



	RDB – IGNIS Sp. z o.o. ul. Podgórna 4 40-026 Katowice	
Temat opracowania: OCENA ZAGROŻENIA WYBUCEM dla pomieszczeń akumulatorowni w budynku rozdzielni 20 kV i budynku nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec		
Obiekt: Budynek rozdzielni 20 kV i budynek nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 w Bolesławcu		
Stadium opracowania: Ocena ryzyka w ramach dokumentacji zabezpieczenia przed wybuchem dla modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec. Dostosowanie stacji WN/SN do autonomii 24H		
Branża: ochrona przeciwpożarowa		
Opracował: <i>inż. poż. Bernard Mazurek</i>	Data i podpis:	
Zatwierdził:	Data i podpis:	
Zlecający: EAZet Paweł Wcisło 32-300 Olkusz, Osiek 189 		
Sygnatura dokumentu: OZW 1/05/2021	Nr egzemplarza:	

Olkusz, maj 2021 r.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	3
2. Charakterystyka budowlana i technologiczna pomieszczeń akumulatorowni w budynku rozdzielni 20 kV i budynku nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec, z wyszczególnieniem miejsc pracy oraz przestrzeni w których może wystąpić atmosfera wybuchowa.....	14
3. Wykaz i charakterystyka fizykochemiczna w zakresie zagrożenia pożarowo - wybuchowego, stosowanych materiałów - substancji palnych mogących stworzyć mieszaninę wybuchową z powietrzem lub innymi gazami utleniającymi, o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości.....	17
4. Wskazanie pomieszczeń zagrożonych wybuchem	20
5. Wyznaczenie w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych odpowiednich stref zagrożenia wybuchem. Określenie ilości atmosfery wybuchowej - zasięgu stref zagrożenia wybuchem.....	21
6. Wskazanie czynników mogących w nich zainicjować zapłon.....	30
7. Graficzna dokumentacja klasyfikacyjna zawierająca plany sytuacyjne obrazujące rodzaj i zasięg stref zagrożenia wybuchem oraz lokalizację i identyfikację źródeł emisji.....	32
8. Dodatkowe załączniki opisowe i graficzne do opracowania: - Lokalizacja pomieszczeń akumulatorowni w budynku rozdzielni 20 kV i budynku nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec. - Tablica z charakterystyką substancji: wodoru, zgodnie z PN-EN 60079-10. - Wykaz źródeł emisji gazów palnych: wodoru, zgodnie z PN-EN 60079-10 w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec.	

1. Wstęp.

Podstawą prawną opracowania oceny zagrożenia wybuchem dla pomieszczeń akumulatorowni w budynku rozdzielni 20 kV i budynku nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec, jest:

- § 37. rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719 z późn. zm. w Dz. U. 2019r. poz.67):

[...Prace niebezpieczne pod względem pożarowym oraz ocena zagrożenia wybuchem.

§ 37. 1. W obiektach i na terenach przyległych, gdzie są prowadzone procesy technologiczne z użyciem materiałów mogących wytworzyć mieszaniny wybuchowe lub w których materiały takie są magazynowane, dokonuje się oceny zagrożenia wybuchem.

2. Ocena zagrożenia wybuchem obejmuje wskazanie pomieszczeń zagrożonych wybuchem, wyznaczenie w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych odpowiednich stref zagrożenia wybuchem wraz z opracowaniem graficznej dokumentacji klasyfikacyjnej oraz wskazanie czynników mogących w nich zainicjować zapłon.

3. Graficzna dokumentacja klasyfikacyjna zawiera plany sytuacyjne obrazujące rodzaj i zasięg stref zagrożenia wybuchem oraz lokalizację i identyfikację źródeł emisji, zgodnie z zasadami określonymi w Polskich Normach.

4. Oceny zagrożenia wybuchem dokonują: inwestor, projektant lub użytkownik decydujący o procesie technologicznym.

5. Ocena zagrożenia wybuchem może stanowić część oceny ryzyka wybuchu, o której mowa w przepisach rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 maja 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa (Dz. U. Nr 107, poz. 1004 oraz z 2006 r. Nr 121, poz. 836)[z późn. zm. przepisu– dop. autora].

6. Klasyfikację stref zagrożenia wybuchem określa Polska Norma dotycząca zapobiegania wybuchowi i ochronie przed wybuchem.

7. Pomieszczenie, w którym może wytworzyć się mieszanina wybuchowa, powstała z wydzielającej się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia w tym pomieszczeniu przekraczający 5 kPa, określa się jako pomieszczenie zagrożone wybuchem.

8. Wytyczne w zakresie określania przyrostu ciśnienia w pomieszczeniu, jaki mógłby zostać spowodowany przez wybuch, określa załącznik do rozporządzenia.

9. W pomieszczeniu należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem, jeżeli może w nim występować mieszanina wybuchowa o objętości co najmniej 0,01 m³ w zwartej przestrzeni...].

- §§ 4. - 7. rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej z dnia 8 lipca 2010r. (Dz. U. Nr 138, poz. 931):

[...§ 4.4. Pracodawca dokonuje kompleksowej oceny ryzyka związanego z możliwością wystąpienia w miejscach pracy atmosfery wybuchowej, zwanej dalej „oceną ryzyka”, biorąc pod uwagę co najmniej:

1) prawdopodobieństwo i czas występowania atmosfery wybuchowej;

2) prawdopodobieństwo wystąpienia oraz uaktywnienia się źródeł zapłonu, w tym wyladowań elektrostatycznych;

3) eksploatowane przez pracodawcę instalacje, używane substancje i mieszaniny, zachodzące procesy i ich wzajemne oddziaływanie;

4) rozmiary przewidywanych skutków wybuchu.

5. Ocena ryzyka obejmuje również miejsca pracy, które są albo mogą być połączone poprzez otwory z innymi miejscami, gdzie może wystąpić atmosfera wybuchowa.

6. W miejscach pracy, gdzie atmosfera wybuchowa może wystąpić w ilościach zagrażających zdrowiu i bezpieczeństwu osób pracujących, pracodawca, zgodnie z przeprowadzoną oceną ryzyka, zapewnia bezpieczeństwo i właściwy nadzór tych osób, wprowadzając adekwatne do zagrożenia środki ochronne, niezbędne do realizacji celów wymienionych w ust. 1.

7. Określenia ilości atmosfery wybuchowej, o których mowa w ust. 6, dokonuje się na podstawie odrębnych przepisów, w szczególności dotyczących ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów lub specyfikacji technicznych.

§ 5.1. Pracodawca dzieli przestrzeń zagrożoną wybuchem na strefy, klasyfikując je na podstawie prawdopodobieństwa i czasu występowania atmosfery wybuchowej jako:

1) strefa 0 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, występuje stale, często lub przez długie okresy;

2) strefa 1 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;

3) strefa 2 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia, utrzymuje się przez krótki okres;

4) strefa 20 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale, często lub przez długie okresy;

5) strefa 21 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;

6) strefa 22 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia, utrzymuje się przez krótki okres.

2. Przy dzieleniu przestrzeni zagrożonych wybuchem, pracodawca powinien uwzględniać warstwy, osady pyłu i nagromadzony pył, jako źródła mogące potencjalnie wytwarzać atmosferę wybuchową.

3. Pracodawca powinien zapewnić spełnienie minimalnych wymagań określonych w § 8-16, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej, w odniesieniu do stref, o których mowa w ust. 1.

4. Przestrzenie, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej w ilościach zagrażających bezpieczeństwu i zdrowiu, pracodawca oznacza, w miejscach wstępu do tych przestrzeni, znakiem ostrzegawczym, określonym w załączniku.

§ 6.1. Udostępnione przez pracodawcę miejsca pracy, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, powinny spełniać minimalne wymagania określone w niniejszym rozporządzeniu.

2. Jeżeli w miejscach pracy, o których mowa w ust. 1, dokonana została zmiana, modyfikacja lub przebudowa, pracodawca powinien podjąć niezbędne działania w celu niezwłocznego dostosowania tych miejsc do minimalnych wymagań określonych w niniejszym rozporządzeniu.

§ 7.1. Pracodawca, przed udostępnieniem miejsca pracy, powinien sporządzić dokument zabezpieczenia przed wybuchem, na podstawie oceny ryzyka, o której mowa w § 4 ust. 4 i 5.

2. W przypadku gdy miejsce pracy, znajdujące się w nim urządzenia lub organizacja pracy zostały poddane zmianom mogącym mieć wpływ na wynik oceny ryzyka, pracodawca powinien niezwłocznie dokonać aktualizacji dokumentu.

