



Robert E. PRZEKOP

Centrum Zaawansowanych Technologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza,



Adam STOLARZ

Fundacja Partnerstwa Technologicznego, Technology Partners



Daria PAKUŁA,

Centrum Zaawansowanych Technologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii



Adam ŻUREK

Niezależny ekspert



Agnieszka MARTYŁA

Centrum Zaawansowanych Technologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza

Bezpieczeństwo surowcowe Unii Europejskiej w kontekście wyzwań dekarbonizacyjnych i gospodarki wodorowej

Raw material security of the European Union in the context of the decarbonisation challenge and the hydrogen economy

DOI: 10.21303/2023.1.2

Dekarbonizacja gospodarki wymaga fundamentalnych zmian w sposobie, w jaki społeczeństwo dostarcza, transportuje i zużywa energię. Odejście od stosowania paliw kopalnianych, nie może być procesem, który ma pozbawić ludzkość paliw, energii czy obniżyć jakość życia, ale przebiegać w sposób planowany, zrównoważony oraz bezpieczny. Należy zdać sobie sprawę z faktu, że taka transformacja wymagać będzie znacznego zwiększenia mocy produkcyjnych czy wydobycia w obszarach, które do tej pory nie były kluczowe. Nowe technologie wytwarzania i przesyłu energii oraz rozwój tych już dojrzałych zwiększy zapotrzebowanie na szereg surowców określanych obecnie jako krytyczne. Dlatego też należy zwrócić uwagę na te elementy, które będą decydowały o bezpieczeństwie i niezależności, zarówno w ujęciu krajowym, jak i europejskim.

Słowa kluczowe: dekarbonizacja, źródła energii, gospodarka wodorowa, surowce krytyczne, pierwiastki krytyczne

Decarbonising the economic system requires fundamental changes in the way societies supply, transport and consume energy. The transition away from fossil fuels must not be a process that deprives humanity of fuel, energy or diminishes quality of life, but one that is planned, sustainable and safe. However, it is important to realise that such a transition will require a significant increase in production capacity or extraction in areas that have not previously been crucial. New energy generation and transmission technologies and the development of already mature ones will increase the demand for a number of raw materials currently identified as critical. Attention therefore needs to be paid to those elements that will determine security and independence, both nationally and in Europe.

Wstęp

Unia Europejska (UE) dąży do tego, aby do 2050 roku stać się pierwszym obszarem gospodarczym neutralnym dla klimatu. Dla realizacji tego celu kluczowe znaczenie ma dekarbonizacja sektora energetycznego, ponieważ produkcja i wykorzystanie energii odpowiada za ponad 75% emisji gazów cieplarnianych w UE (EEA, 2021). Niemal trzy czwarte systemu energetycznego UE opiera się na paliwach kopalnych. Ograniczenie spalania ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla, aż do ich wyhamowania może spowodować zatrzymanie postępującej degradacji środowiska oraz zwiększyć niezależność energetyczną. Z drugiej strony, społeczeństwa nadal potrzebować będą usług opartych na energii, takich jak transport, ogrzewanie, chłodzenie, oświetlenie i produkcja. Istnieje szereg alternatywnych opcji technologicznych i nośników energii, które mogą zastąpić paliwa kopalne. Należy do nich m.in. energia słoneczna, energia wiatrowa, elektrownie wodne, energia geotermalna, paliwa syntetyczne, elektrownie jądrowe, wodór, amoniak [1]. Przeprowadzenie transformacji



KONWERSJA
TRANSFORMACJA
REWOLUCJA

energetycznej jest kosztownym procesem, zarówno społecznie, jak i gospodarczo. Wymaga nie tylko zmian w świadomości społecznej, ale i wielu surowców, metali, które przy wykorzystaniu paliw kopalnianych nie brały udziału [2]. Co więcej, spora ich część nie występuje powszechnie i ich wydobyciu towarzyszą skomplikowane procesy

technologiczne. Lokalizacja złóż w miejscach w trudnej sytuacji geopolitycznej powoduje ograniczony do nich dostęp.

Fundamentalnym interesem każdego państwa jest bezpieczeństwo. Bezpieczeństwo w wymiarze biologicznym, ekonomicznym, terytorialnym. Pozwala ono zapewnić ogólnocywilizacyjny rozwój, a także utrzymać i utrwalić suwerenność polityczną. Bezpieczeństwo nie jest stanem, lecz procesem którego zmienność i dynamika wynikają z dynamicznego, ciągle się zmieniającego charakteru ludzkiej aktywności we wszelkich jej sferach. Potwierdzają to opinie ekspertów m.in. R. Zięby, że jest to „... pewność istnienia, przetrwania i posiadania oraz funkcjonowania i rozwoju podmiotu. Pewność jest wynikiem nie tylko braku zagrożeń, ale także powstaje wskutek kreatywnej działalności danego podmiotu i jest zmienna w czasie, czyli ma naturę procesu społecznego” [3].

Bezpieczeństwo nie ma już dawno wymiaru jedynie militarnego czy generalnie siłowego. W początku lat 80. Kanadyjczyk Barry Buzan opublikował wpływową książkę „People, States and Fear” w której dowodził, że bezpieczeństwo w ujęciu międzynarodowym powinno być podstawowym przedmiotem badań stosunków międzynarodowych badanych bardziej kompleksowo. Wyróżnił on pięć wymiarów bezpieczeństwa: wojskowy, polityczny, ekonomiczny, społeczny, środowiskowy. Po zakończeniu zimnej wojny, Buzan rozwinął swoją koncepcję, wskazując na rosnącą rolę kwestii pozamilitarnych [4]. Bezpieczeństwo surowcowe będące głównym wątkiem niniejszego artykułu należy rozpatrywać w wymiarze ekonomicznym i środowiskowym, których to najbardziej dotyczy. W takim ujęciu jego definicja sformułowana została w pracy doktorskiej M.R. Grzywacza, że jest to proces o charakterze ciągłym, polegający na eliminacji przez organy państwa ryzyka wystąpienia niedoborów w bieżących i przyszłych dostawach strategicznych surowców mineralnych - energetycznych i nieenergetycznych – poprzez odpowiednie stosowanie instrumentów prawnych, ekonomicznych oraz społecznych, przeciwdziałających potencjalnym i realnym zagrożeniom w funkcjonowaniu gospodarki państwa, dbając jednocześnie o stan środowiska naturalnego [5].

