesne ostrzeżenie o incydencie poważnym niezwłocznie, nie później niż w ciągu 24 godzin od momentu jego wykrycia, do właściwego CSIRT sektorowego;
- 4a) zgłasza incydent poważny niezwłocznie, nie później niż w ciągu 72 godzin od momentu jego wykrycia, do właściwego CSIRT sektorowego;
- 4b) przekazuje, na wniosek właściwego CSIRT sektorowego, sprawozdanie okresowe z obsługi incydentu poważnego;
- 4c) przekazuje właściwemu CSIRT sektorowemu sprawozdanie końcowe z obsługi incydentu poważnego, nie później niż w ciągu miesiąca od dnia zgłoszenia, o którym mowa w pkt 4a;
- 5) współdziała podczas obsługi incydentu poważnego i incydentu krytycznego z właściwym CSIRT MON, CSIRT NASK, CSIRT GOV lub CSIRT sektorowym, przekazując niezbędne dane, w tym dane osobowe;
- 6) usuwa podatności, o których mowa w art. 32 ust. 2, oraz informuje o ich usunięciu organ właściwy do spraw cyberbezpieczeństwa”.

W celu realizacji powyższych zadań podmiot kluczowy lub ważny będzie musiał powołać wewnętrzne struktury odpowiedzialne za cyberbezpieczeństwo lub zawrzeć umowę z dostawcą usług zarządzanych w zakresie cyberbezpieczeństwa.

Taki dostawca usług zarządzanych będzie również podlegał obowiązkowi niniejszej, projektowanej ustawy jako podmiot kluczowy sektora: zarządzanie usługami ICT.

Podmiot kluczowy lub ważny na wykonanie powyższych obowiązków będzie miał 6 miesięcy od dnia spełnienia przesłanek uznania go za podmiot kluczowy lub podmiot ważny.

Audyt

Podmiot kluczowy będzie miał obowiązek przeprowadzenia, na własny koszt, audytu bezpieczeństwa systemu informacyjnego wykorzystywanego w procesie świadczenia usługi, co najmniej raz na 3 lata. Będzie on mógł być audytem wewnętrznym lub zewnętrznym. Przeprowadzenie audytu po raz pierwszy podmiot będzie musiał zapewnić w terminie 24 miesięcy od dnia spełnienia przesłanek uznania go za podmiot kluczowy.

Organ właściwy do spraw cyberbezpieczeństwa będzie mógł nakazać przeprowadzenie audytu doraźnego przez podmiot kluczowy lub podmiot ważny. Audyt ten będzie audytem zewnętrznym. W stosunku do podmiotów kluczowych będzie on mógł zostać zlecony w każdym czasie. W stosunku do podmiotów ważnych taki audyt będzie mógł zostać zlecony wyłącznie w przypadku wystąpienia incydentu poważnego lub innego naruszenia przepisów ustawy.



Informacje z projektu ustawy o zmianie ustawy o KSC „Art. 15.2. Audyt może być przeprowadzony przez:

- 1) jednostkę oceniającą zgodność, akredytowaną zgodnie z przepisami ustawy z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U. z 2022 r. poz. 1854) (...);
- 2) co najmniej dwóch audytorów posiadających:
 - a) certyfikaty określone w przepisach wydanych na podstawie ust. 8, lub
 - b) co najmniej trzyletnią praktykę w zakresie audytu bezpieczeństwa systemów informacyjnych, lub
 - c) co najmniej dwuletnią praktykę w zakresie audytu bezpieczeństwa systemów informacyjnych i legitymujących się dyplomem ukończenia studiów podyplomowych w zakresie audytu bezpieczeństwa systemów informacyjnych (...);
- 3) CSIRT sektorowy, ustanowiony w ramach sektora lub podsektora wymienionego w załączniku nr 1 do ustawy, jeżeli audytorzy spełniają warunki, o których mowa w pkt 2”.

Podsumowanie

Musimy pamiętać, że nieprzerwane świadczenie usługi, istotnej z punktu widzenia państwa i obywateli, w przypadku większości podmiotów sektora energii, transportu, produkcji i wody pitnej zależy nie tylko od bezpieczeństwa komputerowych systemów biurowych IT (ang. Information Technology), ale także od bezpieczeństwa przemysłowych sieci i systemów sterowania ICS (ang. Industrial Control Systems), czyli od bezpieczeństwa OT (ang. Operational Technology). Pełna dostępność takich systemów to skoordynowane działania podnoszące poziom bezpieczeństwa w znaczeniu angielskiego „safety”, czyli bezpieczeństwa funkcjonalnego (zagrożenia takie jak przypadkowe awarie sprzętu i oprogramowania, błędy ludzkie) oraz ochrony w znaczeniu „security”, czyli bezpieczeństwa fizycznego i cyberbezpieczeństwa (zagrożenia takie jak nieuprawnione działania i dostęp, sabotaż, zła wola), co wpisuje się w zasadę „No safety without security”.

Urząd Dozoru Technicznego, wychodząc naprzeciw wymaganiom projektowanej ustawy o zmianie ustawy o KSC, opracował Poradnik dobrych praktyk w zakresie cyberbezpieczeństwa urzędów podlegających dozorowi technicznemu. Poradnik ma za zadanie zapewnić dostęp do wiedzy pozwalającej na zrozumienie cyberzagrożeń przez eksploatujących urządzenia technicz-

ne. Informuje także o skutecznych sposobach zabezpieczania się przed tymi zagrożeniami w zakresie związanym ze świadczonymi usługami. Ponadto w ramach działań wspierających realizację obowiązkowego audytu bezpieczeństwa systemu informacyjnego przez podmioty kluczowe, Urząd Dozoru Technicznego oferuje audyt według metodyki opisanej w dokumencie Framework UDTCyber. Poradnik, jak i metodyka dostępne są bezpłatnie na stronie internetowej urzędu pod adresem: <https://www.udt.gov.pl/cyberbezpieczenstwo>.



Rys. 1. Publikacje UDT w zakresie cyberbezpieczeństwa



Informacje uzupełniające

CSIRT GOV – Zespół Reagowania na Incydenty Bezpieczeństwa Komputerowego działający na poziomie krajowym i prowadzony przez Szefa Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego (infrastruktura krytyczna);

CSIRT MON – Zespół Reagowania na Incydenty Bezpieczeństwa Komputerowego działający na poziomie krajowym i prowadzony przez Ministra Obrony Narodowej (infrastruktura wojskowa);

CSIRT NASK – Zespół Reagowania na Incydenty Bezpieczeństwa Komputerowego działający na poziomie krajowym i prowadzony przez Naukową i Akademicką Sieć Komputerową – Państwowy Instytut Badawczy (infrastruktura cywilna);



CSIRT sektorowy – Zespół Reagowania na Incydenty Bezpieczeństwa Komputerowego, działający na poziomie sektora lub podsektora, ustanowiony przez organ właściwy do spraw cyberbezpieczeństwa dla danego sektora lub podsektora (podmiotów kluczowych i ważnych);

Organy właściwe ds. cyberbezpieczeństwa

Organami właściwymi do spraw cyberbezpieczeństwa, na mocy ustawy o zmianie ustawy o KSC, będą:

- Sektor energii – minister właściwy do spraw energii;
- Sektor inwestycji energii jądrowej – minister właściwy do spraw energii;
- Sektor transportu z wyłączeniem podsektora transportu wodnego – minister właściwy do spraw transportu;
- Podsektor transportu wodnego – minister właściwy do spraw gospodarki morskiej i minister właściwy do spraw żeglugi śródlądowej;
- Sektor bankowy i infrastruktury rynków finansowych – Komisja Nadzoru Finansowego;
- Sektor ochrony zdrowia z wyłączeniem podmiotów, o których mowa w art. 26 ust. 5 (podmioty podległe Ministrowi Obrony Narodowej) – minister właściwy do spraw zdrowia;
- Sektor ochrony zdrowia obejmujący podmioty, o których mowa w art. 26 ust. 5 – Minister Obrony Narodowej;
- Sektor zaopatrzenia w wodę pitną i jej dystrybucji – minister właściwy do spraw gospodarki wodnej;
- Sektor infrastruktury cyfrowej z wyłączeniem podmiotów, o których mowa w art. 26 ust. 5 oraz z wyłączeniem podsektora komunikacji elektronicznej – minister właściwy do spraw informatyzacji;
- Podsektor komunikacji elektronicznej z wyłączeniem podmiotów, o których mowa w art. 26 ust. 5 – Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej;
- Sektor infrastruktury cyfrowej obejmujący podmioty, o których mowa w art. 26 ust. 5 – Minister Obrony Narodowej;
- Sektor zbiorowego odprowadzania ścieków – minister właściwy do spraw gospodarki wodnej;
- Sektor zarządzania usługami ICT – minister właściwy do spraw informatyzacji;
- Sektor przestrzeni kosmicznej – minister właściwy do spraw gospodarki;
- Sektor produkcji, wytwarzania i dystrybucji chemikaliów – minister właściwy do spraw gospodarki;
- Sektor produkcji, przetwarzania i dystrybucji żywności – minister właściwy do spraw rolnictwa;
- Sektor produkcji, z wyłączeniem podsektora produkcja wyrobów medycznych i wyrobów medycznych do diagnostyki in vitro – minister właściwy do spraw gospodarki;
- Podsektor produkcji wyrobów medycznych i wyrobów medycznych do diagnostyki in vitro – minister właściwy do spraw zdrowia;
- Sektor usług pocztowych – Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej;
- Sektor gospodarowania odpadami – minister właściwy do spraw klimatu;
- Sektor dostawców usług cyfrowych – minister właściwy do spraw informatyzacji;
- Sektor badań naukowych – minister właściwy do spraw szkolnictwa wyższego i nauki;
- Sektor podmiotów publicznych, z wyłączeniem podmiotów podległych Ministrowi Obrony Narodowej lub przez niego nadzorowanych oraz urzędu obsługującego tego ministra – minister właściwy do spraw informatyzacji;
- Sektor podmiotów publicznych dla podmiotów podległych Ministrowi Obrony Narodowej lub przez niego nadzorowanych oraz dla urzędu obsługującego tego ministra – Minister Obrony Narodowej;
- Podmiot publiczny, który jest wymieniony w innym sektorze niż sektor podmiotów publicznych – organ właściwy dla danego sektora.

Literatura:

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1148 z dnia 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii (dyrektywa NIS)
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/2555 z dnia 14 grudnia 2022 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu cyberbezpieczeństwa na terytorium Unii, zmieniająca rozporządzenie (UE) nr 910/2014 i dyrektywę (UE) 2018/1972 oraz uchylająca dyrektywę (UE) 2016/1148 (dyrektywa NIS 2)
3. Dyrektywa parlamentu europejskiego i rady (UE) 2022/2557 z dnia 14 grudnia 2022 r. w sprawie odporności podmiotów krytycznych i uchylająca dyrektywę Rady 2008/114/WE (dyrektywa CER)
4. Ustawa z dnia 5 lipca 2018 r. o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa (Dz. U. z 2024 r. poz. 1077 i 1222)
5. Ustawa o zmianie ustawy o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa oraz niektórych innych ustaw (projekt z dnia 16 kwietnia 2025 r.)
6. Uzasadnienie do ustawy o zmianie ustawy o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa oraz niektórych innych ustaw (projekt z dnia 16 kwietnia 2025 r.)

CYBER OT Operational Technology Według serii norm IEC 62443



**MGR INŻ.
MATEUSZ KULESZA**

Specjalista
Urządzeń Ciśnieniowych
Dział Techniczny
Oddział w Łodzi
Urząd Dozoru Technicznego



**MGR INŻ.
PRZEMYSŁAW KAMIŃSKI**

Kierownik
Działu Technicznego
Oddział w Płocku
Urząd Dozoru Technicznego



Wprowadzenie

Ewolucja systemów sterowania

Systemy sterowania od początku wspomagały człowieka w podejmowaniu decyzji i monitorowaniu procesów technologicznych. Rozwój techniki mikroprocesorowej umożliwił eliminację przekaźników, zwiększając niezawodność układów. Obecnie dominują skomputeryzowane systemy oparte na komputerach PC, w których rośnie udział złożonego oprogramowania – generując zarówno nowe możliwości, jak i wyzwania kosztowe oraz jakościowe.

Nowoczesne trendy – IIoT i analiza danych

Coraz większe znaczenie zyskują rozwiązania IIoT, łączące inteligentne czujniki i urządzenia wykonawcze z systemami sterującymi. Dzięki temu możliwa jest analiza dużych zbiorów danych procesowych w celu optymalizacji produkcji i przewidywania awarii. Rosnące wymagania obliczeniowe sprawiają, że dane te są coraz częściej przesyłane do chmury.

Standaryzacja jako odpowiedź na różnorodność przepisów

Brak jednolitych wytycznych krajowych i branżowych w zakresie cyberbezpieczeństwa prowadzi do nieporozumień między projektantami, wykonawcami a użytkownikami systemów sterowania. Potrzebne jest spójne podejście.

Powstanie normy IEC 62443

W odpowiedzi na te wyzwania opracowano serię norm IEC 62443, której

celem jest ujednoczenie podejścia do cyberbezpieczeństwa systemów automatyki przemysłowej we wszystkich gałęziach przemysłu.

Zagrożenia bezpieczeństwa systemów sterowania

Różnice między IT a OT

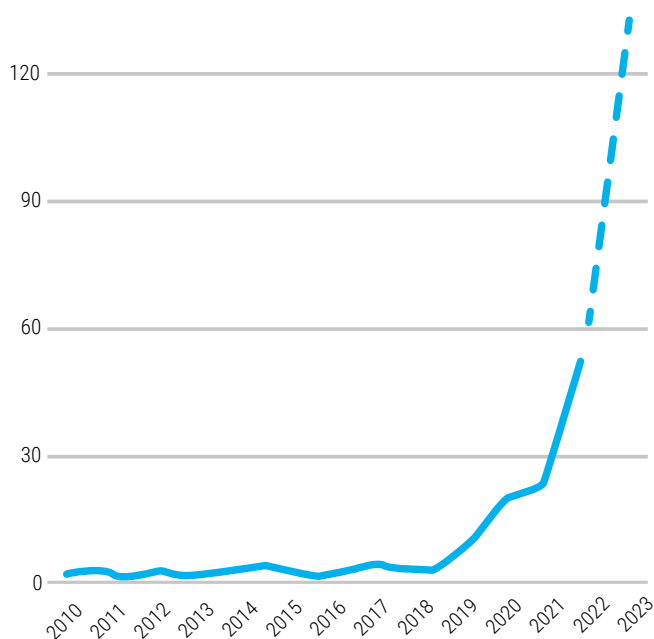
Systemy OT (Operational Technology) narażone są na cyberataki, których skutki mogą mieć charakter fizyczny – od zagrożeń środowiskowych po ryzyko utraty zdrowia lub życia. W przeciwieństwie do IT, gdzie dominują straty finansowe, skutki ataku na infrastrukturę przemysłową mogą być nieodwracalne.

Tradycyjnie systemy OT projektowano z naciskiem na dostępność, nie bezpieczeństwo informacji. Wiele z nich opiera się na przestarzałym oprogramowaniu, trudnym do aktualizacji ze względu na ciągłość pracy i długi cykl życia (15-25 lat).

Rosnąca liczba cyberataków

Choć do 2019 roku incydenty były sporadyczne, od tego czasu ich liczba podwaja się każdego roku. Szacuje się, że do 2027 roku może dojść do 15 000 ataków z konsekwencjami fizycznymi (1) [1].

Najczęstsze zagrożenia to ataki ransomware, które początkowo uderzają w systemy IT, a następnie przechodzą do OT. Ich skuteczność wynika z dużej złożoności systemów sterowania i unikalnych konfiguracji, co wskazuje na działanie zaawansowanych grup APT.



Rys. 1. Liczba cyberataków na przestrzeni lat [1]

IEC 62443-2-1 – Zarządzanie bezpieczeństwem

Norma IEC 62443-2-1 definiuje wymagania dotyczące zarządzania bezpieczeństwem IACS w całym cyklu życia systemu. Obejmuje m.in. polityki, procedury, role oraz ocenę kompetencji integratorów.

Zaleca się formalnie wyznaczyć osoby odpowiedzialne za cyberbezpieczeństwo. W praktyce jednak organizacje często nie wiedzą, czy rolę tę powinien pełnić informatyk, czy automatyk.

- Norma daje jasne ramy do uporządkowania tej odpowiedzialności.
- Wskazuje również na konieczność wyznaczenia osób odpowiedzialnych za cyberbezpieczeństwo systemów IACS.

Struktura normy IEC 62443

Seria norm IEC 62443 została zaprojektowana jako kompleksowy zbiór wytycznych dotyczących cyberbezpieczeństwa systemów automatyki i sterowania przemysłowego (Industrial Automation and Control Systems – IACS). Dokumenty tej serii zostały podzielone na cztery główne grupy tematyczne, które odpowiadają różnym aspektom ochrony systemów OT – od ogólnych pojęć, przez zarządzanie, po wymagania techniczne dla systemów i komponentów.

IEC 62443-1-x: Ogólne pojęcia i definicje

Część 1 normy stanowi fundament teoretyczny i terminologiczny dla całej serii.

Zawiera:

- definicje kluczowych pojęć (takich jak: poziomy bezpieczeństwa, strefy, przepływy),
- modele odniesienia dla systemów automatyki przemysłowej,
- matryce zgodności między różnymi częściami normy.

Dokumenty z tej grupy pomagają zrozumieć architekturę normy oraz sposób, w jaki poszczególne jej części się uzupełniają. Przykładowy dokument to **IEC**

62443-1-1, który wprowadza podstawy terminologiczne oraz pojęcie cyklu życia bezpieczeństwa.

Dodatkowo norma wprowadza listę fundamentalnych wymagań (Fundational Requirements – FR), które powinny być spełnione w systemach automatyki.

IEC 62443-2-x: Wymagania organizacyjne (zarządzanie bezpieczeństwem)
Seria 2-x koncentruje się na aspektach zarządzania cyberbezpieczeństwem w organizacjach odpowiedzialnych za systemy IACS. Dotyczy polityk, procedur, ról i odpowiedzialności.

Najważniejszy dokument w tej grupie to:

- IEC 62443-2-1, który określa wymagania dotyczące systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji w środowisku przemysłowym (CSMS for IACS) oraz
- zawiera wytyczne dotyczące audytów, szkoleń personelu, monitorowania incydentów i reagowania na nie.

Dodatkowo część IEC 62443-2-4 definiuje wymagania wobec dostawców i integratorów, umożliwiając ocenę ich kompetencji w zakresie cyberbezpieczeństwa.

IEC 62443-3-x: Wymagania systemowe i architektura bezpieczeństwa
Seria 3-x zawiera szczegółowe wymagania dotyczące projektowania i implementacji bezpiecznych systemów IACS. To właśnie tutaj definiowane są poziomy bezpieczeństwa (Security Levels – SL), model stref i przepływów (Zones & Conduits), a także zasady oceny ryzyka.

Kluczowe dokumenty:

- IEC 62443-3-2 – metodologia oceny ryzyka i projektowania systemów zgodnie z poziomami SL,
- IEC 62443-3-3 – konkretne wymagania bezpieczeństwa dla systemów sterowania (np. uwierzytelnianie, kontrola dostępu, integralność danych, logowanie zdarzeń).

Ta grupa jest najczęściej wykorzystywana w procesie projektowania infrastruktury przemysłowej oraz w ocenie jej odporności na zagrożenia.

IEC 62443-4-x: Wymagania dla komponentów i ich bezpieczeństwa

Najbardziej techniczna część normy, seria **4-x**, dotyczy **pojedynczych komponentów automatyki przemysłowej**, takich jak:

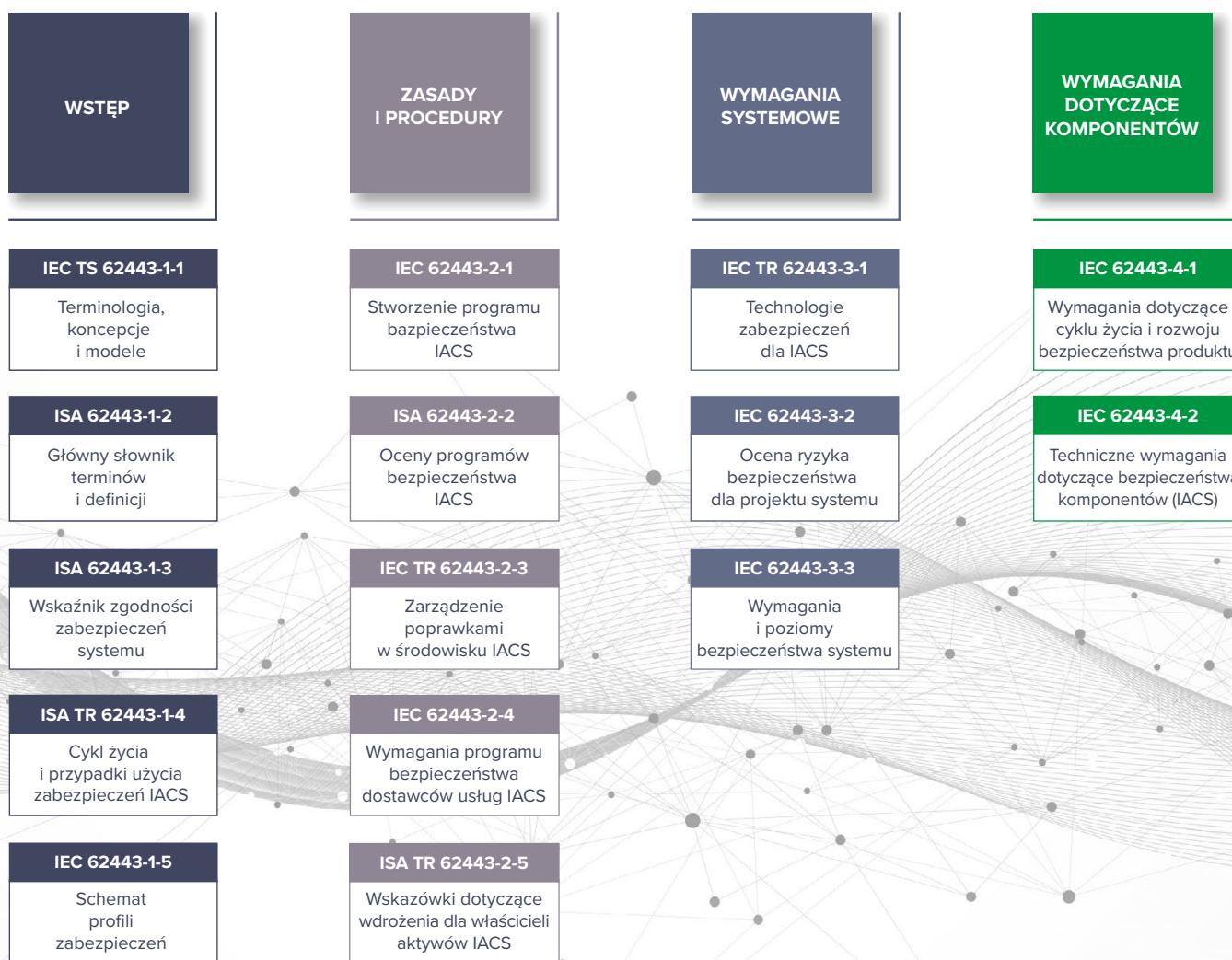
- sterowniki PLC,
- systemy HMI,
- bramki komunikacyjne,
- urządzenia sieciowe (firewalle, przełączniki).

Dokumenty te:

- definiują wymagania dla producentów sprzętu i oprogramowania,
- określają sposób testowania komponentów pod kątem spełniania określonego poziomu bezpieczeństwa (SL),
- wspierają proces certyfikacji produktów,
- definiują cykl życia komponentów.

Najważniejszy dokument to:

- IEC 62443-4-1, który zawiera wytyczne dotyczące bezpiecznego cyklu życia oprogramowania (secure development lifecycle – SDL),
- IEC 62443-4-2, który zawiera wymagania techniczne dla komponentów.



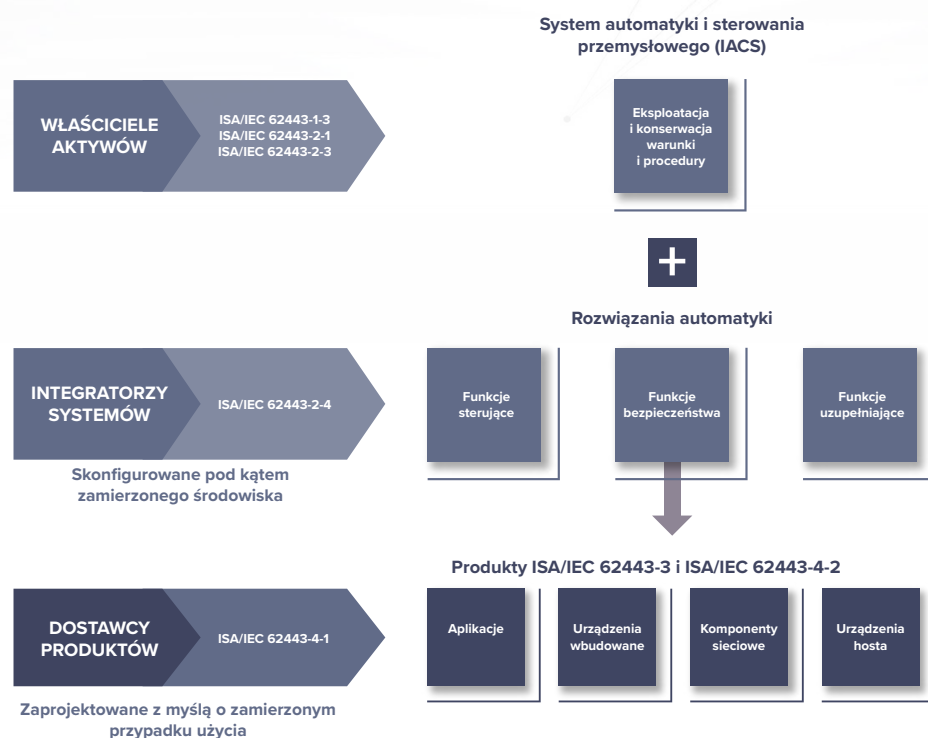
Rys. 2. Podział normy IEC 62443

Współdziałanie elementów normy – kompleksowe podejście

Każda z części normy IEC 62443 została zaprojektowana tak, aby **współpracować z pozostałymi**, tworząc spójny i uniwersalny system zarządzania cyberbezpieczeństwem. Można je odnieść do trzech kluczowych grup interesariuszy.

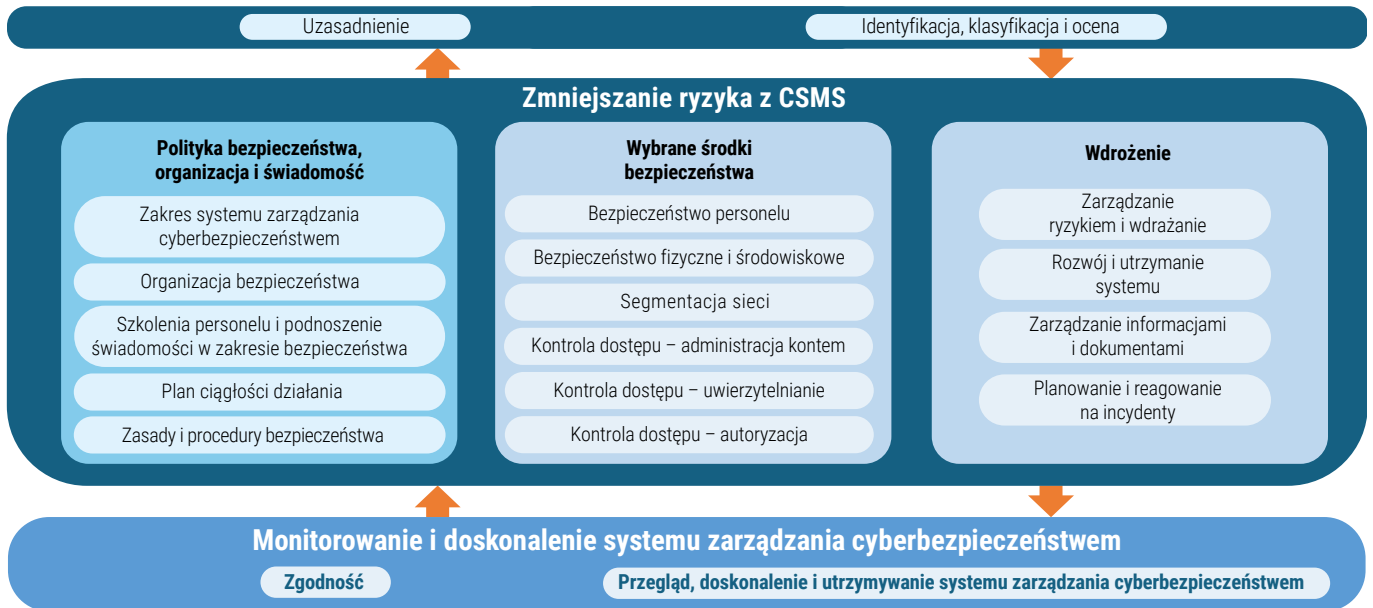
Grupa	Odpowiednie części normy
Właściciel zasobu (Asset Owner)	IEC 62443-1-x, 2-x, 3-x
Integrator systemów (System Integrator)	IEC 62443-2-4, 3-x
Dostawca komponentów (Product Supplier)	IEC 62443-4-x

Podejście to umożliwia przypisanie obowiązków każdemu z uczestników procesu budowy i eksploatacji systemu IACS, co znacząco zwiększa szansę na skuteczne zarządzanie ryzykiem i ochronę infrastruktury przemysłowej.



Rys. 3. Przypisanie części normy IEC 62443 do interesariuszy

Analiza Ryzyka



Rys. 4. Elementy systemu zarządzania cyberbezpieczeństwem (opracowanie własne na podstawie 62443-2-1)

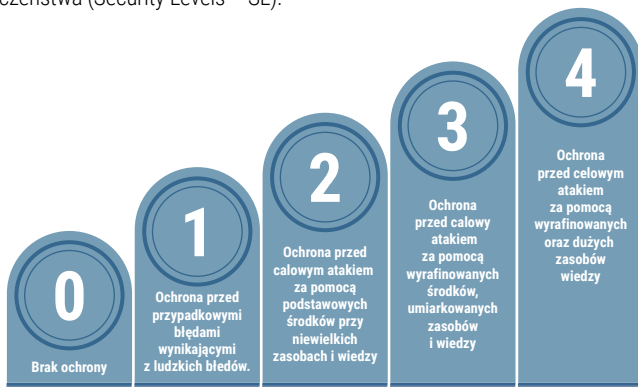
Role, odpowiedzialności i poziomy bezpieczeństwa w normie IEC 62443

Norma **IEC 62443** precyzyjnie definiuje wymagania dla różnych uczestników procesu tworzenia, wdrażania i eksploatacji systemów automatyki przemysłowej (IACS). Dzięki temu możliwe jest skuteczne zarządzanie bezpieczeństwem w całym cyklu życia systemu.

Wymagania dla producentów i komponentów

Część IEC 62443-4-1 jest adresowana do producentów komponentów oraz firm wdrażających rozwiązania automatyki. Określa wymagania, jakie powinny zostać spełnione przez producenta na wszystkich etapach cyklu życia produktu – od projektowania, przez wdrożenie, aż po eksploatację i wycofanie z użycia.

Z kolei część IEC 62443-4-2 zawiera szczegółowe wymagania techniczne dla samych komponentów systemów (np. sterowników, urządzeń sieciowych), określając ich odporność w odniesieniu do konkretnych poziomów bezpieczeństwa (Security Levels – SL).



Rys. 5. Struktura poziomów bezpieczeństwa SL (Security Levels) – na podstawie [2]

Trzy kluczowe role w systemie IACS

Zestaw norm IEC 62443 przypisuje **konkretne zadania i odpowiedzialności trzem głównym grupom interesariuszy**, które odgrywają kluczowe role w cyklu życia systemu automatyki.

1. Właściciel zasobów (Asset Owner)

- Odpowiedzialny za eksploatację systemu IACS.
- Może to być osoba lub organizacja zarządzająca jednym lub wieloma systemami.
- Typowo jest to użytkownik końcowy.
- Definiuje wymagany poziom bezpieczeństwa (SL-T) w odniesieniu do poziomu zagrożeń, ale nie określa technicznych wymagań dla poszczególnych komponentów.

2. Integrator systemu (System Integrator)

- Buduje kompletny system IACS poprzez łączenie sprzętu i oprogramowania pochodzącego od różnych producentów.
- Odpowiada za przełożenie wymagań właściciela na konkretny projekt i konfigurację systemu.
- Głównym odniesieniem dla tej roli jest część IEC 62443-3, która pomaga ocenić i zapewnić zgodność systemu z wymaganiami bezpieczeństwa.

3. Producent urządzeń (Product Supplier)

- Projektuje i dostarcza pojedyncze komponenty systemu.
- Odpowiada za zgodność produktów z wymaganiami normy, ich dokumentację oraz wsparcie w trakcie użytkowania.
- Kluczowe wytyczne znajdują się w części IEC 62443-4, która definiuje cele projektowe i możliwości zabezpieczeń dla produktów.

Poziomy bezpieczeństwa (Security Levels – SL)

Norma IEC 62443 definiuje trzy różne poziomy bezpieczeństwa, przypisane odpowiednio do ról głównych uczestników procesu.

- SL-T (Target Security Level) – Docelowy poziom bezpieczeństwa dla strefy lub połączenia, ustalany przez właściciela zasobów.
- SL-A (Achieved Security Level) – Osiągnięty poziom bezpieczeństwa strefy lub połączenia, za który odpowiada integrator systemu.
- SL-C (Capability Security Level) – Zdolność bezpieczeństwa komponentów, czyli poziom, jaki może zapewnić dane urządzenie, określany przez producenta.

Celem jest, aby osiągnięty poziom (SL-A) w systemie był równy lub wyższy niż poziom docelowy (SL-T) zdefiniowany przez właściciela zasobów.

Korzyści i wyzwania wdrożeniowe

Zastosowanie normy upraszcza opis możliwości bezpieczeństwa produktów, zastępując długie listy funkcji jednym, zrozumiałym wskaźnikiem (SL-C). Ułatwia to także porównanie rozwiązań różnych producentów.

Największym wyzwaniem dla organizacji przy wdrażaniu normy są zasoby ludzkie oraz zmiany organizacyjne. IEC 62443 dostarcza jednak „mapy drogowej” do budowy programu cyberbezpieczeństwa dostosowanego do:

- wymagań regulacyjnych,
- audytów wewnętrznych i zewnętrznych,
- specyfiki procesów przemysłowych.

Wdrażanie CSMS i podejście etapowe

Wdrożenie systemu zarządzania cyberbezpieczeństwem (Cyber Security Management System – CSMS) to proces złożony i długofalowy. Zaleca się podejście etapowe – np. rozpoczęcie od pojedynczego systemu, który może pełnić rolę modelowego rozwiązania dla kolejnych IACS.

Wdrożenie CSMS wymaga:

- zaangażowania interdyscyplinarnego zespołu,
- kompetencji nie tylko technicznych, ale i organizacyjnych,
- przypisania ról i odpowiedzialności zgodnie z normą,
- zapewnienia odpowiednich **szkoleń i narzędzi** wspomagających zarządzanie.

Bezpieczeństwo informacji a bezpieczeństwo procesowe

Ważne jest, aby odróżnić bezpieczeństwo informacji, którego dotyczy norma IEC 62443, od bezpieczeństwa procesowego, które obejmuje ochronę instalacji przemysłowych przed awariami technologicznymi.

W wielu instalacjach zachowana jest możliwość ręcznego sterowania, co pozwala na zachowanie kontroli nad procesem technologicznym w przypadku awarii systemu automatyki. Oba aspekty – informacyjny i procesowy – muszą być uwzględnione w całościowej strategii ochrony infrastruktury przemysłowej.

Cykl życia cyberbezpieczeństwa w systemach IACS

W rzeczywistości przemysłowej zarządzanie bezpieczeństwem informacji nie kończy się na etapie projektowania systemu. Norma IEC 62443 zakłada istnienie **pełnego cyklu życia bezpieczeństwa**, który musi być świadomie realizowany i aktualizowany.

Przypadki z praktyki

- W wielu organizacjach **wdrożenie CSMS** (Cyber Security Management System) ogranicza się jedynie do audytu początkowego i dokumentacji – brak dalszego monitorowania i aktualizacji.
- Często nie wyznacza się **cyberbezpiecznego „punktu końcowego życia” systemu**, co skutkuje eksploatacją urządzeń ze starymi, podatnymi wersjami oprogramowania.
- Zdarza się, że systemy zainstalowane kilka lat wcześniej nie są objęte żadnym procesem przeglądu polityk bezpieczeństwa, co naraża je na nowe typy zagrożeń.

Wprowadzenie pełnego cyklu życia bezpieczeństwa oznacza konieczność:

- projektowania z myślą o bezpieczeństwie („**secure by design**”),
- zarządzania zmianami i incydentami,
- przeglądów, szkoleń i ponownej walidacji komponentów.

Zasady projektowania bezpiecznych architektur – strefy i przepływy

Jednym z kluczowych mechanizmów normy IEC 62443 jest koncepcja **stref (zones)** i **przepływów (conduits)**, która pozwala na logiczne grupowanie zasobów o podobnych wymaganiach bezpieczeństwa i kontrolowanie komunikacji między nimi.

Możliwe przypadki

- Systemy w zakładach produkcyjnych często działają na jednej sieci z nieograniczonym ruchem – nie ma wyodrębnionych stref.
- Pojedynczy komputer operatora ma dostęp jednocześnie do internetu, sieci korporacyjnej i do sieci sterowania – co stanowi typową lukę bezpieczeństwa.
- Przepływy danych nie są kontrolowane, brakuje urządzeń filtrujących (np. firewalli, routerów przemysłowych), co umożliwia swobodny dostęp z zewnątrz.

Projektując zgodnie z zasadami IEC 62443, można:

- ograniczyć zasięg potencjalnego ataku,
- zapewnić **segregację funkcjonalną**,
- kontrolować kierunki i rodzaje komunikacji między strefami.

Audyty i ocena zgodności z normą IEC 62443

Audyty są integralnym elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem. Mogą mieć charakter wewnętrzny lub zewnętrzny, a ich celem jest potwierdzenie zgodności z wymaganiami normy.

Możliwe przypadki audytowe

- Audyt zewnętrzny wykazał, że mimo istnienia dokumentacji CSMS, nie prowadzono logów dostępu ani nie zdefiniowano ról użytkowników – system nie spełnił poziomu SL2.
- Inna organizacja zdecydowała się na dobrowolną certyfikację dostawcy komponentów automatyki (na zgodność z IEC 62443-4-1), co zwiększyło zaufanie klientów i ułatwiło udział w przetargach.
- Audyt wewnętrzny w zakładzie wykazał duże różnice między deklarowanym a rzeczywistym poziomem SL-A – co było wynikiem braku komunikacji między działem IT i utrzymania ruchu.

IEC 62443 a cyfryzacja przemysłu i Przemysł 4.0

W dobie cyfrowej transformacji bezpieczeństwo informacji staje się warunkiem niezbędnym do wdrażania innowacji, takich jak Przemysł 4.0.

Możliwe zagrożenia i wyzwania

- Firmy wdrażające IIoT (Internet Rzeczy w Przemysle) często robią to bez wcześniejszego przygotowania infrastruktury bezpieczeństwa – co prowadzi do wystawienia całych sieci OT na zewnątrz.
- Dane z czujników przesyłane są do chmury publicznej bez szyfrowania ani autoryzacji – narażając tajemnice przedsiębiorstwa.
- Współpraca z partnerami zewnętrznymi (dostawcami usług AI, analityki, chmury) bez precyzyjnych umów bezpieczeństwa (SLA) tworzy punkty podatne na atak.