3. Dokument, o którym mowa w ust. 1, powinien zawierać w szczególności:

1) opis środków ochronnych, które zostaną podjęte w celu spełnienia wymagań określonych w niniejszym rozporządzeniu oraz ograniczenia szkodliwych skutków wybuchu;

2) wykaz przestrzeni zagrożonych wybuchem wraz z ich klasyfikacją na strefy;

3) oświadczenie pracodawcy, że:

a) miejsca pracy, urządzenia, a także urządzenia ostrzegawcze są zaprojektowane, używane i konserwowane w sposób zapewniający bezpieczne i właściwe ich funkcjonowanie,

- b) urządzenia spełniają wymagania przewidziane w przepisach dotyczących minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy,
- c) została dokonana ocena ryzyka związanego z możliwością wystąpienia atmosfery wybuchowej;
- 4) terminy dokonywania przeglądu stosowanych środków ochronnych, o których mowa w § 4 ust. 1;
- 5) określenie, dla wszystkich osób wykonujących pracę na rzecz różnych pracodawców w tym samym miejscu pracy:
 - a) środków ochronnych, o których mowa w pkt. 1,
 - b) zasad koordynacji stosowania tych środków przez pracodawcę odpowiedzialnego za miejsce pracy,
 - c) celu koordynacji oraz metod i procedur jej wprowadzania.
- 4. Pracodawca może łączyć dokument zabezpieczenia przed wybuchem z innymi, podobnymi dokumentami lub sprawozdaniami o tym samym znaczeniu, opracowanymi na podstawie odrębnych przepisów....].

Dodatkowe zastosowane podstawy prawne, obowiązujące normy i materiały źródłowe:

- Dyrektywa PE i Rady UE Nr 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej*.
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (t.j. Dz. U. z 2020r. poz. 961).
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dz. U. z 2016r. poz. 817).
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. z 2019r. poz. 1830).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1065).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r. poz. 2117).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy. (Dz. U. Nr 191 poz. 1596 z późn. zm.).

* Dyrektywa PE i Rady Nr 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014r. – **tzw. „Dyrektywa ATEX 2014/34/UE” od dnia 20.04.2016r. zastępuje „Dyrektywę ATEX 94/9/WE”, dotyczy ona zmian w zakresie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem w zakresie:**

- zmiany obowiązków producenta oraz importera – upoważnionego przedstawiciela,
- nowych definicji, np.: maszyny, upoważnionego przedstawiciela, importera, komponentu,
- nowych wymagań dla wyrobów w zakresie materiałów w tym pojęcia produktów spełniających wymagania zasadnicze, ale stwarzających zagrożenie.

- PN-EN 60079-10-1:2016-02: Atmosfery wybuchowe. Część 10-1: Klasyfikacja przestrzeni
- Gazowe atmosfery wybuchowe.
- PN-EN 1127-1: Atmosfery wybuchowe - Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem - Arkusz 1: Pojęcia podstawowe i metodologia.

- PN-EN 62485-2 E 2018-09: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii wtórnych i instalacji baterii wtórnych. Część 2: Baterie stacjonarne. *[Zastępującej PN-EN 50272-2:2007 „Wymagania bezpieczeństwa i instalowania baterii wtórnych część 2: Baterie stacjonarne”]*.
- PN-EN 62485-1 E 2015: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii akumulatorowych.
- PN-EN 62040-1 2009: Systemy bezprzerwowego zasilania (UPS). Część 1: Wymagania ogólne i wymagania dotyczące bezpieczeństwa UPS. Aneks M (normatywny). Wentylacja przedziałów bateryjnych.
- PN-EN 15233:2007 Metodologia oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów ochronnych dla atmosfer potencjalnie wybuchowych.
- PN-EN 60079-10:2003 (U) Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 10: Klasyfikacja obszarów niebezpiecznych.
- PN-EN 50014:2002 (U) Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Wymagania ogólne i metody badań.
- PN-EN 50057:1997 Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów palnych. Wymagania dla przyrządów grupy II o zakresie pomiarowym do 100 procent dolnej granicy wybuchowości.
- PN-EN 61779-4:2002 (U) Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów palnych. Część 4: Wymagania ogólne dla przyrządów grupy II o zakresie pomiarowym do 100 procent dolnej granicy wybuchowości.
- PN-84/C-01200.00 Zagrożenie pożarem i wybuchem. Parametry zapalności i wybuchowości. Postanowienia ogólne i zakres normy.
- PN-92/E-05201 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Metody oceny zagrożeń wywołanych elektryzacją materiałów dielektrycznych stałych. Metody oceny zagrożenia pożarowego i/lub wybuchowego.
- PN-92/E-05202 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Bezpieczeństwo pożarowe i/lub wybuchowe. Wymagania ogólne.
- PN-92/E-05203 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Materiały i wyroby stosowane w obiektach oraz strefach zagrożonych wybuchem. Metody badania oporu elektrycznego właściwego i oporu upływu.
- PN-94/E-05204 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania. *[Norma aktualnie uchylona]*.
- PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Wymagania ogólne.
- PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.
- PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.
- M. Pofit-Szczepańska: Chemia palenia. Obliczenia chemiczne w zastosowaniu pożarniczym. WOSP W-wa.
- D. Ratajczak: Zasady wyznaczania stref zagrożenia wybuchem. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa, Oddział Wielkopolski w Poznaniu.
- M. Zdanowski: Zagrożenie wybuchem. Ocena i przeciwdziałanie. Komenda Główna Straży Pożarnych, Instytut wydawniczy CRZZ, Warszawa.
- M. Woliński, G. Ogrodnik, J. Tomczuk: Ocena zagrożenia wybuchem. SGSP W-wa.
- S. Gliński: Urządzenia elektryczne w obszarach zagrożonych wybuchami. WN-T W-wa.
- M. Świerżewski: Instalacje elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. WN-T W-wa.
- D. Brzezińska, P. Bryant: Strategie ochrony przeciwpożarowej budynków, Łódź 2018.
- „Zasady wyznaczania stref zagrożenia wybuchem” – n.p. „Explosionsschutz – Richtlinien, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Ausgabe 3/85”, wyd. SITP Oddział Wielkopolski w Poznaniu.

- „Kontrola głównych zagrożeń przemysłowych”. Poradnik MOP Genewa 1999r.
- „Metoda analizy i oceny ryzyka potencjalnych zdarzeń zagrażających w projektowaniu systemów detekcji gazów wybuchowych w obiektach przemysłowych” – artykuł Ireneusz Rogala, Kazimierz T. Kosmowski: Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 51/2016.
- CIOP / IPO: Opis programu „EmergScen”.
- „Akumulatorownie w przemyśle. Bezpieczeństwo wybuchowe podczas stosowania baterii kwasowo-ołowiowych” – artykuł Alicja Kowalik, Atex Wolff i Wspólnicy.

Opracowanie wykonano w oparciu o udostępnioną przez Zlecającego część projektu pt. „Modernizacja stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec. Dostosowanie stacji WN/SN R-304 BLM Bolesławiec do autonomii 24H: część P-378.1-4”, opracowanego przez EAZet Paweł Wcisło 32-300 Olkusz, Osiek 189.

Ponadto wykorzystano przedłożoną przez Zlecającego dokumentację techniczną – ruchową, projektowanych urządzeń, tj.: baterii stacjonarnych i wentylatorów wyciągowych powietrza z pomieszczeń akumulatorowni w tym:

Niniejsze opracowanie nie zawiera oceny zastosowanej technologii i doboru urządzeń technologicznych w odniesieniu do występujących w niej materiałów.

Ustalenia ilościowe i obliczenia oparto na danych przedstawionych dokumentacyjnie lub deklarowanych przez Zlecającego.

W opracowaniach z zakresu oceny zagrożenia wybuchem mogą być stosowane normatywne, niżej wymienione, pojęcia podstawowe wykorzystywane przy opisie jakościowym i ilościowym oceny zagrożenia wybuchem:

Wybuch – gwałtowna reakcja utleniania lub rozkładu wywołująca wzrost ciśnienia powyżej ustalonej w przepisach wartości.

Zagrożenia wybuchem - stężenie palnych substancji w powietrzu przekracza dolną granicę wybuchowości i istnieje efektywne źródło zapłonu.

Pomieszczenie zagrożone wybuchem - pomieszczenie, w którym może wytworzyć się mieszanina wybuchowa, powstała z wydzielającej się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia w tym pomieszczeniu przekraczający 5 kPa.