W tym kontekście, w obecnej sytuacji geopolitycznej oraz gwałtownym wzroście zapotrzebowania, surowce krytyczne nabierają znaczenia dla strategicznego bezpieczeństwa Polski i Europy.

Surowce krytyczne.

Termin materiały krytyczne (ang. CRM – Critical Raw Materials) odnosi się do materiałów, w tym metali, które są istotne dla gospodarki i przemysłu, ale jednocześnie charakteryzują się wysokim ryzykiem dostępności lub dostępnością w ograniczonych ilościach, która wynika z różnych czynników, takich jak koncentracja produkcji w jednym lub kilku krajach, trudności w wydobywaniu lub przetwarzaniu, polityczne ryzyko, lub wzrastające zapotrzebowanie. Niedobór tych metali może wpłynąć na różne sektory gospodarki, w tym na produkcję sprzętu elektronicznego, samochodów elektrycznych, energii odnawialnej i wielu innych [6]. Dlatego wiele krajów i organizacji stara się zdwersyfikować dostawę tych surowców i zamykać obieg materiałowy przez recykling oraz alternatywne technologie, aby zminimalizować ryzyko związane z ich niedoborem. Metale krytyczne są kluczowe w wielu gałęziach gospodarki i przemysłu, w tym przemysłu obronnego [7], lotniczego [8], elektroniki (produkcja sprzętu) [9], motoryzacji i energii odnawialnej [2,10]. W przemyśle obronnym używane do produkcji zaawansowanych technologii wojskowych, takich jak systemy rakietowe, radary czy elektronika do uzbrojenia. Niektóre metale krytyczne, takie jak berylowne, są używane w przemyśle lotniczym i kosmicznym w produkcji części ze względu na swoje właściwości mechaniczne,

termiczne i elektryczne. Mogą być wykorzystywane także do produkcji zaawansowanych materiałów, takich jak cienkowarstwowe magnesy i materiały nadprzewodzące. Kolejną dziedziną, gdzie znajdują zastosowanie jest medycyna (w obrazowaniu medycznym np. rezonans magnetycznym) [11]. Dużą rolę odgrywają także w energetyce odnawialnej, gdzie używane są w produkcji urządzeń takich jak turbiny wiatrowe, panele słoneczne i baterie litowo-jonowe.

Metale krytyczne są istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa gospodarki z kilku kluczowych powodów. Brak dostępu do tych metali może zakłócić produkcję, dostępność produktów i technologii niezbędnych do funkcjonowania społeczeństwa i systemu [12]. Ze względu na wykorzystywanie surowców w zaawansowanych technologiach wojskowych, niedostępność surowców może wpłynąć na zdolność wojska do obrony terytorialnej. Koncentracja produkcji metali krytycznych w kilku krajach lub regionach może sprawić, że dostawy tych surowców staną się podatne na zakłócenia, takie jak konflikty, polityczne zmiany czy ograniczenia eksportowe. To może prowadzić do braków surowców, które są kluczowe dla bezpieczeństwa narodowego. Metale odegrają kluczową rolę w skutecznym budowaniu europejskich łańcuchów wartości czystych technologii. W następstwie zakłóceń w dostawach spowodowanych pandemią COVID-19 i agresją Rosji na Ukrainę, brak odporności Europy na rosnące zapotrzebowanie na metale stało się strategicznym problemem [13,14]. Brak dostępu do metali krytycznych może wpłynąć na stosunki międzynarodowe, prowadząc do konkurencji o dostęp do tych zasobów lub do prób kontrolowania ich źródeł przez państwa lub firmy. Wspieranie badań i innowacji w zakresie zastępowania lub recyklingu metali krytycznych może zmniejszyć zależność od ich importu i zwiększyć odporność gospodarki na zakłócenia dostaw.

Surowce krytyczne, a energia odnawialna.

Metale krytyczne uznawane są za kluczowe w wielu technologiach związanych z energią odnawialną. Stanowią składnik m.in. turbin wiatrowych, paneli fotowoltaicznych, baterii litowo-jonowych (Tabela 1) [15]. Neodym, dysproz i inne rzadkie ziemie są niezbędne do produkcji magnesów neodymowo-żelaznych, które są wykorzystywane w generatorach wiatrowych [16]. Panele słoneczne, zwłaszcza te oparte na tellurku kadmu (CdTe), wykorzystują tellur jako składnik materiału półprzewodnikowego, który jest rzadkim metalem krytycznym [17]. Kobalt, nikiel i mangan, są powszechnie używane w elektrodach baterii litowo-jonowych, które stanowią podstawę przechowywania energii w pojazdach elektrycznych, magazynach energii i urządzeniach przenośnych. Baterie litowo-jonowe są coraz bardziej popularne w magazynowaniu energii z źródeł odnawialnych, takich jak fotowoltaika i elektrownie wiatrowe, umożliwiając przechowywanie energii na okresy bezwietrzne lub pochmurne.

Tabela 1. Pierwiastki wykorzystywane w alternatywnych dla paliw kopalnianych źródłach energii.

Technologia	Pierwiastki
Turbiny wiatrowe	Dysproz, neodym, prazeodym, terb, żelazo, aluminium, chrom, nikiel, miedź, mangan, molibden, cynk, bor
Panele fotowoltaiczne	Krzem, srebro, miedź, aluminium, kadm, gal, german, ind, tellur, bor, nikiel
Ogniwa litowo-jonowe	Lit, kobalt, mangan, aluminium, żelazo, fosfor, grafit, miedź
Elektrolizery	Żelazo, nikiel, chrom, aluminium, węgiel, miedź, metale ziem rzadkich, stront, kobalt, platynowce, fluor, cyrkon

Tabela 2. Zestawienie metali, wykorzystywanych w alternatywnych technologiach czystej energii [18].