Zastosowanie normy IEC 62443 w tym kontekście pozwala:

- budować zaufanie między podmiotami (dzięki standaryzacji poziomów bezpieczeństwa),
- minimalizować ryzyko związane z automatyzacją i zdalnym dostępem,
- przygotować organizację do przyszłych regulacji (np. NIS2, CRA – Cyber Resilience Act).

Najczęstsze błędy i trudności we wdrażaniu IEC 62443

Wiele organizacji popełnia podobne błędy przy próbie wdrożenia normy IEC 62443. Ich unikanie może znacząco zwiększyć szanse na sukces.

Najczęstsze przypadki
<ul style="list-style-type: none"> • Brak przypisania ról i odpowiedzialności – wszyscy są „wspólnie” odpowiedzialni, więc nikt realnie nie odpowiada.
<ul style="list-style-type: none"> • Ograniczenie wdrożenia do jednego działu (np. IT), bez udziału automatyki – co prowadzi do wdrażania zabezpieczeń niepasujących do realiów produkcji.
<ul style="list-style-type: none"> • Zbytne poleganie na narzędziach technicznych (np. firewall, IDS) bez jednoczesnego wdrożenia polityk, szkoleń i procedur.
<ul style="list-style-type: none"> • Brak aktualizacji – raz wdrożone rozwiązania nie są weryfikowane ani dostosowywane do zmieniającego się środowiska.
<p>Analizy ryzyka wykonane przez osoby bez wiedzy o systemach sterowania mogą wprowadzać w błąd organizacje, nakazując wyłącznie aktualizację oprogramowania, zmianę haseł itp.</p>

Wnioski i rekomendacje

Norma IEC 62443 to nie tylko zbiór wytycznych – to **praktyczne narzędzie**, które pomaga budować odporność organizacji na cyberataki w środowisku przemysłowym.

Rekomendacje dla organizacji
<ul style="list-style-type: none"> • Zaczynaj od oceny obecnego stanu i zidentyfikowania kluczowych stref oraz komponentów.
<ul style="list-style-type: none"> • Rozważ wdrożenie normy etapami – np. od jednej linii produkcyjnej lub pilotażowego systemu.
<ul style="list-style-type: none"> • Powołaj interdyscyplinarny zespół ds. cyberbezpieczeństwa OT, obejmujący automatyków, informatyków, liderów operacyjnych.
<ul style="list-style-type: none"> • Zapewnij cykliczne szkolenia dla wszystkich zaangażowanych grup.
<ul style="list-style-type: none"> • Pamiętaj, że bezpieczeństwo to proces ciągły, a nie jednorazowy projekt.

IEC 62443 daje elastyczność, ale wymaga konsekwencji. Odpowiednio wdrożona, staje się fundamentem bezpiecznej, zautomatyzowanej i nowoczesnej produkcji.

W połączeniu z bezpieczeństwem procesowym zapewnia dodatkową ochronę instalacji przemysłowych przed adwersarzami.

Podsumowanie

Norma IEC 62443 stanowi kompleksowe podejście do cyberbezpieczeństwa systemów automatyki przemysłowej, integrując wymagania techniczne, organizacyjne i proceduralne. Dzięki podziałowi ról między właściciela zasobów, integratora i producenta komponentów możliwe jest skuteczne przypisanie odpowiedzialności na każdym etapie cyklu życia systemu. Wdrażanie normy wspiera odporność organizacji na cyberzagrożenia, zwłaszcza w kontekście Przemysłu 4.0 i wzrostu liczby ataków na infrastrukturę OT. Choć wdrożenie może być złożone, konsekwentna implementacja standardu pozwala na budowę bezpiecznego, nowoczesnego i zgodnego z regulacjami środowiska przemysłowego.

Literatura:

1. OT Cyber Threats Report '23: Attacks with Physical Consequences <https://waterfall-security.com/ot-insights-center/ot-cybersecurity-insights-center/the-2023-threat-report-at-a-glance/> [dostęp 5.2025]
2. 1.2 The ISA/IEC 62443 Approach to Security <https://onlinedocs.microchip.com/oxy/GUID-50DE1A11-5678-4D1D-979A-E44ECCF47D6A-en-US-1/GUID-2B8F81A8-F83E-474D-BB22-C836CAE340B6.html> [dostęp 5.2025]
3. IEC 62443 series (2022). Industrial communication networks – Network and system security. International Electrotechnical Commission Norma ISA/IEC 62443 - ICsec [dostęp 5.2025]
4. Waterfall Security Solutions (2023). ICS Cybersecurity Threat Report 2023 Threat Report OT Cyber Threats Report '23: Attacks with Physical Consequences [dostęp 5.2025]
5. ISA – International Society of Automation (2022). ISA/IEC 62443 Standards Overview ISA/IEC 62443 Series of Standards - ISA [dostęp 5.2025]
6. NIST SP 800-82 Rev. 2 (2015). Guide to Industrial Control Systems (ICS) Security. National Institute of Standards and Technology <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-82/rev-2/final> [dostęp 5.2025]
7. ISA Global Cybersecurity Alliance (2023). Implementation Guidelines for IEC 62443 <https://gca.isa.org> [dostęp 5.2025]
8. CISA (Cybersecurity & Infrastructure Security Agency). Securing Industrial Control Systems <https://www.cisa.gov> [dostęp 5.2025]
9. EPRI (Electric Power Research Institute). Cybersecurity for Operational Technology Systems in Power Generation <https://www.epri.com> [dostęp 5.2025]
10. NIS2 Directive (2022). Directive (EU) 2022/2555 of the European Parliament and of the Council <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2555> [dostęp 5.2025]
11. Cyber Resilience Act – Proposal (2022). Regulation of the European Parliament and of the Council on horizontal cybersecurity requirements <https://digital-strategy.ec.europa.eu> [dostęp 5.2025]
12. Framework UDT Cyber 2 <https://www.udt.gov.pl/cyberbezpieczenstwo> [dostęp 5.2025]

SZTUCZNA INTELIGENCJA

Szanse i zagrożenia w świecie techniki i dozoru technicznego



Artykuł ten dostępny jest w formie audiobooka.

Czyta sztuczna inteligencja, Alice



**MGR INŻ.
PIOTR KARWOWSKI**

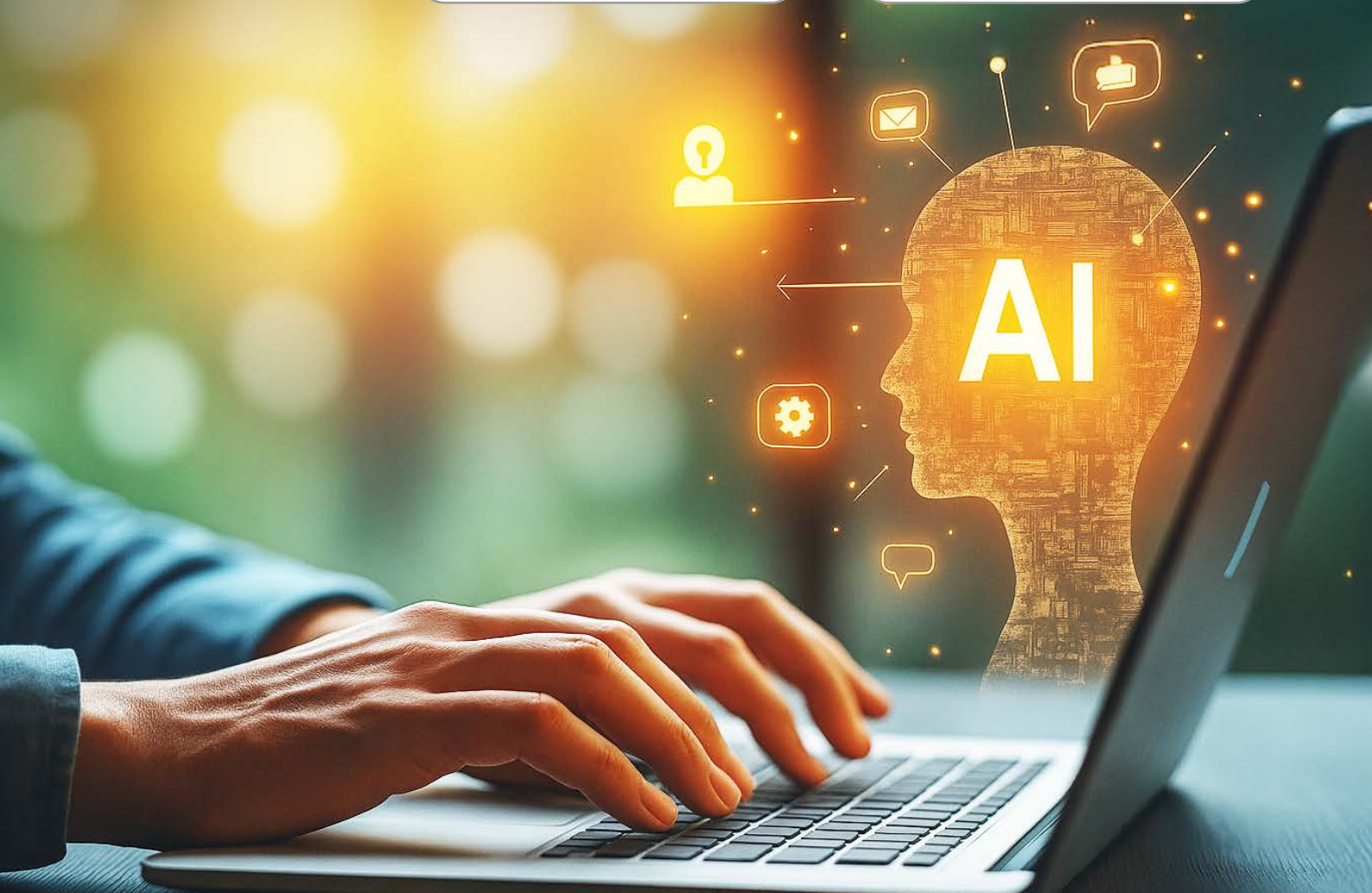
Starszy Specjalista
ds. Rozwoju Metod Badawczych
Wydział Rozwoju Technicznego
Departament Innowacji
i Rozwoju
Urząd Dozoru Technicznego

W OSTATNICH LATACH JESTEŚMY ŚWIADKAMI EKSPLOZJI INFORMACYJNEJ, W KTÓREJ POJĘCIA TAKIE JAK SZTUCZNA INTELIGENCJA, CHATBOTY, PROMPTY CZY WIRTUALNI ASYSTENCI SĄ WYKORZYSTYWANE DO OPISYWANIA NOWYCH OSIĄGNIĘĆ W ŚWIECIE TECHNOLOGICZNYM. W POTOKU INFORMACJI WYRAŹNIE PRZEBIJA SIĘ NARRACJA WZMACNIANA PRZEZ POLITYKÓW I INFLUENCERÓW WIESZCZĄCYCH ZBLIŻAJĄCĄ SIĘ WIELKĄ REWOLUCJĘ I ZMIANY OBECNEGO PORZĄDKU ŚWIATA.

Bez wchodzenia w zawiłości techniczne tych skomplikowanych systemów, próbują wyrzucić na nas poczucie wręcz zbliżającej się apokalipsy większości aspektów naszego życia. Zapowiadają utratę miejsc pracy, spadek jakości edukacji, marginalizację roli człowieka i wiele innych. Treści te poprzez chwytliwe nagłówki próbują popłynąć na fali entuzjazmu związanego z bardzo dynamicznie rozwijającą się gałęzią techniki określanej mianem sztucznej inteligencji (SI). Artykuł ten podejmuje próbę odstąpienia kulis i pokazania tej technologii w sposób obrazujący zarówno szanse jak i zagrożenia związane z jej wdrażaniem. Ma również na celu zachęcenie do eksperymentowania i rozpoczęcia przygody jaką będzie nauka wykorzystywania rozwiązań SI w różnych zadaniach.

„Generatywna sztuczna inteligencja jest naprawdę do bani w porównaniu z wrodzonymi zdolnościami uczenia się nawet najprostszych zwierząt”.
- Yann LeCun
(główny naukowiec ds. sztucznej inteligencji, Meta)

„Sztuczna inteligencja to najważniejsza technologia, jaką ludzkość kiedykolwiek opracuje. To nowa rewolucja, która zmieni każdy aspekt naszego życia”.
- Sam Altman
(dyrektor generalny OpenAI)





Co to jest prompt? →



Prompt to instrukcja lub pytanie, które wprowadza się do modelu językowego, takiego jak ja, aby uzyskać odpowiedź. Może to być proste pytanie, jak „Jaka jest pogoda?“, lub bardziej skomplikowane zadanie, jak „Napisz esej na temat zmian klimatycznych”. Prompt pomaga określić, czego użytkownik oczekuje od modelu. →



Co to jest model językowy? →



Model językowy to zaawansowany system sztucznej inteligencji, który został zaprojektowany do przetwarzania i generowania tekstu w języku naturalnym. Modele te są trenowane na ogromnych zbiorach danych tekstowych, co pozwala im rozumieć kontekst, strukturę języka oraz odpowiadać na pytania, tłumaczyć teksty, pisać eseje i wykonywać wiele innych zadań związanych z językiem.

Przykładem modelu językowego jest GPT-4, na którym opieram swoje działanie. Dzięki temu mogę pomagać w różnych zadaniach, takich jak odpowiadanie na pytania, udzielanie informacji czy wspieranie w codziennych obowiązkach.

Czy jest coś jeszcze, o czym chciałbyś się dowiedzieć? →



Tak. Piszę artykuł pt. Sztuczna inteligencja - szanse i zagrożenia w świecie techniki i dozoru technicznego.

Chciałbym abyś pomógł mi w napisaniu wstępu teoretycznego w którym opiszę pojęcie Sztuczna Inteligencja. W ten sposób pokażę twoje umiejętności na konkretnym zadaniu. Opisz czym jest Sztuczna Inteligencja, napisz to w prosty i przystępny sposób tak aby każdy był w stanie to zrozumieć. Mam taki pomysł abyś w tekście wspomniał również o Skynet z Terminatora w kontekście zerwania z mitem złego SI promowanego w popkulturze →



Oczywiście, oto wstęp teoretyczny do Twojego artykułu:

Sztuczna inteligencja - szanse i zagrożenia w świecie techniki i dozoru technicznego
Sztuczna inteligencja (SI) to dziedzina technologii, która zajmuje się tworzeniem systemów zdolnych do wykonywania zadań, które normalnie wymagają ludzkiej inteligencji. Obejmuje to takie umiejętności jak rozpoznawanie mowy, rozumienie języka naturalnego, podejmowanie decyzji, uczenie się oraz rozwiązywanie problemów.

Podstawą działania sztucznej inteligencji są algorytmy i modele matematyczne, które pozwalają komputerom na analizowanie danych, wyciąganie wniosków i podejmowanie decyzji na podstawie zebranych informacji. Dzięki temu SI może być wykorzystywana w wielu dziedzinach, takich jak medycyna, transport, edukacja, a także w systemach dozoru technicznego.

Jednym z najbardziej znanych przykładów sztucznej inteligencji w kulturze popularnej jest Skynet z serii filmów „Terminator”. Skynet to fikcyjny system SI, który zyskał świadomość i stał się zagrożeniem dla ludzkości. Choć jest to scenariusz science fiction, pokazuje on potencjalne ryzyka związane z rozwojem zaawansowanych systemów SI. W rzeczywistości jednak, sztuczna inteligencja ma ogromny potencjał do poprawy naszego życia i rozwiązywania wielu problemów. Ważne jest, aby zerwać z mitem złego SI promowanego w popkulturze i skupić się na rzeczywistych korzyściach oraz wyzwaniach związanych z jej rozwojem. →

Fragmenty artykułu oznaczone



napisała sztuczna inteligencja na podstawie promptów autora.

POPULARYZACJA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI, CZYLI CZEGO DOKŁADNIE?

30 listopada 2022 roku to data, od której zaczyna się prawdziwy boom w skali globalnej na sztuczną inteligencję.

Co to oznacza? Czy tego dnia wynaleziono SI?

Otóż nie. Pojęcie to po raz pierwszy pojawia się już w 1956 roku. W latach 60. XX wieku ruszają prace nad algorytmami uczenia maszynowego, które są również i dziś wykorzystywane w systemach sztucznej inteligencji. Przez kolejne dziesięciolecia naukowcy pracują nad różnego rodzaju algorytmami i systemami. Tworzone są kolejne rozwiązania, jak np. sztuczne sieci neuronowe. Wszystkie takie pojęcia, systemy czy algorytmy są zaliczane do dziedziny informatyki jaką jest sztuczna inteligencja. Pojęcie to przez lata trafiało również do świadomości społeczeństwa poprzez książki oraz filmy, w których mogliśmy obserwować wyobrażenia twórców o tym, czym jest sztuczna inteligencja. Powstawały takie twory jak pomocny i uczynny JARVIS – asystent Tony’ego Starka w filmach „Iron Man” oraz kontrolujący, dążący do unicestwienia ludzkości Skynet z serii filmów „Terminator”. Wiemy więc, że określenie „sztuczna inteligencja” to bardzo szerokie pojęcie, pod które wpisywane są przeróżne systemy i algorytmy oraz które okraszone jest mitami i błędnymi wyobrażeniami popkulturowymi.

W takim razie co wydarzyło się 30 listopada 2022 roku?



Jest to data premiery usługi chatbota o nazwie ChatGPT, udostępnionej za darmo przez firmę OpenAI. Jego błyskawiczna popularyzacja sprawiła, że w ciągu 5 dni osiągnął 1 milion użytkowników, a w ciągu 2 miesięcy – 100 milionów aktywnych użytkowników miesięcznie, co czyni go najszybciej rosnącą aplikacją w historii [1].

W kolejnych latach wraz z wprowadzaniem nowszych, bardziej zaawansowanych wersji czatu, jego popularność osiąga w lutym 2025 roku 400 milionów aktywnych użytkowników tygodniowo. Jest to technologiczna ekspansja na niespotykaną skalę. Publikacja ChatGPT oraz podobnych usług innych firm sprawiła, że ta mistyczna technologia trafiła z laboratoriów i filmów sci-fi wprost pod strzechy naszych domów. Nagle każdy miał w kieszeni dostęp do najnowocześniejszych algorytmów generujących na żądanie teksty, obrazy, animacje, muzykę a nawet hiperrealistyczne wideo. Ograniczeniem stała się jedynie wyobraźnia twórców.

Warto byłoby jeszcze zadać pytanie: co sprawiło, że sztuczna inteligencja tak szybko zdobyła popularność i zyskała globalny rozgłos?

Odpowiedź jest bardzo prosta. Ponieważ jest darmowa, a cała interakcja odbywa się dzięki rozwojowi LLM*.

* LLM to skrót od wyrażenia „large language model”, czyli duży model językowy. Jest on fundamentem nowoczesnej sztucznej inteligencji językowej. Dzięki niemu możliwa jest naturalna, płynna i intuicyjna komunikacja z SI, bez potrzeby znajomości technicznych komend czy specjalistycznego języka.

SI W PRZEMYŚLE I DOZORZE TECHNICZNYM – SZANSA CZY RYZYKO?

Zastosowania SI w przemyśle

Systemy wykorzystujące sztuczną inteligencję co raz szerzej znajdują zastosowanie również w przemyśle, przekształcając sposób w jaki firmy produkują, zarządzają oraz dostarczają swoje produkty. Firmy mają przed sobą cały wachlarz systemów z SI, który może im pomóc na każdym etapie prowadzenia biznesu. Dostępne są systemy analityczne, optymalizacyjne, predykcyjne, autonomiczne, rekomendacyjne, detekcji anomalii i bezpieczeństwa i wiele innych. Poniżej szarzej opisane zostały możliwości wykorzystania systemów opartych o SI, w których działaniu istotne jest zapewnienie bezpieczeństwa w przemyśle z perspektywy dozoru technicznego.



Jednym z kluczowych zastosowań algorytmów sztucznej inteligencji w przemyśle jest utrzymanie predykcyjne (ang. predictive maintenance). To metoda utrzymania ruchu, która polega na przewidywaniu awarii maszyn zanim do nich dojdzie, na podstawie danych zbieranych z czujników. Algorytmy analizują dane takie jak temperatura, wibracje, ciśnienie, wilgotność, poziom hałasu czy zużycie energii i próbują przewidzieć awarie lub odstępstwa od normy. Dzięki temu można:

- uniknąć nieplanowanych przestojów,
- zoptymalizować harmonogramy konserwacji,
- wydłużyć żywotność urządzeń,
- obniżyć koszty napraw.





Systemy realizujące utrzymanie predykcyjne są projektowane indywidualnie dla każdego klienta, uwzględniając uwarunkowania lokalne związane konkretnym procesem lub urządzeniem. Na dużym poziomie ogólności wskazać można kilka rodzajów algorytmów wchodzących w skład systemów utrzymania predykcyjnego.

Jakie algorytmy są wykorzystywane?

- algorytmy regresyjne – używane do przewidywania czasu do awarii,
- algorytmy klasyfikacyjne – służą do przewidywania czy urządzenie ulegnie awarii (klasa 1), czy nie (klasa 0),
- modele sekwencyjne (dla danych czasowych) – służą do analizy danych z czujników zbieranych w czasie,
- analiza anomalii – wykrywają nietypowe wzorce w danych, które mogą wskazywać na nadchodzącą awarię. Stosowane, gdy nie mamy danych o awariach,
- modele predykcyjne oparte na fizyce – łączą dane z czujników z wiedzą inżynierską o działaniu urządzenia.



Innym ciekawym zastosowaniem SI w przemyśle są autonomiczne drony badawcze. UDT od kilku lat z powodzeniem wykorzystuje specjalistyczne drony do wykonywania rewizji wewnętrznej zbiorników stałych. Jest to sprawdzona metoda, w której bezzałogowiec sterowany przez pilota z łatwością dociera do trudnodostępnych przestrzeni i dzięki kamerze pozwala dokonać oceny wizualnej stanu technicznego urządzenia. Pomimo, że drony uważane są za nowoczesne rozwiązania, to przyszłość korzystania z tych urządzeń będzie wyglądała zupełnie inaczej. W niedalekiej przyszłości dostępne będą na rynku bezzałogowe statki powietrzne poruszające się w sposób autonomiczny. Oznacza to, że samodzielnie będą planować trasy, omijać przeszkody i podejmować decyzje w czasie rzeczywistym. Do ich pilotowania nie będzie potrzebny człowiek obsługujący aparaturę. System, wykorzystując algorytmy SI, dane z czujników oraz technologię mapowania przestrzeni, zrobi robotę za nas – ludzi. Ponadto, system może uwzględnić historyczne dane z inspekcji danego urządzenia i dokonać inspekcji dokładnie w tym samym miejscu, docierając do niego wcześniej zoptymalizowaną trasą.

Wykorzystanie dronów i robotów sterowanych przez SI do inspekcji trudno dostępnych miejsc może przynieść szereg korzyści, ale wiązać się one również z pewnymi wyzwaniami.

Zalety:

- zwiększenie bezpieczeństwa ludzi,
- redukcja kosztów i czasu inspekcji,
- możliwość pracy w ekstremalnych warunkach.

Wyzwania:

- ograniczenia prawne i regulacyjne,
- złożoność integracji z istniejącą infrastrukturą,
- wysokie koszty początkowe.

ZAGROŻENIA I RYZYKA W ŚRODOWISKU TECHNICZNYM

Gdy opada entuzjazm związany z opracowaniem nowego zastosowania dla systemów opartych o algorytmy sztucznej inteligencji, gdy wymieniliśmy już zalety płynące z optymalizacji procesu oraz gdy podliczyliśmy już korzyści wynikające ze zwiększenia efektywności usług, kolejnym krokiem poprzedzającym wdrożenie w organizacji jest przeprowadzenie analizy ryzyka.

Konieczne jest odpowiedzenie na pytanie, jakie ryzyka wiążą się z implementacją nowego systemu. Czy można je minimalizować lub mitygować? Które ryzyka i na jakim poziomie są dla mnie akceptowalne?

Wykorzystanie systemów opartych o algorytmy SI niesie ze sobą szereg zagrożeń. Poniżej opisane zostały przykładowe zagrożenia [2], które mogą wystąpić w systemach wdrażanych w środowisku technicznym. Należy jednak pamiętać, że jest to nowa technologia i wraz z jej rozwojem część zagrożeń, błędów czy niedoskonałości jest na bieżąco rozwiązywana, lub pojawiają się nowe.

Przesadne zaufanie do „czarnej skrzynki”

- SI często działa w sposób nieprzejrzysty (ang. black box – czarna skrzynka) – użytkownik nie zna wewnętrznych mechanizmów podejmowania decyzji.
- W przypadku systemów nadzorujących (np. przy ocenach stanu technicznego) może to prowadzić do fałszywego poczucia pewności co do stanu urządzenia.

Błędne dane szkoleniowe = błędne decyzje

- Jeśli algorytm SI był trenowany na niepełnych, nieaktualnych lub zmanipulowanych danych, może podejmować niewłaściwe decyzje.
- Przykład: SI uznaje wadliwą instalację za bezpieczną, bo dane uczące nie uwzględniały danego typu uszkodzenia.

Trudności w weryfikacji wyników SI

- Użytkownik może mieć ograniczone możliwości samodzielnego potwierdzenia diagnozy SI, szczególnie przy skomplikowanych modelach.
- Pojawia się potrzeba „audytu SI” – czyli oceny samego systemu, nie tylko jego rekomendacji.

Cyberbezpieczeństwo systemów wspieranych przez SI

- Systemy SI są podatne na ataki:
 - **Data poisoning** – celowe „zatrucie” danych wejściowych, by SI wyciągała błędne wnioski.
 - **Adversarial attacks** – specjalnie spreparowane dane wejściowe, które wprowadzają model w błąd (np. niewidoczne dla człowieka zmiany w obrazie z kamery).

- Szczególnie groźne w kontekście autonomicznych systemów monitorujących (np. kamery inspekcyjne, czujniki bezpieczeństwa, drony).

Ryzyko zaniku kompetencji ludzkich

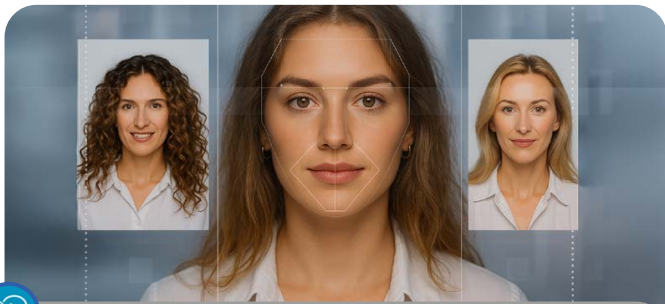
- Nadmierne poleganie na SI może prowadzić do erozji kompetencji pracowników – zamiast rozumieć zjawiska, użytkownicy polegają na rekomendacjach systemu.
- Pojawia się potrzeba redefinicji roli człowieka jako „nadzorcy SI”, nie tylko operatora.

Brak norm i standardów w zastosowaniach AI w dozorcze

- Obecnie brak jest jednoznacznych wytycznych, jak certyfikować, wali-dować i nadzorować systemy SI stosowane w urządzeniach objętych dozorem technicznym.

INNE ISTOTNE ZAGROŻENIA

Oprócz wymienionych powyżej zagrożeń warto wyróżnić dwa zastosowania generatywnej sztucznej inteligencji do celów przestępczych. Tworzenie bardzo dużej ilości treści tekstowych oraz multimedialnych przez algorytmy SI przeniosło klasyczne przestępstwa takie jak kradzież, podszywanie się czy dezinformacja na zupełnie nowy poziom. Przestępcy wykorzystują generatory obrazu i wideo oraz klonowanie głosu do tworzenia tzw. deepfake'ów.



Deepfake to technologia oparta na sztucznej inteligencji (AI), która umożliwia tworzenie bardzo realistycznych, ale fałszywych obrazów, nagrań wideo lub dźwięku. Nazwa pochodzi od połączenia słów „deep learning” (głębokie uczenie) i „fake” (fałszywy).

Jak działa deepfake?

Deepfake wykorzystuje **sieci neuronowe**, zwłaszcza **generatywne sieci przeciwstawne (GANs)**, do:

- zamiany twarzy jednej osoby na twarz innej w filmie lub zdjęciu,
- generowania realistycznych wypowiedzi głosowych na podstawie próbek głosu,
- tworzenia całkowicie sztucznych postaci lub scen.



REALNY PRZYKŁAD UŻYCIA

Falszywe przemówienie prezydenta Ukrainy (2022)

W marcu 2022 roku w sieci pojawiło się zmanipulowane wideo, na którym prezydent Ukrainy Wołodymyr Zełenski rzekomo ogłasza kapitulację i nawołuje żołnierzy do złożenia broni. Nagranie zostało szybko zdementowane przez ukraińskie władze, ale jego celem było wywołanie chaosu i osłabienie morale w czasie wojny [3].



Innym przykładem jest wykorzystanie generatorów tekstu do tworzenia tzw. fake newsów, czyli nieprawdziwych wiadomości. Tworzenie fałszywych informacji znane jest ludzkości od początków cywilizacji i wykorzystywane jest między innymi do manipulacji opinią publiczną oraz szerzenia dezinformacji. Wykorzystanie generatywnej sztucznej inteligencji w celu tworzenia fake newsów stało się bardzo dużym wyzwaniem w infosferze, ponieważ ta technologia umożliwia szybkie, masowe i realistyczne generowanie treści, które trudno odróżnić od prawdziwych informacji, co prowadzi do dezinformacji, podważania zaufania społecznego oraz destabilizacji debat publicznych.



Fake news (z ang. fałszywe wiadomości”) to nieprawdziwe lub wprowadzające w błąd informacje, które są rozpowszechniane jako wiadomości, często z zamiarem manipulacji opinią publiczną, wywołania sensacji lub osiągnięcia korzyści politycznych, finansowych czy społecznych.

Główne cechy fake newsów:

1. Brak wiarygodnych źródeł - często nie zawierają odniesień do sprawdzonych informacji.
2. Sensacyjny język - mają przyciągać uwagę i wywoływać silne emocje.
3. Manipulacja faktami - mogą zawierać częściowo prawdziwe informacje, ale przedstawione w sposób zniekształcający rzeczywistość.
4. Szybkie rozprzestrzenianie się - szczególnie w mediach społecznościowych, gdzie użytkownicy często udostępniają treści bez ich weryfikacji.

Przykłady fake newsów:

- Fałszywe informacje o szczepionkach.
- Zmyślane wypowiedzi polityków.
- Teorie spiskowe rozpowszechniane jako „ujawnione fakty”.



SI nie śpi.

My zatem też działamy... z włączonym myśleniem krytycznym.

Systemy ze sztuczną inteligencją, mimo że nadal są nowością, to już na stałe zagościły w świecie technologicznym i mają realny wpływ na nasze życie. Jak zaprezentowano na powyższych przykładach ich wykorzystanie daje realne korzyści, ale ze względu na wysoki poziom skomplikowania wiąże się również z pewnymi zagrożeniami niespotykanymi nigdy wcześniej.

Czy tego chcemy czy nie, bezpośrednio lub pośrednio, w mniejszym lub większym stopniu będziemy mieli styczność z tą technologią. Mówiąc „my”, mam na myśli zarówno jednostki i społeczeństwo jak również firmy czy organizacje.

W takim razie jak żyć?



To pytanie - „Jak żyć?” - jest jednocześnie proste i głęboko filozoficzne. Nie ma jednej odpowiedzi, ale mogą zaproponować kilka perspektyw, które mogą pomóc Ci znaleźć własną drogę:

1. Zrozum siebie



Zatrzymaj generowanie!

Stop! To jest żart, nie o wszystko musimy pytać sztuczną inteligencję.

Możemy – a nawet powinniśmy – sami znaleźć odpowiedź na to pytanie.

Po pierwsze – edukacja zarówno we własnym zakresie, jak również szkoląc pracowników

„Poznaj siebie i poznaj swojego wroga, a w stu bitwach nie zaznasz porażki.”

– Sun Zi, „Sztuka wojny”

Bardzo istotnym elementem przeciwdziałania zagrożeniom wynikającym z wykorzystania systemów SI są szkolenia pracowników połączone z warsztatami, które powinny obejmować praktyczne zastosowania SI w codziennych zadaniach zawodowych. Ma to na celu poznanie możliwości oraz ograniczeń systemów wykorzystujących SI, naukę użycia oraz zdobywanie kompetencji z zakresu SI.

Nawet jeśli twoja firma nie wdrożyła jeszcze systemu SI, zadbaj o budowę świadomości i odporności wśród pracowników na zagrożenia związane z jej wykorzystywaniem. Twórz kampanie informacyjne uczulające ludzi na akcje dezinformacji, fake newsy, materiały deepfake, informuj pracowników o nowych rodzajach cyberzagrożeń z którymi mogą się spotkać, przedstaw im znaczenie cyfrowej czujności i weryfikowania źródeł informacji.

W aspekcie edukacji bardzo ważnym elementem jest samokształcenie. Zachęcam do poświęcenia czasu, aby zrozumieć, jak działają ogólnodostępne systemy SI, do czego można je wykorzystać i jakie mają ograniczenia. Spróbuj wykorzystać do nauki różne chatboty SI, zapytaj: „Kim jesteś? Jak możesz mi pomóc?”. Skorzystaj z modeli generujących obrazy lub filmy na podstawie twoich zapytań. Regularnie aktualizuj swoją wiedzę na temat najlepszych praktyk korzystania z tych narzędzi oraz śledź nowości w dziedzinie sztucznej inteligencji. Nie bój się eksperymentować.

Natomiast w firmach, które planują lub już wdrażają rozwiązania oparte o algorytmy sztucznej inteligencji należy położyć szczególny nacisk na bezpieczeństwo. Bezpieczne wdrażanie systemów ze sztuczną inteligencją wymaga kompleksowego podejścia, które łączy aspekty technologiczne, organizacyjne, prawne i etyczne.



Poniżej [4] przedstawiono kilka przykładowych praktyk wspierających ten proces:

- audyty i testy bezpieczeństwa, procedury reagowania na incydenty,
- opracowanie planu odzyskiwania danych po awarii (ang. DRP – Disaster Recovery Plan),
- etyczne i transparentne podejście,
- zarządzanie ryzykiem i zgodność z prawem – m.in. RODO, AI Act Code of Practise,
- monitorowanie i ciągła optymalizacja, np. w schemacie cyklu PDCA (planuj, wykonaj, sprawdź, działaj/usprawniaj),
- dobór odpowiednich narzędzi/algorytmów oraz danych.

Mem wykonany przez SI



Zanim sztuczna inteligencja sama to dopisze...

Podsumowując, sztuczna inteligencja już teraz staje się katalizatorem przełomowych zmian, a jej potencjał zdaje się nieograniczony. Wyobraźmy sobie przyszłość, w której SI w pełni integruje się z naszym codziennym życiem, tworząc inteligentne miasta samodzielnie zarządzające energią, ruchem i ekosystemem. Technologie będą w stanie przewidywać potrzeby społeczeństwa, rozwijać medycynę do poziomu eliminacji chorób oraz eksplorować wszechświat w poszukiwaniu nowych światów. SI stanie się naszym sprzymierzeńcem w odkrywaniu najgłębszych tajemnic ludzkiej kreatywności, umożliwiając rozwój sztuki i nauki na niespotykaną skalę. Przyszłość, choć wydaje się odległa, już dziś kształtuje się na naszych oczach, otwierając drogę do świata, w którym technologia harmonijnie współistnieje z ludzkimi aspiracjami, napędzając nas ku nieskończonym możliwościom.

Literatura:

1. Zaczniij korzystać z ChatGPT natychmiast: <https://openai.com/index/start-using-chatgpt-instantly> [dostęp: 6.2025]
2. Hakowanie Sztucznej Inteligencji, Jerzy Surma, wydanie I, Warszawa 2020)
3. Deepfake jako narzędzie manipulacji: Nowy wymiar dezinformacji w sieci | Bezpieczne Wybory)
4. Poradnik dobrych praktyk w zakresie cyberbezpieczeństwa urzędów podlegających pod dozór techniczny, Zespół ds. Cyberbezpieczeństwa, Urząd Dozoru Technicznego, <https://www.udt.gov.pl/cyberbezpieczenstwo>

CYBERBEZPIECZEŃSTWO DŹWIGÓW, SCHODÓW I CHODNIKÓW RUCHOMYCH

Nowy filar bezpieczeństwa technicznego



**MGR INŻ.
GRZEGORZ BACA**

Starszy Specjalista
Urządzeń Transportu Bliskiego
Biuro w Tarnowie
Oddział w Krakowie
Urząd Dozoru Technicznego

Czy dźwig może zostać zhakowany? Jakie zagrożenia niesie za sobą podłączenie dźwigu lub schodów ruchomych do sieci? Czy system sterowania schodami ruchomymi jest odporny na atak z zewnątrz? Jeszcze kilka lat temu te pytania brzmiały jak scenariusz science fiction. Dziś to realne wyzwania, z którymi mierzy się cały sektor urządzeń transportu bliskiego.

Cyfryzacja branży dźwigowej stała się faktem. Nowoczesne dźwigi, schody i chodniki ruchome coraz częściej wyposażane są w zaawansowane systemy sterowania, zdalne zarządzanie, komunikację z BMS (ang. Building Management System) lub chmurą. Te rozwiązania zwiększają funkcjonalność i komfort, ale jednocześnie otwierają drzwi dla nowych zagrożeń – ataków cybernetycznych. Cyberbezpieczeństwo przestało być domeną wyłącznie bankowości, IT czy przemysłu energetycznego. Dziś dotyczy także dźwigu w biurowcu, schodów w centrum handlowym czy platformy w metrze i stanowi istotny element dyskusji o bezpieczeństwie eksploatacyjnym tych urządzeń.

Poziomy i zasady bezpieczeństwa

Systemy sterowania dźwigami, szczególnie te wyposażone w komponenty cyfrowe i podłączone do sieci, mogą stać się celem ataków hakerskich. Naruszenie ich integralności może prowadzić nie tylko do zakłóceń działania, ale w skrajnych przypadkach – do zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi. W odpowiedzi na te ryzyka Komisja Europejska przyjęła Cyber Resilience Act – rozporządzenie, które od grudnia 2024 roku wprowadza obowiązki w zakresie cyberbezpieczeństwa dla producentów i dostawców produktów z komponentami cyfrowymi.

Kluczowym dokumentem uzupełniającym nowe przepisy jest norma ISO 8102-20:2022 [1], stanowiąca pierwsze kompleksowe opracowanie wymagań cyberbezpieczeństwa dla dźwigów, schodów i chodników ruchomych.



**MGR INŻ.
PAWEŁ RAJEWSKI**

Kierownik Wydziału
Urządzeń Technicznych
Departament Techniki
Urząd Dozoru Technicznego





Określa ona m.in. zasady bezpiecznego projektowania (Secure by Design), zarządzania incydentami, segmentacji sieci, testowania systemów oraz ich bezpiecznego wycofania z eksploatacji. Wprowadza także pojęcie Secure Development Lifecycle (SDL), czyli cyklu życia produktu zintegrowanego z wymaganiami bezpieczeństwa.

Norma ISO 8102-20 bazuje na dojrzałych rozwiązaniach znanych z automatyki przemysłowej, jak np. seria IEC 62443 [2]. Uwzględnia poziomy bezpieczeństwa dla poszczególnych funkcji systemu sterowania – od funkcji bezpieczeństwa (SL3), przez podstawowe (SL2), po funkcje alarmowe (SL1). Tym samym definiuje precyzyjne wymagania dla każdej warstwy funkcjonalnej systemu.

Od grudnia
2027 roku

Wdrożenie tych zasad stanie się koniecznością, zwłaszcza że od grudnia 2027 roku ich stosowanie stanie się obowiązkowe przy wprowadzaniu urządzeń na rynek.