Wyfuknięcie – spalanie kinetyczne, zależne od mechanizmu chemicznego przebiegu reakcji chemicznej, ze wzrostem ciśnienia. Sposób transportu ciepła przez przewodzenie i przekazywanie. Nadciśnienie do 15 kPa, prędkość spalania 4 – 10 m/s.

Podział palnych par i gazów z uwagi na gęstość względną:

Gęstość względna (dp)	Określenie	Przykłady
$dp < 0,8$	Gazy i pary unoszące się	Wodór, metan, amoniak, gaz miejski
$0,8 < dp < 1,1$	Gazy i pary rozchodzące się we wszystkich kierunkach	Acetylen, tlenek węgla, etan, etylen, cyjanowodór
$dp > 1,1$	Gazy i pary zalegające (pełzające)	Węglowodory

Dolna granica wybuchowości (DGW) - stężenie gazu palnego, pary palnej lub pyłu w powietrzu, poniżej którego atmosfera gazowa nie jest wybuchowa.

Górna granica wybuchowości (GGW) - stężenie gazu palnego, pary palnej lub pyłu w powietrzu, powyżej którego atmosfera gazowa nie jest wybuchowa.

Atmosfera wybuchowa - mieszanina substancji palnych w postaci gazu, pary lub pyłu z powietrzem o stężeniu pomiędzy dolną, a górną granicą wybuchowości. Mieszanina z powietrzem, w warunkach atmosferycznych, substancji palnych w postaci gazu, pary, mgły lub pyłu, w której to mieszaninie po nastąpieniu zapłonu spalanie rozprzestrzenia się na całą niespaloną jej część.

Atmosfera potencjalnie wybuchowa – atmosfera, która w zależności od warunków lokalnych i ruchowych może stać się wybuchowa.

Strefa zagrożenia wybuchem - wyznaczona (sklasyfikowana) przestrzeń zagrożona wybuchem o objętości co najmniej $0,01\text{m}^3$.

Strefa 0 – przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych, w postaci gazu, pary albo mgły, z powietrzem występuje stale, w długim czasie lub często.

Strefa 1 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych, w postaci gazu, pary albo mgły, z powietrzem może czasami wystąpić w trakcie normalnej pracy.

Strefa 2 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych, w postaci gazu, pary albo mgły, z powietrzem nie występuje w trakcie normalnej pracy, a w przypadku wystąpienia (rzadko) trwa przez krótki okres czasu.

Strefa 20 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale, często lub przez długie okresy.

Strefa 21 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania.

Strefa 22 - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia, utrzymuje się przez krótki okres.

Emisja ciągła - emisja, która występuje stale lub której występowania można spodziewać się w długich okresach.

Pierwszy stopień emisji - emisja, której występowanie w warunkach normalnej pracy można spodziewać się okresowo lub okazynie.

Drugi stopień emisji - emisja, której występowania w warunkach normalnej pracy nie można spodziewać się, a jeżeli pojawi się ona rzeczywiście, to tylko rzadko i tylko na krótkie okresy.

Otworki pomiędzy przestrzeniami - potencjalne źródła emisji.

Klasyfikacja otworów:

- **Rodzaj A** - otworki nie mające odpowiednich charakterystycznych cech określonych w odniesieniu do rodzajów B, C i D. Przykłady: otwarte przejścia w celach udostępniania lub wykorzystywania np.: kanały, przeloty rurowe ściennie, podłogowe i sufitowe, stałe wyloty wentylacyjne w pomieszczeniach, budynkach i podobne otworki rodzaju B, C i D, które są otwarte często lub w długich okresach.

- **Rodzaj B** - otworki normalnie zamknięte (np. zamknięcia automatyczne) i otwierane rzadko, które są ponadto dokładnie dopasowane.

- **Rodzaj C** - otwory normalnie zamknięte i otwierane rzadko rodzaju B, które są ponadto dopasowane i uszczelnione (np. uszczelką) wzdłuż całego obwodu; lub dwa otwory rodzaju B połączone szeregowo, mające niezależne automatyczne urządzenia zamykające.

- **Rodzaj D** - otwory normalnie zamknięte rodzaju C, które mogą być otwarte tylko za pomocą specjalnych środków lub awaryjnie. Otwory rodzaju D są skutecznie uszczelnione, tak jak w połączeniach użytkowych (np.: kanałów i rurociągów) lub mogą stanowić szeregową kombinację jednego otworu rodzaju C, sąsiadującego z przestrzenią zagrożoną i jednego otworu rodzaju B.

Wpływ otworów na stopień emisji:

Strefa po stronie wlotowej otworu	Rodzaj otworu	Stopień emisji otworu uważanego za źródło emisji
strefa 0	A B C D	Ciągła (Ciągła)/pierwszy Drugi Bez emisji
strefa 1	A B C D	Pierwszy (Pierwszy)/drugi (Drugi)/bez emisji Bez emisji
strefa 2	A B C D	Drugi (Drugi)/bez emisji Bez emisji Bez emisji
UWAGA - W przypadku stopni emisji podanych w nawiasach, podczas projektowania należy rozważyć częstotliwość otwarcia.		

Stopień wentylacji wysoki (VH) - jest w stanie zredukować stężenie przy źródle emisji poniżej DGW niemal natychmiast.

Stopień wentylacji średni (VM) - stabilizuje stężenie - stężenie poza granicami strefy utrzymuje się podczas trwania emisji poniżej DGW i atmosfera wybuchowa nie zalega za długo po zakończeniu emisji.

Stopień wentylacji niski (VL) - nie jest w stanie kontrolować stężenia podczas emisji.

Dyspozycyjność wentylacji dobra – wentylacja prawie zawsze.

Dyspozycyjność wentylacji dostateczna – wentylacja w czasie normalnej pracy. Przerwy są dopuszczalne pod warunkiem ich rzadkiego występowania i w krótkich okresach.

Dyspozycyjność wentylacji słaba – wentylacja która nie spełnia wymagań dotyczących wentylacji dostatecznej lub dobrej, lecz nie dopuszcza się występowania przerw o długich okresach.

Wpływ zastosowanej wentylacji na wyznaczanie rodzajów stref zagrożenia wybuchem gazów palnych i par cieczy palnych:

WENTYLACJA							
STOPIEŃ EMISJI	STOPIEŃ						
	WYSOKI (VH)			ŚREDNI (VM)			NISKI (VL)
	DYSPOZYCYJNOŚĆ						
	Dobra	Dostateczna	Słaba	Dobra	Dostateczna	Słaba	Dobra dostateczna lub słaba
CIĄGŁA	(strefa 0 NE) niezagroż. ^{1.}	(strefa 0 NE) strefa 2 ^{1.}	(strefa 0 NE) strefa 1 ^{1.}	Strefa 0	Strefa 0 + strefa 2	Strefa 0 + strefa 1	Strefa 0
PIERWSZY	(strefa 1 NE) niezagroż. ^{1.}	(strefa 1 NE) strefa 2 ^{1.}	(strefa 1 NE) strefa 2 ^{1.}	Strefa 1	Strefa 1 + strefa 2	Strefa 1 + strefa 2	Strefa 1 lub strefa 0 ^{3.}
DRUGI ^{2.}	(strefa 2 NE) niezagroż. ^{1.}	(strefa 2 NE) niezagroż. ^{1.}	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 1 i nawet strefa 0 ^{3.}
¹⁾ strefa 0 NE, 1 NE lub 2 NE oznacza teoretyczną strefę, która w warunkach normalnych ma pomijalnie mały zasięg. ²⁾ strefa 2 w przestrzeni wywołanej emisją o drugim stopniu może się rozszerzyć po przypisaniu jej pierwszego stopnia lub emisji ciągłej, w tym przypadku należy przyjąć większą odległość. ³⁾ strefa będzie strefą 0, jeżeli wentylacja jest tak słaba, a emisja jest taka, że w praktyce atmosfera wybuchowa istnieje niemal ciągle (tj. zbliżając się do warunków „braku wentylacji”).							
Uwaga: „+” oznacza „otoczona przez”.							

Materiały niebezpieczne pożarowo:

- a) gazy palne,
- b) ciecze palne o temperaturze zapłonu poniżej 328,15 K (55 °C),
- c) materiały wytwarzające w zetknięciu z wodą gazy palne,
- d) materiały zapalające się samorzutnie na powietrzu,
- e) materiały wybuchowe i wyroby pirotechniczne,
- f) materiały ulegające samorzutnemu rozkładowi lub polimeryzacji,
- g) materiały mające skłonności do samozapalenia,
- h) materiały inne niż wymienione w lit. a—g, jeśli sposób ich składowania, przetwarzania lub innego wykorzystania może spowodować powstanie pożaru.