	Energia słoneczna ^[1]	Energia wiatrowa ^[1]	Biomasa ^[1]	CSP ^[1]	Energia geotermalna ^[1]	Energia hydrotermalna ^[1]	Energetyka jądrowa	Sieci elektroenergetyczne	Magazyny energii (akumulatory)	Pojazdy Elektryczne	Wodór
Al ^[a]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Cu ^[a]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Zn ^[a]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Si ^[a]	×								×	×	
Li ^[b]									×	×	
Ni ^[b]	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×
Co ^[b]			×						×	×	×
Dy ^[c]		×					×				
Nd ^[c]		×					×		×		
Pr ^[c]		×							×		
Ag	×			×			×				
Au	×										
B		×									
Cd	×						×		×		
Cr		×		×	×	×	×				×
Ga	×										
Ge	×										
In	×						×		×		
Ir											×
Mn		×		×	×	×	×		×		×
Mo	×	×		×	×	×	×		×		
Pb	×		×			×	×		×		
Pd									×		×
Pt											×
Sc											
Sn	×				×				×		
Tb		×									
Te	×										
V									×		

^[1] – odnawialne źródła energii; ^[a] – metale nieszlachetne i krzem; ^[b] – surowce do produkcji baterii; ^[c] – metale ziem rzadkich

Tabela 3. Zapotrzebowanie metalu w 2050 r. dla technologii czystej energii w porównaniu z całkowitym zużyciem w 2020 r. [18].

metal	Li	Dy	Co	Te	Sc	Ni	Pr	Ga	Nd	Pt	Ir
% ¹	2109%	433%	403%	277%	204%	168%	110%	77%	66%	64%	63%
metal	Si	Tb	Cu	Al	Sn	Ge	Mo	Pb	In	Zn	Ag
% ¹	62%	62%	651%	43%	28%	24%	22%	22%	17%	14%	10%

1 – procent zapotrzebowania metalu w 2050 r. w porównaniu z ogólnym zużyciem w 2020 r.

Zgodnie z różnymi scenariuszami Międzynarodowej Agencji Energii dotyczącymi technologii czystej energii, światowa transformacja energetyczna będzie wymagać prawie dwukrotnie większej ilości metali do 2050 r. niż świat kontynuujący obecną politykę klimatyczną (dla porównania ~ 80 Mt wymaganej nowej podaży metali w porównaniu z dzisiejszym rocznym zużyciem stali na poziomie 1 855 Mt i węgla na poziomie 8 561 Mt). Transformacja energetyki w Europie będzie głównym nowym czynnikiem wzrostu na większości rynków metali nieszlachetnych i krzemu. Rozwi-

nięcie energii słonecznej i wiatrowej wymaga dużych ilości metali (krzem, tellur, selen i metale ziem rzadkich) stanowiących materiały do produkcji paneli fotowoltaicznych i turbin wiatrowych. Rozwój pojazdów elektrycznych i magazynów energii opartych na bateriach litowo-jonowych zwiększa zapotrzebowanie m.in. na lit, kobalt, nikiel i mangan. Szacuje się, że w przypadku samych tylko baterii na potrzeby samochodów elektrycznych i magazynowania energii Europa będzie potrzebowała do 2030 r. nawet 18 razy więcej litu, a do 2050 r. – 60 razy więcej.

Surowce krytyczne oraz strategiczne dla gospodarki Unii Europejskiej.

Surowce strategiczne dla polskiej gospodarki dzielą się na dwie podgrupy. Surowce strategiczne o podstawowym znaczeniu dla prawidłowego funkcjonowania gospodarki i zaspokojenia potrzeb bytowych społeczeństwa to surowce których trwała podaż musi być zapewniona, zarówno takie, których krajowa baza zasobowa jest duża i które dzięki jej wykorzystaniu są podstawą działania przemysłu, jak i ważne surowce deficytowe. Natomiast surowce strategiczne o podstawowym znaczeniu dla bezpieczeństwa narodowego i innowacyjnych technologii nie są w sposób wystarczający (min. 90%) pozyskiwane ze źródeł krajowych lub których możliwości trwałego pozyskania z tych źródeł są ograniczone lub zagrożone, oraz inne surowce niepozyskiwane w kraju (deficytowe) niezbędne dla obronności kraju i bezpieczeństwa narodowego oraz rozwoju innowacyjnych technologii [19].

16 marca 2023 r. Komisja Europejska opublikowała projekt rozporządzenia dotyczący surowców krytycznych i strategicznych dla gospodarki Unii Europejskiej. W ramach dokumentu ukazała się również nowa, zaktualizowana lista surowców krytycznych (CRM – Critical Raw Materials). Znaczenie strategiczne określa się na podstawie istotności surowca dla zielonej transformacji, technologii cyfrowych, zastosowań obronnych i kosmicznych. Dokument ten ma stanowić asumpt do stymulowania produkcji CRM poprzez intensyfikację nowych działań związanych z wydobyciem i recyklingiem na terenie Unii Europejskiej. Ponadto umożliwi zwiększenie świadomości o potencjalnych zagrożeniach związanych z dostawami surowców, łańcuchów przepływu towarów i związanych z nimi możliwości wśród krajów UE, przedsiębiorstw i inwestorów. W tabeli 4 przedstawiono listę surowców krytycznych (CRM). Na liście nie odnotowano złota, srebra i diamentów.

Tabela 4. Lista surowców krytycznych (CRM).

Antymon	Fluoryt	Hel	Nikiel	Stront
Arsen	Fosforyty	Kobalt	Niob	Tantal
Boksyty/ Aluminium	Fosfor	Krzem metaliczny	PGE- platynowce	Tytan metaliczny
Baryt	Gal	Lit	REE ciężkie ^[1]	Wanad
Beryl	German	Magnez	REE lekkie ^[1]	Węgiel koksowy
Bismut	Grafit	Mangan	Skalenie	Wolfram
Bor/Borany	Hafn	Miedź	Skand	

^[1]REE – metale ziem rzadkich

Europejski akt dotyczący surowców krytycznych ma wzmocnić zdolności UE w zakresie surowców krytycznych na wszystkich etapach łańcucha wartości, dlatego został podzielony na filary. Pierwszy z nich obejmuje określenie priorytetów działania, w ramach których określono poziomy odniesienia dla krajowych zdolności produkcyjnych w ramach łańcucha dostaw strategicznych surowców. Poziomy te mają zostać osiągnięte do 2030 r. i wynoszą: 10 % – roczne zapotrzebowanie UE na wydobycie; 40 % – przetwarzanie i 15 % – recykling. Drugim celem jest wzmocnienie swojego łańcucha surowców od ich wydobycia przez rafinację, oraz finalnie na przetwarzaniu i recyklingu. Trzeci filar dotyczy poprawy odporności UE na zakłócenia w łańcuchu dostaw. Istotnym punktem jest inwestowanie w badania naukowe, innowacje, wdrażanie przełomowych technologii w zakresie surowców kry-

tycznych. Ostatni filar obejmuje promowanie recyklingu surowców oraz rozwój rynku wtórnego.