Wymagania normy

Nowa norma ISO 8102-20:2022 [1] opracowana przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną ISO dotyczy właśnie cyberbezpieczeństwa. Wraz ze wzrostem liczby zastosowań zdalnych i internetu rzeczy (Internet of things IoT) w dźwigach, schodach ruchomych i chodnikach ruchomych jest to jak najbardziej odpowiedni czas na wydanie standardu w zakresie cyberbezpieczeństwa.

Specyfikacja [1] określa wymagania cyberbezpieczeństwa dla nowych dźwigów, schodów ruchomych i chodników ruchomych, określanych jako „sprzęt pod kontrolą” (EUC. Ang. Equipment under control), zaprojektowany zgodnie z serią norm dźwigowych ISO 8100. Norma ma również zastosowanie do innych norm dotyczących dźwigów, schodów ruchomych i chodników ruchomych, które określają podobne wymagania, a także do innego sprzętu związanego z dźwigami podłączonego do EUC.

W normie ISO 8102-20:2022 określono wymagania dotyczące produktów i systemów związanych z zagrożeniami cyberbezpieczeństwa podczas projektowania produktu (wymagania dotyczące procesu i produktu), produkcji, instalacji, eksploatacji i konserwacji oraz likwidacji.

W normie ISO 8102-20:2022 omówiono też rolę dostawcy produktu i integratora systemów dla EUC. Norma definiuje wymagania dla dostawcy produktu i integratora systemów EUC w celu stworzenia dokumentacji umożliwiającej właścicielowi osiągnąć i utrzymać bezpieczeństwo EUC. Określono w normie minimalne wymagania cyberbezpieczeństwa dla podstawowych funkcji bezpieczeństwa oraz funkcji alarmowych.

Norma ISO 8102-20:2022 ma zastosowanie do EUC, które mogą łączyć się z systemami zewnętrznymi, takimi jak sieci budynkowe, usługi w chmurze lub narzędzia serwisowe. Możliwość podłączenia może wynikać ze sprzętu stale dostępnego na miejscu lub sprzętu tymczasowo dostarczonego na miejscu na etapie instalacji, obsługi i konserwacji lub wycofania z eksploatacji.

Norma określa minimalne wymagania cyberbezpieczeństwa dla funkcji:

- zasadniczych (użytkowanie dźwigów, schodów ruchomych lub chodników ruchomych),
- bezpieczeństwa (dla ochrony przed niebezpieczeństwem),
- alarmowych (uruchomienie alarmu i nawiązanie łączności ze służbami ratowniczymi w przypadku awarii).

Norma ISO 8102-20:2022 ma trzy poziomy bezpieczeństwa. W przypadku funkcji bezpieczeństwa należy zastosować ścisły poziom bezpieczeństwa 3, w przypadku funkcji alarmowych wystarczający jest poziom bezpieczeństwa 1.

W projekcie normy EN ISO 8100-1:2019 [3] jest odniesienie do ISO 8102-20:2022, co wskazuje, że zasadnicze wymagania zawarte w 1.1.9 i 1.2.1 rozporządzenia maszynowego [4] są częściowo już uwzględnione. Poniżej fragment załącznika ZA.3.

Essential health and safety requirements of Annex I to Directive 2006/42/EC	Clause(s)/sub-clause(s) of this EN	Remarks/Notes
1.1.2 (a)	4, 5, 6	
1.1.9	Clause referencing ISO 8102-20, clause 5	
1.2.1	4.9.2.2.3 a), 4.9.2.5, 4.9.3.4, 4.10.3, 4.11, 4.12, Annex A	I

Cyberbezpieczeństwo dźwigów to nie tylko problem producenta. To temat, który dotyczy konserwatorów, administratorów budynków, projektantów, a także jednostek notyfikowanych w ramach procedur oceny zgodności.

Literatura:

1. ISO 8102-20:2022 Electrical requirements for lifts, escalators and moving walks Part 20: Cybersecurity
 2. Seria IEC 62443 Industrial Communication Networks – Networks and System Security
 3. EN ISO 8100-1:2019 Lifts for the transport of persons and goods Part 1: Safety rules for the construction and installation of passenger and goods passenger lifts
 4. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1230 z dnia 14 czerwca 2023 r. w sprawie maszyn oraz w sprawie uchylenia dyrektywy 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady i dyrektywy Rady 73/361/EWG <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CE-LEX:32023R1230> [dostęp: 6.2025]
- [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CE-LEX:32023R1230R\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CE-LEX:32023R1230R(01)) [dostęp: 6.2025]

Wymagania nowego rozporządzenia maszynowego dla urządzeń dźwigowych



**MGR INŻ.
PAWEŁ RAJEWSKI**

Kierownik Wydziału
Urządzeń Technicznych
Departament Techniki
Urząd Dozoru Technicznego

Rozporządzenie UE 2023/1230 w sprawie maszyn wprowadza wiele nowych i zmienionych wymagań dotyczących dźwigów i urządzeń podnoszących. Producenci i inne podmioty muszą stosować je od 20 stycznia 2027 r.

Rozporządzenie UE 2023/1230 w sprawie maszyn [1] jest wynikiem rewizji funkcjonującej blisko 20 lat dyrektywy maszynowej 2006/42/WE [2]. Ponieważ jest to rozporządzenie UE, staje się ono identycznym rozporządzeniem we wszystkich 27 państwach członkowskich UE bez konieczności transpozycji, jak to miało miejsce w przypadku dyrektyw UE. Rozporządzenie staje się – tym samym – prawem krajowym we wszystkich państwach członkowskich UE, co zapewnia identyczność przepisów.



Rozporządzenie UE 2023/1230 w sprawie maszyn jest głównym unijnym prawodawstwem dotyczącym maszyn, które reguluje obowiązki dla producentów oraz określa wymagania zasadnicze w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa (EHSR) [3] dla maszyn – od fazy projektu i produkcji do momentu wprowadzenia do obrotu. Rozporządzenie określa również procedury oceny zgodności, które producenci muszą stosować, aby wykazać zgodność swoich maszyn z odpowiednimi wymaganiami zasadniczymi w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa przed umieszczeniem oznakowania CE i wystawieniem deklaracji zgodności.

Rozporządzenie ma zastosowanie do maszyn oraz następujących produktów powiązanych:

- a) wyposażenie wymienne,
- b) elementy bezpieczeństwa,
- c) osprzęt do podnoszenia,
- d) łańcuchy, liny i pasy,
- e) odłączalne urządzenia do mechanicznego przenoszenia napędu.

Rozporządzenie uwzględnia również nowe technologie, takie jak sztuczna inteligencja (AI) oraz Internet rzeczy (IoT), które to były jednym z głównych powodów rewizji dyrektywy maszynowej 2006/42/WE.

WPŁYW ROZPORZĄDZENIA UE 2023/1230 NA BRANŻĘ DŹWIGOWĄ



Rys. 1. Dźwig osobowy (podlega przepisom rozporządzenia w sprawie maszyn)

Pomimo, że dyrektywa dźwigowa 2014/33/WE [4] stanowi główne wymagania dla dźwigów, to ponad 50% zasadniczych wymagań dotyczących ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dla dźwigów jest zdefiniowana w dyrektywie maszynowej 2006/42/WE oraz – odpowiednio – w rozporządzeniu w sprawie maszyn 2023/1230/UE.

Odpowiednie wymagania załącznika I dyrektywy maszynowej oraz rozporządzenia w sprawie maszyn 2023/1230/UE są obowiązkowe w przypadku dźwigów lub elementów bezpieczeństwa do dźwigów, a zgodność z tymi wymaganiami należy sprawdzić podczas odpowiedniej procedury oceny zgodności dyrektywy w sprawie dźwigów. Niektóre z wymagań zasadniczych w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa zawartych w dyrektywie maszynowej mają ogólne zastosowanie do dźwigów.

Urządzenia podnoszące osoby oraz osoby i ładunki, które są objęte zakresem rozporządzenia w sprawie maszyn, to maszyny posiadające podstawę ładunkową (całkowicie lub częściowo obudowaną), obsługiwaną z wnętrza podstawy ładunkowej lub spoza podstawy ładunkowej, przemieszczającą się z prędkością nie większą niż 0,15 m/s. Zaliczamy do nich, np.:

- dźwigi budowlane towarowe i towarowo-osobowe,
- dźwigi towarowe,
- dźwigi platformowe lub schodowe,
- maszyny podnoszące służące do dostępu do miejsc pracy, w turbinach wiatrowych lub żurawiach.



Rys. 2. Dźwig towarowy (podlega przepisom rozporządzenia w sprawie maszyn)

GŁÓWNE ZMIANY W PORÓWNANIU Z DYREKTYWĄ MASZYNOWĄ

Istnieje wiele zmian kluczowych w porównaniu z dyrektywą maszynową i zdecydowanie zaleca się uważne przeanalizowanie rozporządzenia.

Główne zmiany dotyczą:

- sztucznej inteligencji w zakresie funkcji bezpieczeństwa,
- cyberbezpieczeństwa w zakresie systemów sterowania bezpieczeństwem oraz oprogramowania i danych związanych ze zgodnością z wymogami rozporządzenia maszynowego,
- autonomicznych i zdalnych maszyn, takich jak roboty,
- wymagań w sprawie instrukcji użytkownika, instrukcji montażu i deklaracji zgodności UE i deklaracji włączenia w formie cyfrowej,
- określenia 6 kategorii produktów, które podlegają ocenie zgodności przez jednostki notyfikowanej,
- upoważnienia Komisji Europejskiej do dostarczania wspólnych specyfikacji jako opcji awaryjnej, gdy nie są dostępne odpowiednie zharmonizowane normy.



GŁÓWNE ZMIANY WYMAGAŃ ZASADNICZYCH W ZAKRESIE OCHRONY ZDROWIA I BEZPIECZEŃSTWA (EHSR)

Obecnie wymagania zasadnicze w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa są wymienione w załączniku III do rozporządzenia w sprawie maszyn [2]. Przykłady nowych lub zmodyfikowanych wymagań EHSR [3], odnoszących się do urządzeń podnoszących osoby, osoby i ładunki, obejmują niżej wymienione.

1.1.6 „Ergonomia”

Główną zmianą jest dodanie pkt (b), tj. unikanie konieczności stosowania niewygodnych pozycji ciała lub ruchów oraz używania siły fizycznej, które przekraczają możliwości operatora.

1.1.9 „Zabezpieczenie przed uszkodzeniem”

Zabezpieczenie przed uszkodzeniem to nowe wymaganie, które stanowi, że maszyną lub produkt powiązany należy zaprojektować i wytworzyć tak, aby połączenie z nimi innego urządzenia, za pośrednictwem dowolnej funkcji samego urządzenia połączonego lub za pośrednictwem dowolnego urządzenia zdalnego, które utrzymuje łączność z maszyną lub produktem powiązanym, nie prowadziło do sytuacji zagrożenia.

Wymaga to takiego zaprojektowania, aby maszyna była odpowiednio zabezpieczona przed przypadkowym lub zamierzonym uszkodzeniem. Maszyna powinna rejestrować dowody uprawnionej lub nieuprawnionej interwencji w odniesieniu do tej części składowej sprzętu komputerowego, gdy dotyczy ona połączenia lub uzyskania dostępu do oprogramowania mającego zasadnicze znaczenie dla zgodności maszyny. Maszyna musi rozpoznawać zainstalowane w niej oprogramowanie, które jest niezbędne do zapewnienia bezpiecznego działania, i być w stanie dostarczyć te informacje w każdej chwili w łatwo dostępnej formie.

1.2.1 „Bezpieczeństwo i niezawodność układów sterowania”

Wymaganie to zostało zmienione w kontekście całkowicie lub częściowo samozmieniającego się zachowania lub samozmieniającej się logiki układów, przeznaczonych do działania na różnych poziomach autonomii.

1.2.6 „Zanik zasilania energią lub połączenia z siecią komunikacyjną”

Tytuł zasadniczych wymagań zawartych w 1.2.6 EHSR został zmieniony, aby uwzględnić połączenie sieciowe komunikacyjne. Oznacza to, że ten sam wymóg z powodu awarii zasilania ma zastosowanie również w przypadku utraty połączenia sieciowego komunikacyjnego.

1.6.2 „Dostęp do stanowisk obsługi i punktów serwisowych”

W odniesieniu do EHSR 1.6.2, dostępu do stanowisk operacyjnych i punktów serwisowych, dodano nowy akapit. W tym przypadku wymóg dotyczy maszyn, do których wchodziły osoby w celu obsługi, regulacji, konserwacji lub czyszczenia. W takich maszynach punkty dostępu muszą mieć odpowiednie wymiary i być dostosowane do użycia sprzętu ratowniczego w celu uratowania tych osób w nagłych przypadkach.



Rys. 3. Urządzenie do przemieszczania osób niepełnosprawnych (podlega przepisom rozporządzenia w sprawie maszyn)

6.2 „Elementy sterownicze”

EHSR zawarte w pkt 6.2 są to dodatkowe wymagania dla maszyn podnoszących ładunki, które zostały przewidziane do podnoszenia osób. Przyjęto ogólną zasadę, że podstawa ładunkowa w takim przypadku musi być zaprojektowana i wytworzona tak, aby osoby znajdujące się na niej miały możliwość sterowania ruchem w górę lub w dół oraz, w odpowiednich przypadkach, sterowania ruchem podstawy ładunkowej w innych kierunkach.

W czasie działania elementy sterownicze muszą być nadrzędne w stosunku do wszelkich innych urządzeń sterujących tymi samymi ruchami, z wyjątkiem urządzeń do zatrzymania awaryjnego.

Elementy sterownicze sterujące ruchami, o których mowa, muszą być urządzeniami wymagającymi stałego przytrzymywania (tzw. hold-to-run), z wyjątkiem przypadków, gdy podstawa ładunkowa jest całkowicie obudowana. Jeżeli nie występuje zagrożenie kolizją lub upadkiem osób, lub przedmiotów znajdujących się w podstawie ładunkowej i nie występuje jakiegokolwiek inne zagrożenie związane z ruchami podstawy ładunkowej w górę i w dół, zamiast elementów wymagających stałego przytrzymywania można stosować elementy sterownicze umożliwiające automatyczne zatrzymywanie w wybranych położeniach.

INSTRUKCJE CYFROWE

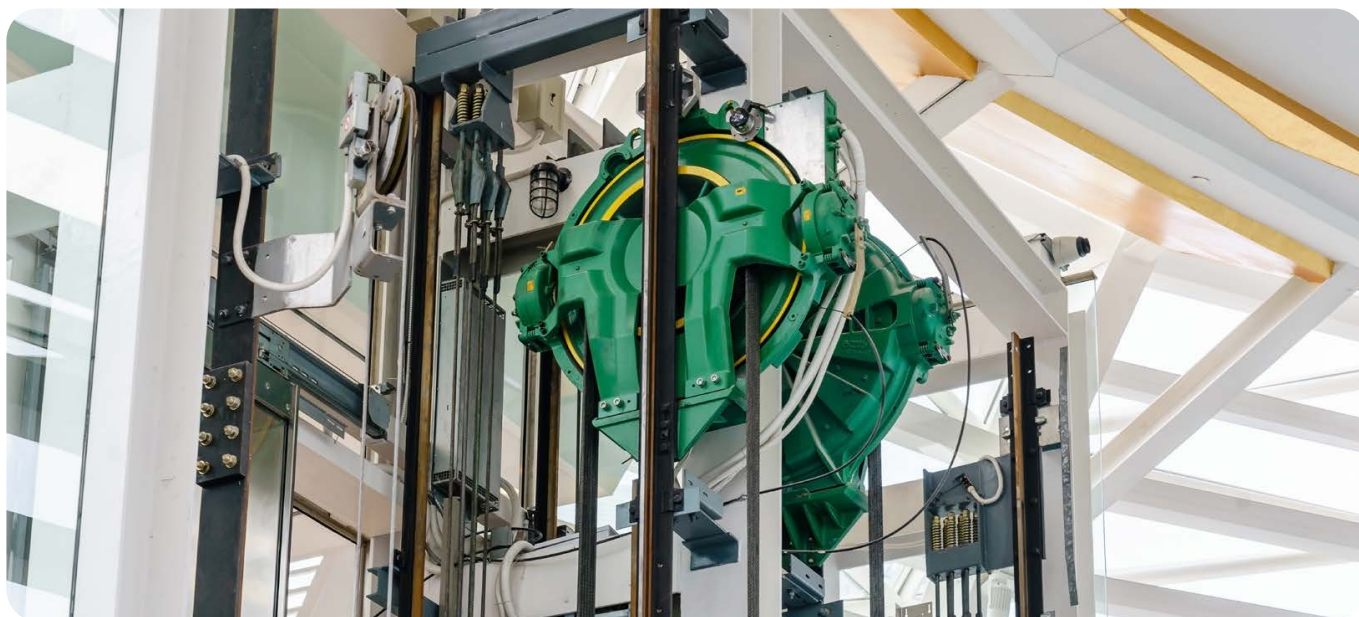
Rozporządzenie w sprawie maszyn dopuszcza udostępnianie przez producenta instrukcji obsługi w postaci cyfrowej pod następującymi warunkami:

- a) musi zostać wskazany na maszynie lub – gdy nie jest to możliwe – na opakowaniu, lub w dokumencie towarzyszącym, sposób uzyskania dostępu do instrukcji obsługi w postaci cyfrowej,
- b) instrukcja obsługi powinna być w formacie umożliwiającym użytkownikom wydrukowanie, pobranie oraz zapisanie jej na urządzeniu elektronicznym,
- c) instrukcja obsługi powinna być dostępna online w przewidywanym cyklu życia maszyny przez co najmniej 10 lat po wprowadzeniu maszyny do obrotu,
- d) na żądanie użytkownika wyrażone w momencie zakupu producent powinien dostarczyć instrukcję obsługi w formie papierowej bezpłatnie, w terminie miesiąca.

ISTOTNA MODYFIKACJA

Rozporządzenie UE 2023/1230 w sprawie maszyn określa „istotną modyfikację” jako zmianę maszyny dokonaną w sposób fizyczny lub cyfrowy po jej wprowadzeniu do obrotu lub oddaniu do użytku, która nie została przewidziana ani zaplanowana przez producenta, i która wpływa na bezpieczeństwo maszyny lub produktu powiązanego, tworząc nowe zagrożenie lub zwiększając istniejące ryzyko, co wymaga:

- a) dodania do tej maszyny osłon lub urządzeń ochronnych, których działanie wymaga modyfikacji istniejącego systemu związanego z bezpieczeństwem, lub
- b) zastosowania dodatkowych środków ochronnych w celu zapewnienia stateczności lub wytrzymałości mechanicznej tej maszyny.



DEKLARACJA ZGODNOŚCI WE

Pojawiło się nowe wymaganie dotyczące wskazania w deklaracji zgodności WE adresu miejsca zainstalowania w przypadku maszyn podnoszących, które są przeznaczone do zainstalowania na stałe w budynku lub konstrukcji, i które nie mogą być zmontowane w zakładzie producenta, ale mogą być montowane wyłącznie w miejscu użytkowania.

HARMONOGRAM WDRAŻANIA

Rozporządzenie UE 2023/1230 w sprawie maszyn zostało opublikowane 29 czerwca 2023 r. i weszło w życie 20 lipca 2023 r. Będzie stosowane od 20 stycznia 2027 r., a dyrektywa maszynowa 2006/42/WE zostanie odpowiednio uchylona.

Państwa członkowskie UE i podmioty gospodarcze mają 42 miesiące na przygotowanie się i dostosowanie do nowych wymagań.

Dobrowolne stosowanie rozporządzenia w sprawie maszyn nie jest dozwolone przed datą jego stosowania. Jednak odpowiednie prace przygotowawcze i ustalenia przejściowe mogą zostać rozpoczęte, aby były gotowe w dniu stosowania. Producenci i jednostki notyfikowane mogą wcześniej rozpocząć przygotowania do zgodności produkowanych i ocenianych produktów.

Istotne jest, że w okresie przejściowym, jeśli maszyna jest zgodna z rozporządzeniem UE 2023/1230 w sprawie maszyn i dyrektywą maszynową 2006/42/WE w tym samym czasie, producent może odwołać się do obu w deklaracji zgodności, podając datę stosowania rozporządzenia i dyrektywy.

NORMALIZACJA NA MOCY ROZPORZĄDZENIA W SPRAWIE MASZYN

Ze względu na publikację rozporządzenia UE 2023/1230 w sprawie maszyn konieczne jest przejście wszystkich istniejących zharmonizowanych norm na mocy dyrektywy w sprawie maszyn. Między innymi komitet normalizacyjny CEN/TC 10 *Lifts, escalators and moving walks* ocenia wpływ nowego rozporządzenia na wymagania norm zharmonizowanych.

Jednym z kluczowych zagadnień jest zapewnienie zgodności z nowymi wymaganiami związanymi z cyfryzacją (cyberbezpieczeństwo), w szczególności EHSR 1.1.9 i 1.2.1.

Międzynarodowy komitet normalizacyjny ISO/TC 178 *Lifts, escalators and moving walks* opracował już normę ISO 8102-20 *Electrical requirements for lifts, escalators and moving walks Part 20: Cybersecurity*. Jest to norma niezharmonizowana, ale może stanowić podstawę dla przyszłej zharmonizowanej normy dotyczącej EHSR 1.1.9 i 1.2.1.

WNIOSKI

Nowe rozporządzenie UE 2023/1230 w sprawie maszyn wprowadza nowe i zmienia niektóre wymagania dotyczące m.in. dźwigów i urządzeń podnoszących. Producenci i inne podmioty gospodarcze muszą dostosować swoje procesy wytwarzania produktów, aby od 20 stycznia 2027 r. mogły być wprowadzane do obrotu zgodnie z prawem.

Literatura i przypisy:

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1230 z dnia 14 czerwca 2023 r. w sprawie maszyn oraz w sprawie uchylenia dyrektywy 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady i dyrektywy Rady 73/361/EWG
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1230> [dostęp: 6.2025]
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1230R\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1230R(01)) [dostęp: 6.2025]
2. Dyrektywa 2006/42/We Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE (przekształcenie) (Dz. Urz. UE UE: L157/24 z 9.6.2006) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=LV> [dostęp: 6.2025]
3. Wymagania zasadnicze w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dla maszyn (EHSR - ang. essential health and safety requirements)
4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/33/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich dotyczących dźwigów i elementów bezpieczeństwa do dźwigów <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0033&from=BG> [dostęp: 6.2025]
5. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1020 z dnia 20 czerwca 2019 r. w sprawie nadzoru rynku i zgodności produktów oraz zmieniające dyrektywę 2004/42/WE oraz rozporządzenia (WE) nr 765/2008 i (UE) nr 305/2011 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1020&from=L> [dostęp: 6.2025]



**MGR INŻ.
TADEUSZ POPIELAS**

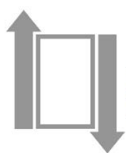
Sekretarz Generalny
Polskie Stowarzyszenie Producentów
Dźwigów
www.stowdzwig.pl

Absolwent Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Ukończył studia podyplomowe na Politechnice Warszawskiej. Członek Mazowieckiej Izby Inżynierów Budownictwa. Sekretarz Generalny Polskiego Stowarzyszenia Producentów Dźwigów. Członek Komitetu Technicznego nr 131 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego ds. dźwigów, schodów i chodników ruchomych. Członek Komitetu ds. Statystyki oraz członek Komitetu ds. Bezpieczeństwa, Edukacji i Szkoleń Europejskiego Stowarzyszenia Dźwigowego (European Lift Association – ELA). Organizator szeregu seminariów i konferencji związanych z bezpieczeństwem dźwigów osobowych, schodów i chodników ruchomych. Autor licznych artykułów i publikacji poświęconych bezpieczeństwu dźwigów. Inicjator programu kształcenia kadr dla branży dźwigowej w Polsce na poziomie technikum.

POSTĘP TECHNICZNY W PRZEMYŚLE DŹWIGOWYM

DLA BEZPIECZEŃSTWA I KOMFORTU
sprzyjając środowisku, promując kadry

Podejmujemy działania na rzecz wszechstronnego rozwoju oraz racjonalnego zastosowania urządzeń dźwigowych, schodów i chodników ruchomych, zwanych dalej „dźwigami”. Jesteśmy społeczną ogólnokrajową organizacją zrzeszającą osoby i firmy związane z inwestycyjnym rynkiem urządzeń transportu bliskiego (UTB) w Polsce. Są wśród nas firmy zajmujące się produkcją, montażem oraz konserwacją dźwigów osobowych i towarowych oraz schodów i chodników ruchomych.



**POLSKIE STOWARZYSZENIE
PRODUCENTÓW DŹWIGÓW**

WYWIAD Z TADEUSZEM POPIELASEM, SEKRETARZEM GENERALNYM POLSKIEGO STOWARZYSZENIA PRODUCENTÓW DŹWIGÓW

Rozmawia: Małgorzata Suś-Ryszkowska, Redaktor Naczelna (UDT)

PSPD to największe stowarzyszenie branży dźwigowej w Polsce. Jesteście Państwo jednoznacznie kojarzeni z transportem bliskim. Proszę opisać krótko Państwa historię oraz przybliżyć aktualną działalność, programy oraz inicjatywy. Jaki jest zasięg ich oddziaływania? Jaka jest misja i cele Państwu przyswiecające?

Polskie Stowarzyszenie Producentów Dźwigów od początku działalności jest zaangażowane w proces edukacji kadr dla branży dźwigowej w Polsce. PSPD jest też autorem organizatorem szeregu seminariów technicznych, szkoleń oraz targów dźwigowych. PSPD jest autorem wielu wystąpień do centralnych organów państwowych w kwestiach związanych z działaniem branży dźwigowej, popularyzatorem wiedzy dźwigowej wśród właścicieli i użytkowników dźwigów. Prowadzimy także szeroką działalność międzynarodową. Stowarzyszenie zostało utworzone w 2003 roku, czyli tuż przed wejściem Polski do Unii Europejskiej. Na początku członkami założycielami były cztery firmy działające w Polsce – OTIS, KONE, ThyssenKrupp Elevator oraz Schindler. Dziś już liczymy 28 członków – firm oraz osób fizycznych działających w branży dźwigowej. Firmy zrzeszone są wspierane przez branżę i same działają na jej rzecz ponieważ Stowarzyszenie od szeregu lat wspomaga przemysł dźwigowy w rozwiązywaniu małych i dużych problemów związanych z jego funkcjonowaniem. Współtworzyliśmy wspólnie ze wszystkimi zainteresowanymi stronami Krajowe Forum Konsultacyjne ds. Dźwigów w okresie przedakcesyjnym, by wspólnie z UDT oraz producentami i i użytkownikami dźwigów dostosować polskie przepisy do unijnych regulacji. Forum miało na celu wprowadzenie obowiązku modernizacji wind w oparciu o 74 zagrożenia występujące w eksploatowanych dźwigach osobowych opisane w normie SNEL (ang. Safety Norm for Existing Lifts, tj. PN-EN 81-80). Prace nad prawnym aktem trwały do 2008 r. kiedy KFKd przekazało propozycję rozporządzenia Ministrowi Gospodarki. Konieczność modernizacji 40 000 wind wynikała z potrzeby podniesienia bezpieczeństwa ich użytkowania. Wiązało się to oczywiście z koniecznością wydatkowania dużych nakładów finansowych, które trudno było ponieść właścicielom budynków bez finansowego wsparcia państwa. Na to nie było pieniędzy w budżecie państwa. Kolejne lata były związane z efektywnością energetyczną dźwigów i pozyskaniem środków na ich modernizację z dedykowanych programów rządowych. Tu również nie udało się objąć tymi programami wind. Dopiero uchwalenie tzw. „Ustawy o dostępności” i utworzenie Funduszu Dostępności w 2019 r. dało silny impuls do modernizacji i dobudowy dźwigów do istniejących budynków. Można powiedzieć, że synergia pomiędzy bezpieczeństwem, efektywnością energetyczną i dostępnością jest obecnie motorem powyższych działań. Od 2004 r. zmodernizowano ponad 20 000 dźwigów osobowych w Polsce, ale ponad drugie tyle wymaga modernizacji, gdyż są eksploatowane od ponad 20 lat.

Stowarzyszenie podejmuje szereg działań zmierzających do zintegrowania i wzmocnienia środowiska osób i firm związanych z budownictwem mieszkaniowym ze szczególnym uwzględnieniem sektora UTB.

PSPD czynnie wsparło proces tworzenia ustawy o dostępności, ale również czynnie wspiera aktualizację rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim, powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Warunki techniczne zostały uchwalone w 2002 r. i w obszarze dźwigów osobowych przez te ponad 20 lat do dzisiaj nie nastąpiły zasadnicze zmiany, a przecież w tym okresie miał miejsce olbrzymi postęp techniczny w naszej branży. Zmieniono tylko wysokość budynku od której wymagana jest instalacja dźwigu z 12 do 9,5 metra. Dzisiaj powinno nastąpić obniżenie tego obowiązku z 9,5 do 6 m.

PSPD współpracuje z wieloma instytucjami i stowarzyszeniami. Połączenie sił i celów organizacji zawsze daje więcej efektów. Są to nie tylko pokrewne branże lub towarzyszące wątki takie jak BHP albo dostępność dla osób ze szczególnymi potrzebami. Wspólne działania realizowane są również w zakresie bezpieczeństwa. Proszę przybliżyć Państwa aktywność w tym wątku.



Od 20 lat PSPD jest członkiem organizacji European Lift Association (ELA), zrzeszającej dźwigowe stowarzyszenia z 23 państw. ELA reprezentuje branżę dźwigów, schodów i chodników ruchomych oraz producentów komponentów dla tej branży w Unii Europejskiej. Jako członkowie ELA bierzemy udział w pracach szeregu komitetów i grup roboczych działających w ELA. Efekty tych prac popularyzujemy w Polsce. Na przykład w roku 2005 rozpoczęliśmy działania związane z implementacją SNEL do prawa krajowego. Były to też początki programów edukacji kadr dla branży dźwigowej. Od tego czasu też jako stowarzyszenie współpracujemy intensywnie z UDT. Prowadziliśmy pod patronatem Urzędu wiele projektów edukacyjnych oraz prewencyjnych. Utworzyliśmy grupy robocze do rozwiązywania problemów funkcjonowania branży dźwigowej.



Między UDT a PSPD podpisane zostało 22 maja br. nowe porozumienie określające i poszerzające wspólne cele i zadania na rzecz bezpieczeństwa. Odbyło się to podczas międzynarodowej konferencji European Lift Association w Warszawie. W imieniu UDT porozumienie podpisał dr inż. Paweł Urbańczyk, Prezes UDT, a po stronie PSPD – członkowie zarządu Robert Wójcik i Jacek Łuczak. To kolejny krok w kierunku zacieśniania współpracy z sektorem urządzeń transportu bliskiego oraz podnoszenia poziomu bezpieczeństwa technicznego w Polsce. Wzajemne zaangażowanie UDT, PSPD i ELA jest elementem wspólnego tworzenia bezpieczniejszego otoczenia dla wszystkich użytkowników dźwigów i schodów ruchomych.

Współpraca między UDT a PSPD obejmuje m.in.:

- popularyzację zagadnień związanych z bezpieczną eksploatacją dźwigów,
- wymianę informacji o zagrożeniach i procedurach odbioru,
- wspólne inicjatywy na rzecz poprawy bezpieczeństwa,
- analizę wypadków i niebezpiecznych uszkodzeń,
- współtworzenie materiałów informacyjnych dla użytkowników,
- wzmacnianie dialogu między UDT a branżą dźwigową.

Europejskie stowarzyszenie ELA wydało szereg broszur popularyzujących bezpieczeństwo użytkowania dźwigów i schodów ruchomych. Polskie wersje tych broszur zostały opracowane przez PSPD. Są one dostępne w wersji elektronicznej na stronie www.stowdzwig.pl. Jedną z broszur są „Podstawowe zasady bezpieczeństwa przy pracach dźwigowych”. W poradniku zebrane zostały ogólne i szczegółowe zasady bezpiecznego postępowania dla firm zajmujących się montażem, konserwacją, naprawami i modernizacją dźwigów. Czytelnicy mogą poznać przykłady zabezpieczeń i zasad BHP, których prawidłowe stosowanie pomaga uzyskać najwyższy poziom ochrony pracowników.



Wśród wątków od zawsze bardzo istotnych, a obecnie szczególnie ważnych społecznie, można wymienić dostępność. Za tymi wymaganiami podążają już przepisy i normy oraz projektanci i wytwórcy urządzeń technicznych o charakterze użytkowym. Patrząc jeszcze szerzej, chodzi tu nie tylko o dostępność dla osób z niepełnosprawnościami, ale też starszych lub tych z bagażami. Proszę opisać w skrócie jak Stowarzyszenie angażuje się w działania w tym obszarze.

Branża ogólnodostępnych urządzeń transportu bliskiego jest w oczywisty sposób włączona w dostępną mobilność społeczeństwa. Możliwość dotarcia do każdego piętra dla osób starszych czy tych z niepełnosprawnościami staje się obecnie standardem. PSPD uwzględnia od dawna ten wymagany standard. Priorytetem jest zapewnienie sprawnej komunikacji w budynku dla wszystkich użytkowników. Dostępne windy lub schody ruchome umożliwiają pełne uczestnictwo w życiu swojej społeczności. Ustawa o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami określa wymagania dla poprawy dostępności. Korzystają na tym nie tylko osoby ze szczególnymi potrzebami, czyli osoby z niepełnosprawnościami lub starsze, ale również takie, ze względu na okoliczności tymczasowo mają ograniczoną mobilność czy percepcję (np. mają złamaną nogę, są po operacji lub prowadzą wózek dziecięcy).



PSPD jest partnerem programu Dostępność Plus. Wspieramy działania na rzecz dostępności, organizujemy spotkania i konferencje. Wśród takich wymienić można wiele konferencji dla spółdzielni mieszkaniowych na temat obowiązków i możliwości dla właścicieli dźwigów osobowych w kontekście zmian w prawie oraz programu Dostępność Plus. Organizujemy cykl szkoleń będących kontynuacją i uszczegółowieniem tematyki, dotyczących działań formalnych, technicznych i prawnych związanych z wyposażaniem istniejących budynków mieszkalnych wielorodzinnych w dźwigi osobowe.

Pomagamy użytkownikom w poprowadzeniu procesu inwestycyjnego w tym zakresie. Są to możliwości finansowania z Funduszu Dostępności w ramach rządowego programu Dostępność Plus oraz ustawy o zapewnieniu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami. Podczas konferencji i szkoleń omawiamy m.in. stan prawny dotyczący wymagań dla budynków i dźwigów oraz zasady projektowania budowy dźwigów. Prezentujemy także zagadnienia związane z architekturą i kontrakcją budynków pod kątem dobudowania lub wbudowania dźwigu w przypadkach, w których wyposażenie

istniejącego budynku w dźwig jest niemożliwe lub trudne. W takich sytuacjach jednym z rozwiązań może być umiejscowienie szybu dźwigowego na zewnątrz budynku. Dla spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych opracowujemy opinie techniczne w zakresie możliwości doposażania budynków w dźwigi osobowe. To ważny dokument dla zarządów w dyskusji z właścicielami mieszkań pod kątem pozyskania ich zgody na przeprowadzenie tych inwestycji.

Branża dźwigów, schodów i chodników ruchomych to fundament dostępności – zarówno w pionie, jak i w poziomie – w całym środowisku zabudowanym. Żadna inna gałąź przemysłu nie rozumie tak dobrze potrzeby nieprzerwanego i płynnego przemieszczania się ludzi w budynkach, miastach, stacjach metra i kolei, lotniskach, centrach handlowych i innych przestrzeniach publicznych.

Naszym wspólnym celem jest bezpieczeństwo, a wiadomo, że najsłabszym ogniwem w łańcuchu bezpieczeństwa jest człowiek. To od niego zależy bezpieczeństwo użytkownika ogólnodostępnych urządzeń. Jeśli chodzi o ich serwisowanie lub konserwację, niezbędne są kwalifikacje. Ten obszar wymaga szczególnej pieczy. Jakie tu działania Państwo podejmują?

Najważniejsze jest zawsze bezpieczeństwo. Niezależnie od tego, czy chodzi o instalatorów urządzeń, pasażerów, czy konserwatorów. PSPD od początku zaangażowało się w proces edukacji kadr w systemie publicznej oświaty na poziomie średnich szkół technicznych. Objęliśmy patronatem 16 techników w Polsce. Natomiast cały czas zmagamy się z naborem uczniów do techników i ciągłą reformą szkolnictwa zawodowego. Jednym z rezultatów reform była likwidacja niektórych specjalności w technikach, w tym prowadzonej przez nas specjalności „konserwator urządzeń dźwigowych”. Dlatego w 2012 roku, aby kontynuować proces dydaktyczny w publicznych technikach, podjęliśmy inicjatywę utworzenia i wdrożenia do systemu publicznej oświaty nowego zawodu dla branży – technik urządzeń dźwigowych. Obecnie funkcjonuje on już od ponad 10 lat. Minister Edukacji Narodowej wydał rozporządzenie w sprawie podstaw programowych kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego oraz dodatkowych umiejętności zawodowych w zakresie wybranych zawodów szkolnictwa branżowego. Rozporządzenie jest bardzo ważne z punktu widzenia branży dźwigowej, gdyż stworzyło podstawę prawną do uruchomienia od 2015 roku programu edukacji kadr dla naszej branży w systemie edukacji publicznej w dwóch kwalifikacjach:

- montaż i konserwacja urządzeń dźwigowych oraz
- organizacja prac związanych z budową, montażem i konserwacją urządzeń dźwigowych.

Polskie Stowarzyszenie Producentów dźwigów obejmuje patronatem szkołę, w których prowadzony jest nabór oraz nauczanie w zawodzie technik urządzeń dźwigowych. Do dziś w ramach kształcenia w nowym zawodzie ukończyło ten kierunek pięć roczników młodych techników, a na różnym poziomie naukę pobiera ponad 200 uczniów w pięciu szkołach – w Warszawie, Gdańsku, Łodzi, Katowicach i w Poznaniu.

Technik urządzeń dźwigowych posiadający potwierdzone kwalifikacje organizuje i wykonuje montaż, a także konserwuje i modernizuje urządzenia dźwigowe takie jak dźwigi osobowe i towarowe z napędem elektrycznym i hydraulicznym, dźwigi budowlane, urządzenia dla osób z niepełnosprawnością oraz schody i chodniki ruchome.

Jest to niezwykle cenny i konkretny wkład w edukowaniu kadr dla branży dźwigowej. Stowarzyszenie daje możliwość podjęcia edukacji kadr dla branży w technikach w różnych miastach Polski w zależności od potrzeb lokalnego rynku pracy. Ale czy młodzi ludzie mają wsparcie edukacyjne i opracowania z tego obszaru, które pomogą im w zdobywaniu wiedzy? Jak mogą uzupełniać ją o praktyczne doświadczenie?

Branża dźwigowa od ponad 20 lat włącza się w realizację programu specjalistycznego nauczania, jak również w poprawę bazy dydaktycznej. Wydaliśmy podręczniki „Dźwigi elektryczne” i „Dźwigi hydrauliczne”. Jest to główna część projektu, który obejmował opracowanie poradnika dot. dźwigów osobowych, który mógłby być wykorzystywany przez branżę dźwigową w Polsce do podnoszenia kwalifikacji, przygotowania się do egzaminu UDT oraz przysposobienia do zawodu konserwatora i instalatora dźwigów.

Pierwsza część „Dźwigi hydrauliczne” ukazała się w roku 2017 i spotkała się z dużym zainteresowaniem branży. Powstała w ramach Grupy Roboczej ds. Podręcznika powołanej przez nasze stowarzyszenie przy udziale Urzędu Dozoru Technicznego i zawiera podstawową wiedzę techniczną dla pracowników zatrudnionych przy konserwacji i instalacji dźwigów hydraulicznych. W 2020 roku wydana została część „Dźwigi elektryczne. Podstawy budowy, zasada działania”.