Niebezpieczna reakcja:

- a) tworzenie związków wybuchowych,
- b) spalanie lub wydzielanie znacznych ilości ciepła,
- c) wydzielanie gazów trujących lub palnych,
- d) tworzenie materiałów niestabilnych chemicznie.

Zawartość palna - substancje i preparaty odpowiadające kryteriom podanym dla kategorii „skrajnie łatwo palne”, „wysoko łatwo palne” i „łatwo palne”.

Substancja palna (łatwo palna) - substancja w postaci gazu, pary, cieczy, ciała stałego lub ich mieszanin, zdolna wchodzić w reakcję egzotermiczną z powietrzem po zapaleniu.

Typowe utleniacze:

- nadmanganian potasu KMnO_4 ;
- dwuchromian potasu $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- woda utleniona H_2O_2 ;
- podchloryn wapnia $\text{Ca}(\text{ClO})_2$;
- chloran potasu KClO_3 ;
- ozon O_3 ;
- nadtlenek sodu Na_2O_2 ;
- nadtlenek eteru $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}_2$;
- pięciotlenek azotu N_2O_5 ;
- kwas azotowy HNO_3 ;
- powietrze ($\text{O}_2 + \text{N}_2$).

Ogniwo akumulatorowe; pojedyncze ogniwo - zestaw elektrod i elektrolitu stanowiący podstawowy element baterii wtórnej. Zespół ten znajduje się w indywidualnej obudowie i zamknięty jest wieczkiem.

Ogniwo lub bateria kwasowo-ołowiowa - bateria wtórna, w której elektrody są głównie wykonane z ołowiu, a elektrolitem jest wodny roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4). Dodatnia elektroda jest z ditlenku ołowiu, a ujemna elektroda jest z ołowiu.

Ogniwo akumulatorowe otwarte - ogniwo z wieczkiem wyposażonym w otwór, który umożliwia swobodne ulatnianie się gazów.

Ogniwo regulowane zaworem - ogniwo wtórne, w normalnych warunkach zamknięte, wyposażone w urządzenie, które umożliwia ujście gazu, gdy ciśnienie wewnętrzne przekracza wstępnie ustaloną wartość; ogniwa tego zazwyczaj nie można uzupełnić elektrolitem.

Bateria kwasowo-ołowiowa o regulowanym kształcie VRLA - bateria wtórna, w której komórki są zamknięte, ale mają zawór, który pozwala na ucieczkę gazu, jeżeli ciśnienie wewnętrzne przekracza ustaloną wartość.

Uwaga 1 do wpisu: Komórka nie może normalnie otrzymywać dodatków do elektrolitu.

Ogniwo szczelnie zamknięte - ogniwo wtórne, które jest zamknięte co nie pozwala na wydostanie się ani gazu ani cieczy podczas pracy w granicach ładowania i temperatury określonych przez producenta. Ogniwo takie może być wyposażone w urządzenie bezpieczeństwa zapobiegające niebezpiecznie wysokiemu ciśnieniu wewnętrznemu. Ogniwo nie wymaga uzupełnienia elektrolitu i jest zaprojektowane do pracy przez cały okres jego żywotności w oryginalnie zamkniętym stanie.

Bateria wtórna - co najmniej dwa ogniwa wtórne połączone ze sobą i wykorzystywane jako źródło energii elektrycznej.

Bateria monoblokowa - bateria wtórna, w której zestawy płyt umieszczone są w wielokomorowym naczyniu.

Elektrolit - płynna lub stała faza zawierająca ruchome jony powodujące, że faza ta jest jonowo przewodząca.

Gazowanie; emisja gazu - wytwarzanie gazu w wyniku elektrolizy elektrolitu.

Ładowanie baterii - czynność, podczas której bateria otrzymuje z zewnętrznego obwodu energię elektryczną przetwarzaną na energię chemiczną.

Ładowanie wyrównawcze - przedłużone ładowanie zapewniające całkowite naładowanie wszystkich ogniw baterii.

Doładowywanie - wykorzystanie okresów nieaktywności akumulatora w czasie pracy na doładowywanie, aby w ten sposób wydłużyć okres pracy baterii unikając przez to nadmiernego wyładowania.

Przeładowanie - ładowanie kontynuowane po pełnym naładowaniu ogniwa lub baterii.

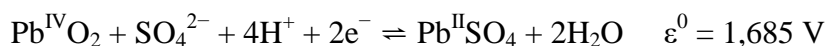
Wyładowywanie baterii - czynność, podczas której bateria dostarcza prąd na zewnętrzny obwód w wyniku przemiany energii chemicznej w energię elektryczną.

Rozładowywanie akumulatora - w trakcie poboru prądu z akumulatora, na elektrodach zachodzą następujące reakcje chemiczne:

- anoda – utlenianie:



- katoda – redukcja:



Na obu elektrodach w trakcie poboru prądu wydziela się siarczan ołowiu(II) (PbSO_4). W trakcie ładowania zachodzą dokładnie takie same reakcje – w odwrotnym kierunku.

Zewnętrzne wyposażenie baterii - sprzęt dodatkowy który wspomaga lub kontroluje pracę baterii, np. centralny system uzupełniający wodę, system wzbudzania elektrolitu, system monitorujący baterię, centralny system odgazowania, złącza baterii (wtyczki i gniazda), system kontroli termicznej itp.

Akumulatornia (akumulatorownia) - pomieszczenie (lub wydzielona powierzchnia) przeznaczone wyłącznie do ładowania baterii; może być także wykorzystane do konserwacji baterii.

Plac obsługi akumulatorów - otwarta powierzchnia przystosowana i przeznaczona do ładowania baterii; może być także wykorzystana do konserwacji baterii.

Kontrola - działanie obejmujące staranne zbadanie elementu instalacji, dokonane albo bez demontażu, albo dodatkowo z niezbędnym częściowym demontażem, uzupełnione środkami takimi jak pomiary, w celu wiarygodnego określenia czy element spełnia wymagania techniczne określone dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytkowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

Przegląd - działanie służące ocenie stanu urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytkowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

Konserwacja - odpowiednie czynności wykonywane w celu utrzymania lub przywrócenia takiego stanu elementu instalacji, aby spełniał on wymagania techniczne określone dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytkowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem i prawidłowo funkcjonował.

Maszyny - zbiór powiązanych ze sobą części lub podzespołów, z których przynajmniej jedna(en) porusza się, wraz z odpowiednimi urządzeniami roboczymi, układami sterowania, zasilania, itd., połączonych wspólnie do określonego zastosowania, w szczególności do przetwarzania, obrabiania, przemieszczania lub pakowania materiału (materiał jest równoważny substancji lub produktowi).

Urządzenia – maszyny, aparatura, sprzęt stały lub ruchomy, komponenty sterujące i oprzyrządowanie oraz należące do nich systemy wykrywania i zapobiegania, które oddzielnie lub połączone ze sobą są przeznaczone do wytwarzania, przesyłania, magazynowania, pomiaru, regulacji i przetwarzania energii lub do przekształcania materiałów, a które, przez ich własne potencjalne źródła zapłonu, są zdolne do spowodowania wybuchu.

Systemy ochronne – sprzęt inny niż komponenty urządzeń, którego zadaniem jest natychmiastowe powstrzymanie powstającego wybuchu lub ograniczenie skutecznego zasięgu płomienia i ciśnienia wybuchu, udostępniany na rynku oddzielnie do stosowania autonomicznego.

Komponenty – części i podzespoły istotne dla bezpiecznego funkcjonowania urządzeń i systemów ochronnych, lecz bez funkcji autonomicznych.

Użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem – użycie wyrobu zalecane przez producenta przez przypisanie urządzenia do danej grupy i kategorii urządzeń lub przez dostarczenie wszelkich informacji wymaganych dla zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania systemu ochronnego, sprzętu lub komponentu.

Urządzenia i systemy ochronne - dla wszystkich przestrzeni, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, są wybierane przez pracodawcę spośród kategorii oznaczonych jako „kategoria urządzeń 1”, „kategoria urządzeń 2” lub „kategoria urządzeń 3”, określonych w przepisach dotyczących zasadniczych wymagań dla systemów i urządzeń przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

Kategoria urządzeń 1 - obejmuje urządzenia zaprojektowane tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta oraz zapewniać bardzo wysoki poziom zabezpieczenia. Urządzenia tej kategorii przeznaczone są do użytku w miejscach, w których atmosfera wybuchowa spowodowana przez mieszaniny powietrza z gazami, parami, mgłami lub mieszaniny pyłowo-powietrzne występuje stale, często lub przez długi czas.