Przyszła gospodarka o zerowej emisji będzie zależeć od ogromnego wzrostu podaży i popytu na energię elektryczną, wzrastającą z globalnej sumy ~28 000 TWh w 2022 roku do ponad ~100 000 TWh do 2050 roku. Będzie to wymagało masowego wdrożenia energii słonecznej i wiatrowej, znacznej rozbudowy sieci elektroenergetycznych oraz ogromnego wzrostu produkcji akumulatorów i pojazdów elektrycznych oraz elektrolizerów do produkcji zielonego wodoru.

Rynek surowców metali krytycznych.

Analizując rynek surowcowy Europy i świata nie trudno zauważyć, że dużą częścią pierwiastków dysponują Chiny. Należą tu między innymi: gal, skand, krzem, mangan, dysproz. Chiny są jednym z największych producentów i eksporterów metali krytycznych na świecie i dostarczają 98 % unijnych dostaw pierwiastków ziem rzadkich (REE). Kraj ten posiada znaczne zasoby rzadkich ziem, w tym neodymu, dysprozu i praeodymu. Dominująca rola Chin w produkcji tych metali ma wpływ na światowy rynek surowców metali krytycznych. Rosja jest ważnym producentem metali krytycznych, takich jak pallad, platyna i inne metale rzadkie. Rosyjskie zasoby surowców są znaczące, zwłaszcza w kontekście metali grupy platyny.

Główne obszary wydobycia manganu znajdują się w Chinach, Rosji, Indiach, Gabonie i Australii. Aluminium pochodzi w głównej mierze z Chin, Rosji, Indii, Kanady. Warto wiedzieć, że zdecydowanie największymi producentami srebra na świecie są: Meksyk (5,6 tys. ton w 2020 r.), Peru (3,4 tys. ton) i Chiny (3,2 tys. ton). Następne w kolejności kraje pozostają wyraźnie w tyle za tą trojką, choć warto odnotować, że wśród nich z wynikiem 1,3 tys. ton znajduje się Polska; jest to zasługą przede wszystkim spółki KGHM, która jest (stan na czerwiec 2021 r.) jednym z największych pod względem produkcji srebra przedsiębiorstw na świecie. Duże ilości srebra produkowane są też w Rosji, Chile, Boliwii, Australii czy USA. Metale ziem rzadkich to Chiny, Wietnam, Indie, Brazylia, Rosja i pozostałe części świata [20]. Źłóża miedzi to Chile, Peru, Chiny. Światowe zasoby niklu szacowane są obecnie na prawie 350 mln ton. Australia, Indonezja, RPA, Rosja i Kanada stanowią ponad 50 % światowych zasobów niklu. Największymi producentami produktów z boru są Turcja (dostarcza 98 % boru do Europy) i Stany Zjednoczone. Około dwóch piątych rud i koncentratów chromitu na świecie produkuje się w RPA, około jednej trzeciej w Kazachstanie, Indie, Rosja i Turcja są również znaczącymi producentami. Grafity to Chiny, Indie, Brazylia. Warto zaznaczyć, że zależnie od zmian na rynku surowców, nowych odkryć i technologicznych innowacji, dominujące państwa w produkcji metali krytycznych mogą ulegać zmianom. Jednak Chiny pozostają jednym z głównych graczy, ze względu na ich znaczącą produkcję pierwiastków rzadkich ziem [21].

Oprócz kwestii związanych z popytem i podażą, istnieją również ważne względy ekonomiczne i społeczne związane z wydobyciem minerałów. W szczególności ryzyko geopolityczne związane z koncentracją zasobów mineralnych i rezerw w małej liczbie krajów oraz kwestie społeczne związane z kopalnią wydobyciem rzemieślniczym i na małą skalę. Lit, kobalt i nikiel występują głównie w niewielkiej liczbie krajów. Demokratyczna Republika Konga (DRK) jest na przykład największym producentem kobaltu, dostarczającym ponad 60 % światowego kobaltu, podczas gdy kluczowe ilości litu znajdują się w Chile, Australii i Argentynie. Taka koncentracja zasobów stwarza istotne ryzyko wokół łańcucha dostaw i bezpieczeństwa dostaw. Kwestie związane z łańcuchem dostaw i bezpieczeństwem, wydobyc-

cie kobaltu w DRK wiąże się z dodatkowymi obawami dotyczącymi kwestii społecznych i praw człowieka.

Szybki wzrost popytu może doprowadzić do niedoborów w następnej dekadzie, jeśli nie zostaną podjęte odpowiednie działania. Konieczna jest poprawa wydajności materiałowej, zwiększenie recyklingu lub zwiększenie wydobywania. Bez tych działań istnieje ryzyko, że wysokie ceny materiałów mogą opóźnić transformację energetyczną. Zdecydowane działania mające na celu przyspieszenie rozwoju technologii, poprawę wydajności materiałów i zwiększenie recyklingu mogłyby zmniejszyć łączny popyt do 2050 r. o 20-60 % w przypadku większości materiałów. Recykling będzie odgrywał kluczową rolę od 2040 r. i później, ponieważ zasoby wdrożonych technologii czystej energii mogą zacząć się kończyć

Bezpieczeństwo surowcowe Unii Europejskiej w kontekście wyzwań dekarbonizacyjnych.

Decarbonizacja w kontekście politycznym to działania zmierzające do ochrony środowiska poprzez ograniczenie, a w ostateczności eliminację emisji dwutlenku węgla (CO_2) do atmosfery [22]. Rada Europejska wyznaczyła UE cel, który zakłada zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku o co najmniej 55 % w porównaniu z poziomem z 1990 roku, a do 2050 roku osiągnięcie neutralności klimatycznej [23]. Zgodnie z europejskim prawem klimatycznym cele te są wiążące dla UE i jej państw członkowskich. Komisja Europejska 14 lipca 2021 r. opublikowała pakiet propozycji legislacyjnych (tzw. pakiet „Gotowi na 55”, ang. „Fit for 55”). „Gotowi na 55” zawiera wnioski, które mają zapewnić realizację polityki klimatycznej Unii Europejskiej, a co za tym idzie umocnić pozycję Unii Europejskiej jako lidera na światowej scenie w walce ze zmianami klimatycznymi [24]. Pakiet ten obejmuje m.in. umocnienie systemu handlu emisjami, w tym w lotnictwie, i jego rozszerzenie na gospodarkę morską, transport drogowy i budynki, aktualizację dyrektyw dotyczących opodatkowania energii, użytkowania gruntów, leśnictwa, stworzenie nowego mechanizmu dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2 , zaostrzenie norm emisji CO_2 w przypadku samochodów osobowych i dostawczych, a także stworzenie nowej infrastruktury na potrzeby paliw alternatywnych oraz zaktualizowanie dyrektywy w sprawie odnawialnych źródeł energii.