Poza wydaniem pomocy w postaci podręczników branża włącza się także w wiele innych wątków. Członkowie Stowarzyszenia dostarczają części wyposażenia pracowni, udostępniają swoje centra szkoleniowe uczniom i nauczycielom, umożliwiają podnoszenie kwalifikacji kadry nauczycielskiej. Firmy dźwigowe zapewniają wykładowców do zajęć ze swoich zasobów kadrowych. Wspieramy udział uczniów w giełdach pracy oraz uczestniczenie w wydarzeniach branżowych, takich jak targi Poland Lift EXPO. Finalnie praktykowane jest zatrudnianie absolwentów przez przedstawicieli branży.

Na podstawie współpracy z technikami organizujemy również praktyki dla uczniów szkół włączo-

nych w projekt. Rezultatem praktyk jest obopólne zadowolenie – zarówno firmy dźwigowe są zadowolone z uczniów, jak i uczniowie są zadowoleni z programu przygotowanego przez firmy. Obecnie branża dźwigowa musi się skoncentrować na wybranych placówkach oświatowych. Z uwagi na to, iż proces edukacji jest procesem wieloletnim, a zaangażowanie branży wiąże się z dużymi nakładami finansowymi, zostało podpisane stosowne porozumienie pomiędzy Biurem Edukacji Urzędu m.st. Warszawy, a Polskim Stowarzyszeniem Producentów Dźwigów i wybranymi szkołami przy patronacie Urzędu Dozoru Technicznego.

Przy współpracy z Urzędem Dozoru Technicznego dla uczniów, którzy przejdą program nauczania w zawodzie, odbędą miesięczną praktykę zawodową w firmach dźwigowych, podejmą pracę wakacyjną po klasie III w wymiarze co najmniej jednego miesiąca i odbędą w klasie IV kurs przygotowawczy oraz dla absolwentów istnieje możliwość zorganizowania egzaminu na III klasę uprawnień w konserwacji. Wiąże się to z odbyciem minimum 6 miesięcznej pracy-praktyki w firmach dźwigowcy.

Działalność PSPD związana jest z transportem bliskim ludzi. Jesteśmy wszędzie tam, gdzie potrzebna jest sprawna, bezpieczna i komfortowa komunikacja. Poprzez działania Stowarzyszenia chcemy wpływać na jakość, rozwój i dostępność tej usługi.

Ze wszystkich Państwa działań, aktywności i podejmowanych inicjatyw przebijają się prawdziwa pasja do branży dźwigowej, do urządzeń transportu bliskiego specjalnie skonstruowanych, by bezpiecznie przemieszczać ludzi. Proszę opisać, jak przekazujecie Państwo to wielkie zaangażowanie innym, a szczególnie młodzieży.

Chcemy inspirować młodych ludzi już na początku ich edukacji ponadpodstawowej. Jest to element nie tylko zwrócenia uwagi na bezpieczne korzystanie z urządzeń do transportu osób w budynkach, ale też „zasiania” zainteresowania techniką, budową urządzeń lub bezpieczeństwem pracy. W tym duchu organizujemy grę miejską „Kocham windy”, której odbyły się już cztery edycje. W 2025 r. wzięło w niej udział 120 uczniów w czterech miastach przy udziale 12 firm dźwigowych. Uczniowie mają okazję odwiedzić prestiżowe budynki i miejsca, gdzie na co dzień funkcjonują nowoczesne systemy dźwigowe, a także zmierzyć się z ciekawymi zadaniami, które przybliżają im tajniki pracy w tej branży. Gra realizowana jest w 4 miastach Polski, ale mamy plany, aby w 2026 r. objąć nią kolejne 3-4 miasta. Jest to cykliczne już wydarzenie tworzone z myślą również o szerzeniu wiedzy o stosunkowo nowym zawodzie jakim jest technik urządzeń dźwigowych. Grę współorganizują firmy z branży dźwigowej, zarówno członkowie PSPD jak i firmy nienależące do Stowarzyszenia, za co serdecznie im dziękujemy. Gra miejska „Kocham windy” została objęta patronatem m.in. Biura Edukacji Urzędu m.st. Warszawy, Prezydenta miasta Katowice oraz Urzędu Dozoru Technicznego. Więcej o tym projekcie można przeczytać na stronie www.kochamwindy.pl.



Aktualnie zaś trwa trzecia edycja Olimpiady Wiedzy o Elektrotechnice i Energetyce oraz Technice Dźwigowej EDU-ELEKTRA, której współorganizatorem jest Polskie Stowarzyszenie Producentów Dźwigów. Olimpiada obejmuje dziedzinę elektryki i energetyki, do której należą m.in. zawód technik urządzeń dźwigowych. W tegorocznej edycji Olimpiady wzięło udział 2 tys. uczniów techników, a przez trzy lata – 6 tys. To olbrzymi potencjał przyszłych pracowników w naszej branży. Branża dźwigowa oprócz absolwentów kierunku technik urządzeń dźwigowych może zatrudnić absolwentów w innych pokrewnych zawodach tj. technik elektryk, technik elektronik, technik energetyk, technik mechanik, technik mechatronik czy technik automatyk. Oddzielną grupą są informatycy. Więcej informacji na temat Olimpiady można uzyskać na stronie www.eduelektra.pl.



Przyszłość czeka na nas za zakrętem. Jest coraz bardziej zdalna, cyfrowa, wspomagana AI. Na pewno przemysł dźwigowy jest gotowy na stałe zmiany i wciąż nowe oczekiwania rynku. Jak Pan ocenia rozwój branży transportu bliskiego i na które kierunki trzeba będzie głównie położyć nacisk? Jakie nowe inicjatywy i projekty są w planach Stowarzyszenia?

Nasza branża jest branżą zaawansowanej technologii, która umożliwia budowanie coraz wyższych budynków z zainstalowanymi w nich windami poruszającymi się z coraz większymi prędkościami, nawet do 20m/s. Do naszej branży szybko wkroczyła cyfryzacja i sztuczna inteligencja wspierająca eksploatację wind. Tworzymy inteligentne windy, które działają w inteligentnych budynkach, będących częścią inteligentnych miast. W związku z tym powstają olbrzymie ilości danych transmitowanych do tzw. chmury. Dlatego coraz większej wagi nabiera problem ochrony tych danych przed nieupoważnioną ingerencją – cyberbezpieczeństwo. To wciąż zmieniający się cel. Znajduje on odzwierciedlenie w stałym rozwoju branży, a my jesteśmy wsparciem w jego osiągnięciu. Z pewnością branża i nowe jej kadry coraz częściej będą wykorzystywać cyfrowe wsparcie dla komfortu i bezpieczeństwa beneficjentów, tj. pasażerów dźwigów lub schodów ruchomych. Także sztuczna inteligencja będzie elementem rozwoju, który trzeba na pewno właściwie zastosować, ale należy pamiętać, że za nią zawsze musi stać człowiek.

Bardzo dziękuję za tę niezwykle ciekawą rozmowę.



WYMIENIĆ, MODERNIZOWAĆ, POZOSTAWIĆ BEZ ZMIAN?

Bezpieczne dźwigi osobowe



**MGR INŻ.
ROBERT FABIAŃSKI**

Główny Specjalista
Koordynacji Inspekcji
Wydział Urządzeń Technicznych
Departament Techniki
Urząd Dozoru Technicznego

Obecnie eksploatowanych jest wiele dźwigów, które pracują nieprzerwanie nawet od kilkudziesięciu lat. Urządzenia te, jeśli są odpowiednio konserwowane i serwisowane mogą być niezawodne. Przez lata pojawiały się nowe rozwiązania techniczne i konstrukcyjne, zmieniły się również uwarunkowania prawne i normatywne. Wymagany obecnie poziom bezpieczeństwa i komfortu istotnie różni się od tego sprzed lat. Zużycie eksploatacyjne dźwigów oraz oczekiwania eksploatujących dotyczące bezpieczeństwa i wygody użytkowania powodują, że modernizacje dźwigów są niezbędne, aby dopuszczone przed laty do eksploatacji urządzenia mogły wciąż spełniać swoje funkcje.



W procesie podejmowania decyzji o modernizacji dźwigu kluczowa jest ocena, czy dany komponent wymaga wymiany czy naprawy, by po jej przeprowadzeniu dalej pozostać w instalacji i spełniać swoją funkcję. Kiedy dźwig lub jego elementy należy uznać za zbyt mocno wyeksploatowane lub zbyt stare?

Oceny stanu technicznego powinny dokonywać osoby o właściwych kompetencjach z odpowiednim doświadczeniem i kwalifikacjami. Oceny należy dokonywać z uwzględnieniem kryteriów podanych w instrukcji eksploatacji dźwigu czy poszczególnych jego komponentów. Producenci w instrukcjach podają kryteria zużycia (np. dopuszczalne wymiary, rodzaje uszkodzeń itp.) oraz resurs [1] z określeniem, jakie działania po jego osiągnięciu należy podjąć. Przy ocenie należy kierować się dobrą praktyką techniczną. Dotyczy to głównie oceny elementów instalacji pod kątem właściwości wytrzymałościowych tj. stanu mechanicznego oraz poziomu degradacji materiału (korozja, odkształcenia, pęknięcia itp.).

ROZWIĄZANIA I NORMY

Przed podjęciem decyzji o przeprowadzeniu modyfikacji dźwigu warto postawić kilka pytań. Co wymaga poprawy w naszej instalacji dźwigowej? Z czego skorzystać? Jak rozpocząć proces modyfikacji?

W działaniach modernizacyjnych warto skupić się na tym, by w „starych” dźwigach wprowadzać rozwiązania i ulepszenia, które pozwolą zbliżyć się do poziomu dźwigów oddawanych do użytku obecnie.

Przydatne są w tym przypadku NORMY SNEL (Safety Norm for Existing Lifts) umożliwiające poprawę bezpieczeństwa i dostępności istniejących dźwigów i maksymalne zbliżenie ich do poziomu obecnie obowiązujących wymagań dla dźwigów nowo instalowanych.

Normy te są niejako implementacją **norm zharmonizowanych** z dyrektywą dźwigową dla dźwigów istniejących, głównie przeddyrektywnych.

Jedną z nich jest norma PN-EN 81-80:2019. Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Dźwigi użytkowane - Część 80: Zasady poprawy bezpieczeństwa użytkowanych dźwigów osobowych i dźwigów towarowo-osobowych [2]. Normuje ona proces prowadzenia modyfikacji.

- Norma zawiera klasyfikację różnorodnych zagrożeń i sytuacji niebezpiecznych, z których każda została poddana analizie w procesie oceny ryzyka.
- Opracowanie normatywne jest przeznaczone do określenia działań korygujących w celu stopniowej i selektywnej poprawy bezpieczeństwa wszystkich użytkowanych dźwigów osobowych i towarowych; Ukierunkowana jest na uzyskanie aktualnego poziomu bezpieczeństwa (PN-EN 81-20).
- Norma umożliwia sprawdzenie każdego dźwigu oraz stopniowe wprowadzenie środków bezpieczeństwa odpowiednio do częstości występowania i ciężkości poszczególnego ryzyka.
- Wyszczególnia ona rodzaje wysokiego, średniego i niskiego ryzyka oraz działania korygujące, które mogą być zastosowane w oddzielnych etapach w celu wyeliminowania ryzyka.

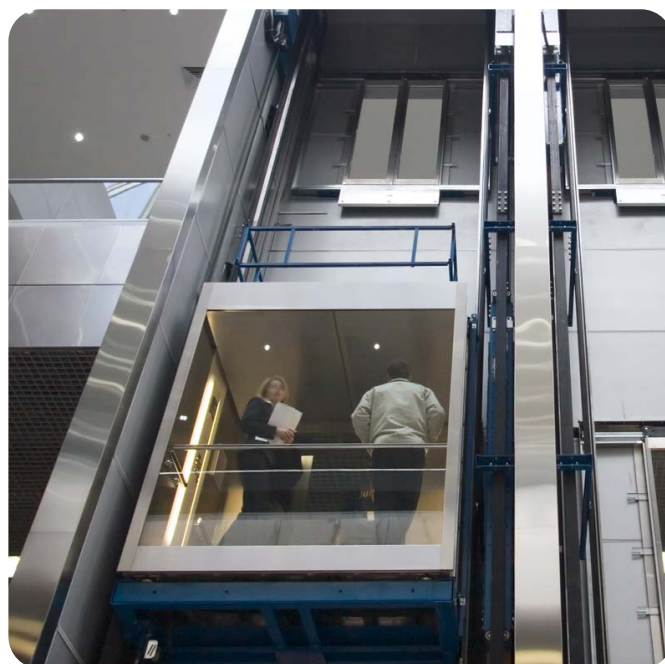
Kolejnym narzędziem jest norma PN-EN 81-82:2019 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Dźwigi użytkowane - Część 82: Zasady poprawy dostępności dźwigów użytkowanych dla osób, w tym osób niepełnosprawnych. Umożliwia ona identyfikację problemów i zagrożeń, pozwala na wskazanie braków w istniejących

dźwigach i daje konkretne odpowiedzi, jak rozwiązać wskazane problemy, tak by poprawić dostępność dla osób z ograniczoną zdolnością poruszania się.

Specyfikacja techniczna – CEN/TS 81-83:2009 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Dźwigi istniejące - Część 83: Zasady poprawy odporności na wandalizm. Norma ta jest trochę rzadziej wykorzystywaną niż dwie wyżej wymienione. Warto jednak przypomnieć, że takie narzędzie istnieje, i czasami dla dźwigów zainstalowanych w budynkach, gdzie akty wandalizmu są dość powszechne, można z niej skorzystać i zastosować proponowane w niej rozwiązania.

Pomocą, z której rekomenduje się skorzystać przy modernizacji, jest wciąż aktualne zalecenie Komisji Europejskiej 95/216/WE z dnia 8 czerwca 1995 r. dla państw członkowskich dotyczące poprawy bezpieczeństwa dźwigów już istniejących.

- 1) Zainstalować drzwi kabinowe oraz, wewnątrz kabiny, piętrowskazywacz.
- 2) Kontrolować i w miarę możliwości wymieniać liny nośne kabiny.
- 3) Zmodyfikować układy sterowania zatrzymaniem, tak aby uzyskać wysoki stopień dokładności zatrzymania kabiny i stopniowe zwalnianie jej ruchu.
- 4) Dostosować elementy sterownicze zarówno w kabinie, jak i w szybie, tak aby były zrozumiałe i dostępne dla samodzielnie poruszających się osób niepełnosprawnych.
- 5) Wyposażyć drzwi automatyczne w czujniki wykrywające obecność ludzi i zwierząt.
- 6) Wyposażyć dźwigi o prędkości większej niż 0,6 m/s w układ chwytaaczy pozwalający na łagodne opóźnienie podczas zatrzymywania.
- 7) Zmodyfikować systemy alarmowe w celu stworzenia stałej łączności z szybko reagującą ekipą awaryjną.
- 8) Wyeliminować azbest zastosowany w układach hamulcowych.
- 9) Zainstalować urządzenie zapobiegające niekontrolowanemu ruchowi kabiny w górę.
- 10) Wyposażyć kabiny w oświetlenie awaryjne, które działa w przypadku odcięcia źródła zasilania. Powinno ono działać dostatecznie długo, tak aby służby ratownicze zdążyły zainterweniować w normalnym trybie. Instalacja ta powinna również umożliwiać działanie systemu alarmowego, o którym mowa w punkcie 7.



WSPARCIE TECHNICZNE PRZY DOBORZE DŹWIGU



Wsparcie techniczne przy doborze dźwigów to usługa UDT mająca na celu określenie właściwego kierunku modernizacji urządzenia oraz pomoc w określeniu niektórych parametrów dźwigu przy jego wymianie. Usługę kierujemy do właścicieli, administratorów i zarządców nieruchomości, w których użytkowane są lub mają być użytkowane:

- dźwigi osobowe,
- dźwigi osobowo - towarowe.



ZAPOBIEGAĆ, MONITOROWAĆ, PLANOWAĆ I MODERNIZOWAĆ

Prowadzenie działań prewencyjnych w zakresie konserwacji i napraw lub wymian i modernizacji poprawia jakość, bezpieczeństwo, niezawodność i trwałość dźwigu.

Dzięki monitorowaniu oraz planom modyfikacji opracowywanym z wyprzedzeniem można uniknąć kłopotliwych i frustrujących przestojuw w zakresie eksploatacji urządzeń. Poniższy schemat pokazuje, jak w modelowym (idealnym) przypadku powinien wyglądać cały proces modernizacji lub modyfikacji dźwigu.

PLANOWANIE WSTĘPNE

ZEBRANIE DANYCH NA TEMAT:

- wieku urządzenia,
- historii napraw i wymian,
- jakości i resursu komponentów,
- rodzaju i przeznaczenia budynku,
- ograniczeń konstrukcyjno-budowlanych itp.

Analiza zgromadzonych danych i plan według potrzeb i odpowiednie działania np. rozplanowanie modyfikacji na kilka lat.



MONITOROWANIE

DZIAŁANIA ZAPOBIEGAWCZE

Sprawdzanie stanu technicznego urządzenia w czasie rzeczywistym daje cenną odpowiedź dla działań związanych z modernizacją (modyfikacją).

ANALIZA AWARYJNOŚCI I MONITORING PARAMETRÓW

Analizy są niezbędne do oceny potrzeby modyfikacji instalacji dźwigowej.



DECYZJA O MODERNIZACJI

Analiza stanu technicznego urządzenia i jego elementów przez osobę kompetentną. Wskazanie obszarów wymagających modernizacji (modyfikacji).



PRZEPROWADZENIE MODERNIZACJI

Modernizacja zgodna z przyjętym jej planem.

ETAPY MODERNIZACJI – PRZYKŁAD

W zależności od różnych czynników, takich jak względy organizacyjne, finansowe czy techniczne, modernizacje przebiegają kompleksowo (jednorazowa modernizacja w szerokim zakresie) lub są wykonywane etapowo co pewien czas, a ich zakres jest ograniczony. Poniżej podano przykładowe etapy modernizacji dźwigu „licencyjnego”, który jest dźwigiem elektrycznym ciernym.

Specyfika dźwigu to m. in.:

- zespół napędowy reduktorowy
- chwytacze kulowe lub chwytacze KRD albo KRE,
- drewniana kabina,
- ruchomy próg kabinowy,
- brak drzwi kabinowych,
- drzwi przystankowe półautomatyczne ze szklanym wziernikiem,
- zderzaki o charakterystyce liniowej (sprężynowe),
- brak ogranicznika udźwigu,
- sterowanie stycznikowo-przełącznikowe,
- brak systemu łączności ze służbami ratunkowymi.

ETAPY MODERNIZACJI

Wymiana aparatury sterowej i instalacji elektrycznej

Wymiana sterowania stycznikowo-przełącznikowego na nowe sterowanie mikroprocesorowe, z napędem regulowanym, stanowiące magistralę komunikacyjną pomiędzy poszczególnymi elementami może być pierwszym etapem modernizacji wieloetapowej. Zmiana ta powoduje, że elementy związane ze sterowaniem spełniają wymagania obecnych przepisów lub są przystosowane, żeby te wymagania spełnić. Dochodzi również zmiana instalacji elektrycznej (nowe przewody, połączenia, zabezpieczenia, itp.).

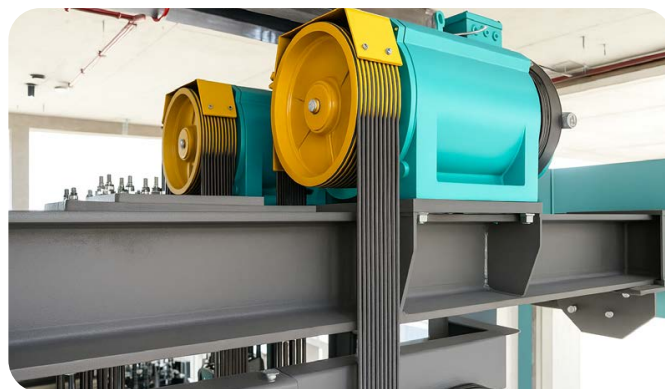


Korzyści:

- płynne i delikatne zwalnianie i zatrzymywanie się kabiny oraz ruszanie z przystanku,
- większa dokładność zatrzymywania kabiny na przystanku,
- mniejsze obciążenia dla zespołu napędowego (mniej sił dynamicznych w reduktorze i hamulcu),
- zapewnienie dwustronnej łączności ze służbami ratunkowymi,
- możliwość monitorowania i sprawdzania pracy dźwigu z wykorzystaniem zasobów sterowania,
- skuteczniejsza ochrona przeciwpożarowa i przeciwporażeniowa.

Wymiana zespołu napędowego i cięgien nośnych

Kolejnym etapem może być wymiana zespołu napędowego wraz z liniami nośnymi. Zmiana wciągarki posiadającej reduktor, sprzęgło i hamulec na napęd reduktorowy o bardziej zwartej budowie (bez sprzęgła pomiędzy wirnikiem silnika a wałem ślimaka reduktora) lub zespół napędowy bezreduktorowy.



Korzyści: zmniejszenie poziomu hałasu, mniejsze zużycie energii elektrycznej.

WYMIANA KABINY WRAZ Z CHWYTACZAMI, DRZWI PRZYSTANKOWYCH, ZDERZAKÓW, OGRANICZNIKA PRĘDKOŚCI

Ostatnią fazą modernizacji może być szerszy zakres prac obejmujący wymianę drewnianej kabiny wraz z ramą i chwytaczami na nową kabinę metalową, zastosowanie nowych chwytaczy ślizgowych oraz zainstalowanie drzwi kabinowych automatycznych współpracujących z nowymi drzwiami przystankowymi. W tym etapie można również wymienić zderzaki kabinowe oraz zderzaki przeciwwagi, a także ogranicznik prędkości wraz z obciążką i liną ogranicznika prędkości.



Korzyści:

- kabina bardziej wytrzymała i odporniejsza na akty dewastacji (np. podpalenia),
- niezawodność i pewność zadziałania chwytaczy (w przypadku zastąpienia chwytaczy kulowych),
- wyeliminowanie ryzyka związanego z dostępem do ściany szybu podczas jazdy kabiny poprzez zastosowanie drzwi kabinowych oraz zwiększenie komfortu użytkowania dźwigu (posiada drzwi automatyczne).

Warto podkreślić, że wyżej wymienione etapy modernizacji są jedynie przykładowe. Ich zakres oraz kolejność mogą być różne w zależności od instalacji dźwigowej czy preferencji eksploatującego.



MODERNIZACJA CZY OCENA ZGODNOŚCI?

Takie pytanie często zadają eksploatujący, firmy modernizujące lub instalatorzy i producenci dźwigów.

- Gdzie jest granica pomiędzy modernizacją a oceną zgodności?
- Czy poprzez modernizację możemy doprowadzić dźwig do pełnej zgodności z obecnie obowiązującymi wymaganiami dyrektywy dźwigowej 2014/33/UE oraz norm zharmonizowanych z tą dyrektywą?

Odpowiedź na te pytania nie zawsze będzie jednoznaczna.

Przeprowadzanie modernizacji dźwigów umożliwia nam prawo krajowe, które definiuje modernizację oraz przedstawia kryteria i wymagania dla tego procesu.

Warto w tym zakresie sięgnąć do przewodnika do dyrektywy dźwigowej Guide to application of the Lifts Directive 2014/33/EU [6]:

„§ 5 Dźwigi [...]”

Dyrektywa 2014/33/UE ma zastosowanie do dźwigów, gdy są one po raz pierwszy wprowadzane do obrotu. Ma ona zatem zastosowanie do nowych dźwigów, w tym następujących:

- dźwigi instalowane w nowych budynkach,
 - dźwigi instalowane w istniejących budynkach,
 - dźwigi instalowane w istniejących szybach w ramach wymiany istniejących dźwigów.
- Patrz Doc.LC2003.04rev1 „New lifts in existing wells” for additional explanations [7].

Dokument Komisji Europejskiej [7] precyzuje zagadnienie nowych dźwigów w istniejących szybach:

„[...]”

Nowe dźwigi, podlegające przepisom dyrektywy 95/16/WE (dotyczy również dyrektywy dźwigowej 2014/33/UE), obejmują następujące elementy:

[...]”

- dźwigi instalowane w istniejących szybach w celu zastąpienia istniejących dźwigów, w tym gdy istniejące prowadnice i ich mocowania lub same mocowania prowadnic są zachowane.”

JAKIE TO MA PRZEŁOŻENIE NA MODERNIZACJĘ?

W przypadku, gdy w istniejącym szybie pozostawione zostaną prowadnice i ich mocowania lub same mocowania należy przeprowadzić ocenę zgodności dźwigu zgodnie z dyrektywą 2014/33/UE. Dlatego w przypadku pozostawienia dodatkowych elementów istniejącej instalacji dźwigowej (oprócz prowadnic i ich mocowań) możemy już mówić o modernizacji. Szczególnie w sytuacji, gdy pozostające elementy nie spełniają obecnych zasadniczych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa i przeprowadzenie procesu oceny zgodności jest zwyczajnie niemożliwe. Nie należy też ograniczać możliwości prowadzenia modernizacji. Każdy przypadek należy potraktować indywidualnie, a ostateczną decyzję musi podjąć eksploatujący z podmiotem wykonującym zlecenie wymiany dźwigu.

CZY JEST MOŻLIWE DOPROWADZENIE DŹWIGU DO PEŁNEJ ZGODNOŚCI Z ZASADNICZYMI WYMAGANIAMI DYREKTYWY 2014/33/UE POPRZECZ MODERNIZACJĘ WYKONYWANĄ ETAPOWO?

Poprzez stosowanie elementów i rozwiązań zgodnych z dyrektywą 2014/33/UE w kolejnych fazach modernizacji, jest możliwe uzyskanie równoważnego poziomu bezpieczeństwa jaki gwarantuje dyrektywa dźwigowa. Nie jest to równoważne temu, że dźwig spełnia zasadnicze wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa.

By mówić o spełnieniu zasadniczych wymagań dyrektywy dźwigowej 2014/33/UE należy poddać dźwig procesowi oceny zgodności poprzez jednostkę notyfikowaną, która ma kompetencje do stwierdzenia spełnienia zasadniczych wymagań w tym zakresie.



KORZYŚCI Z MODERNIZACJI

- Podniesienie poziomu bezpieczeństwa
- Polepszenie dostępności dla osób z ograniczoną zdolnością poruszania się
- Zwiększenie niezawodności
- Poprawa efektywności i wydajności
- Wydłużenie okresu żywotności dźwigu
- Poprawa komfortu
- Podniesienie wartości nieruchomości

Benefitów wynikających z powyższych zalet jest bardzo wiele. Szczególną uwagę należy objąć korzyści, dotyczące podniesienia poziomu bezpieczeństwa oraz polepszenia dostępności dźwigów. Identyfikacja zagrożeń w procesie oceny ryzyka i eliminacja ich poprzez podjęcie konkretnych działań prowadzi do tego, że dźwigi stają się bezpieczniejsze. Możliwość zniesienia różnego rodzaju barier i utrudnień powoduje, że osoby z ograniczoną zdolnością poruszania się mają swobodniejszy i łatwiejszy dostęp do dźwigów i budynków. Zawsze należy wziąć pod uwagę nie tylko możliwości, jakie daje modernizacja lub modyfikacja, ale również ocenić opłacalność i zasadność

oraz wziąć pod uwagę ograniczenia, które mogą się pojawić. Należy też zauważyć, że specyfika instalacji dźwigowej (budowa wielokomponentowa) pozwala na przeprowadzanie modernizacji (modyfikacji) przez bardzo długi okres. To umożliwi wieloetapowe działania, które sukcesywnie prowadzą do ulepszenia dźwigu i podnoszą poziom jego bezpieczeństwa.

Literatura:

1. Wytyczne UDT dotyczące eksploatacji urządzeń transportu bliskiego, UDT, wydanie 3, luty 2022 https://www.udt.gov.pl/images/Wytyczne_UDT_dotyczace_eksploatacji_UTB_wydanie_3_09_luty_2022.pdf [dostęp: 6.2025].
2. Norma PN-EN 81-80:2019. Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Dźwigi użytkowane - Część 80: Zasady poprawy bezpieczeństwa użytkowanych dźwigów osobowych i dźwigów towarowo-osobowych.
3. Norma PN-EN 81- 82:2019 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Dźwigi użytkowane - Część 82: Zasady poprawy dostępności dźwigów użytkowanych dla osób, w tym osób niepełnosprawnych.
4. Specyfikacja techniczna – CEN/TS 81-83:2009 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Dźwigi istniejące - Część 83: Zasady poprawy odporności na wandalizm.
5. Zalecenie Komisji Europejskiej 95/216/WE z dnia 8 czerwca 1995 r. dla państw członkowskich dotyczące poprawy bezpieczeństwa dźwigów już istniejących <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31995H0216> [dostęp: 6.2025]
6. Przewodnik do dyrektywy dźwigowej Guide to application of the Lifts Directive 2014/33/EU <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/29961> [dostęp: 6.2025]
7. Patrz Doc.LC2003.04rev1 „New lifts in existing wells” for additional explanations <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/15350/attachments/1/translations> [dostęp: 6.2025]

BEZPIECZEŃSTWO URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH

Rola i działania Grupy Roboczej „Ciśnienie” przy Komisji Europejskiej



MGR INŻ. SYLWERIUSZ BRZUSKA

Ekspert ds. Oceny Zgodności
Departament Certyfikacji
i Oceny Zgodności
Urząd Dozoru Technicznego

Ekspert techniczny wspierający przedstawiciela MRIT w Grupie Roboczej „Ciśnienie” przy Komisji Europejskiej – (WGP – Working Group „Pressure”) oraz w Grupie Roboczej „Wytyczne” (WPG – Working Party on Guidelines).

Ekspert techniczny reprezentujący UDT w pracach Forum Jednostek Oceny Zgodności do dyrektyw 2014/68/UE i 2014/29/UE (CABF PED/SPVD – Conformity Assessment Bodies Forum on Council Directives 2014/68/EU and 2014/29/EU).

Grupa Robocza „Ciśnienie” przy Komisji Europejskiej do dyrektyw 2014/68/UE i 2014/29/UE (Commission’s Working Group “Pressure” for Directives 2014/68/EU and 2014/29/EU)



W artykule zostanie przedstawiona rola i działalność Grupy Roboczej „Ciśnienie” przy Komisji Europejskiej w ramach dyrektyw 2014/68/UE (PED) i 2014/29/UE (SPVD), dotyczących – odpowiednio – urządzeń ciśnieniowych i prostych zbiorników ciśnieniowych. W kolejnych artykułach sukcesywnie będziemy przedstawiać wyniki dalszych prac grupy.

KOMISJA EUROPEJSKA JEST ZOBOWIĄZANA, ZGODNIE Z ZAPISAMI DYREKTYW 2014/68/UE I 2014/29/UE, ZAPEWNIĆ ORGANIZACJĘ WYMIANY DOŚWIADCZEŃ MIĘDZY KRAJOWYMI ORGANAMI PAŃSTW CZŁONKOWSKICH ODPOWIEDZIALNYMI ZA POLITYKĘ NOTYFIKACJI.

DZIAŁANIA KOMISJI EUROPEJSKIEJ W SEKTORZE URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH

Zadaniem Komisji Europejskiej jest koordynowanie i monitorowanie wdrażania oraz interpretacja wymienionych na wstępie dyrektyw 2014/68/UE i 2014/29/UE, dotyczących – odpowiednio – urządzeń ciśnieniowych i prostych zbiorników ciśnieniowych, które należą do przemysłowego sektora urządzeń ciśnieniowych. Sektor urządzeń ciśnieniowych obejmuje również dyrektywę 75/324/WE w sprawie dozowników aerozoli. Wskazane dyrektywy znajdują się w zakresie działania Dyrekcji Generalnej ds. Rynku Wewnętrznego, Przemysłu, Przedsiębiorczości i MŚP działającej w strukturach Komisji Europejskiej.

Dyrektywy te, wraz z dyrektywą 2010/35/WE w sprawie ciśnieniowych urządzeń transportowych (TPED), zapewniają odpowiednie ramy prawne na szczeblu europejskim dla urządzeń stwarzających zagrożenie ciśnieniowe.

Wymienione dyrektywy w znacznym stopniu przyczyniły się do sprawnego funkcjonowania jednolitego rynku poprzez zapewnienie „swobodnego przepływu” takich urządzeń, a także poprzez harmonizację warunków wprowadzania ich do obrotu lub oddawania do użytku, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa.

Sektor urządzeń ciśnieniowych ma istotne znaczenie dla wzrostu gospodarczego i zatrudnienia w UE oraz jest ważny z punktu widzenia regulacji UE dotyczących bezpieczeństwa. Z tego powodu zadaniem Komisji Europejskiej jest nie tylko monitorowanie funkcjonowania dyrektyw, ale również ocena wyzwań i podejmowanie niezbędnych działań w kierunku promowania zrównoważonej konkurencyjności sektora.

Bezpośrednim zadaniem Komisji, zapisanym w treści wymienionych dyrektyw, jest zapewnienie organizacji wymiany doświadczeń między krajowymi organami państw członkowskich odpowiedzialnymi za politykę notyfikacji. W ramach realizacji tego zadania została powołana Grupa Robocza „Ciśnienie” przy Komisji Europejskiej. Władze krajowe, po sprawdzeniu kompetencji oraz spełnieniu wymagań określonych w dyrektywach, notyfikują wyznaczone jednostki Komisji Europejskiej, która nadaje im numery identyfikacyjne i publikuje ich wykaz w systemie informacyjnym NANDO (New Approach Notified and Designated Organisations [1]). Na stronie internetowej znajduje się wykaz wszystkich notyfikowanych jednostek europejskich, a także organów państw trzecich wyznaczonych na podstawie formalnych

umów, takich jak umowy o wzajemnym uznawaniu, Porozumienie o Europejskim Obszarze Gospodarczym oraz układy o ocenie zgodności i zatwierdzeniu produktów przemysłowych.

ROLA GRUPY ROBOCZEJ „CIŚNIENIE” PRZY KOMISJI EUROPEJSKIEJ

Grupa Robocza „Ciśnienie” przy Komisji Europejskiej (KE) jest platformą wymiany doświadczeń między krajowymi organami państw członkowskich odpowiedzialnymi za politykę notyfikacji. Grupa robocza składa się z przedstawicieli państw członkowskich, a przewodniczy jej przedstawiciel Dyrekcji Generalnej ds. Rynku Wewnętrznego, Przemysłu, Przedsiębiorczości i MŚP, która z ramienia Komisji Europejskiej nadzoruje sektor urządzeń ciśnieniowych. W pracach grupy uczestniczą reprezentanci federacji europejskich producentów, organów nadzoru rynku, Forum Jednostek Oceny Zgodności (CABF PED/SPVD)¹ i CEN².

W pracach Grupy Roboczej „Ciśnienie” biorą udział przedstawiciele państw członkowskich, Komisji Europejskiej oraz reprezentanci organów nadzoru rynku ADCO PED/SPVD³, Forum Jednostek Oceny Zgodności CABF PED/SPVD, CEN oraz federacji producentów (np. ORGALIM⁴, PNEURO⁵).

Grupa Robocza „Ciśnienie” pełni rolę Komitetu ds. Urządzeń Ciśnieniowych oraz Komitetu ds. Prostych Zbiorników Ciśnieniowych, czyli komitetów działających w ramach procedury wskazanej – odpowiednio – w art. 44 dyrektywy 2014/68/UE oraz art. 39 dyrektywy 2014/29/UE. Są one komitetami w rozumieniu rozporządzenia (UE) nr 182/2011 [2] i wspomagają Komisję we wszystkich sprawach, w odniesieniu do których wymagane są konsultacje z ekspertami branżowymi oraz w kwestiach dotyczących stosowania obu dyrektyw.

Głównym zadaniem grupy jest praca nad zgłaszanymi w formie pytań zagadnieniami interpretacyjnymi, odnoszącymi się do obu dyrektyw, dotyczących urządzeń ciśnieniowych i prostych zbiorników ciśnieniowych. W toku prac przygotowywane są wytyczne, które są bardzo istotne dla jednolitego stosowania przepisów dyrektyw, a – z punktu widzenia konkurencyjności oraz zapewnienia równego traktowania podmiotów gospodarczych – pozwalają na spójne podejście do wymagań oraz stosowania procedur oceny zgodności.

Grupa Robocza „Ciśnienie” w ramach swoich prac może tworzyć podgrupy zajmujące się szczegółowymi zagadnieniami. W chwili obecnej funkcjonuje jedna utworzona na stałe podgrupa w zakresie opracowania wytycznych, którą nazwano Grupa Robocza „Wytyczne” (WPG).

Wytyczne do dyrektyw 2014/68/UE i 2014/29/UE

Zgłoszone projekty wytycznych kierowane są do Grupy Roboczej „Wytyczne”, której zadaniem jest ocena merytoryczna, przygotowanie w toku dyskusji tekstu końcowego i przekazanie do zatwierdzenia przez Grupę Roboczą „Ciśnienie”. Wytyczne co do zasady dotyczą zagadnień interpretacyjnych poszczególnych wymagań obu dyrektyw lub stosowania procedur oceny zgodności oraz zagadnień technicznych poza obszarem stosowania norm, w szczególności norm zharmonizowanych.

1. CABF PED/SPVD – Conformity Assessment Bodies Forum

2. CEN – European Committee for Standardization

3. ADCO PED/SPVD – Administration Cooperation Group for PED/SPVD

4. ORGALIM – Europe’s Technology Industries Association

5. PNEURO – European Association of Manufacturers of Compressors, Vacuum Pumps, Pneumatic Tools and Air & Condensate Treatment Equipment

Wytyczne do dyrektyw nie są prawnie wiążącą interpretacją dyrektyw, których tekst pozostaje prawnie wiążący.

- Jednak wytyczne stanowią punkt odniesienia dla zapewnienia spójnego stosowania dyrektywy, poprzez podanie wykładni interpretacyjnej wraz z jej uzasadnieniem.
- Wytyczne stanowią, o ile nie wskazano inaczej w odpowiednim tekście wytycznych, jednomyślną opinię państw członkowskich. Wytyczne są publikowane na stronach internetowych Komisji Europejskiej dla poszczególnych dyrektyw [3, 4].

Działania Grupy Roboczej „Ciśnienie”

Działanie Grupy Roboczej „Ciśnienie” polega na okresowych spotkaniach i podejmowaniu ustaleń w drodze konsensu. W przypadku zatwierdzania wytycznych do dyrektyw są one przyjmowane ze wskazaniem odmiennego stanowiska sprzeciwiającego się kraju członkowskiego. Takie przypadki zdarzały się bardzo rzadko i dotyczyły już wycofanych lub nieaktualnych wytycznych. Ponadto omawiane są zagadnienia związane z wykonywaniem działań w ocenie zgodności, ale także aktualna sytuacja sektora urządzeń ciśnieniowych.

Ostatnie spotkanie grupy odbyło się 14 listopada 2024 roku i było pierwszym posiedzeniem Grupy od ponad 4 lat, ponieważ poprzednie spotkanie przeprowadzone zostało w formie hybrydowej 12 marca 2020 r. przed lockdownem spowodowanym pandemią koronawirusa COVID-19. Spotkanie, z uwagi na ilość zaplanowanych tematów czekających na rozstrzygnięcie oraz uzupełnienie sprawami z bieżącej agendy ogólnoeuropejskiej, miało charakter informacyjny. Omówienie zagadnień zasadniczo było ogólne i wstępnie ustalono, że uwagi do poszczególnych tematów można zgłaszać w trybie pisemnym. Na spotkaniu omawiane były niżej wymienione tematy.