Kategoria urządzeń 2 - obejmuje urządzenia zaprojektowane tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta i zapewniać wysoki poziom zabezpieczenia. Urządzenia tej kategorii przeznaczone są do użytku w przestrzeniach, w których zachodzi prawdopodobieństwo sporadycznego wystąpienia atmosfery wybuchowej spowodowanej przez gazy, pary, mgły lub mieszaniny pyłowo-powietrzne.

Kategoria urządzeń 3 - obejmuje urządzenia zaprojektowane tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta oraz zapewniać normalny poziom zabezpieczenia. Urządzenia tej kategorii przeznaczone są do użytku w przestrzeniach, w których występowanie atmosfery wybuchowej spowodowanej przez gazy, pary, mgły lub mieszaniny pyłowo-powietrzne jest mało prawdopodobne lub jeżeli ona rzeczywiście występuje, to ma to miejsce niezbyt często i jedynie przez krótki okres.

Kontrola stężeń w otoczeniu aparatów technologicznych (eksplozymetry wstrzymujące przebieg procesu) – w przypadku osiągnięcia górnej wartości granicznej stężenia par cieczy palnej (niebezpiecznej pożarowo i wybuchowo), eksplozymetry oprócz środków zabezpieczających (skuteczna wentylacja mechaniczna) mogą automatycznie powodować dalsze działania, przewidziane dla stanów awaryjnych, w szczególności bezpieczne wyłączenie instalacji technologicznej, albo jej zagrożonych elementów.

Minimalna energia zapłonu (MEZ; MIE) - najmniejsza energia elektryczna nagromadzona w kondensatorze, która w trakcie jego rozładowania jest wystarczająca do spowodowania zapłonu najbardziej zapalnej atmosfery w określonych warunkach badania.

Normalna praca - sytuacja, podczas której urządzenie pracuje w zakresie swoich parametrów znamionowych.

- 1) Drobną emisję substancji palnej może być związana z normalną pracą. Na przykład, emisja spod uszczelki polegająca na zwilżaniu pompowaną cieczą jest uważana za wpływ drobny.
- 2) Awaryjne wymagające pilnej naprawy lub przestoju nie zalicza się do normalnej pracy (obowiązują wtedy wymagania rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719 z późn. zm.).

Wymagania bezpieczeństwa i środki zapobiegające zagrożeniu cieplnemu - ochrona przed oparzeniami wynikającymi z kontaktu z bardzo gorącymi, łatwo dostępnymi powierzchniami, powinna być zapewniona za pomocą izolacji lub osłon. Każda ekspozycja, dostępna, gorąca powierzchnia, powinna mieć nie więcej niż 60°C. Możliwe są wyjątki w przypadku bardzo małych powierzchni.

Zapalenie mieszaniny wybuchowej – pobudzenie do wybuchu, najrozmaitszymi czynnikami zewnętrznymi, które dostarczą dostateczną energię do zapoczątkowania reakcji.

Czynników tych może być wiele działających pojedynczo lub współdziałających, można do nich zaliczyć:

- nagrzane powierzchnie,
- iskry w obwodach elektrycznych,
- wyładowania atmosferyczne,
- wyładowania elektryczności statycznej,
- łuk elektryczny,
- otwarty płomień,
- iskry mechaniczne,
- różnego rodzaju promieniowanie.

Każda iskra wywołana zarówno czynnikami elektrycznymi, jak i mechanicznymi jest nośnikiem energii cieplnej. Największą zdolność zapalenia mieszanin wybuchowych mają iskry elektryczne bowiem towarzyszy im szereg dodatkowych zjawisk ułatwiających zapalenie mieszaniny, np. jonizacja.

2. Charakterystyka budowlana i technologiczna pomieszczeń akumulatorowni w budynku rozdzielni 20 kV i budynku nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec, z wyszczególnieniem miejsc pracy oraz przestrzeni w których może wystąpić atmosfera wybuchowa.

2.1. Opis ogólny.

W skład stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec wchodzi m. in. dwa budynki:

2.1.1. Jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony budynek rozdzielni SN 20 kV w którym jest pomieszczenie akumulatorowni.

Z uwagi na przeznaczenie i sposób użytkowania budynek jest zaliczony do grupy budynków produkcyjnych i magazynowych (PM) o deklarowanej gęstości obciążenia ogniowego $Q_d \leq 500 \text{ MJ/m}^2$.

Jest zaliczony do budynków niskich ($h < 12 \text{ m}$).

Posiada klasę odporności pożarowej „C”.

Cały budynek stanowi jedną strefę pożarową PM.

Kubatura pomieszczenia akumulatorowni: $5,7 \times 4,24 \times 4,22 = 101 \text{ m}^3$.

W pomieszczeniu akumulatorowni budynku rozdzielni 20kV projektuje się zabudowę jednej baterii akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składającej się ze 106 ogniw.

W akumulatorowni przewiduje się zainstalowanie stacjonarnych ogniw kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310 \text{ Ah}$) gird/power v x 2-300 z rekombinatorami zewnętrznymi AquaGen produkcji HOPPECKE Baterie Polska Sp. z o.o. ul. Składowa 13, 62-023 Żerniki k. Poznania.

Pomieszczenie akumulatorowni nie posiada stałych stanowisk pracy, w pomieszczeniu może przebywać wyłącznie jeden pracownik na czas poniżej 2 godzin w ciągu zmiany roboczej w celu wykonania bieżących czynności kontrolno-konserwacyjno-serwisowych.

Lokalizacja pomieszczenia akumulatorowni wraz z układem wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku rozdzielni 20 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec jest pokazany na poniższym rysunku nr 1.

Wyciąg z karty informacyjnej danych baterii stacjonarnych jest ujęty w załączniku do niniejszego opracowania.

2.1.2. Dwukondygnacyjny, podpiwniczony budynek nastawni rozdzielni 110 kV w którym na kondygnacji piwnicznej jest pomieszczenie akumulatorowni.

Budynek jest zlokalizowany przy ul. Matejki 26 w Bolesławcu.

Z uwagi na przeznaczenie i sposób użytkowania budynek jest zaliczony do grupy budynków produkcyjnych i magazynowych (PM) o deklarowanej gęstości obciążenia ogniowego $Q_d \leq 500 \text{ MJ/m}^2$.

Jest zaliczony do budynków niskich ($h < 12 \text{ m}$).

Posiada klasę odporności pożarowej „C”.

Cały budynek stanowi jedną strefę pożarową PM.