W odniesieniu do promowania energii pochodzącej z odnawialnych źródeł, zwiększono cel ogólnounijny z 32 % do osiągnięcia 40 % udziału energii z odnawialnych źródeł energetycznych (OZE) w całkowitym zużyciu energii do roku 2030. Ponadto, wprowadzono konkretne cele w sektorach, które są kluczowe dla transformacji energetycznej dotyczące m.in. osiągnięcia 49 % udziału OZE w ogrzewaniu i chłodzeniu budynków do 2030 r., zaostrzenia kryteriów zrównoważonego rozwoju i rozszerzenia ich na małe instalacje, wprowadzenia pojęcia „paliw odnawialnych pochodzenia nie-biologicznego” w transporcie i przemyśle.

Główne cele dekarbonizacji obejmują zwiększanie udziału odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna, wiatrowa i hybrydowa, w produkcji energii elektrycznej, rozwijanie energii jądrowej, która nie wytwarza emisji CO_2 podczas produkcji energii elektrycznej, rozwijanie technologii magazynowania energii, aby móc skutecznie wykorzystywać energię z odnawialnych źródeł, gdy nie jest ona dostępna w sposób stały (np. słońce, wiatr), rozwijanie infrastruktury ładowania elektrycznych pojazdów, aby zastąpić pojazdy spalinowe, redukcja emisji przemysłowych.

Surowce krytyczne odgrywają fundamentalną rolę w procesie dekarbonizacji gospodarki i przemysłu, przede wszystkim dlatego,

że są wykorzystywane w licznych technologiach związanych z odnawialnymi źródłami energii (moduły fotowoltaiczne, akumulatory do magazynowania energii, turbiny wiatrowe oraz ogniwa paliwowe). Pełnią istotną rolę także w wytwarzaniu urządzeń i technologii, które poprawiają efektywność energetyczną (magnesy neodymowe wykorzystywane w silnikach elektrycznych). Te innowacje przyczyniają się do obniżenia zużycia energii, co jest kluczowe w kontekście działań dekarbonizacyjnych. Rozwój transportu elektrycznego, który jest jednym z filarów dekarbonizacji, wymaga surowców krytycznych, zarówno do produkcji baterii samochodowych, jak i do silników elektrycznych. Dodatkowo, efektywne magazynowanie energii, szczególnie ważne w przypadku niestabilnych źródeł energii odnawialnej, takich jak wiatr i energia słoneczna, opiera się na surowcach krytycznych wykorzystywanych do produkcji zaawansowanych baterii i systemów przechowywania energii.

Bezpieczeństwo surowcowe Unii Europejskiej w kontekście gospodarki wodorowej.

Gospodarka wodorowa opiera się na produkcji, magazynowaniu i wykorzystywaniu wodoru jako nośnika energii, co wiąże się z pewnymi wyzwaniami związanymi ze źródłami surowców potrzebnych do tej produkcji [25]. Wodorowe technologie są kluczowe w kontekście dekarbonizacji, szczególnie w sektorach, które są trudne do elektryfikacji, takich jak przemysł ciężki i transport [26]. W lipcu 2020 r. Komisja Europejska zaproponowała strategię wodorową dla Europy neutralnej dla klimatu, mającą na celu przyspieszenie rozwoju czystego wodoru i zapewnienie jego roli jako podstawy dla neutralnego dla klimatu systemu energetycznego do 2050 roku.

Unia Europejska zmniejsza swoją zależność od rosyjskich paliw kopalnych i dąży do osiągnięcia celu neutralności klimatycznej do 2050 roku, czego odpowiedzią jest strategia RepowerEU przedstawiona przez Komisję Europejską w 2022 roku. Celem jest promowanie dostępnej cenowo, bezpiecznej i ekologicznej energii. Zgodnie z tym planem, Unia Europejska ma zamiar zwiększyć produkcję wodoru z odnawialnych źródeł energii do roku 2030 poprzez zwiększenie rocznej ilości wodoru z 10 megaton do 20 megaton rocznie, co jest wyższym celem niż ten, który był proponowany w strategii wodorowej z 2020 roku [27]. Obecnie wodór odgrywa niewielką rolę w ogólnym zaopatrzeniu w energię ze względu na liczne wyzwania związane z jego konkurencyjnością kosztową, skalą produkcji, potrzebną infrastrukturą i kwestiami bezpieczeństwa. Oczekuje się jednak, że w przyszłości wodór będzie odgrywał kluczową rolę jako czysty nośnik energii w sektorze transportu, ogrzewania, procesów przemysłowych oraz w magazynowaniu energii między-sezonowej.

Gospodarka wodorowa, mimo swojego potencjału jako czysty nośnik energii, jest uzależniona od surowców o kluczowym znaczeniu. Proces produkcji wodoru za pomocą elektrolizy, wymaga elektrolitów przewodzących jony, takich jak membrany polimerowe i katalizatory, które są często oparte na platynie lub innych rzadkich metalach. Jako katalizatory w elektrolizerach wykorzystuje się m.in. Pt, Ir, Ru, natomiast jako składniki niektórych materiałów do magazynowania wodoru wykorzystywane są takie pierwiastki jak Ce, Ti, Al. Rozwój infrastruktury wodorowej i produkcja zielonego wodoru wymagają dostępu do zasobów surowcowych, w których kluczową rolę stanowią metale stosowane do produkcji komponentów technologii. Wodorowy system energetyczny wymaga efektywnych i bezpiecznych systemów dystrybucji i magazynowania, co może również wymagać specjalistycznych surowców i technologii. Podsumowując, rozwijanie gospodarki wodorowej jako elementu

dekarbonizacji będzie miało duży wpływ na bezpieczeństwo surowcowe UE. Wdrożenie tej technologii musi uwzględniać zarówno dostęp do surowców, zrównoważone praktyki wydobycia, produkcji, jak i recyklingu, aby zapewnić, że przyszłość energetyczna UE będzie ekologiczna i stabilna.