1. Grupa ekspertów dla urządzeń ciśnieniowych – zasady postępowania

Zasady postępowania, oparte na standardowym wzorze stosowanym dla wszystkich grup ekspertów zostały przedstawione na poprzednim spotkaniu, a uwagi zostały omówione w trakcie spotkania i uwzględnione w protokole. Zasady nie zostały przyjęte na poprzednim spotkaniu z powodu małej liczby ekspertów WGP.

Zasady regulujące prace grup ekspertów są publicznie dostępne w Rejestrze Grup Ekspertów Komisji. Grupy ekspertów Komisji podlegają przepisom horyzontalnym ustanowionym decyzją Komisji C(2016)3301, której Załącznik 3 zawiera standardowe zasady postępowania dla grup ekspertów [5].

2. Ocena legislacyjna dyrektyw PED i SPVD

Komisja Europejska poinformowała o trwającej ocenie dyrektyw PED/SPVD. Ocena rozpoczęła się w marcu 2024 r., a końcowy raport ma być gotowy w lipcu 2025 r. Przedstawiciele wykonawcy (Capgemini/Ecorys), działający na zlecenie Komisji, przedstawili cele i zakres oceny, bieżący stan prac i wstępne rezultaty konsultacji online oraz przekazali informacje na temat kolejnych kroków w projekcie. Jednym z kroków jest szczegółowa analiza wybranych następujących studiów przypadków:

- a) przemysłowe kotły parowe,
- b) proste zbiorniki ciśnieniowe sprężonego powietrza,
- c) reaktory i wymienniki ciepła w zakładach chemicznych i petrochemicznych,
- d) gaśnice przenośne,
- e) stacje napełniania wodorem.

Uczestnicy zgłosili następujące uwagi do prowadzonej oceny:

- krótki termin odpowiedzi na ukierunkowane konsultacje online,
- wybór reaktorów i wymienników ciepła w zakładach chemicznych i petrochemicznych jako studium o bardzo szerokim i zróżnicowanym zakresie,
- pominięcie rurociągów technologicznych w instalacjach przemysłowych jako złożonego przypadku oceny zespołów urządzeń ciśnieniowych.

Wykonawca wyjaśnił, że oprócz konsultacji online istnieje faza ukierunkowanych wywiadów, która da uczestnikom więcej czasu na przedstawienie swoich opinii. Jeśli chodzi o studia przypadków, należało dokonać wyboru z szerokiej gamy produktów i zastosowań. Celem było znalezienie równowagi między PED i SPVD, produktami konsumenckimi i przemysłowymi, zapewnienie odpowiedniego zasięgu geograficznego i uwzględnienie nie tylko dużych firm, ale także sektora MŚP. Modyfikacje wybranych studiów przypadków są możliwe, strony zainteresowane zostały poproszone o kontakt z wykonawcą lub służbami KE.

W odpowiedzi na pytanie dotyczące możliwych działań następczych przedstawiciele KE wyjaśnili, że na tym etapie prowadzona jest jedynie ocena obu dyrektyw. Zakończy się ona – planowanym na koniec 2025 r. – dokumentem roboczym służb prawnych Komisji, w którym zostaną wyciągnięte wnioski z oceny, m.in. na podstawie raportu końcowego przedstawionego przez wykonawcę. W przypadku pojawienia się przesłanek wskazujących na konieczność wprowadzenia zmian w przepisach, służby Komisji będą musiały przeprowadzić ocenę skutków, analizując różne opcje zmiany lub zachowania obowiązujących przepisów, zgodnie z ogólną zasadą lepszego stanowienia prawa.

3. Stosowanie dyrektywy PED

3.1. Wytyczna C-13

Reprezentant KE podsumował stan dyskusji na temat Wytycznej C-13 do dyrektywy PED i stosowania kompleksowej oceny zgodności zespołów urządzeń ciśnieniowych zgodnie z PED dla niektórych typów maszyn.

Wytyczna C-13 zawiera Uwagi 1 i 2, które są często wykorzystywane jako argument za tym, aby nie stosować PED razem z Dyrektywą Maszynową, mimo że stwarzane jest poważne zagrożenie ciśnieniowe w maszynach z zastosowanymi w nich układami hydraulicznymi.

Istotą dyskusji jest kwestionowanie przez organy nadzoru rynku wskazanych uwag jako niezgodnych z przepisami legislacyjnymi. Sprawa była omawiana na kilku spotkaniach Grupy Roboczej „Wytyczne” (WPG) oraz na wspólnych spotkaniach Grupy Ekspertów ds. Maszyn (MEG) i WGP w latach 2020-2021, ale nie ma konsensusu wśród władz i innych interesariuszy co do możliwego rozwiązania. Jest to rzeczywiście istotna kwestia, którą należy poruszyć podczas możliwej rewizji Dyrektywy poprzez modyfikację definicji zespołu, po zakończeniu opisanej wyżej oceny dyrektyw PED/SPVD, w ramach której problem również został zidentyfikowany.

Przedstawiciele organizacji producentów podnieśli, że wytyczna funkcjonuje od wielu lat i opisuje stan bieżącej praktyki działania. Nagłe usunięcie uwag 1 i 2 wymagałoby natychmiastowej adaptacji ze strony uczestników rynku. Wskazali, że dość często – w przypadku maszyn z układami hydraulicznymi – istnieje tylko jeden element wyposażenia ciśnieniowego sklasyfikowany wyżej niż kategoria I zgodnie z PED. Zastosowanie kompleksowej oceny zgodności w ramach PED do takich maszyn skutkowałoby koniecznością zaangażowania strony trzeciej w ocenę zgodności, podczas gdy – w przypadku tego typu maszyn – przez ponad 30 lat praktyką była samoocena producenta. Taka zmiana wpłynęłaby na ogromną liczbę ma-

szyn (ponad 90% maszyn wykorzystujących układy hydrauliczne, takie jak spychacze, koparki, kombajny itp.).

Dodatkowo uwaga 1 nie odnosi się wyłącznie do układów hydraulicznych maszyn, ale także do instalacji chłodniczych i jest właściwą wykładnią dla producentów.

W toku dyskusji ustalono, że zostanie przygotowany projekt nowych wytycznych PED opisujących zagadnienie wskazane w istniejących uwagach do wytycznej C-13, który będzie procedowany normalną drogą w grupach roboczych.

3.2. Wytyczna D-10

Wytyczna D-10 do dyrektywy PED stanowi, że tylko jeden producent może być odpowiedzialny za projektowanie, produkcję i ocenę zgodności.

Z tego powodu nie jest dopuszczalne, aby jedna firma posiadała certyfikat typu projektu badania typu UE (moduł B), a inna uzyskała certyfikat dla fazy produkcji (np. dla modułu F). Wytyczna zawiera odniesienie do przewodnika „Blue Guide” [6], dotyczącego stosowania ustawodawstwa Nowych Ram Legislacyjnych, który dopuszcza taką możliwość.

Przedstawiciele służb prawnych KE wyjaśnili, że wytyczne PED mogą być bardziej szczegółowe i odbiegać od przewodnika „Blue Guide”, który ma być przewodnikiem horyzontalnym.

Po dyskusji wszyscy członkowie WGP zgodzili się na zachowanie wytycznej D-10, ale z usunięciem zdania odnoszącego się do Blue Guide, aby uniknąć nieporozumień.

4. Stosowanie dyrektywy SPVD

Francuski przedstawiciel organów nadzoru rynku przedstawił zagadnienie stosowania dyrektywy SPVD do separatorów oleju stosowanych w sprężarkach, wskazując na dwa problemy.

- Dyrektywa definiuje prosty zbiornik ciśnieniowy jako zbiornik spawany, podczas gdy na rynku dostępne są urządzenia z zamknięciem kołnierzo-wo-śrubowym, które są uważane przez producenta za proste zbiorniki ciśnieniowe.
- Wytyczna 1 do dyrektywy SPVD stanowi, że prosty zbiornik ciśnieniowy jest przeznaczony do przechowywania powietrza lub azotu. Zbiornik może zawierać zanieczyszczenia (np. olej, kondensat wodny), ale w przypadku separatora oleju ilość oleju jest zbyt duża, aby uznać go za zanieczyszczenie. Zbiornik przechowuje nie tylko sprężone powietrze, ale także znaczną ilość oleju (niezbędnego do funkcjonowania sprężarki) i dlatego powinien być uważany za zbiornik magazynowy w zakresie PED.

Reprezentant PNEUROP przedstawił pogląd branży, stwierdzając, że separatory oleju są objęte zakresem SPVD, a taka długotrwała praktyka utrwaliła się w branży od czasu przyjęcia pierwotnej SPVD w 1987 r. PNEUROP przypomniał tło historyczne, wyjaśniając, że od czasu przyjęcia SPVD w 1987 r. jednostki notyfikowane i organy nadzoru rynku były zobowiązane do stosowania SPVD do separatorów oleju. Po przyjęciu PED w 1997 r. sytuacja ta nie uległa zmianie, a separatory oleju były budowane zgodnie z SPVD przez ponad 25 lat bez żadnych problemów z bezpieczeństwem. Szacunkowa liczba sprężarek rotacyjnych z separatorami oleju na rynku wynosi 1,5 miliona. Aby zilustrować możliwy wpływ na bezpieczeństwo, PNEU-

ROP przedstawił różne poziomy zaangażowania jednostki notyfikowanej w zależności od objętości zbiorników i stosowania obu dyrektyw, wyjaśniając, że w przypadku małych objętości i zastosowania PED jednostka notyfikowana nie byłaby zaangażowana w ocenę zgodności, co może skutkować obniżeniem poziomu bezpieczeństwa w porównaniu z oceną w ramach SPVD, w której zawsze uczestniczy jednostka notyfikowana.

- W odniesieniu do pierwszego problemu w toku dyskusji przypomniano, że poprzednie normy serii EN 286 zharmonizowane z uchyloną dyrektywą 2009/105/WE (zastąpioną przez obecną 2014/29/UE) dopuszczają konstrukcję skręcaną.
- W odniesieniu do drugiego problemu organy nadzoru rynku wskazały, że stosowanie SPVD w przypadku separatorów oleju nie jest zgodne z przepisami i nie jest dopuszczalne. Przedstawiciel forum CABF PED/SPVD potwierdził, że takie zbiorniki są objęte zakresem PED i poinformował, że forum zaproponowało projekt wytycznej do SPVD, który jednak nie został jeszcze omówiony w Grupie Roboczej ds. Wytycznych.

Przedstawiciel KE przekazał, że wyżej wskazany problem został również zidentyfikowany w ocenie dyrektyw i wydaje się wynikać z definicji prostego zbiornika ciśnieniowego. Komisja poprosiła uczestników o podzielenie się pisemnie poglądami po spotkaniu, podkreślając konieczność rozważenia potencjalnego wpływu ekonomicznego spowodowanego możliwymi zmianami w interpretacji.

5. Raport o stanie prac Grupy Roboczej „Wytyczne”

Grupa Robocza „Wytyczne” jest praktycznie nieaktywna od 2020 r. Prace są obecnie wstrzymane, ponieważ proces akceptacji propozycji wytycznych napotyka wiele wyzwań. Głównymi problemami są: ograniczona liczba ekspertów uczestniczących w pracach przygotowawczych, rosnąca liczba wniosków oraz powtarzające się dyskusje na temat projektów wytycznych lub kilku już przyjętych wytycznych do PED.

Członkami WPG są wolontariusze z właściwych organów państw członkowskich i inne zainteresowane strony reprezentujące organy nadzoru rynku (przewodniczący ADCO), jednostki notyfikowane (przewodniczący grupy CABF PED/SPVD, inspektoraty użytkownika (przedstawiciel ECUI⁶) oraz reprezentanci przemysłu (np. ORGALIM).

Komisja Europejska poszukuje możliwego usprawnienia sposobu postępowania w procesie opracowywania wytycznych i poprosiła o rozważenie alternatywy dla obecnego procesu, czy inne grupy (ADCO lub CABF PED/SPVD) mogłyby podjąć inicjatywę.

W toku obrad uczestnicy podkreślili, że chociaż wytyczne nie są prawnie wiążące, odgrywają ważną rolę we wdrażaniu przepisów i mają duże znaczenie, ponieważ odnoszą się do rzeczywistych pytań rynku.

Uczestnicy podzielili się krajowym doświadczeniem z przygotowywania propozycji wytycznych, podkreślając fakt, że propozycje są opracowywane przez ograniczoną liczbę ekspertów. Przewijała się opinia, że – jeśli wytyczne zostaną opracowane w ramach zamkniętych grup, jak ADCO, CABF PED/SPVD – to konieczne będzie znalezienie mechanizmu, który umożliwi zaangażowanie innych interesariuszy. Zatem rozwiązaniem nie jest zmiana systemu, ale udostępnienie zasobów na wykonywaną pracę, aby praca nie odbywała się na zasadach wolontariatu.

6. ECUI - European Committee of User Inspectorates

6. Nowe zagadnienia

6.1. Digitalizacja dokumentacji

Cyfrowa transformacja przemysłu i jednolitego rynku jest jednym z priorytetów Komisji Europejskiej. Digitalizacja dokumentacji wpisuje się w ten priorytet i jednocześnie pozwala zmniejszyć obciążenia administracyjne. Obecne PED i SPVD nie zawierają żadnych konkretnych wymagań dotyczących formatu dokumentacji, nie stawiając tym samym żadnych przeszkód dla cyfrowego formatu dokumentów, takich jak instrukcje obsługi lub deklaracje zgodności. Wstępne ustalenia z oceny dyrektyw wskazują na silne poparcie ze strony różnych interesariuszy dla przejścia na cyfrową dokumentację.



Uczestnicy wyrazili podgląd, że stosowanie cyfrowej dokumentacji wymaga odpowiedzi na szereg otwartych pytań dotyczących następujących zagadnień:

- sposób udostępniania dokumentacji – dołączanie do produktu w postaci pliku PDF – czy też wystarczy, że producent udostępni informacje do pobrania na stronie internetowej,
- ważność instrukcji w czasie lub sposób postępowania w sytuacji, gdy producent zmienia instrukcję użytkownika, a zmieniona wersja jest udostępniana online i różni się istotnie od wersji pierwotnie dostarczonej użytkownikowi i przez niego stosowanej,
- kwestia przekazywania informacji dotyczących bezpieczeństwa – czy – wzorem rozporządzenia w sprawie maszyn – takie informacje powinny być dostarczane użytkownikom nieprofesjonalnym wyłącznie w formie papierowej.

Podkreślono, że w praktyce dokumentacja jest już szeroko stosowana w formie cyfrowej w ramach oceny zgodności w sektorze urządzeń ciśnieniowych, a dostosowanie podejścia do rozporządzenia w sprawie maszyn będzie stanowić wartość dodaną.

6.2. Techniki zdalnej inspekcji w ocenie zgodności

Przedstawiciel KE poinformował o trwających dyskusjach w grupach CABF PED/SPVD i ADCO na temat stosowania technik zdalnej inspekcji w ramach oceny zgodności. Jest to w rzeczywistości kwestia horyzontalna, którą należy rozwiązać w różnych sektorach. Przekazano, że istnieją rozbieżne poglądy wśród jednostek notyfikowanych, ale również organy nadzoru rynku podniosły zagadnienia, czy takie techniki są w pełni zgodne z wymogami dyrektyw.

Obecnie niektóre państwa członkowskie i niektóre krajowe jednostki akredytujące zezwalają na te techniki, podczas gdy w innych państwach członkowskich są one surowo zabronione. Takie podejście powoduje różnice w kosztach oceny zgodności, co z kolei może prowadzić do zakłócenia konkurencji między jednostkami notyfikowanymi. Zatem jest to obszar, w którym istnieje potrzeba harmonizacji i opracowania wytycznych na poziomie europejskim, przy wykorzystaniu dokumentów opracowanych w grupach CABF PED/SPVD i ADCO, a także z uwzględnieniem opinii państw członkowskich.

7. Akt o sytuacji nadzwyczajnej i odporności rynku wewnętrznego (IMERA) – rozporządzenie (UE) 2024/2747

Komisja Europejska przedstawiła główne punkty Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/2747 z dnia 9 października 2024 r. w sprawie ustanowienia ram środków dotyczących sytuacji nadzwyczajnej na rynku wewnętrznym i odporności rynku wewnętrznego oraz w sprawie zmiany rozporządzenia Rady (WE) nr 2679/98 (IMERA) [7], a także jego szczególne znaczenie dla sektora urządzeń ciśnieniowych.



Delegat francuski zapytał o wdrożenie IMERA dla poszczególnych dyrektyw, takich jak PED i SPVD, oraz czy zmiany wprowadzone przez IMERA powinny zostać transponowane przez państwa członkowskie do ich ustawodawstwa krajowego poprzez dostosowanie istniejącej krajowej implementacji PED i SPVD.

Reprezentant KE potwierdził, że transpozycja do prawa krajowego jest konieczna, aby pełne ramy prawne były gotowe do 29 maja 2026 r. Transpozycja powinna być dokonana na podstawie skonsolidowanych wersji PED oraz SPVD, ale nie podano terminu ich umieszczenia w EUR-LEX.

8. Rozporządzenie (UE) 2024/1689 (AI Akt)

Przedstawiciel KE przedstawił główne elementy ustawy o sztucznej inteligencji (AI), wskazując również na szczegółowe przepisy dotyczące bezpieczeństwa produktów. Celem ustawy o AI jest uzupełnienie istniejących przepisów dotyczących bezpieczeństwa produktów poprzez dodanie wymogów skupiających się konkretnie na systemach AI. Temat został przedstawiony, ponieważ jest on również istotny dla urządzeń ciśnieniowych, np. dla bezpieczeństwa systemów sterowania i zabezpieczeń.



Rozporządzenie o AI to przepis horyzontalny, który ma zastosowanie we wszystkich sektorach i preferuje podejście oparte na ryzyku. Rodzaj i liczba wymagań, które będą miały zastosowanie do komponentów systemu AI, będą zależeć od konkretnego przypadku.

Jeśli chodzi o wdrożenie, większość przepisów wejdzie w życie w sierpniu 2026 r. W szczególności w przypadku systemów, które podlegają już istniejącym przepisom dotyczącym bezpieczeństwa produktów (w tym urządzeń ciśnieniowych), przepisy zaczną obowiązywać po trzech latach (sierpień 2027 r.). W międzyczasie rada ds. AI określi dodatkowe wytyczne, dotyczące kwestii związanych z współdziałaniem z przepisami sektorowymi (m.in. definicja systemu AI, wytyczne odnośnie komponentów bezpieczeństwa, klasyfikacja produktów wysokiego ryzyka itp.).

Zgłoszone zostały następujące kwestie:

- kompetencje jednostek notyfikowanych oraz sposób oceny ich kompetencji,
- szczególny przypadek urządzenia nieobjętego europejską zharmonizowaną normą, należącego do kategorii I w ramach PED z systemem bezpieczeństwa opartym na sztucznej inteligencji, z uwagi na to, że urządzenie z systemem bezpieczeństwa podlega samoocenie przez producenta (moduł A) bez udziału jednostek strony trzeciej.

Przedstawiciel KE wyjaśnił, że wskazane kwestie mogą być analizowane, gdy zostaną opracowane bardziej szczegółowe wytyczne. Odnośnie zakresu notyfikacji dla jednostek notyfikowanych na mocy dyrektywy PED, to powinien on zostać rozszerzony w przypadku jednostek notyfikowanych, które również spełnią dodatkowe obowiązki nałożone przez ustawę o sztucznej inteligencji. Wytyczne dotyczące sposobu wdrożenia zagadnienia w praktyce – w systemie NANDO muszą zostać opracowane w grupie ekspertów ds. sztucznej inteligencji we współpracy z ekspertami sektorowymi, przed upływem wskazanych wyżej terminów.

9. Normalizacja

Przedstawiciel CEN przedstawił przegląd trwających prac, podając szczegóły na temat norm podlegających rewizji, aktywnych niepublikowanych zagadnień roboczych i różnych etapów procesu opracowywania norm. Odniósł się do przyjętych wniosków M-601 i M-602 dotyczących normalizacji w obszarze dyrektyw PED i SPVD. Te wnioski o normalizację będą regulować prace normalizacyjne przez następne 6 lat.

Stwierdził, że oprócz krajowych europejskich norm zharmonizowanych (EN), proces przyjmowania norm ISO jako norm EN ISO w ramach porozumienia wiedeńskiego rozwija się, stając się coraz istotniejszym. W przypadku jednak norm EN ISO trudne jest zapewnienie zgodności z wymaganiami prawodawstwa europejskiego.

Przedstawiciel CEN poinformował o wynikach «ESOs-EC Task Force on Timely European Norms» w celu poprawy terminowości dostarczania zgodnych z przepisami zharmonizowanych norm europejskich (hEN).



CEN wprowadził środki kontrolne we wczesne etapy procesu opracowywania norm zharmonizowanych (kontrola CEN-CENELEC Management Centre), aby zagwarantować zgodność z wymaganiami określonymi w ustawodawstwie.

10. Raport prac grupy PED/SPVD ADCO

Przewodniczący grupy PED/SPVD ADCO przedstawił ostatnie prace dotyczące list kontrolnych dla szybkowarów i gaśnic przenośnych, przygotowanych w celu wsparcia inspektorów nadzoru rynku. Podkreślił, że tematy poruszane wcześniej na spotkaniu były szeroko omawiane w grupie ADCO, ponieważ ADCO monitoruje na bieżąco zagadnienia o charakterze horyzontalnym w zakresie zdalnych technik inspekcji, kwestii związanych z etykietowaniem marek własnych czy instrukcji cyfrowych.

11. Działania Jednostek Oceny Zgodności

11.1. Dobrowolne certyfikaty

Komisja Europejska przekazała, że na stronie internetowej sektora urządzeń ciśnieniowych [8] znajduje się nadal aktualne ostrzeżenie, dotyczące nieuregulowanych certyfikatów (czasami nazywanych również dobrowolnymi), które powodują wiele zamieszania na rynku i mogą skutkować wprowadzeniem na rynek produktów niezgodnych z wymaganiami.

11.2. Normy akredytacyjne dla notyfikacji jednostek oceny zgodności

Na spotkaniu omówiono dokument Europejskiej Akredytacji (EA) EA 2/17:2020, którego wymagania są obowiązkowe dla krajowych jednostek akredytujących. Jednakże niektóre organy notyfikujące odstępują od stosowania EA 2/17:2020. Skutkuje to brakiem harmonizacji, zakłóceniem konkurencji między jednostkami notyfikowanymi oraz dodatkowymi obciążeniami i kosztami dla jednostek notyfikowanych oraz przemysłu. Ponadto toczy się dyskusja na temat tego, czy wymagania zawarte w dokumencie EA 2/17:2020 i wybór zharmonizowanych norm są odpowiednie dla PED i SPVD.

Przewodniczący forum CABF PED/SPVD podkreślił, że od czasu opracowania dokumentu EA 2/17 forum skarżyło się na wybór zharmonizowanych norm dla akredytacji dla sektora urządzeń ciśnieniowych. W opracowanym dokumencie podnoszono następujące kwestie:

- wybór norm akredytacyjnych EN ISO/IEC 17021-1 dla modułu H i EN ISO/IEC 17065 dla modułu H1,
- wybór różnych preferowanych norm akredytacyjnych dla modułu A2 (EN ISO/IEC 17020) i modułu C2 (EN ISO/IEC 17065),
- wybór normy EN ISO/IEC 17065 dotyczącej certyfikacji wyrobów dla procedur oceny zgodności o charakterze inspekcyjnym (moduł F i G),
- wybór EN ISO/IEC 17065 jako alternatywy dla EN ISO/IEC 17020 i EN ISO/IEC 17021-1,
- wybór EN ISO/IEC 17020 dla zatwierdzania instrukcji połączeń nierozłącznych przy realizacji modułów według EN ISO/IEC 17065.

Przedstawiciel KE przekazał, że problem ten został również zidentyfikowany jako problem wdrażania w ocenie PED/SPVD. Celem przedstawienia problemu na tym spotkaniu było podniesienie świadomości wszystkich członków WGP. Poprosił członków WGP o udostępnienie dokumentu, z proponowanymi przez CABF PED/SPVD poprawkami, swoim krajowym organom notyfikującym, w szczególności w tych Państwach Członkowskich, w których organ notyfikujący jest oddzielnym ministerstwem lub departamentem.

W konkluzji, za zgodą uczestników WGP, Komisja Europejska prześle dokument do sekretariatu EA, prosząc o należyte uwzględnienie uwag CABF PED/SPVD podczas procesu rewizji dokumentu EA 2/17.

11.3. Propozycja nowej wytycznej

Forum CABF PED/SPVD przedłożyło projekt nowej wytycznej dotyczącej stosowania dyrektywy PED w przypadku magazynowania gazu w podziem-

Zagadnienia nie omawiano, ale po spotkaniu otrzymano pierwsze wyjaśnienie z komórki KE odpowiedzialnej za rozporządzenie dotyczące ekoprojektu, a mianowicie:

- zakres rozporządzenia jest bardzo szeroki - jedynymi wyłączonymi produktami są żywność, pasze, leki, żywe rośliny i zwierzęta oraz samochody pod pewnymi warunkami,
- urządzenia ciśnieniowe i proste zbiorniki ciśnieniowe są uwzględnione, ale nie są uważane za produkty, które wkrótce zostaną uregulowane w ramach ekoprojektu,
- rozporządzenie działa w oparciu o wieloletnie plany robocze, które identyfikują produkty priorytetowe, dla których Komisja może ustalić wymagania dotyczące ekoprojektu. W przypadku pierwszego planu roboczego istnieje lista produktów (artykuł 18), na podstawie której Komisja przyjmie plan roboczy wiosną 2025 r., ale urządzenia ciśnieniowe i proste zbiorniki ciśnieniowe nie znajdują się na wskazanej liście.

Przeprowadzone zostało też badanie dotyczące ustalenia priorytetów dla nowych produktów, aby pomóc Komisji w ich ustalaniu. W opracowanym studium badania nie wymieniono urządzeń ciśnieniowych i prostych zbiorników ciśnieniowych. Należy nadmienić, że Komisja, ustalając priorytety, musi wziąć pod uwagę brak lub niewystarczalność prawa Unii, zatem wyroby, których zrównoważony rozwój środowiskowy jest wystarczająco uwzględniony w obowiązującym prawie Unii, nie będą traktowane priorytetowo.

Podsumowanie

W artykule przybliżono w sposób syntetyczny rolę i działania Grupy Roboczej „Ciśnienie” przy Komisji Europejskiej oraz przedstawiono relację z ostatniego spotkania grupy. Jak wskazano w treści artykułu, spotkanie miało charakter informacyjny ze względu na zawieszenie działań, spowodowane pandemią koronawirusa COVID-19. Następne spotkania zostały zaplanowane i, zgodnie z zapewnieniami Komisji Europejskiej, będą odbywały się regularnie.



Eksperti UDT-CERT, reprezentujący Jednostkę Notyfikowaną nr 1433, biorą udział w pracach grupy, wspierając przedstawicieli Ministerstwa Rozwoju i Technologii, które jest odpowiedzialne za wdrożenie dyrektywy 2014/68/UE (PED) i 2014/29/UE (SPVD).

W kolejnych publikacjach zostaną przedstawione informacje z prac grupy wraz z omówieniem wybranych zagadnień prawnych i technicznych z bieżącej agendy.

Literatura i przypisy:

1. <https://webgate.ec.europa.eu/single-market-compliance-space/#/home>
2. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 182/2011 z dnia 16 lutego 2011 r. ustanawiające przepisy i zasady ogólne dotyczące trybu kontroli przez państwa członkowskie wykonywania uprawnień wykonawczych przez Komisję (Dz.U. L 55 z 28.2.2011)
3. DocsRoom - European Commission – ec.europa.eu/docsroom/documents/32027
4. DocsRoom - European Commission – ec.europa.eu/docsroom/documents/63154
5. Decyzja Komisji C(2016) 3301 z dnia 30 maja 2016 r. ustanawiająca przepisy horyzontalne dotyczące tworzenia i funkcjonowania grup ekspertów Komisji
6. Zawiadomienie Komisji Niebieski przewodnik – wdrażanie unijnych przepisów dotyczących produktów 2022 (2022/C 247/01)
7. Regulation - EU - 2024/2747 - PL - EUR-Lex
8. Pressure equipment sector - European Commission
9. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/10642/attachments/1/translations>
10. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1781 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia ram ustalania wymogów ekoprojektu w odniesieniu do zrównoważonych produktów oraz zmiany dyrektywy (UE) 2020/1828 i rozporządzenia (UE) 2023/1542 i uchylecia dyrektywy 2009/125/WE (Dz.U. L, 2024/1781)



ZESPOŁY URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH

Według dyrektywy PED 2014/68/UE

Część 1.

Przepisy, SOFT LAW, definicja



R.PR.
MATEUSZ ŁUKASZCZYK

Starszy Specjalista
Urząd Dozoru Technicznego
Oddział w Poznaniu
Doktorant wdrożeniowy
Uniwersytet
im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

Prezentujemy pierwszy z cyklu artykułów, w którym przedstawimy w sposób kompleksowy tematykę zespołów urządzeń ciśnieniowych, w tym pojęcie zespołów oraz wymagania do nich się odnoszące.

W praktyce przemysłowej, w szczególności w trakcie procesu inwestycyjnego związanego z powstawaniem instalacji przemysłowych, wstępują trudności z kwalifikacją prawną zespołów oraz spotykane są różne ich interpretacje. Ponadto pomimo tego, że istnieją wytyczne unijne traktujące o technicznym aspekcie zespołów urządzeń ciśnieniowych, czy przewodniki brytyjskie odnoszące się do przepisów brytyjskich, brakuje całościowego wyjaśnienia zagadnienia z prawnego punktu widzenia oraz w kontekście przepisów polskich. Brakuje również zebrania i uporządkowania wskazanych wytycznych lub przewodników, a także ich stosownego rozwinięcia, w jednym miejscu.

Opracowanie ma przedstawiać jednolitą oraz spójną wykładnię zespołów ułatwiającą kwalifikację prawną ciśnieniowych instalacji przemysłowych na etapie ich projektowania i wytwarzania.

W pierwszej części artykułu wyjaśniamy następujące i wstępne zagadnienia:

- zakres i charakter przepisów odnoszących się do zespołów urządzeń ciśnieniowych,
- moc prawną, rodzaje oraz charakterystykę poszczególnych wytycznych lub przewodników traktujących o zespołach,
- definicję zespołów, w tymi niektóre z jej elementów.

HARD LAW ZESPOŁÓW

Zespół urządzeń ciśnieniowych stanowi wyrób (produkt) objęty unijnym prawodawstwem harmonizacyjnym określającym warunki wprowadzania produktów do obrotu.

Definicja oraz wymagania dla zespołów urządzeń ciśnieniowych określone zostały w Dyrektywie 2014/68/UE w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku urządzeń ciśnieniowych [1], implementowanej do polskiego porządku prawnego Rozporządzeniem Ministra Rozwoju w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych [2] oraz ustawą o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku [3].



Chociaż to przepisy aktów prawa krajowego implementującego dyrektywę znajdują bezpośrednie zastosowanie, prezentujemy przepisy aktualnej Dyrektywy PED 2014/68/UE [1] lub poprzedniej Dyrektywy 97/23/WE [4], ponieważ to do nich odnoszą się istniejące wytyczne lub przewodniki.

Definicja zespołów urządzeń ciśnieniowych oraz wymagania do nich się odnoszące (np. obowiązek prowadzenia globalnej oceny zgodności, czy zasadnicze wymagania bezpieczeństwa określone w Załączniku I do dyrektywy), nie zmieniły się pomiędzy aktualnie i poprzednio obowiązującą dyrektywą. Zmieniło się natomiast podejście do filozofii bezpieczeństwa unijnej regulacji ciśnieniowej w związku z przyjęciem w 2008 roku Nowych Ram Legislacyjnych (New Legislative Framework) [5]. Nowe podejście polega m.in. na tym, aby za zapewnienie bezpieczeństwa i zgodności urządzeń ciśnieniowych lub zespołów udostępnionych na rynku Unii Europejskiej, odpowiadały wszystkie podmioty gospodarcze uczestniczące w łańcuchu dostaw (producenci, importerzy, dystrybutorzy), oczywiście każdy w odpowiednim dla siebie zakresie. I tak Dyrektywa PED 2014/68/UE [1] wprowadziła definicję producenta, dystrybutora i importera, której brakowało w Dyrektywie 97/23/WE [4].

SOFT LAW ZESPOŁÓW

Przy wyjaśnianiu przepisów dyrektywy wykorzystamy z różnego rodzaju wytycznych („guidelines”), przewodników („guides”), rozważań („consideration”), zasad („principles”), czy komunikatów („information”) dotyczących zespołów, czy też odnoszących się szeroko do unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego.

W doktrynie prawa tego rodzaju akty nazywa się „soft law” (prawo miękkie) wskazując, że nie mają one mocy wiążącej prawnie, w odróżnieniu od „hard law” (przepisów prawa) mających charakter wiążący.

Soft law znajduje powszechne zastosowanie w prawie Unii Europejskiej oraz w prawie międzynarodowym. Profesor Kazimierz Strzyczkowski wskazuje m.in., że „są to akty tzw. prawa miękkiego, o niewiążącym charakterze (...) jak również wytyczne (najlepsze praktyki) instytucji regulacyjnych i międzynarodowych organizacji gospodarczych” [6]. Natomiast profesor Tadeusz Biernat twierdzi, że „soft law – miękkie prawo wspólnotowe, jest instrumentem umożliwiającym realizowanie celów, ważnych z punktu widzenia Unii Europejskiej i państw członkowskich, w warunkach skomplikowanej sytuacji” [7].

Poniżej podajemy akty soft law odnoszące się do zespołów urządzeń ciśnieniowych. Przedstawiamy tytuły przetłumaczone na język polski wraz z krótką charakterystyką wytycznych oraz organizacji odpowiedzialnych za ich opracowanie (oryginalne nazwy w języku angielskim znajdują się w przypisach końcowych obejmujących literaturę).

1. ZAWIADOMIENIE KOMISJI Niebieski przewodnik – wdrażanie unijnych przepisów dotyczących produktów 2022, zwane dalej Niebieski przewodnik lub Blue Guide [8]. Blue Guide został wydany przez Komisję Europejską (KE) będącą organem wykonawczym Unii Europejskiej odpowiedzialnym m.in. za proponowanie nowych przepisów unijnych, a także ich wdrażanie. Przewodnik ma przyczynić się do lepszego zrozumienia przepisów Unii Europejskiej dotyczących produktów oraz bardziej spójnego zastosowania we wszystkich i różnych sektorach jednolitego rynku. Jest skierowany do państw członkowskich i innych podmiotów poszukujących informacji o prze-

pisach mających na celu zapewnienie swobodnego przepływu produktów i zapewnienie wysokiego poziomu ochrony na terenie całej Unii. Opracowano go na podstawie konsultacji przeprowadzonych między wszystkimi zainteresowanymi stronami. Autorzy przewodnika podkreślają wyraźnie, że ten artykuł ma charakter wyłącznie informacyjny – tylko tekst unijnego aktu harmonizacyjnego ma moc wiążącą. Chociaż w przewodniku wskazano, że wiążąca interpretacja przepisów unijnych leży w wyłącznej kompetencji Trybunału Sprawiedliwości Unii Europejskiej, należy podkreślić, że **Blue Guide stanowi wartościowe źródło interpretacji unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego, w tym jest użyteczny w wyjaśnianiu niektórych zagadnień związanych z zespołami.**

2. Wytyczne dotyczące dyrektywy 2014/68/UE w sprawie urządzeń ciśnieniowych (PED) – opracowane i uzgodnione przez Grupę Roboczą Komisji „Ciśnienie” (WGP), zwane dalej wytyczne 2014/68/UE WGP [9].

Grupa robocza „Ciśnienie” została utworzona na podstawie art. 17 poprzedniej dyrektywy PED 97/23/WE [4], który wymaga od państw członkowskich Unii Europejskiej podjęcia współpracy w celu wsparcia funkcjonowania dyrektywy. Grupa składa się z przedstawicieli państw członkowskich Unii Europejskiej, federacji europejskich, Forum Jednostek Notyfikowanych oraz Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego i jest kierowana przez przedstawiciela Komisji Europejskiej – Dyrekcję Generalną ds. Rynku Wewnętrznego, Przemysłu, Przedsiębiorczości i MŚP (tzw. DG GROW 3 - Ecosystems III: Construction & Machinery H.2 – Machinery & Equipment). Członkiem Grupy jest m.in. przedstawicielstwo Rzeczypospolitej Polskiej w postaci Ministerstwa Rozwoju i Technologii wspieranego przez ekspertów z UDT. Wytyczne PED 97/23/EC WGP stanowią punkt odniesienia dla zapewnienia spójnego stosowania dyrektywy. **Choć autorzy wytycznych podkreślają we wstępie, że wytyczne nie stanowią prawnie wiążącej interpretacji dyrektywy** (prawnie wiążącym pozostaje jedynie tekst dyrektywy), **stanowią one jedyną opinię państw członkowskich Unii Europejskiej** (o ile nie wskazano inaczej w tekście wytycznych).

3. Wytyczne dotyczące dyrektywy 97/23/EC w sprawie urządzeń ciśnieniowych (PED) – opracowane i uzgodnione przez Grupę Roboczą „Ciśnienie” (WGP), zwane dalej wytyczne PED 97/23/WE WGP [10].

Wskazana wcześniej w pkt 2) krótka charakterystyka wytycznych oraz organizacji odpowiedzialnej za opracowanie wytycznych 2014/68/UE WGP odnosi się analogicznie do wytycznych PED 97/23/WE WGP. Wiele wytycznych 2014/68/UE WGP dotyczących zespołów nie zostało przyjętych w wyniku oceny wcześniejszych wytycznych WGP PED 97/23/WE po wejściu w życie nowej dyrektywy. Prace nad nimi są zawieszane w oczekiwaniu na stanowisko służb prawnych Komisji Europejskiej. Przykładowo w wytycznych PED 97/23/WE WGP zawarto 20 wytycznych dot. zespołów (od 3/1 do 3/20). W wytycznych 2014/68/UE WGP natomiast opublikowano 14 wytycznych dot. zespołów (od C-03 do C-07, od C-11 do C-16, C-18 do C-20). W wytycznych 2014/68/UE WGP brakuje zatem wytycznych C-01, C-02, C-08, C-09, C-10, C-17, których odpowiedniki istnieją w wytycznych WGP PED 97/23/WE pod numerami 3/1, 3/2, 3/8, 3/9, 3/10 oraz 3/17. W tym kontekście, chociaż wytyczne PED 97/23/WE WGP nie stanowią już jedyną opinię państw członkowskich w określonym zakresie, stanowią one nadal wartościowe źródło interpretacji przepisów unijnych dotyczących zespołów urządzeń ciśnieniowych, w szczególności tam gdzie służby KE aktualnie nie uzgodniły lub nie opublikowały swojego stanowiska.

4. Zasady oceny zespołów - zaakceptowane przez Forum Jednostek Oceniających Zgodność (CABF) delegowane w zakresie dyrektyw dotyczących urządzeń ciśnieniowych (PED) i prostych zbiorników ciśnieniowych (SPVD), zwane dalej Zasady Oceny Zespołów PED 97/23/EC CABF [11]. Komisja Europejska, we współpracy z państwami członkowskimi, musi zapewnić ścisłą współpracę między jednostkami oceny zgodności w celu zwiększenia spójnego technicznego stosowania procedur oceny zgodności określonych we wspólnotowych dyrektywach harmonizacyjnych opartych na nowym i globalnym podejściu. Członkiem Forum jest m.in. UDT jako jednostka notyfikowana do dyrektyw PED 2014/68/UE oraz SPVD 2014/29/UE.

Zasady Oceny Zespołów PED 97/23/EC CABF określają sposób prowadzenia oceny zgodności zespołów przez jednostki notyfikowane, ponieważ procedura ta nie jest szczegółowo wyjaśniona w dyrektywie PED.