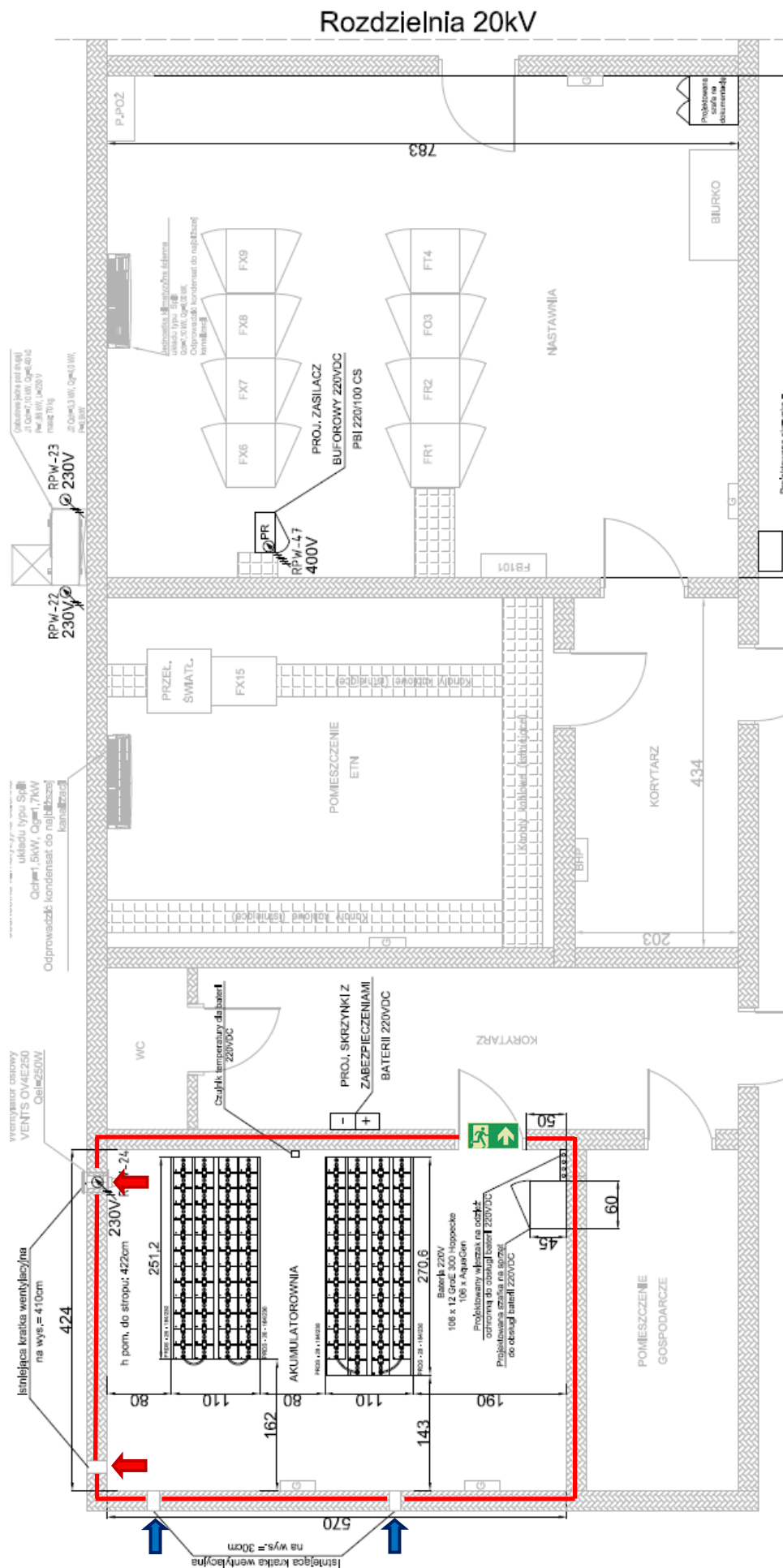
Kubatura pomieszczenia akumulatorowni: $6,77 \times 4,52 \times 2,47 + (2 \times 2)/2 \times 2,47 - (0,71 \times 0,98 \times 2,47) = 78,8 \text{ m}^3$.

W pomieszczeniu akumulatorowni budynku rozdzielni 20kV projektuje się zabudowę dwóch baterii akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składających się łącznie ze 212 ogniw.

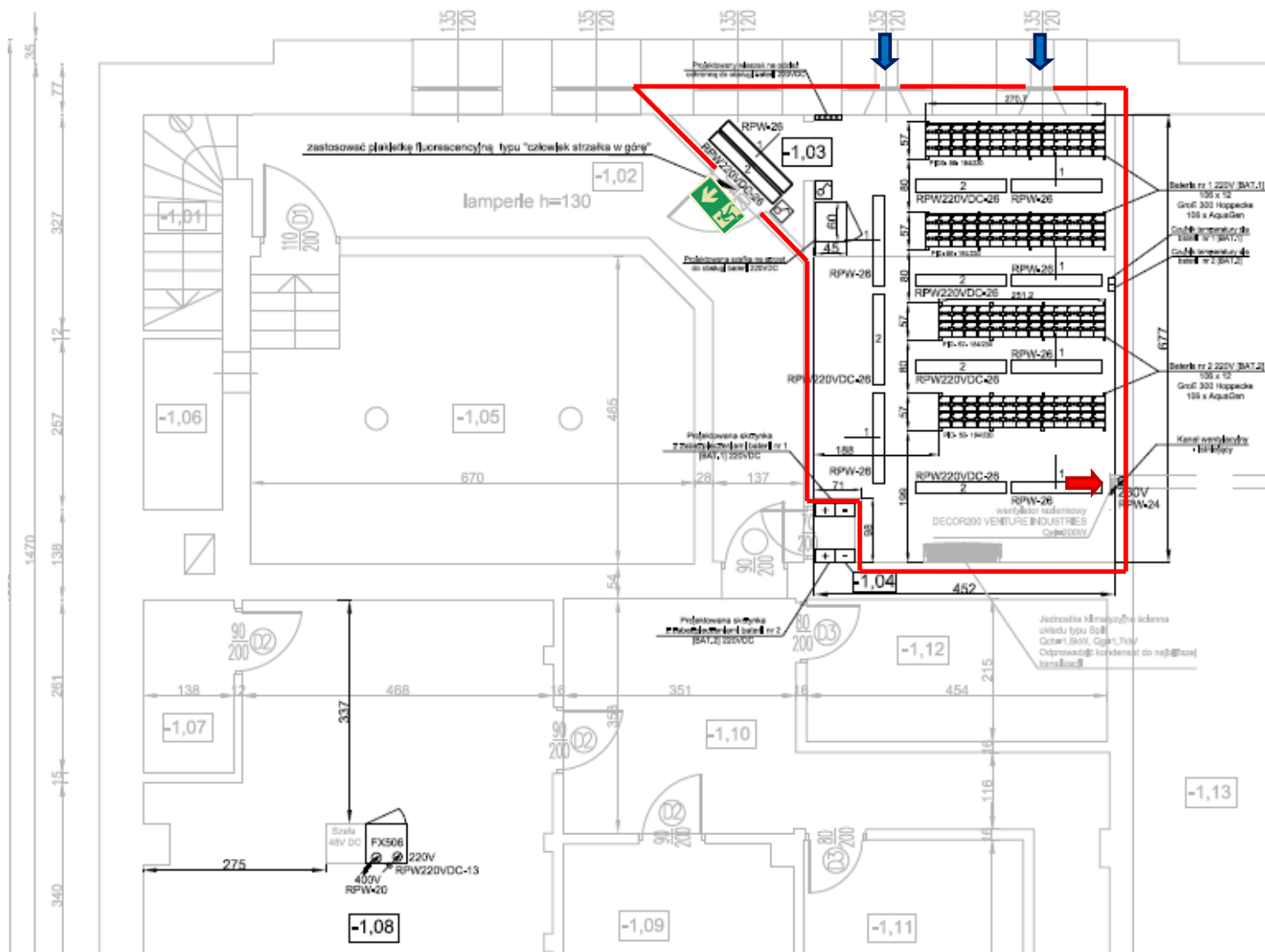
W akumulatorowni przewiduje się zainstalowanie stacjonarnych ogniw kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310 \text{ Ah}$) gird/power v x 2-300 z rekombinatorami zewnętrznymi AquaGen produkcji HOPPECKE Baterie Polska Sp. z o.o. ul. Składowa 13, 62-023 Żerniki k. Poznania.

Pomieszczenie akumulatorowni nie posiada stałych stanowisk pracy, w pomieszczeniu może przebywać wyłącznie jeden pracownik na czas poniżej 2 godzin w ciągu zmiany roboczej w celu wykonania bieżących czynności kontrolno-konserwacyjno-serwisowych.

Lokalizacja pomieszczenia akumulatorowni wraz z układem wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec jest pokazany na poniższym rysunku nr 2.



Ryc. nr 1. Lokalizacja pomieszczenia akumulatorowni wraz z układem wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku rozdzielni 20 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec.



Ryc. nr 2. Lokalizacja pomieszczenia akumulatorowni wraz z układem wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku nastawni rozdzielni 110 kV w modernizowanej stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec.

3. Wykaz i charakterystyka fizykochemiczna w zakresie zagrożenia pożarowo-wybuchowego, stosowanych materiałów - substancji palnych mogących stworzyć mieszaninę wybuchową z powietrzem lub innymi gazami utleniającymi, o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości.

Wyciąg podstawowych właściwości fizykochemicznych z kart charakterystyki substancji niebezpiecznych - materiałów występujących w akumulatorowniach rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec, w aspekcie zagrożenia wybuchowego.

3.1. Właściwości fizykochemiczne medium: wodór.

Zagrożenie pożarowe i wybuchowe jest stwarzane przez dany gaz palny (wodór pochodzenia elektrolitycznego) w trakcie eksploatacji akumulatorowni w rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec, w których zainstalowano baterie akumulatorów stacjonarnych 220 V DC z ogniwami kwasowo-ołowiowymi otwartymi Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310 \text{ Ah}$) gird/power v x 2-300 z rekombinatorami zewnętrznymi AquaGen.