Podsumowanie

Europa ma szansę położyć podwaliny pod wyższy poziom strategicznej autonomii i zrównoważonego rozwoju dla swoich metali strategicznych poprzez zoptymalizowany recykling, inwestycje w krajowy łańcuch wartości i bardziej aktywne globalne zaopatrzenie. Konieczne jest jednak szybkie podjęcie zdecydowanych działań w celu uniknięcia wąskich gardeł w przypadku wielu materiałów, których globalny niedobór może wystąpić pod koniec tej dekady. Podsumowując, należy podkreślić, że ryzyko związane z dostępnością i stabilnością dostaw surowców stanowi kluczową kwestię z punktu widzenia zagadnień bezpieczeństwa.

LITERATURA

- [1] Zachmann G., Holz B. F., Roth A., McWilliams B., Sogalla B.R., Meissner F., Kemfert C.: Decarbonisation of Energy Determining a robust mix of energy carriers for a carbon-neutral EU, STUDY Requested by the ITRE committee, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies Directorate-General for Internal Policies Bruegel PE 695.469. November 2021.
- [2] Hofmann M., Hofmann H., Hagelüken C., Hool A.: Critical raw materials: A perspective from the materials science community. *Sustainable Materials and Technologies* 2018, 17, e00074. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2018.e00074>.
- [3] R. Zięba, Kategoria bezpieczeństwa w nauce o stosunkach międzynarodowych, [w:] D.B. Bobrow, E. Halizak, R. Zięba (red.), Bezpieczeństwo narodowe i międzynarodowe u schyłku XX wieku, Wyd. Naukowe Scholar, Warszawa 1997, s.10.
- [4] B. Buzan, R. Little, Systemy międzynarodowe w historii świata, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2011, 381-415.
- [5] Grzywacz M.: Prawnoadministracyjne instrumenty bezpieczeństwa surowcowego państwa, Rozprawa doktorska, Warszawa, grudzień 2019.
- [6] Surowce Krytyczne W Nowym Rozporządzeniu I Wykazie Komisji Europejskiej; Państwowy Instytut Geologiczny - PIB; 17 marzec 2023.
- [7] Leal Filho W., Kottler R., Özuyar P.G., Abubakar I.R., Eustachio J.H.P.P., Matandirotya N.R.: Understanding Rare Earth Elements as Critical Raw Materials. *Sustainability* 2023, 15(3), 1919. <https://doi.org/10.3390/su15031919>.
- [8] Lewicka E., Guzik K., Galos K.: On the Possibilities of Critical Raw Materials Production from the EU's Primary Sources. *Resources* 2021, 10(5), 50. <https://doi.org/10.3390/resources10050050>.
- [9] Massari S. and Ruberti M.: Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies. *Resources Policy* 2013, 38(1), 36-43. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2012.07.001>.
- [10] Schmid M.: Challenges to the European automotive industry in securing critical raw materials for electric mobility: The case of rare earths. *Mineralogical Magazine* 2020, 84(1), 5-17. doi:10.1180/mgm.2020.9.
- [11] Cimprich A., Young S.B., Schrijvers D. et al.: The role of industrial actors in the circular economy for critical raw materials: a framework with case studies across a range of industries. *Miner Econ* 2023, 36, 301-319. <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00304-8>.
- [12] Report On Critical Raw Materials For The Eu, Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials, Maj 2014.
- [13] Marel M., Zbroja P.: Wpływ pandemii na globalny łańcuch dostaw na przykładzie przedsiębiorstwa z branży AGD. *Translogistics* 2020, XVI Forum Studentów Transportu i Logistyki (16 ; 2020 ; Polska).
- [14] Brząkała M.: Wpływ pandemii oraz ataku Rosji na Ukrainę na logistykę ostatniej mili z uwzględnieniem rozwoju zachowań konsumenckich oraz globalnych łańcuchów dostaw. DOI: 10.15611/2022.23.7.2 JEL Classification: L91, R40.
- [15] Rabe W., Kostka G. Smith Stegen K.: China's supply of critical raw materials: Risks for Europe's solar and wind industries? *Energy Policy* 2017, 101, 692-699. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.019>.
- [16] Du X., Graedel T.E.: Global Rare Earth In-Use Stocks in NdFeB Permanent Magnets. *Journal of Industrial Ecology* 2011, 15(6), 836-843.
- [17] Maani T., Celik I., Heben M.J., Ellingson R.J., Apul D.: Environmental impacts of recycling crystalline silicon (c-Si) and cadmium telluride (CDTE) solar panels. *Science of The Total Environment* 2020, 735, p.138827.
- [18] Raport: Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge, KU Leuven, <https://eurometaux.eu/metals-clean-energy/>
- [19] Radwanek-Bąk B., Galos K., Nieć M.: Surowce kluczowe, strategiczne i krytyczne dla polskiej gospodarki; *Przegląd Geologiczny*, 66(3), 2018, 153-159.
- [20] Smakowski T.J., Surowce mineralne – krytyczne czy deficytowe dla gospodarki UE i Polski; *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energi Polskiej Akademii Nauk*; nr 81, rok 2011.
- [21] Dvořáček J., Sousedíková R., Kudelová Z., Jureková Z.: Market for Critical Raw Materials and its Influence on Mineral Prices. *Journal of the Polish Mineral Engineering Society* 2018, 43-46.
- [22] Jankowska E., Dekarbonizacja Europejskich Gospodarek w ujęciu przestrzennym. *Studia i Prace WNEiZ US nr 44/2 2016*; DOI: 10.18276/sip.2016.44/2-01.
- [23] Rada UE, Komunikat prasowy 25 kwietnia 2023.
- [24] Biuletyn Europejski Biura Analiz Sejmowych, nr 3(45), 24 lutego 2022; Redakcja: Adamiec D., Bachrynowski S., Branna J., Firlej N., Graniśzewski L., Groszkowska K., Krawczyk K., Kupis D., Sobolewski P., Szymanek J., Tazuszel A., Wasil W., Wąsowicz R.
- [25] Sobolewski M.: Gospodarka wodorowa. *Infos zagadnienia społeczno-gospodarcze*, 2022, 6, 1-4. Available at: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1045304> [Accessed 30 Aug. 2023].
- [26] Strategie wdrażania Zielonego Ładu II Międzynarodowa Konferencja Woda, Surowce i Energia PATRONAT HONOROWY MONOGRAFIA CZĘŚĆ II. (n.d.). doi:<https://doi.org/10.24425/stratziel2konf>.
- [27] Komisja Europejska - Komunikat prasowy; REPowerEU: Plan prowadzący

Prof. UAM dr hab. Robert PRZEKOP jest absolwentem Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Stopień doktora habilitowanego uzyskał na Politechnice Poznańskiej w 2020 roku. Specjalizuje się w chemii materiałowej, katalizie heterogenicznej, biopaliwach.