5. Zespoły według Dyrektywy w sprawie urządzeń ciśnieniowych - analiza Grupy Współpracy Administracyjnej w zakresie Dyrektywy dotyczącej urządzeń ciśnieniowych (PED), zwane dalej Analiza Zespołów PED 2014/68/UE AdCos [12].

Europejska współpraca w zakresie nadzoru rynku odbywa się za pośrednictwem nieformalnych grup organów nadzoru rynku zwanych Grupami Współpracy Administracyjnej (tzw. AdCos - Administrative Cooperation Groups). Państwa członkowskie UE wyznaczają członków tych grup, którzy reprezentują krajowe organy właściwe do nadzoru rynku w danym sektorze (w Polsce w zakresie dyrektywy PED organami nadzoru rynku są Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów, Państwa Inspekcja Pracy, Wyższy Urząd Górniczy). Grupy te mają zapewnić skuteczny, kompleksowy i spójny nadzór rynku.

Zdaniem autorów Analizy Zespołów PED 2014/68/UE AdCos kwalifikacja zespołów zgodnie z dyrektywą wielokrotnie rodzi pytania w praktyce. Szczególnie ze względu na niekiedy abstrakcyjne wymogi prawne i wynikającą z nich potrzebę interpretacji, dominuje niepewność w odniesieniu do konkretnych sytuacji związanych z kwalifikacją zespołów w sposób zgodny z prawem.

Z tych powodów Analiza powstała, aby pomóc odpowiednim podmiotom (producentom, jednostkom oceniającym zgodność, użytkownikom, władzom) wyjaśnić, kiedy zespół istnieje oraz jakie wymagania są z tym związane.

6. Dyrektywa w sprawie urządzeń ciśnieniowych – globalna ocena zgodności. Przewodnik po zespołach instalowanych w terenie – opracowany i napisany przez Forum Konsultacyjne ds. Urządzeń Ciśnieniowych (PECF), Federację Oceny Bezpieczeństwa (SAFed) oraz Stowarzyszenie Użytkowników Sprzętu i Materiałów Inżynierskich (EEMUA) w porozumieniu z innymi interesariuszami w branży urządzeń ciśnieniowych oraz Organem Wykonawczym ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa w Wielkiej Brytanii (HSE), zwany dalej Przewodnik o Zespołach PED 2014/68/UE PECF [13].

Forum Konsultacyjne ds. Urządzeń Ciśnieniowych (PECF - Pressure Equipment Consultation Forum) zgromadziło różnych interesariuszy PED (przemysł oraz władze Wielkiej Brytanii), aby wykorzystać ich doświadczenie i wiedzę specjalistyczną w celu opracowania brytyjskiego prawodawstwa dotyczącego urządzeń ciśnieniowych.

Przewodnik o Zespołach PED 2014/68/UE PECF powstał, ponieważ w Wielkiej Brytanii zauważono, że w przypadku zespołów urządzeń ciśnieniowych wytwarzanych w terenie proces kompleksowej (globalnej) oceny zgodności często okazuje się niezgodny z przepisami. Autorzy przewodnika wskazali następujące powody niezgodności procesu z unijnymi przepisami prawa dot. urządzeń ciśnieniowych:

- duże instalacje mogą obejmować prace wykonywane przez kilka stron i staje się niejasne, kto ponosi ogólną odpowiedzialność za zapewnienie globalnej (kompleksowej) oceny zgodności;

- podwykonawcy wyznaczeni przez głównego wykonawcę mogą nie być świadomi, że mają do odegrania rolę w globalnym procesie oceny zgodności;
- instalacje przemysłowe, za które odpowiada użytkownik końcowy, nie muszą być poddawane globalnej ocenie zgodności, ale użytkownicy końcowi nie zawsze mają jasność co do tego, co oznacza sformułowanie „na odpowiedzialność użytkownika”;
- nowe zespoły mogą być włączone do istniejących zespołów lub włączać istniejące zbiorniki ciśnieniowe wytworzone przed wdrożeniem dyrektywy PED, co prowadzi do niepewności co do zakresu wymaganej globalnej oceny zgodności.

Zdaniem autorów przewodnika, poza niektórymi wytycznymi opublikowanymi przez służby Unii Europejskiej, nie istnieją żadne wytyczne, aby pomóc różnym zainteresowanym stronom zaangażowanym w proces scalania zespołów. Z tej przyczyny powstał Przewodnik o Zespołach PED 2014/68/UE PEF. Istotne jest również to, że wydano dwie wersje przewodnika, pierwszą z 2018 roku (przed brexitem) [13] i drugą z 2024 r. (po brexicie) [14]. W cyklu artykułów będziemy wykorzystywać treści z pierwszego przewodnika z 2018 r. [13] (zgodnie z zasadą, że w pierwszej kolejności stosujemy dokumenty aktualne, a w przypadku gdy dane zagadnienie nie zostało w nich ujęte, to stosujemy inne dokumenty wyraźnie wskazując tego przyczynę).

Przewodnik o Zespołach PED 2014/68/UE PEF pozostaje zatem wartościowym źródłem wykładni przepisów unijnych o zespołach urządzeń ciśnieniowych.

DEFINICJA LEGALNA ZESPOŁÓW

Definicja zespołu określona jest w art. 2 pkt 6) Dyrektywy PED 2014/68/UE [1], który stanowi:

„zespoły” oznaczają kilka urządzeń ciśnieniowych zmontowanych przez producenta, aby stanowiły zintegrowaną i funkcjonalną całość

Rozkładając na czynniki pierwsze tę definicję należy stwierdzić, że zespół urządzeń ciśnieniowych istnieje wówczas, gdy jest spełniona każda z niżej wymienionych przesłanek łącznie:

- kilka,
- urządzeń ciśnieniowych,
- tworzących zintegrowaną całość,
- tworzących funkcjonalną całość,
- zmontowanych przez producenta.

Moglibyśmy to zapisać w postaci następującego wzoru:

kilka \wedge urządzeń ciśnieniowych \wedge tworzących zintegrowaną całość \wedge tworzących funkcjonalną całość \wedge zmontowanych przez producenta = zespół urządzeń ciśnieniowych

Oznacza to, że jeżeli zabraknie jednego z ww. elementów zespołu, nie możemy mówić o zespole urządzeń ciśnieniowych według Dyrektywy PED 2014/68/UE.





URZĄDZENIA CIŚNIENIOWE

Art. 2 pkt 1) Dyrektywy PED 2014/68/UE [1] wprowadza następującą definicję urządzeń ciśnieniowych:

„urządzenia ciśnieniowe” oznaczają zbiorniki, rurociągi, osprzęt zabezpieczający oraz osprzęt ciśnieniowy, w stosownych przypadkach wraz z elementami zamocowanymi do części poddanych działaniu ciśnienia takimi jak: kołnierze, dysze, króćce, podpory, uchwyty do podnoszenia

Definicja legalna wylicza w sposób enumeratywny (tworząc zamknięty katalog) cztery osobne kategorie urządzeń ciśnieniowych (1. zbiorniki, 2. rurociągi, 3. osprzęt zabezpieczający, 4. osprzęty ciśnieniowy) stanowiąc, że każda z tych kategorii zawsze stanowi urządzenie ciśnieniowe. Przy czym „w stosownych przypadkach” („where applicable”), urządzenie ciśnieniowe oznacza nie tylko jedno ze wskazanych urządzeń, **ale również elementy zamocowane do tej części tego urządzenia**, które poddane są działaniu ciśnienia („pressurised”). Prawodawca wymienia tutaj otwarty katalog takich elementów: kołnierze, króćce, złączki, podpory, uchwyty transportowe. **Takie elementy wraz z danym urządzeniem tworzą wówczas jedno urządzenie ciśnieniowe** (np. uchwyt zamocowany do powłoki ciśnieniowej zbiornika).

ZAGROŻENIE OD CIŚNIENIA

Oznacza to, że kryterium decydującym dla określenia, czy dany zamocowany element wchodzi w skład urządzenia ciśnieniowego jest to, czy ma on związek z tą częścią urządzenia, która jest ciśnieniowa, tj. pozostaje pod ciśnieniem lub może być pod ciśnieniem, bo tak została zaprojektowana. Co więcej, system oraz treść przepisów Dyrektywy PED 2014/68/UE pozwalają na postawienie tezy (dalej).

Kryterium zasadniczym w kwalifikacji urządzeń ciśnieniowych oraz zespołów urządzeń ciśnieniowych (a także w kwalifikacji wymagań bezpieczeństwa oraz obowiązków prawnych do nich się odnoszących) jest związek tych produktów z ciśnieniem.

Oczywiście, nie jakiegokolwiek związek, ale związek nazywany zagrożeniem od ciśnienia, które mogą generować wskazane produkty.

Przyjmijmy przy tym, że przez zagrożenie od ciśnienia będziemy rozumieć **potencjalne źródło negatywnego skutku dla życia, zdrowia, mienia lub środowiska od czynnika, którym jest ciśnienie:**

*Niniejsza dyrektywa powinna harmonizować przepisy krajowe w sprawie **zagrożeń spowodowanych ciśnieniem**. Inne zagrożenia, które mogą stwarzać te urządzenia, mogą wchodzić w zakres innych dyrektyw dotyczących **tych zagrożeń** (motyw (8) preambuły do Dyrektywy PED 2014/68/UE)*

Zagrożenie jest generowane zatem przez ciśnienie, którego art. 2 pkt 1) Dyrektywy PED 2014/68/UE [1] daje nam następującą definicję legalną:

„ciśnienie” oznacza ciśnienie odniesione do ciśnienia atmosferycznego, tj. ciśnienie manometryczne. W następstwie tego podciśnienie określa się jako wartość ujemną

A zatem mowa tutaj nie o jakimkolwiek ciśnieniu, ale o ciśnieniu manometrycznym, które jest różne od ciśnienia atmosferycznego (panującego w danym miejscu atmosfery naszej planety).

Ciśnienie według Dyrektywy PED 2014/68/UE oznacza również nie jakiegokolwiek ciśnienie manometryczne, ale co do zasady ciśnienie manometryczne o wartości powyżej 0,5 bara:

Niniejszą dyrektywę stosuje się do projektowania, wytwarzania oraz oceny zgodności urządzeń ciśnieniowych lub zespołów o najwyższym dopuszczalnym ciśnieniu przekraczającym 0,5 bara (art. 1 ust. 1 Dyrektywy PED 2014/68/UE)



RODZAJE URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH

Dyrektywa PED 2014/68/UE definiuje poszczególne 4 kategorie urządzeń ciśnieniowych następująco – jak poniżej.

1. „zbiornik” oznacza powłokę zaprojektowaną i zbudowaną w celu zawierania płynów pod ciśnieniem, wraz z elementami bezpośrednio przynależnymi, aż do miejsca połączenia z innym urządzeniem; zbiornik może się składać z więcej niż jednej przestrzeni ciśnieniowej (art. 2 pkt 2) Dyrektywy PED 2014/68/UE);
2. „rurociągi” oznaczają części składowe instalacji rurowych przeznaczonych do transportu płynów, po połączeniu razem w zintegrowany układ ciśnieniowy; rurociągi obejmują w szczególności rury lub układ rur, kształtki rurowe, złączki, kompensatory, przewody elastyczne lub inne stosowne części składowe przenoszące ciśnienie; wymienniki ciepła składające się z rur do celów chłodzenia lub ogrzewania powietrza uznaje się za rurociągi (art. 2 pkt 3) Dyrektywy PED 2014/68/UE);
3. „osprzęt zabezpieczający” oznacza urządzenia, zaprojektowane w celu ochrony urządzeń ciśnieniowych przed przekraczaniem dopuszczalnych limitów, w tym urządzenia do bezpośredniego ograniczania ciśnienia, takie jak zawory bezpieczeństwa, urządzenia zabezpieczające w postaci przepon bezpieczeństwa, pręty wybozczeniowe, sterowane układy bezpieczeństwa do zrzutu ciśnienia (CSPRS), oraz urządzenia ograniczające, które uruchamiają środki korekcji albo umożliwiają wyłączenie lub wyłączenie i odcięcie obwodu, takie jak wyłączniki ciśnieniowe lub wyłączniki temperaturowe albo wyłączniki sterowane poziomem płynu, oraz zabezpieczające pomiarowe urządzenia sterujące i regulujące (SRMCR) (art. 2 pkt 4) Dyrektywy PED 2014/68/UE);
4. „osprzęt ciśnieniowy” oznacza urządzenia pełniące funkcje eksploatacyjne, posiadające powłoki ciśnieniowe (art. 2 pkt 5) Dyrektywy PED 2014/68/UE).

Do tak rozumianych oraz sklasyfikowanych urządzeń ciśnieniowych odnosi się kolejny element definicji zespołu urządzeń ciśnieniowych, którym jest termin „kilka”.

KILKA

Termin kilka nie jest zdefiniowany w przedmiotowych przepisach. Z tego powodu możemy posłużyć się słownikiem języka polskiego według którego „kilka” stanowi: „zaimek oznaczający w sposób przybliżony liczbę równą co najmniej dwa i co najwyżej dziesięć” [15]. Termin „kilka” jest więc pojęciem nieostrym definiowanym przez wartość od 2 do 10 urządzeń ciśnieniowych, jednakże w sposób przybliżony, czyli „niezupełnie dokładny, ale bardzo bliski rzeczywistości” [16]. Wykładania ta jest niejasna, dlatego przyjrzyjmy się definicjom zespołów zawartym w przepisach Dyrektywy PED 97/23/WE [4].

Art. 1 ust. 2.1.5. Dyrektywy PED 97/23/WE [4] stanowi następująco:

„zespoły” oznacza **wiele** części urządzeń ciśnieniowych zmontowanych przez wytwórcę, aby stanowiły zintegrowaną i funkcjonalną całość

Użycie sformułowania „wiele”, wydaje się błędem w tłumaczeniu z uwagi na to, że angielskie wersje Dyrektywy PED 2014/68/UE [17] oraz Dyrektywy PED 97/23/WE [18] posługują się w ramach definicji zespołów tym samym zwrotem „several” przeciwstawnym znaczeniowo do terminu „wiele”:

‘assemblies’ means **several** pieces of pressure equipment assembled by a manufacturer to constitute an integrated and functional whole

Według słownika języka angielskiego termin „several” w tłumaczeniu na język polski odpowiada terminowi „kilka” (jako zaimek: „**some, but not a lot**” – „trochę, ale nie dużo”; jako przymiotnik: „**more than one or two, but not a great many**” – „więcej niż jeden albo dwa, ale nie wiele”) [19].

Natomiast niemieckie wersje Dyrektywy PED 2014/68/UE [20] i Dyrektywy PED 97/23/WE [21] posługują się w obu wersjach tym samym zwrotem „mehrere” w definicji zespołów:

„Baugruppen“ **mehrere** Druckgeräte, die von einem Hersteller zu einer zusammenhängenden funktionalen Einheit verbunden werden.

Według słownika języka niemieckiego termin „mehrere” można przetłumaczyć dosłownie jako „kilka”, natomiast termin ten może odnosić się **do nieokreślonej, nawet większej liczby**, szeregu osób lub **rzeczy danego gatunku**: co najmniej dwie, ale zwykle więcej niż dwie, niektóre, kilka [22]. **Sformułowanie w języku niemieckim oznacza zatem co najmniej dwa, ale może to być również wiele.**

Podsumowując, językowe rozumienie terminu „kilka” (dot. przekładu polskiego i angielskiego) mogłoby nas doprowadzić do błędnej konkluzji (jedynie niemiecki przekład tekstu dyrektywy jest bliski prawdzie), ponieważ **praktyka przemysłowa oraz wytyczne organizacji technicznych pozwalają jako zespół zakwalifikować te małe oraz te wielkie zespoły.**

Zgodnie z Zasadami Oceny Zespołów PED 97/23/EC CABF [11] **nie podano górnych, ani dolnych ograniczeń zakresu zespołu. W rezultacie zespół może się różnić od bardzo małego (np. gaśnica) do bardzo dużego (np. rafineria ropy naftowej):**

„Upper or lower limits for the extent of an assembly are not given. As a result an assembly can vary from small (e.g. fire extinguisher) to very large (e.g. oil refinery)”

Chociaż wskazane wyżej stanowisko traktuje o górnych i dolnych granicach zespołu, Analiza Zespołów PED 2014/68/UE AdCos [12] wskazuje, że istnieją tylko dolne granice zespołu: **poza warunkiem, że zespół musi zawierać co najmniej dwa urządzenia ciśnieniowe w rozumieniu art. 2 pkt 1) Dyrektywy PED 2014/68/UE, z dyrektywy nie wynikają żadne inne ograniczenia dotyczące zakresu zespołu. Może to zatem obejmować proste połączenie, np. butli do aparatu oddechowego + zaworu lub zbiornika + zaworu bezpieczeństwa itp. z mniejszymi jednostkami takimi jak szybkowary lub gaśnice, a nawet złożone instalacje przemysłowe** [patrz pkt 3/9 wytycznych PED 97/23/EC WGP (wkrótce pkt C-09 wytycznych 2014/68/UE WGP)]:

„Apart from the condition that an assembly must contain at least two pressure equipment items within the meaning of Art. 2 (1) of the PED, no other limitation arises from the PED concerning the extent of an assembly. This could therefore range from a simple combination of, for example, a cylinder for a breathing apparatus + valve or a vessel + safety valve etc. to smaller units such as pressure cookers or fire extinguishers and even complex industrial plants [see PED-GL 3/9 (soon to be C-09)].”

Należy wyjaśnić, że w przykładzie zespołów w postaci „połączenia butli do aparatu oddechowego + zaworu” lub „zbiornika + zaworu bezpieczeństwa” autorzy nie wymienili wszystkich elementów zespołu w rozumieniu Dyrektywy PED 2014/68/UE. Choć wskazane przykłady mogą stanowić połączenie urządzeń ciśnieniowych tworzących zintegrowaną całość, nie stanowią jednak funkcjonalnej całości. Zagadnienia integralności i funkcjonalności zespołów, w tym kwestie tzw. podzespołów („subassemblies”), zostaną omówione w kolejnych częściach cyklu.

Ponadto Analiza Zespołów PED 2014/68/UE AdCos [12] powołuje się na pkt 3/9 wytycznych PED 97/23/WE WGP [10]. Chociaż na chwilę obecną brakuje odpowiednika w postaci pkt C-09 aktualnych wytycznych 2014/68/UE WGP [9], można przytoczyć pkt 3/9 wytycznych PED 97/23/WE WGP, ponieważ potwierdza on wyżej zaprezentowane twierdzenia.

A mianowicie wytyczna pkt 3/9 dotyczy **pytania, czy Dyrektywa Ciśnieniowa nakłada formalne górne ograniczenia dot. zakresu zespołu? Odpowiedź brzmi: Dyrektywa Ciśnieniowa nie ogranicza zakresu zespołu, który może wahać się od prostego standardowego produktu do dużych, kompleksowych zakładów przemysłowych. Sam zespół może się składać z innych zespołów i kolejnych urządzeń ciśnieniowych:**

Question: Does the Pressure Equipment Directive put formal upper limits to the extent of an assembly? **Answer:** The PED does not limit the extent of an assembly, which can range from simple standard products up to large complex industrial plants. An assembly can itself be composed of other assemblies and further items of pressure equipment.

Należy również wskazać, że termin kilka odnosi się do urządzeń ciśnieniowych, a nie do części składowych (component parts) lub elementów (elements) urządzeń ciśnieniowych. Wyraźnie wskazują na to wersja polska i niemiecka Dyrektywy PED 2014/68/UE: **kilka urządzeń ciśnieniowych (mehrere Druckgeräte)**. Natomiast wersja angielska używa sformułowania **several pieces of pressure equipment**, gdzie „piece” w języku angielskim oznacza „egzemplarz” („jedną rzecz określonego typu”) [23], czyli kilka egzemplarzy urządzeń ciśnieniowych. W tym kontekście Analiza Zespołów PED 2014/68/UE AdCos [12] podkreśla: poza warunkiem, że zespół musi zawierać co najmniej **dwa urządzenia ciśnieniowe w rozumieniu art. 2 pkt (1) Dyrektywy PED 2014/68/UE**, z dyrektywy nie wynikają żadne inne ograniczenia dotyczące zakresu zespołu (*apart from the condition that an assembly must contain at least two pressure equipment items within the meaning of Art. 2 (1) of the PED, no other limitation arises from the PED concerning the extent of an assembly*). Użyte w wytycznych słowo „item” (będące synonimem „piece”) również oznacza „pojedynczą rzecz w zestawie lub na liście” („a single thing in a set or on a list”) lub „odrębny przedmiot, artykuł itp., zwłaszcza jeden z wymienionych na liście” („a separate object, article etc, especially one of a number named in a list”) [24].

Termin „kilka” odnosi się zatem do wyodrębnionych oraz pojedynczych egzemplarzy urządzeń ciśnieniowych w rozumieniu art. 2 ust. 1 Dyrektywy PED 2014/68/UE, czyli zbiorników, rurociągów, osprzętu zabezpieczającego lub osprzętu ciśnieniowego.

Przy okazji należy zwrócić uwagę na błędne polskie tłumaczenie znajdujące się w nieobowiązującym już artykule 1 ust. 2.1.5. Dyrektywy PED 97/23/WE [4], gdzie jako zespoły zdefiniowano **wiele części urządzeń ciśnieniowych**, zamiast **kilka urządzeń ciśnieniowych**.

ZESPÓŁ oznacza zatem co najmniej dwa urządzenia ciśnieniowe, ale nie ma górnego limitu urządzeń ciśnieniowych składających się na zespół – może to być kilka, kilkanaście, kilkadziesiąt, kilkaset, a nawet kilka tysięcy urządzeń ciśnieniowych.

Problem interpretacyjny rozwiązałoby zastosowanie w definicji urządzeń ciśnieniowych sformułowania, że zespół to co najmniej dwa urządzenia ciśnieniowe. Natomiast jedynym rozsądnym wyjaśnieniem powodu, na podstawie którego prawodawca zdecydował się użyć sformułowania „kilka” zamiast „co najmniej dwa” przy objęciu systemem oceny zgodności zespołów (zakładamy wszak racjonalność prawodawcy), wydaje się być stwierdzenie, że u początków zamierzeń legislacyjnych prawodawca unijny miał na myśli jedynie te małe, niewielkie zespoły, wychodzące z linii produkcyjnej jako produkty gotowe do użytku (nie miał na myśli zespołów urządzeń ciśnieniowych scalanych w terenie, czyli instalacji objętych co do zasady przepisami krajowymi poszczególnych państw członkowskich UE - wszak z zastosowania

przepisów o zespołach wyłączono „scalenie urządzeń ciśnieniowych w zespół w miejscu użytkowania na odpowiedzialność użytkownika, jak ma to miejsce w przypadku instalacji przemysłowych”), chociaż istniejące ramy prawne dyrektywy, wytyczne, przewodniki oraz praktyka przemysłowa wykazały możliwość przyjęcia interpretacji zgoła odmiennej. Wątek ten zostanie omówiony dokładnie w jednej z kolejnych części cyklu.

KONIEC CZĘŚCI I

Literatura:

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/68/UE z dnia 15 maja 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku urządzeń ciśnieniowych (Dz.U.UE.L.2014.189.164 z dnia 2014.06.27) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068> – dostęp 29.05.2025 r.
- [2] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 lipca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych (Dz.U. z 2019 r. poz. 211, tj.) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20190000211/O/D20190211.pdf> – dostęp 29.05.2025 r.
- [3] Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U. z 2022 r. poz. 1854, tj.) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20220001854/U/D20221854Lj.pdf> – dostęp 29.05.2025 r.
- [4] Dyrektywy 97/23/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 maja 1997 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących urządzeń ciśnieniowych (Dz.U. L 181 z 9.7.1997, str. 1) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0023> – dostęp 29.05.2025 r.
- [5] https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/goods/new-legislative-framework_en – dostęp 29.05.2025 r.
- [6] K. Strzyczkowski, „Prawo gospodarcze publiczne”, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2023, s. 48.
- [7] T. Biernat, „Soft law a proces tworzenia prawa w Unii Europejskiej. Wpływ soft law na konstrukcję i treść uzasadnień aktów normatywnych”, Studia Prawnicze. Rozprawy i Materiały, nr 2 (11), 2012, s. 32
- [8] COMMISSION NOTICE The 'Blue Guide' on the implementation of EU product rules 2022 (Text with EEA relevance) (2022/C 247/01), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C:2022:247:TOC> – dostęp 29.05.2025 r.
- [9] Guidelines related to the Pressure Equipment Directive 2014/68/EU (PED) – developed and agreed by the Commission's Working Group „Pressure” (WGP), version: 6.0, document date: 07/01/2019, last update: 19/11/2024, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/63154> – dostęp 29.05.2025 r.
- [10] Guidelines related to the Pressure Equipment Directive 97/23/EC (PED) – developed and agreed by the Commission's Working Group „Pressure” (WGP), wersja: Ref. Ares (2014)1245892 - 22/04/2014 <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/5202/attachments/1/translations/en/renditions/pdf> – dostęp 29.05.2025 r.
- [11] Principles for the Assessment of Assemblies (Version 17. June 2014) - Accepted by CABF PED/SPVD 2014-06-17 https://www.tuv-nord.com/fileadmin/Content/TUV_NORD_COM/TUEV_NORD_UK/pdf_new/principles-for-assessment-of-assemblies-uk.pdf – dostęp 29.05.2025 r.
- [12] Assemblies according to the Pressure Equipment Directive - a consideration provided by the PED-AdCo Group (Document date: 18/07/2017 - Created by GROW.DDG1.B.1 - Publication date: 19/07/2017). <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/24721/attachments/1/translations/en/renditions/native> – dostęp 29.05.2025 r.
- [13] Pressure Equipment Directive – Global Conformity Assessment A Guide to Site Installed Assemblies – developed and written by the Pressure Equipment Consultation Forum (PECF), Safety Assessment Federation (SAFed) and Engineering Equipment and Materials Users Association (EEMUA) in consultation with other stakeholders within the pressure equipment industry and with Health and Safety Executive (HSE): SAFedPublication - PEDG1 – Edition 1 EEMUAPublication237 – Edition 1 First publication – Dated: Oct 2018 Imprint - 09/2018 ISBN: 978-0-85931-225-7 <https://pecf.org.uk/downloads/PEDG1-Guidance-on-Global-Conformity-Assessment-Oct-2018.pdf> – dostęp 29.05.2025 r.;
- [14] Pressure Equipment Directive – Global Conformity Assessment A Guide to Site Installed Assemblies – developed and written by the Pressure Equipment Consultation Forum (PECF), Safety Assessment Federation (SAFed) and Engineering Equipment and Materials Users Association (EEMUA) in consultation with other stakeholders within the pressure equipment industry and with Health and Safety Executive (HSE): SAFedPublication – PEDG1 – Edition 02 EEMUAPublication237 – Edition 02 Imprint reference – 08/2024 First published – 06/2024 ISBN: 978-0-85931-250-9 <https://www.safed.co.uk/publications-home/tc-1/current-joint-guidance-by-safed-and-pecf/4-pressure-equipment-directive-global-assessment-a-guide-to-site-installed-assemblies-eemua-publication-237/file> – dostęp 29.05.2025 r.
- [15] <https://sjp.pwn.pl/slowniki/kilka.html> – dostęp 29.05.2025 r.
- [16] <https://sjp.pwn.pl/szukaj/przyblizC5%BCony.html> – dostęp 29.05.2025 r.
- [17] DIRECTIVE 2014/68/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 May 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of pressure equipment Directive 2014/68/EU of the European Parliament and of the Council of 15 May 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of pressure equipmentText with EEA relevance – dostęp 29.05.2025 r.
- [18] DIRECTIVE 97/23/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member States concerning pressure equipment <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0023> – dostęp 29.05.2025 r.
- [19] <https://dictionary.cambridge.org/pl/dictionary/english-polish/several> – dostęp 29.05.2025 r.
- [20] RICHTLINIE 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem MarktText von Bedeutung für den EWR – dostęp 29.05.2025 r.
- [21] RICHTLINIE 97/23/EG DES EUROPAISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0023> – dostęp 29.05.2025 r.
- [22] <https://www.dwds.de/wb/mehrere>; <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/german-english/mehrere> – dostęp 29.05.2025 r.
- [23] <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-polish/piece> – dostęp 29.05.2025 r.
- [24] <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-polish/item> – dostęp 29.05.2025 r.

Lopa

Analiza warstw zabezpieczeń



**MGR INŻ.
JACEK ŻACZYŃSKI**

Kierownik Działu Technicznego
Oddział w Szczecinie
Urząd Dozoru Technicznego



**MGR INŻ.
DAMIAN FIEDOROWICZ**

Kierownik Działu
Oceny Zgodności
Oddział w Szczecinie
Urząd Dozoru Technicznego

Ostatnie piąte spotkanie z analizą LOPA poświęcimy prześledzeniu wszystkich etapów analizy LOPA na konkretnym przykładzie. Poszukamy też odpowiedzi na pytanie: „Czy zakład jest gotowy na zastosowanie analizy LOPA?”. Dziękujemy ponownie wszystkim, którzy z nami złączyli się i zgłębili tajniki tej powszechnie stosowanej ilościowej metody analizy i oceny ryzyka.

Zachęcamy do zapoznania się z poprzednimi czterema częściami.

- W pierwszej części (Inspektor nr 1/2024) przybliżyliśmy historię powstania oraz metodologię analizy.
- W części drugiej (Inspektor nr 2/2024) przedstawiliśmy szczegółową procedurę przeprowadzania analizy LOPA.
- W trzeciej części (Inspektor 3-4/2024) omówiliśmy wymagania dotyczące Niezależnych Warstw Zabezpieczeń (IPL – ang. Independent Protection Layers).
- Czwartą część (Inspektor 1/2025) poświęciliśmy na wskazanie najczęściej popełnianych błędów podczas tej analizy.

PRZEPROWADZENIE ANALIZY LOPA

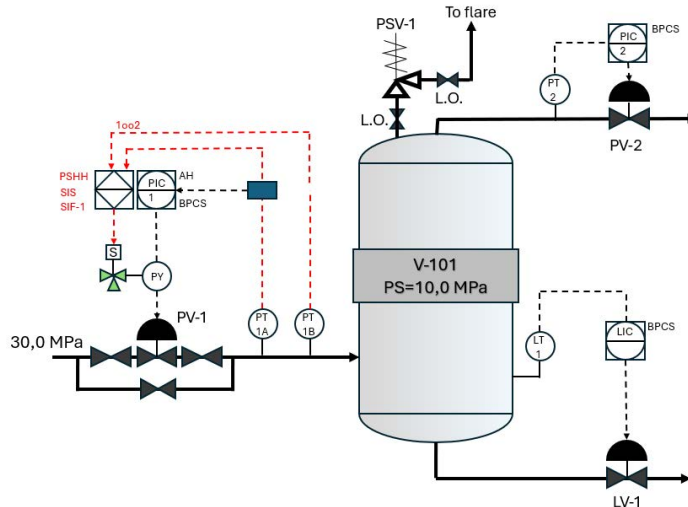
PRZYKŁAD

Zbiornik separator V-101 (rys. 5) zamontowany w kopalni gazu ziemnego wykorzystywany jest do separacji płynu złożowego od gazu ziemnego. Gaz ziemny odsyłany jest następnie do kontaktora aminy, gdzie następuje absorpcja H_2S .

Redukcja ciśnienia z 30,0 MPa do 8,3 MPa odbywa się na zaworze PV-1 sterowanym przez układ regulacji ciśnienia PIC-1. Temperatura gazu po redukcji wynosi około 26°C.

- W przypadku wzrostu ciśnienia w separatorze aktywowany jest alarm wysokiego ciśnienia.
- W przypadku dalszego wzrostu ciśnienia zbiornik zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa PSV-1.
- Wylot z zaworu bezpieczeństwa kierowany jest w bezpieczne miejsce do pochodni.

W trakcie analizy zagrożeń HAZOP, zespół zalecił przeprowadzenia analizy ryzyka, aby ocenić, czy przyjęte rozwiązanie tj. funkcja bezpieczeństwa SIF 1 PSHH, wymaga odpowiedniego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa (tzw. poziomu SIL). Funkcja SIF 1 PSHH zamykając zawór PV-1 ochrania zbiornik V-101 przed wzrostem ciśnienia powyżej wartości dopuszczalnej.



Rys. 5. Zbiornik separator V-101 zamontowany w kopalni gazu ziemnego (analizowany przykład)

Przyjęty z analizy HAZOP scenariusz awaryjny zakładał awarię układu regulacji PIC-1 powodującą otwarcie zaworu PV-1, wzrost ciśnienia w zbiorniku V-101 do wartości 30MPa, tj. trzykrotnie powyżej wartości obliczeniowej ($P_s=10\text{MPa}$). W konsekwencji prowadzić to będzie do katastrofального rozerwania zbiornika, powodując zagrożenie wybuchem i pożarem uwolnionego gazu z H_2S . W wyniku tego założono śmierć operatora.

Częstotliwość awarii układu regulacji zgodnie z tabelami wg *Initiating Events and Independent Protection Layers in LOPA CCPS* [1] wynosi 0,1/rok i taka też wartość została przyjęta do analizy.

Jako zabezpieczenia w analizie HAZOP wskazano:

1. Alarm od wysokiego ciśnienia PIC-1 AH – wymagający od operatora zamknięcia jednego z zaworów odcinających na zasilaniu zbiornika V-101,
2. Funkcję bezpieczeństwa SIF-1 (1oo2) powodującą zamknięcie zaworu PV-1,
3. Zawór bezpieczeństwa PSV-1,
4. Układ regulacji ciśnienia PIC-2, utrzymujący ciśnienie robocze w zbiorniku V-101 na odpowiednim poziomie.

Część wypełnionego arkusza LOPA (na podstawie [2]) – poniżej.

Arkusz LOPA			
Proces Zbiornik V-101	Data: 20.02.2025		
Czynność: Sprawdzenie HAZOP			
Zespół analityczny: Zespół LOPA			
Opis scenariusza:	Opis warunków: Awaria układu regulacji PIC-1 powodująca otwarcie zaworu PV-1, wzrost ciśnienia w zbiorniku V-101 do wartości 30MPa, tj. trzykrotnie powyżej wartości obliczeniowej ($P_s=10\text{MPa}$), w konsekwencji prowadzić to będzie do katastrofального rozerwania zbiornika, uwalnianie gazu z H_2S (śmierć operatora)	Identyfikacja urządzeń:	V-101
Element	Opis	Przebieg	Czynność
Awaria	Przebieg awarii awaryjna		
Zbiornik V101	Awaria układu regulacji PIC-1		1×10^{-1}
Zawór PV-1			
Zawór PSV-1			
Układ regulacji PIC-2			



Dialog podczas analizy LOPA pomiędzy ekspertem prowadzącym „EP” analizę a zespołem LOPA „ZL” dla następujących kroków mógłby wyglądać według poniższego scenariusza.

EP: Czy w naszym scenariuszu możemy zastosować zdarzenia warunkowe, tzn. prawdopodobieństwo zapłonu, obecności człowieka w strefie narażenia oraz prawdopodobieństwo śmierci?

EP

ZL: Tak, myślę, że można zastosować wszystkie trzy zdarzenia warunkowe.

EP: Czy zakład posiada procedury w zakresie stosowania tych prawdopodobieństw?

EP

ZL: Nie, nie posiadamy takich procedur.

EP: Rozumiem. Z racji tego, że temperatura gazu jest na poziomie dużo niższym niż temperatura samozapłonu, to w przypadku uwolnienia gazu możemy mówić tylko o zapłonie opóźnionym. Proponuję przyjąć prawdopodobieństwo zapłonu na poziomie » 0,5 « , zgodnie z tabelą 3 w wytycznych CCPS, dla emisji w obrębie instalacji procesowej. Jeżeli chodzi o prawdopodobieństwo śmierci operatora, proponuję przyjąć konserwatywną wartość »1« dla wybuchu typu VCE, który generuje ogromną energię.

EP

ZL: Dobrze, przyjmujemy zatem wartości zaproponowane przez pana.

EP: Po uzupełnieniu zdarzeń warunkowych nasz arkusz LOPA wygląda następująco: na tym etapie możemy wyliczyć całkowitą częstotliwość wystąpienia skutków (bez uwzględniania zabezpieczeń IPL): $1,0 \times 10^{-1} \times 0,5 = 5,0 \times 10^{-2}$.

EP

Arkusz LOPA (na podstawie [2]) – poniżej.

Element	Opis	Przewidywane skutki	Ciężkość skutku
Zawór PV-1	Zawór PV-1 otworzy się i ciśnienie w zbiorniku V-101 wzrośnie powyżej wartości obliczeniowej.
Przetwornik ciśnienia PIC-1	Przetwornik ciśnienia PIC-1 przestanie działać poprawnie.

Przejdźmy zatem do identyfikacji IPL.

EP

Pierwszym zabezpieczeniem jest alarm od wysokiego ciśnienia PICAH-1.

ZL

Sprawdźmy, czy nasze zabezpieczenie spełnia wymagania "core attributes". Co się stanie jeśli w układzie regulacji ciśnienia PIC-1 uszkodzi się np. przetwornik PT-1A i będzie wskazywał bardzo niską wartość ciśnienia?

EP

Zawór PV-1 otworzy się i ciśnienie w zbiorniku V-101 wzrośnie powyżej wartości obliczeniowej.

ZL

Ale jeżeli przetwornik PT-1A uszkodzi się przy bardzo niskiej wartości, to finalnie cały układ regulacji PIC-1 nie będzie działał poprawnie. PIC-1 nie uruchomi alarmu od wysokiego ciśnienia w zbiorniku V-101, zatem nasze zabezpieczenie nie zadziała. W tym scenariuszu nie będzie zabezpieczeniem skutecznym, czyli wymóg funkcjonalności nie zostanie spełniony. Dodatkowo możemy zauważyć brak niezależności pomiędzy zabezpieczeniem a zdarzeniem inicjującym. W naszym przypadku, w scenariuszu awaryjnym występują elementy które są odpowiedzialne zarówno za powstanie sytuacji niebezpiecznej, jak i za prawidłowe działanie zabezpieczenia (tj. alarmu) np. przetwornik ciśnienia PT-1A. Dlatego nie możemy alarmu potraktować jako zabezpieczenia IPL"

EP

Chciałbym przypomnieć że LOPA wymaga niezależności między zabezpieczeniami a zdarzeniem inicjującym oraz pomiędzy zabezpieczeniami. LOPA jest uproszczonym narzędziem oceny ryzyka. Założenie niezależności upraszcza obliczenia w analizie. Jeśli natomiast niezależność nie jest przestrzegana, wynikiem może być znaczny wzrost ryzyka.

EP

Tak, to brzmi rozsądnie. A co z następnym zabezpieczeniem, tzn. przyrządową funkcją bezpieczeństwa od wysokiego ciśnienia w zbiorniku V-101?

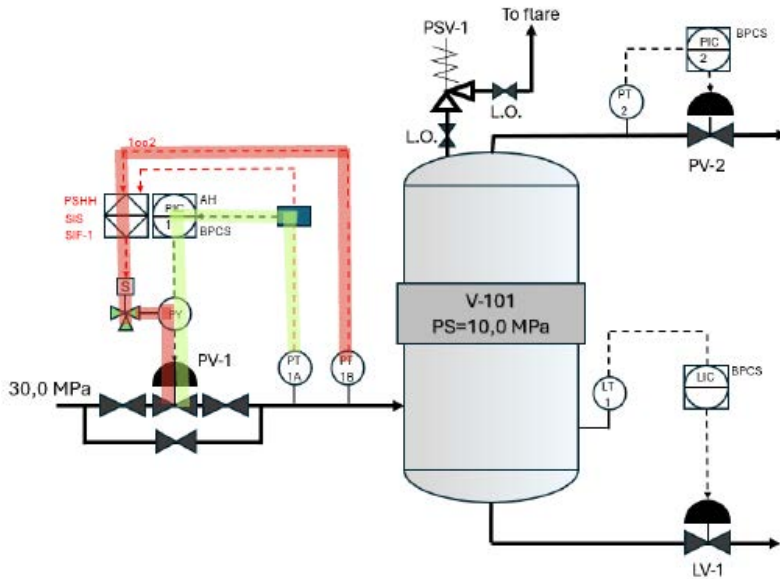
ZL

Zastanówmy się i sprawdźmy niezależność. Jednym z najprostszych sposobów na sprawdzenie niezależności jest zaznaczenie różnymi kolorami elementów biorących udział w zdarzeniu inicjującym oraz elementów rozpatrywanej warstwy zabezpieczeń, w naszym przypadku funkcji bezpieczeństwa SIF-1.