Wodór H_2 :

Masa cząsteczkowa 2,016 g/mol

Gęstość względem powietrza 0,07

Gęstość bezwzględna 0,084 kg/m³

Temperatura wrzenia pod ciśnieniem atmosferycznym (- 253) °C

Temperatura samozapłonu 580 °C

Klasa temperaturowa T1

Dolna granica wybuchowości 4 % [3,4 g/m³]

Górna granica wybuchowości 75 % [63 g/m³]

Grupa wybuchowości IIC

Maksymalny przyrost ciśnienia w mieszaninie z powietrzem ok. 625 kPa

Ciepło spalania - 143000 kJ/kg.

Minimalna energia zapłonowa 0,019 mJ.

3.2. Skrótowy opis wydzielania się wodoru podczas ładowania akumulatorów.

Podczas ładowania oraz rozładowywania każdy akumulator bez względu na swoją budowę wydzielą mniejsze lub większe ilości wodoru, który tworzy z powietrzem mieszaninę.

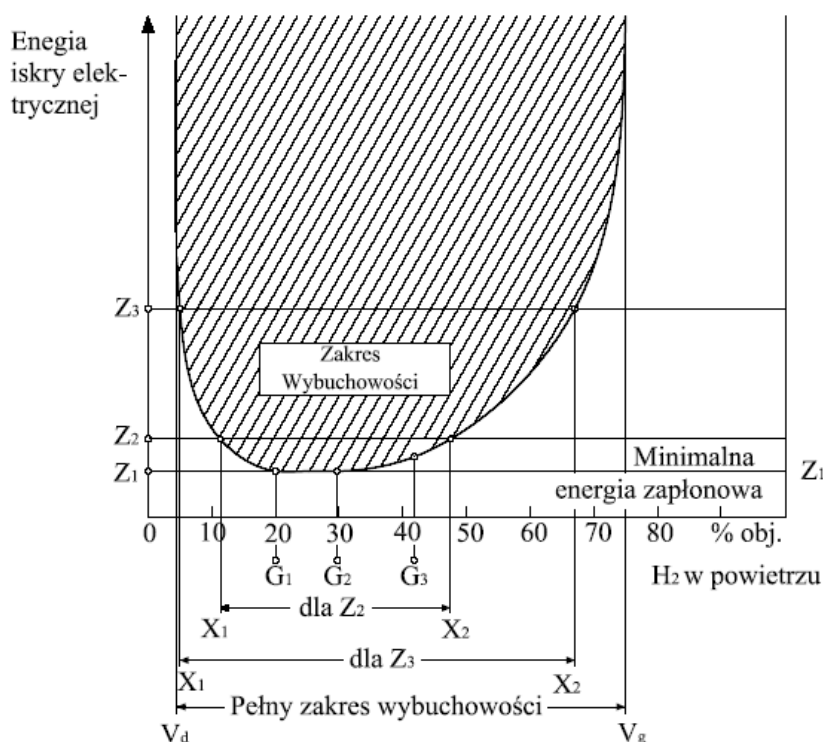
Po przekroczeniu określonego stężenia mieszanina wodoru z powietrzem uzyskuje właściwości wybuchowe.

Ilość wydzielanego wodoru zależy typu baterii oraz wartości prądu ładowania lub rozładowania.

Wbrew powszechnym opiniom, że baterie z zaworem VRLA są bateriami bezobsługowymi, wydzielają one również wodór, który w określonych warunkach może tworzyć z powietrzem mieszaninę wybuchową.

Do zainicjowania wybuchu tej mieszaniny wymagane jest dostarczenie określonej energii.

Wybuch to gwałtowna reakcja utleniania lub rozkładu, wywołująca wzrost temperatury lub ciśnienia.



Ryc. nr 3. Zależność energii zapłonowej od składu mieszanin wodoru z powietrzem.

Z1- minimalna energia zapłonu $E_{min}=0,019 \text{ mJ}$,

Vd – dolna granica wybuchowości

Vg – górna granica wybuchowości

Przy stężeniu przekraczającym 4,1 % wodoru w powietrzu do wybuchu wystarczy energia o wartości zaledwie 0,019 mJ.

Jest to bardzo mała energia, która może powstać przy iskrzeniu powstającym przy tarcu lub wskutek działania ładunku elektrostatycznego.

Zagrożenie wybuchowe od wodoru wydzielanego podczas ładowania akumulatorów.

Podczas ładowania akumulatorów (baterii) powstaje stały rozkład wody zawartej w baterii związany z napięciem generacji wodoru wynoszącym około 0,23 V.

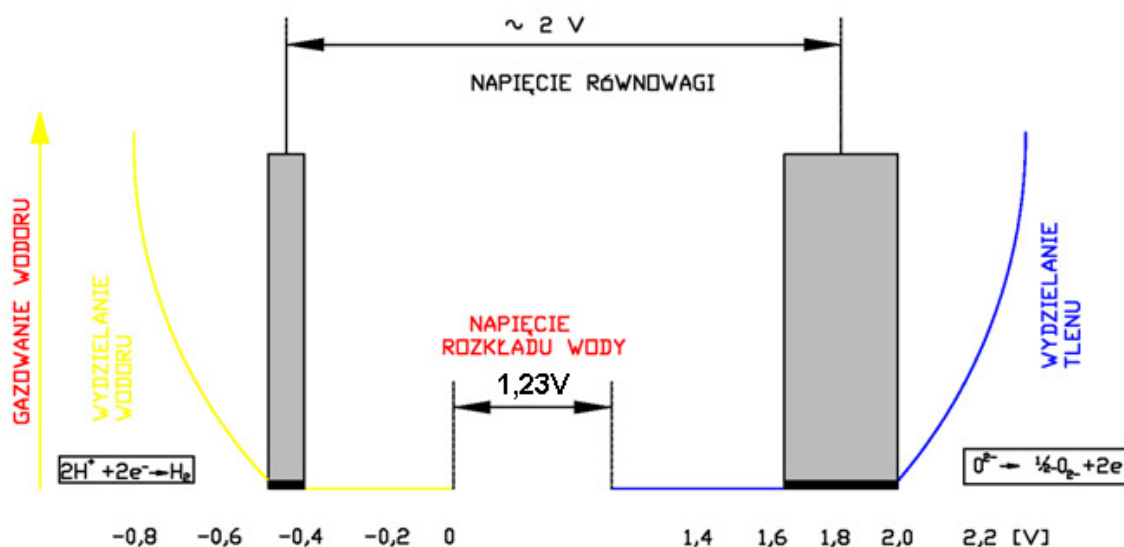
Rozkład ten powstaje w każdej baterii i jest powodem wydzielania się wodoru do otaczającego powietrza (nawet w baterii zamkniętej nie występuje 100% rekombinacja). Bateria zamknięta z zaworem VRLA nie jest w rzeczywistości hermetyczna ani szczelna, gdyż część gazów powstających w ich wnętrzu po osiągnięciu określonego ciśnienia, opuszcza poprzez zawór wewnątrz akumulatora.

Wydostająca się z nich w normalnych warunkach ilość wodoru jest niewielka.

Jednak w warunkach zakłóconych lub niewłaściwej eksploatacji nie można wykluczyć wydostawania się z nich większej ilości wodoru.

Z uwagi na zagrożenie wybuchem jakie stwarza wodór, w przypadku eksploatacji baterii dowolnego typu konieczne jest stosowanie wentylacji mającej na celu niedopuszczenie do stężenia przekraczającego DGW.

Rozkład wody w bateriach ołowiowo-kwasowych został przedstawiony na poniższej rysunku.



Ryc. nr 4. Rozkład wody w bateriach ołowiowo-kwasowych.

Gromadzący się wodór tworzy z powietrzem mieszaninę, która przy stężeniu większym od 4,1% (dolna granica wybuchowości – DGW) staje się wybuchowa.

Przy stężeniu przekraczającym DGW, do zainicjowania wybuchu wystarcza niewielka energia pochodząca np. z wyładowania elektryczności statycznej.

Jest to powodem dla którego w pomieszczeniach akumulatorowni lub ładowni akumulatorów/ogni powinna być wykonana podłoga antyelektrostatyczna umożliwiająca swobodny spływ do ziemi ładunku gromadzącego się w ciele człowieka. Rezystancja podłogi powinna spełniać warunek: $50 \text{ k}\Omega \leq R < 1 \times 10^8 \Omega$.

Spełnienie tego warunku powoduje, że zostaje zapewniona dobra izolacja stanowiska roboczego w myśl wymagań normy PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Cześć 4-41. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.

Jednocześnie zachowany jest dostatecznie dobry spływ ładunku elektrostatycznego.