W latach 2008-2010 zajmował stanowisko Wicedyrektora ds. Innowacji i Rozwoju Technologicznego w BGW WPH Sp. z o.o. W latach 2012-2014 Technolog w Poznańskim Parku Naukowo-Technologicznym Fundacji UAM. Od 2011 roku Profesor w Centrum Zaawansowanych Technologii UAM.

Od 2010 roku jest recenzentem w programach Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, autor ponad 300 ekspertyz i ocen na zlecenie tej agencji, głównie w obszarze badań stosowanych w przedsiębiorstwach i jednostkach naukowych.

Od roku 2019 przewodniczący panelu nauki Wielkopolskiej Platformy Wodorowej. Od roku 2022 członek Rady Koordynacyjnej ds. Gospodarki Wodorowej przy Ministerstwie Klimatu, przewodniczący Panelu Nauki w Platformie Wodorowej Urzędu Marszałkowskiego Województwa Wielkopolskiego. Członek Zarządu Głównego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego w Warszawie. Laureat programu LIDER (NCBiR) na UAM. W latach 2018-2019 przygotował i brał udział w przygotowaniu szeregu wniosków projektowych, m.in. w ramach działania – RPWP.01.01.00 (WRPO) POIR.02.03.02 (PARP), POIR.01.01.01 (NCBiR) POIR.04.04.00 (FNP) oraz wniosku w programie OPUS (NCN). W latach 2014-2020 brał udział w pracach w zespole przygotowującym do fazy operacyjnej i w fazie operacyjnej projektu Wielkopolskie Centrum Zaawansowanych Technologii.

Jest promotorem oraz promotorem pomocniczym w 7 przewodach doktorskich, był promotorem 20 prac licencjackich, inżynierskich i prac magisterskich. Jest autorem i współautorem 90. publikacji oraz 8. zgłoszeń patentowych. Jego zespół zrealizował w latach 2018-2021 ponad 200 prac badawczych i ekspertyz dla przemysłu (w tym największych przedsiębiorstwach chemicznych w kraju – PKN ORLEN, GRUPA AZOTY, CIECH).

e-mail: rpzekop@amu.edu.pl

Dr Adam Stolarz doktor nauk o bezpieczeństwie - Akademia Sztuki Wojennej. Absolwent studiów magisterskich na kierunku finanse i rachunkowość przedsiębiorstw Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości im. Leona Koźmińskiego (obecna Akademia im. Leona Koźmińskiego), gdzie również ukończył studia podyplomowe z zakresu wyceny przedsiębiorstw i modelowania finansowego. Posiada bogate doświadczenie menedżerskie.

Dr Agnieszka MARTYŁA jest absolwentką Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Zawodowo związana z chemią materiałową, charakterystyką fizykochemiczną, katalizą, chemicznymi źródłami prądu. Zawodowo, w latach poprzednich IMN CLAIo w Poznaniu, obecnie pracuje w Centrum Zaawansowanych Technologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

W trakcie swojej pracy zawodowej realizowała i kierowała pracami wykonywanymi w ramach projektów finansowanych przez NCN, NCBR, czy ze środków unijnych, a także pracami badawczo-rozwojowymi, ekspertyzami i opracowaniami tematycznymi realizowanymi dla ministerstw oraz przemysłu, w tym dla największych przedsiębiorstw chemicznych w kraju: Grupa Azoty, KGHM, PKN ORLEN poruszającymi problematykę materiałów stosowanych w chemicznych i alternatywnych źródłach prądu, a także oczyszczania rozтворów produkcyjnych, otrzymywania nowych materiałów wielofunkcyjnych, opracowywania założeń produkcyjnych. Jest autorem i współautorem szeregu publikacji o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Członek SITPChem oraz Platformy Wodorowej przy Urzędzie Marszałkowskim Województwa Wielkopolskiego. Zainteresowania naukowe: nośniki energii, wodór, materiały katalityczne, ogniwa paliwowe, fotowoltaika, paliwa alternatywne. e-mail: agnieszka.martyla@amu.edu.pl

Mgr inż. Adam Żurek – absolwent Politechniki Łódzkiej – Wydz. Chemiczny – mgr inż. chemik oraz Uniwersytetu Łódzkiego – Wydz. Ekonomiczno-Socjologiczny – mgr ekonomii, Studium Podyplomowego Kadry Kierowniczej o profilu organizacja i zarządzanie na Uniwersytecie Łódzkim, a także Szkoły Zarządzania-Centrum Promocji Kadr w Warszawie. Uczestnik cyklu szkoleń w zakresie komunikacji i pracy w zespole, m.in. dla Członków Rad Nadzorczych w Spółkach Skarbu Państwa, z Współczesnych Systemów Zarządzania Produkcją, dla Członków Zarządów Spółek NFI.

Aktualnie konsultant dla firm Termal i Energotherm w zakresie efektywności energetycznej procesów technologicznych (audyt technologii, optymalizacja zużycia czynników energetycznych i technologicznych), gospodarka odpadami.

2016- 2021 Dyrektor Korporacyjnej Strategii i Rozwoju Grupy Azoty S.A.
2011-2013 Dyrektor ds. ochrony środowiska „Energotherm”,
2007-2014 Dyrektor Departamentu Rozwoju,
Dyrektor Oddziału Odzysku Surowców – KGHM Ecoren S.A. w Lubinie;
2004 - 2007 Główny Specjalista ds. Inwestycji, Z-ca kier. Biura Prognoz, Analiz i Restrukturyzacji- ZCh. „POLICE”, S.A. w Policach
2002 - 2004 Członek Zarządu – „INFOREKO” sp. z o.o. w Zgierzu,
1999 -2002 Likwidator -ZPB „BORUTA” S.A. w likwidacji w Zgierzu,
1982 – 1998 Członek Zarządu, Pełnomocnik ds. Restrukturyzacji, Szef Produkcji, Kierownik Wydziału, Technolog, Kierownik Zmiany - ZPB „BORUTA” w Zgierzu, 2016- 2017

Członek Rady Nadzorczej „PDH Polska”, „DOLEKO”- Organizacja Odzysku, Członek Rady Nadzorczej Spółki „EKO-BORUTA”, Przewodniczący Rady Nadzorczej Spółki „Energetyka-Boruta” sp. z o.o., Członek Komisji Rewizyjnej Zgierskiej Spółki Wodnej.