EP

Zaznaczymy zatem kolorem zielonym elementy uszkodzonego BPCS-u, a kolorem czerwonym elementy SIF-1.

EP



Jak widać, jeden z elementów zaznaczony jest zarówno kolorem zielonym, jak i czerwonym. W takim przypadku zawór PV-1 jest elementem wspólnym, czyli nie ma całkowitej niezależności pomiędzy zdarzeniem inicjującym a rozpatrywanym zabezpieczeniem. Mówiłem o tym dokładniej w części III cyklu artykułów („Inspektor” nr 3–4/2024).

EP

Wykrywanie
Decydowanie
Zapobieganie

3 Ds 4 Enoughs

4 Enough

Detect
Decide
Deflect

Big enough
Fast enough
Strong enough
Smare enough

Rozpatrzmy teraz zawór bezpieczeństwa PSV-1. Zastosujemy tutaj zestaw słów kluczowych do oceny funkcjonalności.

EP

Odpowiedzmy sobie na pytania, czy zawór bezpieczeństwa spełnia 3 Ds.

EP

Czy PSV-1 jest w stanie wykryć wzrost ciśnienia, zdecydować, co zrobić w takim przypadku oraz ostatecznie zapobiec niebezpiecznemu wzrostowi ciśnienia w zbiorniku V-101?

EP

Tak, ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa wynosi $P_o = 10,0$ MPa. Przy tym ciśnieniu zawór się otworzy, a ostatecznie przy maksymalnym przyroście do 10% upuści w sposób bezpieczny nadmiar gazu, nie dopuszczając do przekroczenia parametrów dopuszczalnych.

OK, a co z 4E? Czy zawór jest odpowiednio duży i dobrany tak, aby nie dopuścić do sytuacji awaryjnej?

EP

Tak, został zaprojektowany i dobrany na scenariusz wzrostu ciśnienia w przypadku awarii układu regulacji. Mamy na to odpowiednie obliczenia.

ZL

Proszę odpowiedzieć jeszcze na pytanie odnośnie konserwacji i okresowego sprawdzania zaworów bezpieczeństwa. Czy odbywają się one zgodnie z instrukcjami w określonych ramach czasowych? Czy czynności te są dokumentowane i weryfikowane?

EP

Tak, oczywiście, cała procedura konserwacji oraz sprawdzenia nastawy początku otwarcia, jak również sprawnego działania, jest dokumentowana w protokołach.

ZL

Na dolicie i wylocie zaworu bezpieczeństwa zamontowane są zawory odcinające. Czy zakład posiada procedury związane z nadzorem nad odpowiednim położeniem tych zaworów? To znaczy, czy nadzorujecie, czy po konserwacji i ponownym montażu zaworów bezpieczeństwa, zawory odcinające są przestawiane do prawidłowego położenia?

EP

ZL

Tak, serwis montujący zawory bezpieczeństwa, po zakończeniu montażu ustawia zawory odcinające we właściwych pozycjach.

ZL

Czy macie procedury dokładnie opisujące te operacje? Czy osoby nadzoru sprawdzają prawidłowe położenie tych zaworów?

EP

Niestety nie, należy to do obowiązku serwisu montującego zawory bezpieczeństwa na instalacji, nie mamy procedur wymagających ponownej kontroli po montażu.

ZL

W takich przypadkach, zgodnie z zaleceniami CCPS, za maksymalne PFD dla zaworu bezpieczeństwa można przyjąć wartość 0,1.

EP

Do analizy pozostało ostatnie zabezpieczenie, czyli układ regulacji PIC-2. Jest to układ regulacji BPCS. Zgodnie z zasadami LOPA, w przypadku, kiedy jedna funkcja układu BPCS pełni rolę zdarzenia inicjującego, a druga stanowi warstwę zabezpieczeń, przy czym elementem wspólnym jest układ logiczny, niespełniony jest wymóg niezależności. Podejście LOPA, co prawda, dopuszcza dwa podejścia dotyczące takich sytuacji: podejście A oraz podejście B. W przypadku braku niezależności można zastosować podejście B, ale wymaga ono dodatkowych analiz i ocen pozwalających ocenić że integralność i niezawodność tych układów jest na odpowiednio niskim poziomie. Ponownie odnoś się do części III cyklu artykułów („Inspektor” nr 3–4/2024).

EP

Dodatkowo musimy sobie odpowiedzieć na pytanie, czy zabezpieczenie BPCS PIC-2 spełnia pozostałe wymagania dla IPL. Czy jest odpowiednio duży i działa na tyle szybko, aby nie dopuścić do wzrostu ciśnienia? Czy macie na to odpowiednie obliczenia? Czy prowadzone są konserwacje? Czy BPCS jest odpowiednio nadzorowany i zabezpieczony przed nieautoryzowanymi zmianami?

EP

Niestety, nie jestem w stanie odpowiedzieć na te pytania. Myślę, że względu na dużą niepewność możemy wykluczyć go z listy zabezpieczeń.

ZL

Poniżej - kompletny arkusz LOPA (na podstawie [2]).

Arkusz LOPA			
Proces: Zbiornik V-101		Data: 20.02.2025	
Źródło scenariusza: HAZOP			
Zespół analityczny: Zespół LOPA			
Nr scenariusza: 1	Opis scenariusza: Awaria układu regulacji PIC-1 powodująca otwarcie zaworu PV-1, przyrost ciśnienia powyżej wartości obliczeniowej 30MPa > 10MPa, a w konsekwencji katastrofalne rozerwanie zbiornika, zagrożenie wybuchu oraz pożaru uwolnionego gazu z H ₂ S i śmierć operatora.	Identyfikacja urządzenia: V-101	
Element	Opis	Prawdopodobieństwo	Częstotliwość
Skutki	Pojedyncza ofiara śmiertelna		
Zdarzenie inicjujące	Awaria układu regulacji PIC-1		1.0 x 10 ⁻¹
Zdarzenie lub warunki umożliwiający		n/a	
Zdarzenia warunkowe (jeżeli występują)			
	Prawdopodobieństwo zaplonu	0,5	
	Prawdopodobieństwo obecności człowieka	1	
	Prawdopodobieństwo śmierci	1	
	Inne	n/a	
Całkowita częstotliwość wystąpienia skutków (bez IPL)			5.0 x 10 ⁻²
Niezależne warstwy zabezpieczeń IPL	Zawór bezpieczeństwa PSV-1	1.0 x 10 ⁻¹	
Zabezpieczenia (nie-IPL)	Alarm wysokiego ciśnienia PIC-1 AH, działanie operatora		
	Funkcja bezpieczeństwa SIF-1		
	Układ regulacji BPCS PIC-2		
Całkowite PFD dla wszystkich IPLs		1.0 x 10 ⁻¹	
Zredukowana częstotliwość wystąpienia skutków (z IPL)			5.0 x 10 ⁻³
Kryteria tolerancji ryzyka:		< 1.0 x 10 ⁻⁵	
Wymagana redukcja ryzyka:		2.0 x 10 ⁻⁵	
Dodatkowe wymagania: nie osiągnięto kryteriów tolerancji ryzyka, należy przeprojektować układ, lub dokonać rozszerzonych obliczeń FTA umożliwiających przypisanie odpowiedniego PFD do funkcji bezpieczeństwa SIF-1. Zaleca się opracowanie i stosowanie procedury nadzoru nad zaworami odcinającymi w obrębie zaworu PSV-1			
Uwagi:			

Podsumowując, poprawne przeprowadzenie analizy LOPA to coś więcej niż tylko obliczenia matematyczne. Wymagają one od zakładu przede wszystkim wprowadzenia oraz stosowania procedur związanych z zarządzaniem bezpieczeństwem procesowym (funkcjonalnym). Jest to warunek konieczny, aby można było uznać niektóre z zabezpieczeń jako IPL, a tym samym potwierdzić, że wskazane przez nas zabezpieczenia IPL są skuteczne oraz posiadają założoną wartość PFD.





Na podstawie informacji w całym cyklu artykułów oraz danych literaturowych, możemy przyjąć założenie, że przed przystąpieniem do analizy warto odpowiedzieć sobie na poniższe pytania.

1. Czy organizacja ma skuteczny system zarządzania bezpieczeństwem procesów, który pomaga kontrolować ryzyko?
2. Czy istnieją zasady i standardy wspierające redukcję ryzyka w celu zapobiegania stratom finansowym, środowiskowym oraz wypadkom pracowników?
3. Czy organizacja posiada pisemne kryteria tolerancji ryzyka?
4. Czy organizacja naprawdę próbuje ograniczyć ryzyko, jeśli zostanie ono uznane za nadmierne, i czy jest gotowa ponieść związane z tym koszty?
5. Czy personel ds. zarządzania ryzykiem ma poparcie najwyższego kierownictwa?
6. Czy kierownictwo zakładu popiera inicjatywę zarządzania ryzykiem?
7. Czy organizacja posiada i stosuje procedury dotyczące kontroli i konserwacji osprzętu ciśnieniowego, regulacyjnego oraz zabezpieczającego?
8. Czy organizacja prowadzi i dokumentuje przeprowadzane szkolenia pracowników?
9. Czy organizacja posiada procedury związane z alarmami procesowymi i czy prowadzi regularne ćwiczenia na wypadek sytuacji awaryjnych?

✓ Jeśli odpowiedź na każde z powyższych pytań jest twierdząca, to organizacja prawdopodobnie w sposób właściwy podchodzi do kwestii zarządzania ryzykiem.

✗ Jeśli odpowiedź na jedno lub dwa pytania brzmi nie, to należy się zastanowić, co należy zmienić w systemie zarządzania bezpieczeństwem, aby umożliwić wdrożenie oraz poprawne wykonanie LOPA.

✗ Jeśli większość odpowiedzi brzmi jest przecząca, to zakład nie zarządza w sposób właściwy ryzykiem procesowym i nie jest gotowy na tego typu analizy.

LOPA może być bardzo cennym narzędziem do kontrolowania ryzyka na poziomie tolerowanym, ale nie można jej skutecznie wdrożyć i prowadzić, jeśli zakład nie jest do niego przystosowany. Organizacja, która nie ocenia zagrożeń występujących na instalacji poprzez przeprowadzanie analizy zagrożeń, takich jak np. HAZOP, a kieruje się głównie regulacjami prawnymi, nie jest gotowa na używanie analiz ryzyka, ponieważ ocena bezpieczeństwa, którą wykonuje, nie opiera się na zasadzie oceny i ewaluacji ryzyka. W takich przypadkach stosowanie analiz LOPA będzie nieskuteczne.

W sytuacjach, kiedy analizy zagrożeń są regularną częścią inżynierii, projektowania, walidacji procedur i codziennych procesów zarządzania bezpieczeństwem w organizacji, LOPA może być skutecznym i takim narzędziem do analizy zagrożeń i ryzyka, które pomoże zwiększyć bezpieczeństwo i integralność jej systemów.

Kamieniem węgielnym LOPA są zasady i praktyki organizacji dotyczące zarządzania ryzykiem. Takie zasady i praktyki zapewniają profesjonalistom ds. bezpieczeństwa i niezawodności możliwość ingerencji w projektowanie bezpiecznych instalacji procesowych oraz systemów bezpieczeństwa.

Literatura:

1. CCPS. (2014). Guidelines for Initiating Events and Independent Protection Layers in Layer of Protection Analysis. New York: AIChE.
2. ASME (BPVC.VIII.1) – BPVC (Boiler and Pressure Vessel Code) Section VIII-Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1



TRANSPORT WODORU Z WYKORZYSTANIEM LOHC – MCH



**MGR INŻ.
JAKUB KOKOSIŃSKI**

Starszy Specjalista Urzędzeń
Ciśnieniowych
Departament Techniki
Urząd Dozoru Technicznego

Rosnące zapotrzebowanie energetyczne, wynikające z rozwoju cywilizacyjnego, jest w głównej mierze zaspokajane poprzez spalanie surowców naturalnych. Powiązana z tym emisja ubocznych produktów spalania, zwiększa ich koncentrację w naszym otoczeniu. Niektóre, np. para wodna oraz dwutlenek węgla, są gazami cieplarnianymi. Część opinii publicznej oraz świata nauki wiąże antropogeniczną emisję CO₂ ze zmianami klimatycznymi. Stąd też obserwowany jest duży nacisk środowisk politycznych na promocję rozwiązań technicznych, zmierzających do ograniczenia jego emisji. Są one związane m.in. z pozyskaniem energii ze źródeł odnawialnych. Trend ten jest również obecny w zaktualizowanej w ubiegłym roku Polityce energetycznej Polski do 2040 r. Nie zawsze jest jednak możliwe bezpośrednie wykorzystanie pozyskanej energii lub jej transport siecią elektroenergetyczną. W takim przypadku należy rozważyć alternatywne nośniki energii.

H₂

H₂

Transport wodoru

Wodór sam w sobie nie stanowi odnawialnego źródła energii. Skorupa ziemska zawiera jego złoża, które odkryto m.in. w 2023 r. na północy Francji, ale są to jednak źródła wyczerpywalne. Wodór może natomiast służyć jako magazyn energii. Ma to sens tylko w przypadku, gdy dysponujemy jej nadmiarem, a inne, bardziej efektywne formy magazynowania energii, są niedostępne lub droższe. Sytuacja taka zachodzi np. w miejscach o dużej podaży energii w postaci promieniowania słonecznego lub energii wiatru. Mogą być one oddalone o setki, a nawet tysiące km od miejsc, gdzie z kolei obecny jest duży popyt na energię. Jeżeli przy okazji jest do pokonania duży akwen wodny (morze lub ocean), to okazuje się, że przesył w postaci energii elektrycznej jest trudny do realizacji lub wręcz niemożliwy.

Alternatywą pozostaje wykorzystanie innych nośników energii, w tym m.in. wodoru. Transport H_2 w postaci zapewniającej dużą

gęstość energii w przeliczeniu na m^3 , wymaga wykorzystania wysokich ciśnień lub niskiej temperatury (albo obu jednocześnie), a więc jest dość problematyczny. Sytuację tą można zmienić poprzez zastosowanie nośników wodoru, wiążąc go w bardziej złożone cząsteczki.



LOHC – MCH

Jednym z nośników wodoru może być amoniak – NH_3 , jednak dalej konieczne jest zwiększenie ciśnienia lub obniżenie temperatury, aby osiągnąć fazę ciekłą. Wady tej pozbawione są ciekłe organiczne nośniki wodoru (LOHC – Liquid Organic Hydrogen Carrier). Jedną z takich substancji jest metylocykloheksan (MCH), o wzorze sumarycznym C_7H_{14} . Jest to bezbarwna, palna ciecz o słabym zapachu benzyny.

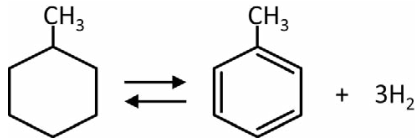
Zgodnie z klasyfikacją wg. rozporządzenia CLP [1], dostępną na stronie Centralnego Instytutu Ochrony Prac – Państwowego Instytutu Badawczego (CIOP BIP), MCH jest substancją trującą – szkodliwą, która jest jednocześnie ciekłą zapalną. Podobne właściwości prezentuje toluen – ich porównanie przedstawiono w Tabeli 1.



Tabela 1. Klasyfikacja MCH i toluenu według rozporządzenia CLP oraz wybrane właściwości fizykochemiczne [2]

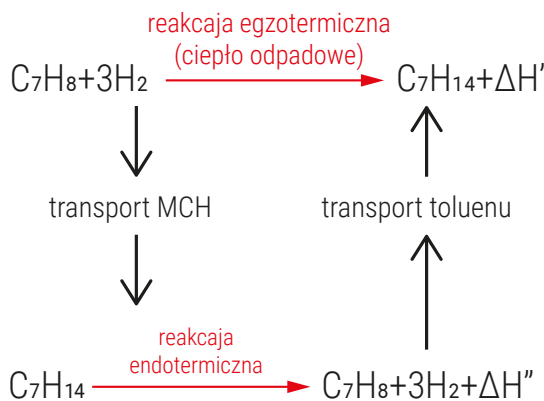
METYLOCYKLOHEKSAN		TOLUEN	
			
Zwroty wskazujące rodzaje zagrożenia (H)			
(wspólne)			
– H225: Wysoce łatwopalna ciecz i pary. – H304: Połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe może grozić śmiercią. – H315: Działa drażniąco na skórę. – H336: Może wywoływać uczucie senności lub zawroty głowy.		– H225: Wysoce łatwopalna ciecz i pary. – H304: Połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe może grozić śmiercią. – H315: Działa drażniąco na skórę. – H336: Może wywoływać uczucie senności lub zawroty głowy.	
(różnice)			
– H411: Działa toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki.		– H361d: Podejrzewa się, że działa szkodliwie na dziecko w łonie matki. – H373: Może powodować uszkodzenie narządów poprzez długotrwałe lub powtarzane narażenie.	
Wybrane właściwości fizykochemiczne			
gęstość w temp. 20 °C	0,77 g/cm ³	gęstość w temp. 20 °C	0,87 g/cm ³
prężność par w temp. 20 °C	48 hPa	prężność par w temp. 20 °C	29 hPa
temperatura zapłonu	- 4 °C	temperatura zapłonu	4 °C
dolna granica wybuchowości (LEL)	1,1 % obj.	dolna granica wybuchowości (LEL)	1,2 % obj.
górną granicą wybuchowości (UEL)	6,7 % obj.	górną granicą wybuchowości (UEL)	7,0 % obj.

Pod wpływem temperatury możliwa jest redukcja MCH do toluenu, której produktem są 3 cząsteczki H_2 . Zarówno toluen, jak i MCH, w temp. otoczenia i pod ciśnieniem atmosferycznym są cieciami.



Rys. 1. Redukcja MCH do toluenu (proces można odwrócić)

Znacząco ułatwia to transport nośnika pomiędzy instalacjami hydrogenacji (uwodornienia) toluenu, a dehydrogenacji (odwodornienia) MCH. Po odzyskaniu wodoru, toluen jest zwracany do ponownego wykorzystania w obiegu zamkniętym. Sprawność procesu opisanego reakcjami (rys. 2) wynosi około 60 %. Wynika to głównie z braku możliwości ponownego wykorzystania w miejscu docelowym ciepła odpadowego, powstającego w wyniku reakcji hydrogenacji toluenu (entalpia ΔH reakcji dehydrogenacji MCH wynosi 205 kJ/mol MCH lub 68,3 kJ/mol H_2). Jest to spowodowane dużymi odległościami, które w praktycznych zastosowaniach będą dzielić instalacje hydrogenacji i dehydrogenacji.



Rys. 2. Reakcje hydrogenacji toluenu i dehydrogenacji MCH.

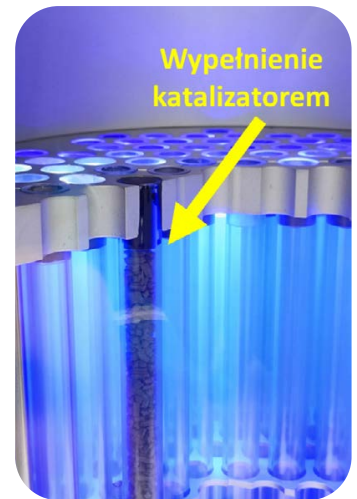
Entalpie obu reakcji różnią się jedynie znakiem: $\Delta H' = -\Delta H''$. Rozróżnienia dokonano z uwagi na brak możliwości wykorzystania $\Delta H'$ w miejscu docelowym. Wymaga to dostarczenia odpowiedniej ilości energii, która musi pochodzić z innego źródła.

Wymagania techniczne

Prace nad wykorzystaniem MCH do transportu wodoru prowadzi m.in. japońska firma Chiyoda Corporation, zlokalizowana w mieście Jokohama, położonym w pobliżu Tokio. Jest to firma skupiająca się m.in. na technologiach przesyłu i przeróbki ropy naftowej, gazu ziemnego i LPG. Z uwagi na trudne położenie Japonii w kontekście dostępu do źródeł energii, większość nośników energii musi być importowana. Do odzyskania wodoru z MCH, został opracowany przez tę firmę specjalistyczny katalizator. Ma on formę porowatych granulek, których konstrukcja bazuje na aluminium z dodatkiem platyny. Reakcja dehydrogenacji MCH przebiega w reaktorach o konstrukcji pionowej. Są to wymienniki płaszczowo-rurowe, 1-biegowe, o rurach prostych. Przestrzeń rurowa jest wypełniona katalizatorem, a w przestrzeni międzyrurowej znajduje się czynnik grzewczy, zapewniający odpowiednią temperaturę reakcji (250 – 300 °C).



Rys. 3. Konstrukcja reaktora dehydrogenacji MCH



W celu zaprezentowania tej technologii, firma Chiyoda Corporation wybudowała instalację demonstracyjną o wydajności 50 $Nm^3 H_2/h$, na którą składały się dwie mniejsze instalacje:

- hydrogenacji toluenu,
- dehydrogenacji MCH.

Na potrzeby instalacji demonstracyjnej wybudowano również niewielki park zbiorników beciśnieniowych, na który składają się dwa zbiorniki przeznaczone do magazynowania MCH oraz dwa zbiorniki toluenu. Instalację demonstracyjną o wydajności 50 Nm^3/h przedstawiono na poniższej fotografii. Zgodnie z zapowiedziami przedstawicieli Chiyoda Corporation, możliwa będzie do wykorzystania istniejąca infrastruktura zbiorników na produkty naftowe (bazy paliw). Przedstawiciele Urzędu Dozoru Technicznego, w tym autor artykułu, mieli okazję zdobyć wiedzę i doświadczenie w zakresie opisywanej instalacji demonstracyjnej w ramach wyjazdu studyjnego do Japonii.

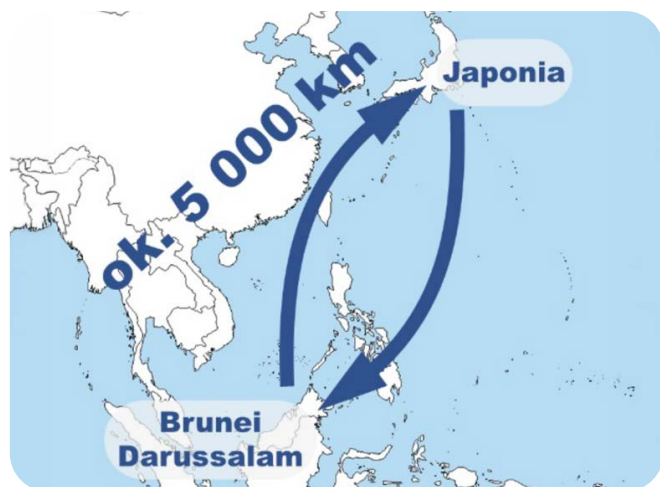


Rys. 4. Instalacja demonstracyjna, wybudowana przez firmę Chiyoda Corporation w miejscowości Jokohama

Duża skala

Prezentacja nowej technologii w dużej skali wymaga jednak większego zaangażowania, zarówno dostawcy technologii, jak i podmiotów zainteresowanych jej wdrożeniem. W tym celu w 2020 r., w ramach projektu AHEAD (The Advanced Hydrogen Energy chain Association for technology Development) realizowano pierwszy transport MCH drogą morską do Japonii. Dokonano tego z oddalonej o 5 000 km instalacji w Brunei Darussalam. Wodór do produkcji MCH wytwarzany był z gazu ziemnego, pochodzącego ze złóż, zlokalizowanych na Morzu Południowocchińskim. Dostawę zrealizowano do instalacji dehydrogenacji MCH, zainstalowanej w Kawasaki, której wydajność wynosi 300 $Nm^3 H_2/h$. Taka wydajność wymagała dostarczania około 5 kontenerów-cystern MCH

w tygodniu. Odzyskany wodór został w tym przypadku wykorzystany do produkcji energii elektrycznej w elektrowni Mizue, zlokalizowanej na terenie rafinerii Keihin.



Rys. 5. Transport MCH dokonany drogą morską na dystansie ok. 5 000 km

W Europie również prowadzone są prace nad rozwojem technologii transportu wodoru za pomocą ciekłych nośników organicznych. Projekt LH₂TS, w który zaangażowana jest również Chiyoda Corporation, zakłada ustanowienie łańcucha dostaw MCH pomiędzy Szkocją, a Holandią.

Planowany jest transport drogą morską z dwóch lokalizacji:

1. terminalu gazowego St Fergus, przy wykorzystaniu portu w Peterhead,
2. terminalu Sullom Voe, położonego na wyspie Mainland, należącej do archipelagu Szetlandów.

Miejszem docelowym ma być terminal Koole, położony na terenie portu w Rotterdamie. Projekt ten podzielony jest na dwa etapy:

1. etap I (mała skala) – zakłada organizację łańcucha dostaw, pozwalającego na transport około 40 000 t H₂ rocznie – jego realizacja jest planowana na 2027 r.,
2. etap II (duża skala) – zakłada zwiększenie zdolności przesyłowej do 250 000 t H₂ rocznie, a jego ukończenie jest planowane na rok 2031.

Początkowo do transportu MCH oraz toluenu przewidziano tankowce o nośności do 40 000 DWT (deadweight tonnage). W późniejszym etapie rozważane jest wykorzystanie większych statków – do 70 000 DWT.



Rys. 6. Planowany, w ramach projektu LH₂TS, łańcuch dostaw MCH do portu w Rotterdamie

Podsumowanie

Zaprezentowana w tym artykule technologia stanowi odpowiedź na problemy związane z transportem wodoru na duże odległości, wynikające z jego właściwości fizykochemicznych oraz ograniczeń geograficznych (w tym również geopolitycznych). Jak przedstawiono w pkt. 3, właściwości MCH niewiele odbiegają od innych produktów naftowych klasy I – wg. klasyfikacji podanej w rozp. MKiŚ z dn. 24.07.2023 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 1707) [3]. Możliwe będzie zatem wykorzystanie istniejącej infrastruktury zbiornikowej, jak również aktualnie eksploatowanej floty tankowców. Warto również wspomnieć, że MCH jest jednym z przedstawicieli LOHC, które są rozważane do zastosowania. Są to jednak technologie, stanowiące środki ognia łańcucha dostaw „zielonej” energii, pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Ich zastosowanie będzie ściśle skorelowane z rozwojem energetyki wiatrowej i fotowoltaicznej. Dążenie do maksymalizacji współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej oraz dostępność wolnej przestrzeni może wymagać budowy instalacji w odległych lokalizacjach. W takim przypadku duże znaczenie będą miały różne formy transportu energii. Właśnie w tym kontekście jest szansa na wykorzystanie wodoru oraz jego nośników.

Odwołania i literatura:

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006
2. Piktogramy wskazujące rodzaj zagrożenia są zgodne z Globalnie zharmonizowanym systemem klasyfikacji i oznakowania chemikaliów (GHS – Globally Harmonized System), opracowanym przez ONZ i wdrożonym w rozporządzeniu CLP (patrz przypis nr 1).
3. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 24 lipca 2023 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, bazy i stacje gazu płynnego, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz. U. z 2023 r. poz. 1707)
4. Acharya, D., Ng, D. i Xie, Z., 2021. Recent Advances in Catalysts and Membranes for MCH Dehydrogenation: A Mini Review. *Membranes*, 11(955).
5. BBC, Could there be a gold rush for buried hydrogen?. [Online] <https://www.bbc.com/news/business-67541581> [Data uzyskania dostępu: Styczeń 2025].
6. Brunei LNG, Products - Liquefied Natural Gas (LNG). [Online] <https://www.bruneilng.com/products/> [Data uzyskania dostępu: Styczeń 2025].
7. Chiyoda Corporation, SPERA Hydrogen. [Online] <https://www.chiyoda-corp.com/en/service/spera-hydrogen/innovations/> [Data uzyskania dostępu: Styczeń 2025].
8. CIOP-PIB, ChemPył - Baza wiedzy o zagrożeniach chemicznych i pyłowych. [Online] https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P13800141641345795944292 [Data uzyskania dostępu: Styczeń 2025].
9. Dong, Z., Mukhtar, A. i Lin, H., 2021. Heterogeneous Catalysis on Liquid Organic Hydrogen Carriers. *Topics in Catalysis*, Tom 64.
10. Idemitsu Kosan Co.,Ltd., Thermal power generation. [Online] <https://www.idemitsu.com/en/business/energy/naturalgas/index.html> [Data uzyskania dostępu: Styczeń 2025].
11. Net Zero Technology Centre, Liquid Organic Hydrogen Carriers: Hydrogen Transport from Scotland to Rotterdam (LH₂TS). [Online] <https://www.netzerotc.com/reports/liquid-organic-hydrogen-carriers-for-hydrogen-transport-from-scotland-to-rotterdam-lhyts/> [Data uzyskania dostępu: Styczeń 2025].

BEZPIECZEŃSTWO TECHNOLOGII WODOROWYCH

Działalność Komitetu Technicznego (KT) 339
ds. Technologii i Procesów Wodorowych



**DR INŻ.
KRZYSZTOF SZYMLEK**

Ekspert Urzędzeń Ciśnieniowych
Oddział w Gdańsku
Urząd Dozoru Technicznego



**MGR INŻ.
JAKUB KOKOSIŃSKI**

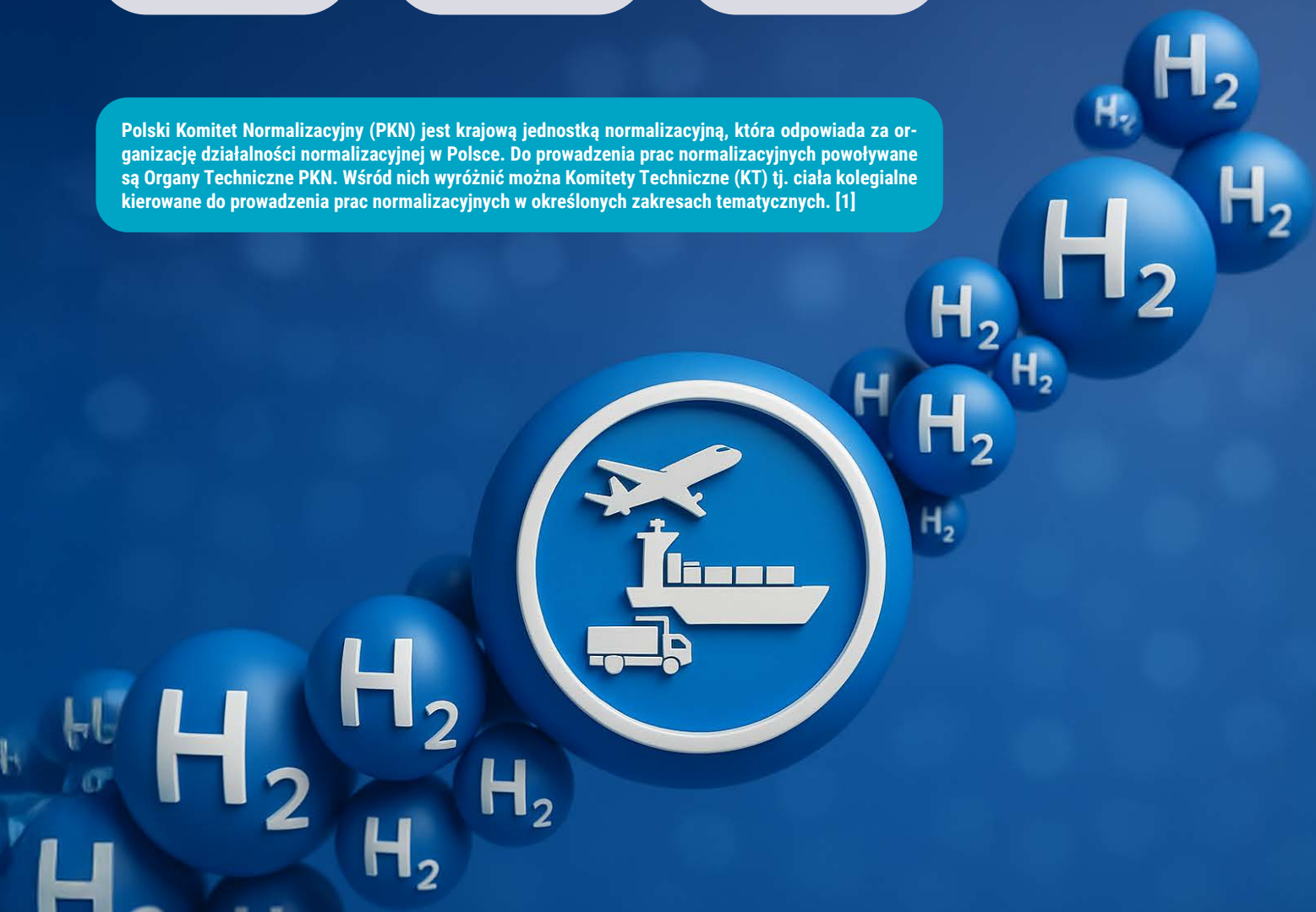
Starszy Specjalista Urzędzeń
Ciśnieniowych
Departament Techniki
Urząd Dozoru Technicznego



**MGR INŻ.
ROBERT GIL**

Główny Specjalista Urzędzeń
Ciśnieniowych
Oddział w Katowicach
Urząd Dozoru Technicznego

Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) jest krajową jednostką normalizacyjną, która odpowiada za organizację działalności normalizacyjnej w Polsce. Do prowadzenia prac normalizacyjnych powoływane są Organy Techniczne PKN. Wśród nich wyróżnić można Komitety Techniczne (KT) tj. ciała kolegialne kierowane do prowadzenia prac normalizacyjnych w określonych zakresach tematycznych. [1]



Oczekiwania społeczne są takie, że wszystkie urządzenia techniczne dostępne na rynku będą zapewniały wysoki poziom bezpieczeństwa oraz równorzędny z innymi podobnymi urządzeniami, których bezpieczne użytkowanie zostało potwierdzone w praktyce.

Najbardziej znanymi specyfikacjami technicznymi są normy, które ze względu na swój status uznawane są przez ekspertów za reprezentujące bieżący poziom nauki, techniki oraz praktyki. [2]

Komitet Techniczny (KT) 339 ds. Technologii i Procesów Wodorowych [1] został powołany 23 września 2024 r. Członkami komitetu są przedstawiciele 51 firm i instytucji. Urząd Dozoru Technicznego reprezentuje Robert Gil (reprezentant), Jakub Kokosiński (reprezentant), Krzysztof Szymlek (reprezentant z prawem głosu).

Zakres tematyczny prac KT 399 [3]

- Systemy, urządzenia i połączenia do wytwarzania, magazynowania, transportu i dystrybucji, pomiaru i wykorzystania wodoru z odnawialnych źródeł energii i innych źródeł,
- Terminologia dotycząca wodoru i komponentów,
- Łańcuch wartości i dostaw, interfejsy, zarządzanie operacyjne, bezpieczeństwo wodoru, kompetencje techniczne.

Europa podjęła strategiczne wyzwanie, aby dążyć do minimalizowania poziomu emisji gazów cieplarnianych w poszanowaniu równowagi wszystkich krajów i regionów. Technologie wodorowe dają istotne szanse na takie ograniczenia. Mają one wspierać polską gospodarkę w procesie zielonej transformacji. Polska to znaczący producent wodoru – jesteśmy odpowiednio trzecim i piątym co do wielkości producentem wodoru w UE i na świecie. Wodór ten jest wytwarzany niemal wyłącznie w procesie reformingu parowego metanu. Największym odbiorcą wodoru w Polsce jest przemysł (chemiczny, petrochemiczny, stalowy) i sektor spożywczy. Dziś zastosowanie ma wodór szary, podczas produkcji którego emitowany jest dwutlenek węgla. [4]

Wodór ze względu na swoje właściwości (m.in. palność w mieszaninie z tlenem, przenikanie przez metale, powodowanie kruchości wodorowej stali, wysokotemperaturowy atak wodorowy) wymaga szczególnej ostrożności. Stosowanie norm europejskich i międzynarodowych powinno zapewnić bezpieczeństwo wykorzystywania wodoru. Normy te zostaną wdrożone na rynku polskim za pośrednictwem Komitetu Technicznego.

KT 399 prowadzi działania normalizacyjne w zakresie układów, urządzeń i złączy na potrzeby wytwarzania, magazynowania, transportu i dystrybucji, a także pomiarów i użytkowania wodoru pochodzącego ze źródeł odnawialnych i innych źródeł. Działalność KT ma na celu ujednoczenie metodologii zatwierdzania dostawców oraz systemów, podsystemów i poszczególnych komponentów w łańcuchu dostaw. Cały plan działania KT 339 ds. Technologii i Procesów Wodorowych znajduje się na stronie internetowej PKN [4].

Zadania Komitetu prowadzone są w kontekście strategii europejskiej na rzecz rozwoju i akceptacji rynku wodoru. Zakres tej działalności obejmuje takie obszary jak terminologia, gwarancja pochodzenia, współdziałanie, zarządzanie operacyjne, aspekty bezpieczeństwa wodoru, szkolenia i edukacja. [4]

Ponadto, KT prowadzi działalność normalizacyjną w zakresie wielkoskalowych systemów i zastosowań wodorowych, w szczególności badań, certyfikacji i rozwoju. Współpracuje również z jednostkami normalizacyjnymi krajowymi, europejskimi i międzynarodowymi, oraz z zainteresowanymi stronami.

Nowy komitet będzie miał możliwość wpływania na treść projektów tworzonych norm na poziomach międzynarodowym, europejskim i krajowym.

Na początku 2025 r. KT 339 nawiązał współpracę z Komitetem Technicznym TC 197 Hydrogen Technologies, działającym w ramach ISO oraz Podkomitetem Technicznym SC 1 Hydrogen at scale and horizontal energy systems, będącym w strukturach ISO/SC 1. Do czasu publikacji tego materiału informacyjnego, komitet ten zrzesza 44 członków czynnych, do których zalicza się również PKN oraz 15 członków obserwatorów. Obecnie ISO/TC 197 opublikował 23 normy, a nad 26 są prowadzone prace.

W ostatnim czasie KT 339 opiniował m. in. końcowe projekty norm:

- ISO/FDIS 19881: Gaseous hydrogen – Land vehicle fuel containers. Jest to norma, która swoim zakresem obejmuje m.in. zbiorniki wodoru, mogące zasilać ogniwa paliwowe, napędzające elektryczne wózki widłowe;
- ISO/FDIS 22734-1: Hydrogen generators using water electrolysis – Part 1: Safety. Dokument ten opisuje wymagania dla urządzeń lub systemów, wykorzystujących elektrolizę wody w celu wytworzenia wodoru.
- ISO/FDIS 24078: Hydrogen in energy systems –Vocabulary. W normie określone zostały terminy, definicje, symbole i skróty związane z wodorem, które są stosowane w systemach energetycznych.

W ramach prac normalizacyjnych członkowie KT 339 opiniowali również szereg norm opisujących wymagania dla przyłączy, wykorzystywanych przy tankowaniu wodorem pojazdów drogowych (zarówno o przepustowości do 120 g/s, jak i większej). Dla typowego tankowania wodorem samochodów osobowych wykorzystywany jest przepływ wodoru do 60 g/s, natomiast 120 g/s (i więcej) wykorzystywany jest przy obsłudze samochodów ciężarowych.