W swoim portfolio posiada m.in. prace konsultacyjne dla Poyry, Ashland Energotherm Rozruch – IMOS, Raków, IMOS Oświęcim, Technika Gliwice, Rafako, Chemoservis, na instalacji IMOS dla Kogeneracji Wrocław, Innovatora Gliwice, Tsupport, IMN-CLAIo – usuwanie metali z kwaśnych rozтворów produkcyjnych dla ZCh Police, Energotherm Consulting. Prace przy instalacji pirolizy baterii, IMN-CLAIo – technologia utylizacji eluatów; oczyszczanie rozтворów mocznika dla Grupa Azoty ZChPolice. Projekt i nadzór nad montażem uruchomienie, próby technologiczne – instalacja pilotażowa do usuwania metali ciężkich dla ZCh Police we współpracy z IMN- CLAIo. IMN – opracowanie wymagania w zakresie czystości związków manganu i cynku, odbiorcy produktów. „ZWG” Sp. z o.o. – technologia pirolizy gumy. „Polczar” – audyt technologiczno-energetyczny instalacji. Opracowanie dla ZCh „Police” we współpracy z IMN-CLAIo technologii oczyszczania rozтворów substancji organicznych z niklu i chromu.

Dr Agnieszka MARTYŁA absolwentka Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Zawodowo związana z chemią materiałową, charakterystyką fizykochemiczną, katalizą, chemicznymi źródłami prądu. Zawodowo, w latach poprzednich IMN CLAIo w Poznaniu, obecnie pracuje w Centrum Zaawansowanych Technologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

W trakcie swojej pracy zawodowej realizowała i kierowała pracami wykonywanymi w ramach projektów finansowanych przez NCN, NCBR, czy ze środków unijnych, a także pracami badawczo-rozwojowymi, ekspertyzami i opracowaniami tematycznymi realizowanymi dla ministerstw oraz przemysłu, w tym dla największych przedsiębiorstw chemicznych w kraju: Grupa Azoty, KGHM, PKN ORLEN poruszającymi problematykę materiałów stosowanych w chemicznych i alternatywnych źródłach prądu, a także oczyszczania rozтворów produkcyjnych, otrzymywania nowych materiałów wielofunkcyjnych, opracowywania założeń produkcyjnych.

Jest autorem i współautorem szeregu publikacji o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Członek SITPChem oraz Platformy Wodorowej przy Urzędzie Marszałkowskim Województwa Wielkopolskiego.

Zainteresowania naukowe: nośniki energii, wodór, materiały katalityczne, ogniwa paliwowe, fotowoltaika, paliwa alternatywne. e-mail: agnieszka.martyla@amu.edu.pl



SZKOLENIA CNBOP-PIB stacjonarne / hybrydowe / on-line



szkolenia dla rzeczoznawców ds. zabezpieczeń ppoż.



szkolenia dla projektantów, instalatorów i konserwatorów



szkolenia dotyczące wyrobów stosowanych w ochronie ppoż.

PEŁNA OFERTA ORAZ TERMINARZ SZKOLEŃ NA STRONIE WWW.CNBOP.PL

TWÓJ PARTNER W BEZPIECZEŃSTWIE

GWARANTUJEMY

- ✓ wysoki poziom merytoryczny
- ✓ różnicowany stopień zaawansowania – dostosowany do wiedzy i umiejętności kursantów
- ✓ optymalny dobór zagadnień
- ✓ wykwalifikowaną kadrę wykładowców

OFERUJEMY

- ✓ aktualną wiedzę i praktyczne umiejętności w wybranym obszarze
- ✓ uznawany na rynku certyfikat lub zaświadczenie
- ✓ ćwiczenia projektowe

WYKAZ SZKOLEŃ

- | | |
|---|---|
| <p>01 Szkolenie dla konserwatorów systemów sygnalizacji pożarowej</p> <p>02 Szkolenie dla rzeczoznawców do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych</p> <p>03 Szkolenie dla projektantów systemów wentylacji pożarowej w obiektach budowlanych</p> <p>04 Szkolenie dla projektantów, instalatorów i konserwatorów dźwiękowych systemów ostrzegawczych</p> <p>05 Szkolenie: Przegląd i konserwacja systemów wentylacji pożarowej w obiektach budowlanych</p> <p>06 Szkolenie dla konserwatorów podręcznego sprzętu gaśniczego</p> <p>07 Szkolenie dla projektantów, instalatorów i konserwatorów systemów sygnalizacji pożarowej</p> <p>08 Szkolenie: Dyrektywa ATEX. Ocena ryzyka związanego z możliwością wystąpienia atmosfer wybuchowych – podejście praktyczne</p> <p>09 Szkolenie: Instrukcja bezpieczeństwa pożarowego. Praktyczne wskazówki opracowania dokumentu z przykładami</p> | <p>10 Szkolenie: Stałe urządzenia gaśnicze tryskaczowe w ochronie przeciwpożarowej</p> <p>11 Szkolenie: Przeciwpowarowy wyłącznik prądu „PWP”</p> <p>12 Szkolenie: Planowanie i organizacja ewakuacji ludzi z budynków</p> <p>13 Szkolenie dla konserwatorów hydrantów zewnętrznych i wewnętrznych</p> <p>14 Szkolenie Inspektorów Ochrony Przeciwpożarowej</p> <p>15 Szkolenie: Stałe urządzenia gaśnicze gazowe w ochronie przeciwpożarowej</p> <p>16 Oświetlenie awaryjne – projektowanie, instalacja i konserwacja</p> <p>17 Szkolenie z zakresu ochrony ppoż. dotyczące drzwi i innych zamknięć przeciwpożarowych. Dobór, montaż, przegląd i konserwacja</p> <p>18 Warsztat tematyczny z zakresu „Wytycznych CNBOP-PIB W-0007:2020 Integracja Systemów Bezpieczeństwa Pożarowego Obiektów Budowlanych”</p> <p>19 Szkolenie: Oddziaływanie grawitacyjne</p> |
|---|---|

Zapytania w sprawie szkoleń prosimy kierować na adres e-mail: szkolenia@cnbop.pl lub tel. (+48) 22 76 93 221, 391, 368