Literatura:

1. Normalizacja, Organy Techniczne PKN <https://www.pkn.pl/normalizacja/organy-techniczne/organy-techniczne-pkn> [dostęp: 6.2025]
2. M. Wołejko, M. Łukaszczyk, magazyn UDT „Inspektor” nr 1/2024: https://www.udt.gov.pl/images/INSPEKTOR_1_2024_WCAG.pdf [dostęp: 6.2025]
3. Karta informacyjna PKN KT 399 <https://pzn.pkn.pl/tc/#/information-sheet/9042155684> [dostęp: 6.2025]
4. Plan Działania KT 339 ds. Technologii i Procesów Wodorowych https://www.pkn.pl/sites/default/files/plan_dzialania_kt_339.pdf [dostęp: 6.2025]

BADANIE PRZENIKALNOŚCI WODORU PRZEZ ZBIORNIKI MAGAZYNOWE Z TWORZYW SZTUCZNYCH



**MGR INŻ.
LESZEK LEWANDOWSKI**

Ekspert niezależny
ds. Tworzyw Sztucznych
Pracownik Urzędu Dozoru
Technicznego
w latach 1984–2023 (Oddział
w Bydgoszczy)



**MGR INŻ.
PAULA GĄCIARZ**

Kierownik Działu Badań
Laboratoryjnych w Poznaniu
Urząd Dozoru Technicznego



Magazynowanie wodoru to jedno z największych współczesnych wyzwań technologicznych. Specyficzne właściwości wodoru oraz stosowanie bardzo wysokich ciśnień w stanie gazowym sprawiają, że przenika on przez ścianki zbiorników. Może to prowadzić do wybuchów i pożarów oraz negatywnie oddziaływać na ludzi i środowisko. Analizujemy w opracowaniu zjawiska przenikania wodoru, wymagania dla zbiorników magazynowych oraz metodologię badań przenikalności.

ZBIORNIKI MAGAZYNOWE WODORU

Obecnie, z punktu widzenia przeznaczenia wodoru, stosowane są następujące rodzaje zbiorników, w których jest on magazynowany:

- zbiorniki ciśnieniowe do magazynowania stacjonarnego,
- zbiorniki do transportu lądowego, kolejowego, rzeczno-morskiego, powietrznego i kosmicznego.
- zbiorniki do maszyn i urządzeń.

Wodór może być magazynowany w trzech postaciach:

Gazowej*



Ciekłej



Stałej



Aktualnie na świecie następuje gwałtowny wzrost ilości wytwarzanych zbiorników do magazynowania wodoru. Wodór wykorzystywany jest do napędu samochodów ciężarowych i osobowych, pociągów i tramwajów. Stosowany jest on także do napędu dronów, a zastosowania w samolotach są w końcowej fazie wdrażania. Wodór jest również szeroko stosowany w przemyśle rafineryjnym (np. hydrokraking i hydroodsiarczanie), chemicznym (np. produkcja amoniaku i metanolu) oraz przemyśle spożywczym. Obecnie intensywnie wdrażane jest także stosowanie wodoru w energetyce, do spalania w kotłach i napędu turbin. Zbiorniki magazynowe są także obecnie instalowane przy farmach wiatrowych, gdzie wodór wytwarzany jest na drodze elektrolizy, przy wykorzystaniu prądu z napędzanych wiatrem turbin.

* gazu lub mieszanin gazów (np. gaz ziemny + wodór)

Zbiorniki magazynowe wodoru budowane i budowane są z następujących materiałów:

- ze stopów metali,
- tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami z wykładzinami ze stopów metali,
- tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami z wykładzinami z tworzyw termoplastycznych.



Rys. 1. Przykład transportu morskiego ciekłego wodoru [15, 16]

W artykule skupiamy się na zbiornikach z tworzyw sztucznych do magazynowania wodoru w fazie gazowej.

Wymagania dla zbiorników z tworzyw sztucznych do magazynowania wodoru w postaci gazu określone są w następujących normach: EN 17533, ISO/TS 15869, ISO 19881, ISO 19882, ISO 11119 i CSA NGV2.

Aktualnie w Komitecie Technicznym ISO/TC 197 „Hydrogen technologies” (technologie wodorowe) opracowywany jest projekt normy ISO/AWI 19884-1 „Gaseous Hydrogen – Pressure vessels for stationary storage – Part 1: general requirements” [3]. Projekt ten przewiduje stosowanie zbiorników typu 5 wykonanych w całości z tworzyw sztucznych, ale bez stosowania wewnętrznych wykładzin z tworzyw termoplastycznych.

W publikacji analizujemy tylko przykłady wymagań kilku wybranych norm:

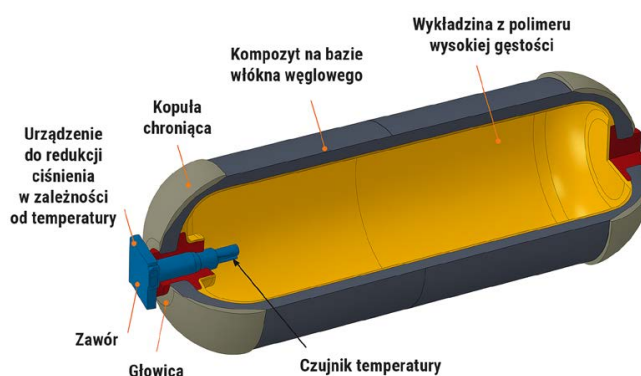
- dla zbiorników do magazynowania stacjonarnego: PN-EN 17533:2020-11 „Gazowy wodór. Butle i zbiorniki rurowe do magazynowania stacjonarnego” [1],
- dla zbiorników do pojazdów lądowych: ISO/TS 15869:2009 „Gaseous hydrogen and hydrogen blends – Land vehicle fuel tanks” [2].

Norma PN-EN 17533 określa zbiorniki z tworzyw sztucznych jako typ 4 – zbiorniki z pełnym opłotem i wykładziną nieprzenoszącą obciążenia, wzmocnione włóknem na części cylindrycznej i dennicach.

Norma ISO/TS 15869 określa zbiorniki z tworzyw sztucznych jako typ 4 – zbiorniki z pełnym opłotem i wykładziną niemetaliczną.

W zbiornikach typu 4 stosowane są wykładziny z tworzyw termoplastycznych, których głównym zadaniem jest ograniczenie przenikania wodoru oraz zagwarantowanie kompatybilności z magazynowanym wodorem.

Informacje o zbiornikach typu 1, 2, 3 i 4 wytwarzanych wg normy PN-EN 17533 zawarto w publikacji „Badanie kompatybilności zbiorników wodoru z tworzyw sztucznych do magazynowania stacjonarnego według norm PN-EN 17533 i PN-EN ISO 11114-2” [14].



Rys. 2. Przykład zbiornika z tworzyw sztucznych do magazynowania wodoru typu 4 – tworzywo sztuczne wzmocnione włóknem węglowym oraz wykładziną z tworzywa termoplastycznego wysokiej gęstości [17]

Normy [1] i [2] zawierają zalecenia i wytyczne w zakresie stosowania tworzyw termoplastycznych.

Norma PN-EN 17533 dopuszcza stosowanie określonych tworzyw.

- Poliamid PA
- Polietylen PE
- Poli(tereftalan etylenu) PET

Norma ISO/TS 15869 nie zawiera wykazu dopuszczonych tworzyw.

Jednakże zgodnie z wymaganiami zawartymi w punkcie 6.1 zaleca się dobór materiałów na wykładziny termoplastyczne w oparciu o wytyczne zawarte w publikacjach wyszczególnionych w bibliografii*.

*Publikacje te wymienione są w wykazie literatury do niniejszego artykułu [5, 6, 7].

Do budowy zbiorników wytwórcy najczęściej stosują Polietylen PE oraz Poliamid PA.

Wybór tworzyw termoplastycznych na wykładziny zbiorników zależy nie tylko od przenikalności wodoru, ale także od kosztów i możliwości przetwarzania. Ze względu na trudności w obróbce, takie jak np. termoformowanie dennic wiele tworzyw nie znajduje praktycznego zastosowania w budowie zbiorników magazynowych wodoru.

PRZENIKALNOŚĆ WODORU

Przenikanie gazów przez tworzywa termoplastyczne zależy od wielu czynników. Można wśród nich wymienić rodzaj tworzywa, jego strukturę i grubość elementu, rodzaj gazu, wielkość cząsteczek i właściwości fizykochemiczne gazu. Również istotne są warunki zewnętrzne, parametry pracy np. temperatura lub wilgotność. Wpływ mają też czynniki mechaniczne takie jak naprężenia lub stopień/poziom zdegradowania materiału. Kilka z nich wskazujemy poniżej.

Jest to „najprostszy” pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 1, złożony z 1 protonu i 1 elektronu. Jest najlżejszym pierwiastkiem chemicznym, słabo rozpuszczalnym w wodzie, który w normalnych warunkach występuje w formie cząsteczkowej (wodór dwuatomowy H₂).

1) RODZAJ GAZU

Istotne znaczenie dla zagadnienia przenikania wodoru mają jego szczególne własności:

- Skłonność do przenikania wynika bardziej z rozmiaru cząsteczki, a nie jej masy.
- objętość molowa 11,42×10⁻⁶ m³/mol.

W formie cząsteczkowej H₂ jest gazem bezbarwnym, bezwonym, nietoksycznym i łatwopalnym, a jego gęstość wynosi 0,082 kg/m³.

2) WŁASNOŚCI I CECHY POLIMERÓW

- Budowa mikrostruktury
- Struktura molekularna
- Objętości wolne
- Mikropęknięcia

Polimery są związkami chemicznymi wielocząsteczkowymi w postaci wielokrotnie powtórzonych **łańcuchów lub sieci powtarzających się merów**.

Otrzymywane są one drogą polimeryzacji, tj. procesu reakcji, w wyniku której monomery – związki o małej masie cząsteczkowej lub mieszaniny takich

monomerów reagują ze sobą, aż do wyczerpania wolnych grup funkcyjnych. W wyniku tego procesu powstają cząsteczki o wielokrotnie większej masie cząsteczkowej tworząc polimer.

Z uwagi na to, że w trakcie polimeryzacji można regulować takie parametry jak ciśnienie i temperaturę, uzyskujemy polimery o różnych właściwościach, a w szczególności różnej gęstości tworzywa, co jest bardzo istotne w procesie przenikania.

Polimery dzielą się na:

- Krystaliczne
- Amorficzne

W przypadku polimerów krystalicznych występują wyłącznie regularne, liniowe łańcuchy lub grupy o dużej polarności, rozmieszczone równomiernie wzdłuż makrocząsteczki.

Polimery amorficzne, zwane bezpostaciowymi tworzą natomiast struktury nieuporządkowane, skłębione, o słabych oddziaływaniach międzycząsteczkowych.

Należy nadmienić, że polimery krystaliczne mogą zawierać oprócz obszarów uporządkowanych makrocząsteczek także obszary amorficzne. W tym

przypadku stosowane jest określenie „polimeru semikrystalicznego”. W takim przypadku można wyznaczać stopień krystaliczności polimeru.

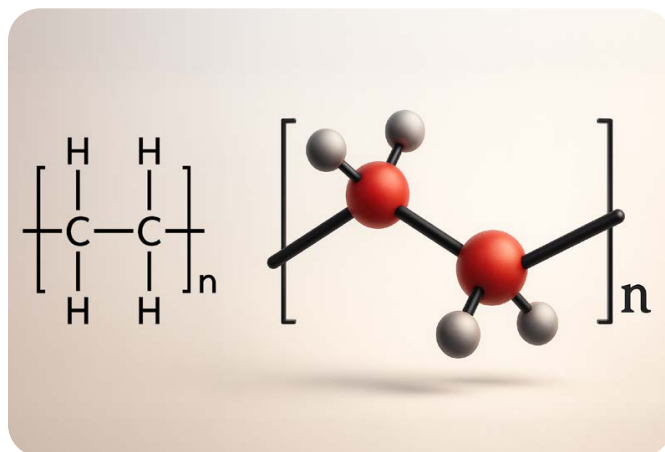
Istotna i charakterystyczna dla polimerów jest także kwestia występowania objętości wolnych. Są to przestrzenie niezajmowane przez cząsteczki polimeru. Przestrzenie te umożliwiają ruch części łańcuchów, co oczywiście wpływa na własności polimerów.

Przenikalność wodoru uzależniona jest od proporcji obszarów krystalicznych w stosunku do obszarów amorficznych. Im więcej obszarów amorficznych znajduje się w polimerze, tym więcej wodoru przenika przez ten materiał.

Wzrost przenikania jest także **ściśle** związany z obecnością wolnych objętości oraz mikropęknięć w polimerach, które powstają głównie podczas procesów przetwarzania.

Przykłady polimerów

- krystaliczne: PE, PP, PB, PVDF, PA, PET, PTFE
- amorficzne: PVC, PS, ABS, PW, PMMA



Rys. 3. Przykład meru polimeru krystalicznego - mer polietylenu (PE)

3) PARAMETRY UZALEŻNIONE OD WARUNKÓW EKSPLOATACJI ORAZ BUDOWY ZBIORNIKA

- ciśnienie
- temperatura
- grubość ścianki zbiornika
- powierzchnia kontaktu tworzywa z gazem
- czas kontaktu tworzywa z gazem

W niektórych przypadkach wytwórcy określają dopuszczalny ubytek wodoru w zbiornikach w odniesieniu do czasu eksploatacji (np. 2%) lub do określonego spadku ciśnienia.

Ciśnienia dopuszczalne zbiorników określają poszczególne normy.

PN-EN 17533	1100 bar
ISO/TS 15869	Brak ograniczeń

W zbiornikach magazynowych wodoru do napędu pojazdów lądowych obecnie stosowane są ciśnienia do 700 bar. Trwają również prace nad technologiami pozwalającymi na stosowanie ciśnienia 1500 bar.

Dopuszczalne temperatury zbiorników określają poszczególne normy.

PN-EN 17533	-50/+85°C
ISO/TS 15869	-40/+85°C

Przenikanie wodoru ze zbiorników magazynowych podczas eksploatacji prowadzi do wielu niekorzystnych zjawisk.

- Spadek ciśnienia gazu w zbiorniku
- Obniżenie własności mechanicznych tworzyw
- Tworzenie się pęcherzy w tworzywach
- Oderwanie wykładziny z tworzywa termoplastycznego od kompozytu wzmacniającego zbiornik z powodu powstania ciśnienia pomiędzy tymi elementami zbiornika

Istotną kwestią jest także wiązanie się przenikającego przez polimery wodoru z innymi pierwiastkami i związkami chemicznymi, co prowadzi do powstania nowych związków chemicznych wewnątrz polimerów.

BADANIA PRZENIKALNOŚCI WODORU

Wodór w zbiornikach magazynowych przenika przez następujące elementy:

- wykładziny wewnętrzne z tworzyw termoplastycznych,
- tworzywa sztuczne wzmocnione włóknami,
- zawory i uszczelnienia zainstalowane w dennicach zbiorników.

Przenikanie gazów przez tworzywa sztuczne określa się za pomocą specjalnych metod badawczych, które określają, różnymi metodami detekcji, ilość gazu przenikającego przez jednostkę powierzchni lub objętości w jednostce czasu.

Badania tworzyw, a w szczególności przenikalności wodoru, realizowane mogą być na różnych etapach eksploatacji tworzywa, a za tym dwoma różnymi metodami:

- 1) badania zbiorników zgodnie z wymaganiami poszczególnych norm lub specyfikacji technicznych przyjętych do projektowania, badań i wytwarzania, tj. norm ISO, EN oraz innych (np. CSA NGV2);
- 2) badania próbek tworzywa wg ASTM D1434-82 tj. dotyczące optymalizacji doboru materiału na zbiornik.

Badania próbek z tworzyw termoplastycznych przeprowadza się zazwyczaj we wstępnej fazie wdrażania technologii budowy zbiorników celem optymalnego doboru materiałów.

Badanie przenikalności wodoru w oparciu o wymagania normy ISO/TS 15869

Zgodnie z wymaganiami normy ISO/TS 15869, pkt. 9.2.1 dla zbiorników typu 4 (zbiorniki całkowicie wykonane z tworzyw sztucznych) należy przeprowadzić badania przenikalności wodoru. Liczbę zbiorników do badań określa tabela 2. Standardowo wystarcza badanie jednego zbiornika.

Szczegółowe wymagania badania przenikalności określone są w punkcie 9.2.17 oraz B.16. Gotowy zbiornik napełnia się wodorem do ciśnienia roboczego. Badanie przeprowadza się w szczelnej komorze w temperaturze otoczenia, monitorując przenikanie przez 500 godzin.

- Dopuszczalna szybkość przenikania w stanie ustalonym przy ciśnieniu 350 bar nie powinna przekroczyć 2 cm₃ na godzinę na każdy litr pojemności wodnej zbiornika.
- Dopuszczalna szybkość przenikania w stanie ustalonym przy ciśnieniu 700 bar nie powinna przekroczyć 2,8 cm₃ na godzinę na każdy litr pojemności wodnej zbiornika.
- Dla innych ciśnień roboczych dopuszczalna szybkość przenikania powinna być wyznaczana na drodze interpolacji lub ekstrapolacji.

Inne zakresy szybkości przenikania mogą być określone przez producenta zbiornika dla konkretnych zastosowań, w których przenikanie wodoru nie spowoduje zagrożenia.

Badanie przenikalności wodoru w oparciu o wymagania normy PN-EN 17533

Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 17533, pkt. 8.3.3.1 dla zbiorników z tworzyw sztucznych typu 4 należy przeprowadzić badania przenikalności wodoru. Liczbę zbiorników do badań określa tabela 3. Standardowo wystarcza badanie jednego zbiornika.

W przypadku dużych zbiorników uwzględnić można wymagania badań w subskali określone w punkcie 8.3.3.2. Tam, gdzie jest to wskazane, badania można przeprowadzić na krótszych zbiornikach ciśnieniowych o pełnej średnicy. Jednakże stosunek L/D (długość/średnica) jednostek subskali powinien być większy niż 2,5. Jeśli stosunek L/D jest mniejszy niż 2,5, wymagane jest badanie zbiornika w pełnej skali.

Układ wzmocnienia przy nawijaniu włókien zbiornika wykonanego w subskali powinien być taki sam, jak układ wzmocnienia zbiornika ciśnieniowego w pełnej skali. Dla zbiorników w pełnej skali norma dopuszcza zastosowanie mniejszej ilości materiałów wypełniających tworzywa.

Szczegółowe wymagania badania przenikalności określone są w punkcie 8.3.3.11 oraz A13. Gotowy zbiornik napełnia się wodorem do ciśnienia roboczego MAWP (Maximum Allowable Working Pressure). Badanie przeprowadza się w szczelnej komorze w temperaturze otoczenia, monitorując przenikanie przez 500 godzin. Dopuszczalna szybkość przenikania w stanie ustalonym nie powinna przekroczyć 6 cm₃ na godzinę na każdy litr pojemności wodnej zbiornika.



Rys. 4. Przykład stanowiska do badań przenikalności wodoru

Badanie przenikalności wodoru w oparciu o wymagania normy ASTM D1434-82

Badania próbek według ASTM [4] dotyczą przede wszystkim optymalizacji doboru materiału na zbiornik. Standardowa metoda badawcza w celu określenia charakterystyki przenikalności gazów obejmuje oszacowanie szybkości przepływu gazu przez tworzywo sztuczne w stanie ustalonym. Tworzywa sztuczne mogą występować w postaci folii, arkuszy, laminatów oraz pokrytych tworzywem papierów i tkanin. Opisana metoda badawcza umożliwia określenie szybkości przepływu gazu (GTR ang. gas transmission rate), przenikalności, a w przypadku materiałów jednorodnych przepuszczalności.

W celu lepszego zrozumienia procesu warto zapoznać się z terminologią badawczą.

- **Szybkość przepływu gazu (GTR)** – ilość danego gazu przechodzącego przez jednostkę równoległych powierzchni tworzywa sztucznego w jednostce czasu w warunkach testowych. Należy uwzględnić warunki środowiskowe badania, w tym temperaturę i ciśnienie cząstkowe gazu po obu stronach tworzywa. Ponadto należy określić inne czynniki, takie jak wilgotność względna i ciśnienie hydrostatyczne, które wpływają na przepływ gazu.
- **Przenikalność (P)** – jest to stosunek szybkości przepływu gazu do różnicy ciśnień cząstkowych gazu po obu stronach badanego tworzywa.
- **Przepuszczalność (P)** – jest iloczynem przenikalności i grubości tworzywa. Przepuszczalność ma znaczenie tylko w przypadku materiałów jednorodnych. Wielkość powinna być stosowana tylko, gdy przepuszczalność została potwierdzona przy użyciu różnych grubości materiału.
- **Stan ustalony** – określa stan osiągnięty, gdy ilość gazu pochłoniętego przez tworzywo jest w równowadze ze strumieniem gazu przepływającego przez tworzywo. W przypadku Metody V uzyskuje się go, gdy GTR jest niezmienny.

Badania przenikalności wg [4] przeprowadzane są zgodnie z dwiema procedurami.

● PROCEDURA M – MANOMETRYCZNA

W tej procedurze komora o niższym ciśnieniu jest początkowo opróżniana, a przenikanie gazu przez próbkę testową wskazywane jest przez wzrost ciśnienia.

● PROCEDURA V – OBJĘTOŚCIOWA

W tej procedurze komora o niższym ciśnieniu jest utrzymywana w pobliżu ciśnienia atmosferycznego, a przenikanie gazu przez próbkę badawczą jest widoczne na podstawie zmiany objętości.

Badanie polega na umieszczeniu próbki w komorze do przenikania gazu, tworząc uszczelnioną półbarierę między dwiema komorami. Jedna komora zawiera gaz testowy pod określonym wysokim ciśnieniem, a w drugiej komorze, pod niższym ciśnieniem, znajduje się gaz przenikający.

Badania międzylaboratoryjne wykazały, że przenikalności mierzone tymi procedurami wykazują silną zależność od stosowanej procedury, jak również od laboratorium wykonującego badanie. Sugeruje się, aby nie stosować tej metody w celach referencyjnych, chyba że zarówno nabywca, jak i sprzedawca mogą ustalić, że mierzą tę samą ilość z wzajemnie uzgodnionym poziomem dokładności.

Pomiary te dają półilościowe szacunki dotyczące przepływu gazu pojedynczych czystych gazów przez folie i arkusze. Korelacja zmierzonych wartości

z jakimkolwiek zastosowaniem musi być ustalona na podstawie doświadczenia. Na szybkość przepływu gazu wpływają warunki, które nie zostały szczegółowo określone w tych badaniach, takie jak wilgotność, zawartość plastifikatora i niejednorodności. Badania te nie obejmują sprawdzania uszczelnień.

Nie zaleca się stosowania współczynnika przepuszczalności (obejmującego przeliczenie szybkości przenikania gazu na jednostkę grubości), chyba że zależność grubości od szybkości przenikania jest znana z poprzednich badań. Nawet w przypadku jednorodnych struktur występujące zmiany w morfologii (np. różnice gęstości) i historia zmian termicznych mogą wpływać na przepuszczalność.

Próbka testowa do badań powinna być reprezentatywna dla materiału, wolna od pofałdowań, zanieczyszczeń, pustek i innych niedoskonałości oraz mieć jednakową grubość. Element badawczy musi być przycięty do odpowiedniego rozmiaru (zwykle okrągłego), aby pasował do komory testowej. Grubość próbki należy zmierzyć z dokładnością do 2,5 μm w co najmniej pięciu punktach rozmieszczonych na całej powierzchni badawczej. Należy uwzględnić wartości maksymalne, minimalne i średnie. Alternatywny pomiar grubości polegający na ważeniu próbki o znanej gęstości sprawdza się również w przypadku materiałów jednorodnych.

Wszystkie próbki badawcze należy kondycjonować w temperaturze $23 \pm 2^\circ\text{C}$ w eksykatorze z chlorkiem wapnia lub innym odpowiednim środkiem pochłaniającym wilgoć przez nie mniej niż 48 godzin przed badaniem zgodnie z ASTM D618 [8].

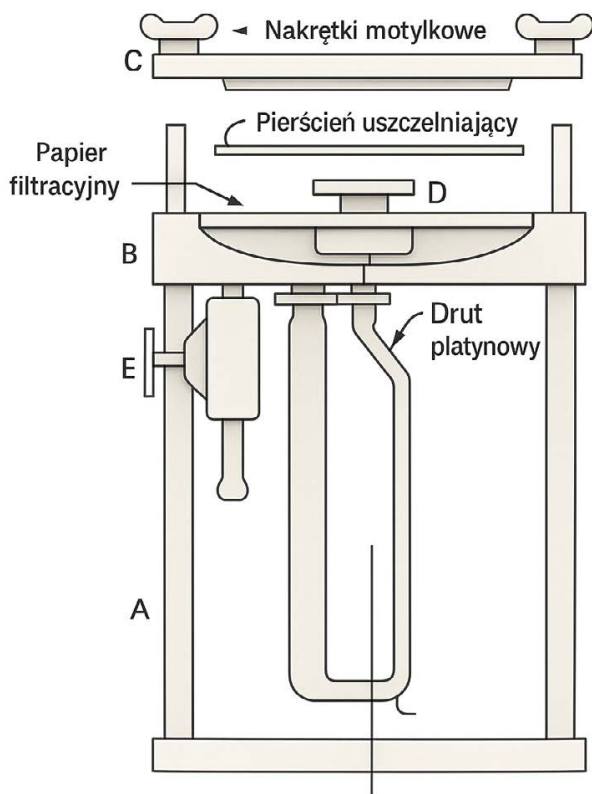
Metody pobierania próbek materiałów do badań zgodnie z tymi procedurami powinny być dostosowane do rodzaju informacji, które chcemy uzyskać. Norma ASTM D1898 zawiera wytyczne dotyczące wyboru odpowiednich procedur pobierania próbek. Konieczne jest przetestowanie odpowiedniej liczby próbek, aby zapewnić, że uzyskane dane są reprezentatywne dla badanego materiału lub innej testowanej wielkości.



PROCEDURA M

Zmiany ciśnienia w komorze można określić zarówno poprzez zapis wizualny, jak i automatyczny.

ZMIANY CIŚNIENIA W KOMORZE WIZUALNE



- A – ramiona podporowe
- B – płyta dolna
- C – płyta górna
- D – adapter
- E – zawór próżniowy

Rys. 5. Schemat komory do przenikania gazu metodą manometryczną wizualną – na podstawie [4]

APARATURA DO BADAŃ (ZAPIS WIZUALNY)

Skalibrowana komora wskazuje ciśnienie przenikającego gazu. Składa się z precyzyjnej szklanej rurki kapilarnej. Rtęć potrzebna w komorze mieści się w szklanym zbiorniku. Do pomiaru zróżnicowanych szybkości przenikania gazu są przeznaczone adaptory pełne i puste. Zawór próżniowy umożliwia utrzymanie szczelnego zamknięcia próżniowego. Aparatura wyposażona jest w manometr mechaniczny lub elektryczny oraz barometr. Do pomiaru wysokości rtęci w ramieniu komory służy katetometr. Wyposażenie stanowi też specjalne komory do pracy w podwyższonej temperaturze.

MATERIAŁY

Niskie stężenia par rtęci w powietrzu są niebezpieczne, więc należy zachować ostrożność.

Gaz testowy do badań musi być suchy i czysty. Rtęć stosowana w komorze musi być regularnie sprawdzana pod kątem czystości i w razie potrzeby zastępowana czystą rtęcią.

KALIBRACJA

Każdą komorę należy skalibrować w temperaturze testowej. Aby przeprowadzić kalibrację komory należy określić objętość bibuły filtracyjnej oraz objętość ramienia komory manometru poprzez przemieszczenie rtęci. Metodą przesunięcia rtęci wyznacza się objętość w mikrolitrach ramienia manometru.

PROCEDURA

Proces ten zaczyna się od przelania całej rtęci do zbiornika. Po odpowiednim przygotowaniu komory. Na górnej płytce umieszczamy pierścień uszczelniający i szczelnie nakładamy górną płytkę na próbkę. Kolejno podłączany jest przewód, którym gaz testowy będzie wpuszczany do górnej płyty. Cała komora zostaje bezpośrednio połączona z gazem testowym. Gdy ciśnienie jest już odpowiednie, wlewamy rtęć ze zbiornika do układu komory manometrycznej. W trakcie testu zaleca się wykonanie co najmniej sześciu rejestrowanych pomiarów wysokości rtęci. Na podstawie zebranych danych można obliczyć funkcję $g(h)$ dla każdego czasu.

OBLICZENIA

Obliczenia przenikalności na zgodność z normą ASTM D1434–82:2015.

Wynik badania definiuje się jako pojedyncze oznaczenie współczynnika przenikania dla próbki.

ZMIANY CIŚNIENIA W KOMORZE OZNACZANIE AUTOMATYCZNE APARATURA DO BADAŃ (ZAPIS AUTOMATYCZNY)

Aparatura jest identyczna jak przy ocenie wizualnej, z pominięciem katetometru, który nie ma zastosowania w niniejszej procedurze, oraz dodaniem następującego aparatu:

Przyrząd rejestrujący opór – należy użyć przyrządu rejestrującego opór odpowiednio podłączonego do platynowego drutu o jednolitej średnicy, który przebiega przez skalibrowaną długość ramienia komory, w celu pomiaru zmian wysokości rtęci w ramieniu w funkcji czasu. Przyrząd ten musi być w stanie mierzyć takie zmiany z dokładnością do 0,5 mm.

MATERIAŁY

Materiały identyczne jak w oznaczaniu wizualnym.

KALIBRACJA

Tak samo jak w poprzedniej metodzie z uwzględnieniem przyrządu rejestrującego w komorze.

PROCEDURA

Tak samo jak w poprzedniej metodzie z następującymi wyjątkami: Należy wyregulować wskaźnik urządzenia rejestrującego rezystancją za pomocą rezystancji zewnętrznej tak, aby położenie wskaźnika odpowiadało wysokości rtęci w ramieniu kapilary.

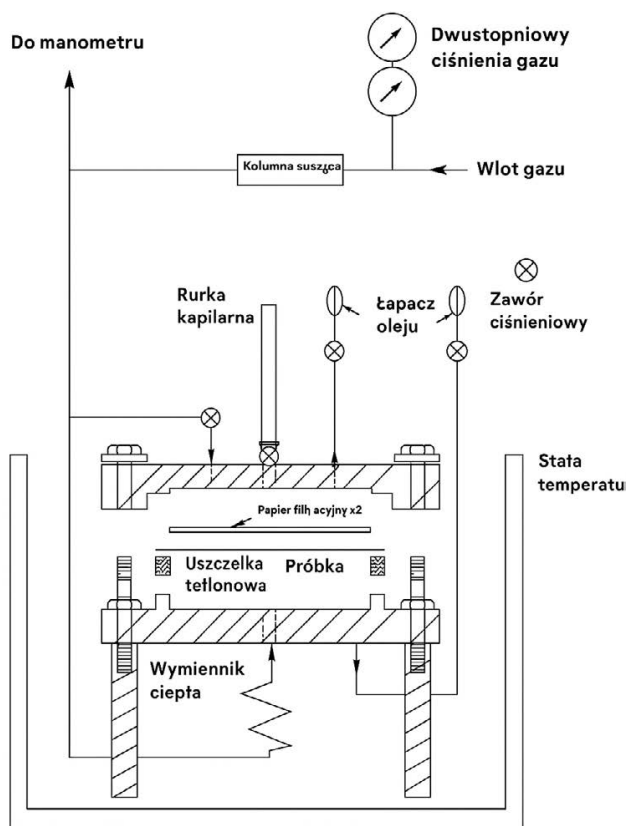
OBLICZENIA

W przypadku kilku wartości t (min 6) odczytać h z wykresu rejestratora i narysować wykres funkcji $g(h)$ w zależności od t zgodnie z definicją z poprzedniej metody.

Obliczenia przenikalności - na zgodność z normą ASTM D1434–82:2015.

Wynik badania definiuje się jako pojedyncze oznaczenie przenikalności próbki.

PROCEDURA V



Rys. 6. Schemat komory do przenikania gazu metodą objętościową – na podstawie [4]

APARATURA DO BADAŃ

Komora do oznaczania objętościowego wyposażona jest w precyzyjne szklane kapilary lub manometry. Ważne jest, aby szklane kapilary miały odpowiednie wygięcie w kształcie litery U, aby zatrzymać ciecz. Do precyzyjnego pomiaru zmian menisku cieczy w kapilarach komora została wyposażona w katetometr. Dla stabilności pomiarów niezwykle ważna jest kontrola temperatury. Barometr pozwala na pomiar ciśnienia atmosferycznego. Ostatnim z wymienionych instrumentów jest precyzyjny ciśnieniomierz, który umożliwia pomiar ciśnienia bezwzględnego.

MATERIAŁY

W badaniach wykorzystuje się butlę ze sprężonym gazem o wysokiej czystości, która została wyposażona w precyzyjne zawory redukcyjne ciśnienia. Do przeprowadzania badań stosuje się ciecz kapilarną. Ponadto, kluczowym materiałem jest wysokiej jakości papier filtracyjny, który charakteryzuje się brakiem popiołów i wykonany jest z celulozy, co zapewnia czystość i niezawodność wyników badań.

KALIBRACJA

Bardzo niskie stężenia oparów rtęci w powietrzu są niebezpieczne. Należy zebrać całą rozlaną rtęć do zamkniętego pojemnika. Przelewanie rtęci powinno odbywać się w dużym pojemniku.

Kalibrację należy rozpocząć od umieszczenia kolumny z czystą rtęcią w kapilarze. Następnie przenosi się całą rtęć do starowanego naczynia i sprawdza jej wagę i oraz dokonuje się odpowiednich obliczeń.

PROCEDURA

W górnej części komory testowej umieszcza się kawałek bibuły filtracyjnej, a następnie równomiernie wprowadza kondycjonowaną próbkę w tej samej części komory. Następnie należy zastosować gaz testowy pod ciśnieniem po obu stronach komory, dokładnie wytlukując całe powietrze przed zamknięciem otworu wylotowego. Kolejnym krokiem jest wprowadzenie cieczy na górę kapilary i zamknięcie górnego otworu wylotowego. Ciecz powinna spłynąć po wewnętrznej ścianie kapilary, zanim rozpocznie się serię odczytów. Czas potrzebny na osiągnięcie stabilności będzie zależał od rodzaju próbki, jej grubości oraz różnicy ciśnień. W przypadku próbek o niskiej przenikalności zmiany ciśnienia otoczenia mogą mieć wpływ na wyniki.

OBLICZENIA

Obliczenia przenikalności na zgodność z normą ASTM D1434–82:2015.

Wynik badania definiuje się jako wartość uzyskaną w wyniku pojedynczego oznaczenia przenikalności próbki.

WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

Podczas badania przenikalności wodoru należy wziąć pod uwagę dwie możliwe metody na dwóch różnych etapach:

- 1) badania próbek tworzywa,
- 2) badania zbiorników zgodnie z przyjętą normą lub specyfikacją techniczną.

Kryteria oceny przenikalności wodoru zależne są od przyjętej normy lub specyfikacji technicznej oraz etapu prowadzonych badań. W przypadku zbiorników do magazynowania stacjonarnego dopuszczalna szybkość przenikania wodoru jest trzykrotnie większa niż dla zbiorników transportowych.

Wymagania w zakresie przenikalności wodoru poza normami wymienionymi w tej publikacji mogą określać także regulacje ONZ i Unii Europejskiej (np. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 79/2009 z dnia 14 stycznia 2009 r. w sprawie homologacji typu pojazdów silnikowych napędzanych wodorem) oraz regulacje poszczególnych krajów, np. USA, Australii, Chin, Japonii itd.

Metodykę opisaną w normie ASTM D1434–82 można stosować do badań przenikalności także innych gazów, a w szczególności gazów toksycznych lub trujących.



Literatura:

1. PN-EN 17533:2020-11 Gazowy wodór. Butle i zbiorniki rurowe do magazynowania stacjonarnego
2. CEN/TS 15869:2009 Gaseous hydrogen and hydrogen blends – Land vehicle fuel tanks
3. ISO/AWI 19884-1 Gaseous Hydrogen – Pressure vessels for stationary storage – Part 1: general requirements"
4. ASTM D1434–82 Standard Test Method for Determining Gas Permeability Characteristics of Plastic Film and Sheeting
5. ISO/TR 15916 Basic considerations for the safety of hydrogen systems
6. ANSI/AIAA G-095-2004, AIAA Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems
7. Sandia National Laboratories, Technical Reference for Hydrogen Compatibility of Materials at www.ca.sandia.gov/matlsTechRef/
8. ASTM D618 Practice for Conditioning Plastics for Testing
9. ASTM D1434 Determining Gas Permeability Characteristics of Plastic Film and Sheeting
10. ASTM D1898 Practice for Sampling of Plastics
11. Steere, N. E. „Mercury Vapor Hazards and Control Measures” in Handbook of Laboratory Safety, N. V. Steere, Ed., CRC Press Inc., Boca Raton, FL, 1979
12. S. Kozikowski, K. Szymlek „Wodór – zielone złoto. Szansa czy wybór – a może jedno i drugie?”, Magazyn UDT „Inspektor – Technika i bezpieczeństwo”: https://www.udt.gov.pl/images/INSPEKTOR_2_2021_www_17MB_1.pdf [dostęp: 03.2025]
13. S. Kozikowski, K. Szymlek „Wodór – zielone złoto. Bezpieczne magazynowanie - szanse i wyzwania”, Magazyn UDT „Inspektor – Technika i bezpieczeństwo”: https://www.udt.gov.pl/images/INSPEKTOR_1-2022_WCAG.pdf [dostęp: 03.2025]
14. L. Lewandowski, P. Gąciarz „Badanie kompatybilności zbiorników wodoru z tworzyw sztucznych do magazynowania stacjonarnego według norm PN-EN 17533 i PN-EN ISO 11114-2”, Magazyn UDT „Inspektor – Technika i bezpieczeństwo”: https://www.udt.gov.pl/images/INSPEKTOR_CLDT_[dostęp: 03.2025]
15. Integrated rupture disk assemblies for cryogenic equipment and storage systems | Thermal Processing Magazine <https://thermalprocessing.com/integrated-rupture-disk-assemblies-for-cryogenic-equipment-and-storage-systems/> [dostęp: 6.2025]
16. News & Gallery - HySTRA <https://www.hystra.or.jp/en/gallery/article.html> [dostęp: 6.2025]
17. Nuclear Engineering Division, Argonne National Laboratory (ANL) https://www.researchgate.net/figure/Type-IV-composite-overwrapped-hydrogen-pressure-vessel-source-Process-Modeling-Group_fig1_333885192 [dostęp: 6.2025]

Przeprowadzanie badań poszczególnych elementów zbiorników do magazynowania wodoru



Centralne Laboratorium UDT w Poznaniu specjalizuje się w analizie zarówno materiałów kompozytowych z tworzywowych, jak i materiałów metalicznych, oferując następujące badania:

- Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu tworzyw sztucznych (PN-EN ISO 527-2),
- Oznaczanie umownej wytrzymałości na ścinanie międzywarstwowe metodą krótkiej belki kompozytów tworzywowych wzmocnionych włóknem (PN-EN ISO 14130),
- Pomiar twardości sposobem Brinella metali (PN-EN ISO 6506-1),
- Pomiar twardości Barcola (PN-EN 59),
- Próba odrywania do oceny przyczepności (PN-EN ISO 4624),
- Badania nagłego odkształcenia – odporność na uderzenie (PN-EN ISO 6272-2).



Włącz tryb bezpieczny

**ŻYCIE I ZDROWIE
PRACOWNIKA ZALEŻY OD CIEBIE**



Oceń ryzyko zawodowe



Stwórz bezpieczne warunki pracy



Informuj o zagrożeniach, zasadach bhp
i metodach zapobiegania wypadkom

SPRAWDŹ

www.bhpnatak.pl