Zależność energii zapłonowej od składu mieszaniny wodoru z powietrzem przedstawiono na powyższym rysunku nr 3.

Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109/2010 poz. 719 z późn. zm.) za pomieszczenie zagrożone wybuchem należy rozumieć pomieszczenie, w którym spodziewany przyrost ciśnienia przekracza wartość 5 kPa.

Wynika to z badań eksperymentalnych skutków wzrostu ciśnienia dla ludzi znajdujących się w strefie potencjalnego wybuchu.

Dotychczasowa analiza zjawisk zachodzących w akumulatorach pozwala wyciągnąć wniosek, że wydzielający się z nich wodór może stwarzać zagrożenie wybuchowe.

Ponieważ pomieszczenie z bateriami akumulatorów musi być bezpieczne w eksploatacji, należy zastosować układ wentylacji mechanicznej sterowanej przez układ wykrywania stężenia wodoru.

W pomieszczeniach bateryjnych ważna jest również klimatyzacja z uwagi na znaczne ilości ciepła wydzielanego przez ładowane lub rozładowywane akumulatory.

Wzrost lub zmniejszenie temperatury pomieszczenia od wartości 20°C skutkuje odpowiednio zwiększeniem lub zmniejszeniem pojemności baterii.

4. Wskazanie pomieszczeń zagrożonych wybuchem.

Wyszczególnienie miejsc technologicznych objętych w niniejszym opracowaniu analizą pod kątem możliwości zaistnienia atmosfery wybuchowej - umiejscowiony pod względem przebiegu procesu technologicznego wykaz potencjalnych stref zagrożenia wybuchem, mogących zaistnieć w trakcie eksploatacji akumulatorowni w rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec, w których zainstalowano baterie akumulatorów stacjonarnych 220 V DC z ogniwami kwasowo-ołowiowymi otwartymi Hoppecke GroE 300 (C₅/1,75V = 310 Ah) gird/power v x 2-300 z rekombinatorami zewnętrznymi AquaGen:

Lp.	Miejsce techniczne z potencjalnymi źródłami emisji atmosfery wybuchowych	Nazwa stosowanego surowca/materiału	Ilościowy skład
1.	Pomieszczenie akumulatorowni w rozdzielni 20 kV wraz z układem wentylacji (otwory w ścianach pomieszczenia zaliczane do Rodzaju „A”)	wodór	100 %
2.	Pomieszczenie akumulatorowni w nastawni rozdzielni 110 kV wraz z układem wentylacji (otwory w ścianach pomieszczenia zaliczane do Rodzaju „A”)	wodór	100 %

5. Wyznaczenie w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych odpowiednich stref zagrożenia wybuchem.

Określenie ilości atmosfery wybuchowej - zasięgu stref zagrożenia wybuchem.

W celu oceny zagrożenia wybuchem, jako kryteria dominujące przyjęto:

- ilość substancji palnej (gazu palnego) mogącej wystąpić w trakcie prowadzenia procesu technologicznego lub występujących w prowadzonych czynnościach pomocniczych;
- dolną granicę wybuchowości danej substancji palnej;
- ciśnienie gazu palnego;
- minimalną energię zapalenia substancji palnej.

5.1.1A. Identyfikacja atmosfer wybuchowych - obliczenie parametrów źródeł emisji w zakresie zagrożenia wybuchowego wodoru, mogącego się wydzielić w trakcie eksploatacji akumulatorowni w rozdzielni 20 kV z jedną baterią akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składającą się ze 106 ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310$ Ah) gird/power v x 2-300 z rekombinatorami zewnętrznymi AquaGen, łącznie z odprowadzeniem kanałowym powietrza zużytego do wentylatora ściennego.

Zgodnie z PN-EN 62040-1: 2009, przyjęto prąd gazowania $I_g = 5$ mA (dla baterii otwartych przy zmiennym napięciu).

5.1.1B. Identyfikacja atmosfer wybuchowych - obliczenie parametrów źródeł emisji w zakresie zagrożenia wybuchowego wodoru, mogącego się wydzielić w trakcie eksploatacji akumulatorowni w nastawni rozdzielni 110 kV z dwoma bateriami akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składających się łącznie się ze 212 ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310$ Ah) gird/power v x 2-300 z rekombinatorami zewnętrznymi AquaGen, łącznie z odprowadzeniem kanałowym powietrza zużytego do wentylatora dachowego.

Zgodnie z PN-EN 62040-1: 2009, przyjęto prąd gazowania $I_g = 5$ mA (dla baterii otwartych przy zmiennym napięciu).

5.1.2A. Akumulatorownia o kubaturze 101 m^3 w rozdzielni 20 kV z jedną baterią akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składającą się ze 106 ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310$ Ah) gird/power.

Dla pomieszczenia akumulatorowni jest projektowana wentylacja podstawowa grawitacyjna (dwie kratki wentylacyjne 14×14 cm) i wentylacja awaryjna – mechaniczna wyciągowa (górna) o krotności 10 wymian powietrza na godzinę [w przypadku zastosowania detekcji wodoru - sterowana z systemu detekcji gazowej (ASB – Aktywnego Systemu Bezpieczeństwa)]. Projektowana awaryjna mechaniczna wentylacja wyciągowa (mechanicznego wywiewu górnego dla wodoru), przy zastosowaniu otworu odciągowego – kratki wywiewnej z zabudowanym wentylatorem ściennym (osiowym) w wersji Ex (przynajmniej z cechą przeciwybuchowości II 3Gc IIC T1) o wydajności ok. $1000 \text{ m}^3/\text{h}$, przy sprężu ok. 200 Pa.

5.1.2B. Akumulatorownia o kubaturze $78,8 \text{ m}^3$ w nastawni rozdzielni 110 kV z dwoma bateriami akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składającą się łącznie z 212 ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310$ Ah) gird/power.

Dla pomieszczenia akumulatorowni jest projektowana wentylacja podstawowa grawitacyjna (dwie kratki wentylacyjne 14×14 cm) i wentylacja awaryjna – mechaniczna wyciągowa (górna) o krotności 10 wymian powietrza na godzinę [w przypadku zastosowania detekcji wodoru - sterowana z systemu detekcji gazowej (ASB – Aktywnego Systemu Bezpieczeństwa)]. Projektowana awaryjna mechaniczna wentylacja wyciągowa (mechanicznego wywiewu górnego dla wodoru), przy zastosowaniu kanału odciągowego do wentylatora dachowego w wersji Ex (przynajmniej z cechą przeciwybuchowości II 3Gc IIC

T1) o wydajności ok. 800 m³/h, przy sprężu ok. 200 Pa.

5.1.3. Konieczność wyznaczenia stref zagrożonych wybuchem w przypadku pomieszczeń akumulatorowni i stanowisk ładowania akumulatorów oceniono zgodnie z:

- PN-EN 62485-2 E 2018-09: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii wtórnych i instalacji baterii wtórnych. Część 2: Baterie stacjonarne. [Zastępującej PN-EN 50272-2:2007 „Wymagania bezpieczeństwa i instalowania baterii wtórnych część 2: Baterie stacjonarne”];

- PN-EN 62485-1 E 2015: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii akumulatorowych;
- PN-EN 62040-1 2009: Systemy bezprzerwowego zasilania (UPS). Część 1: Wymagania ogólne i wymagania dotyczące bezpieczeństwa UPS. Aneks M (normatywny). Wentylacja przedziałów bateryjnych;

- Wytycznymi podanymi w „Zasadach wyznaczania stref zagrożenia wybuchem”, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa, Oddział Wielkopolski w Poznaniu.

5.1.4A. Identyfikacja atmosfer wybuchowych – obliczenia parametrów źródeł emisji w zakresie zagrożenia wybuchowego wodoru wydzielającego się w akumulatorowni o kubaturze 101 m³ w rozdzielni 20 kV z jedną baterią akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składającą się ze 106 ogniw kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 (C₅/1,75V = 310 Ah) Ładowanie baterii prowadzone jest z wykorzystaniem prądu stałego o natężeniu około 0,005 A (zgodnie z PN-EN 62040-1: 2009, przyjęto prąd gazowania I_g = 5 mA dla baterii otwartych przy zmiennym napięciu).

5.1.4B. Identyfikacja atmosfer wybuchowych – obliczenia parametrów źródeł emisji w zakresie zagrożenia wybuchowego wodoru wydzielającego się w akumulatorowni o kubaturze 78,8 m³ w nastawni rozdzielni 110 kV z dwoma bateriami akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składającą się łącznie z 212 ogniw kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 (C₅/1,75V = 310 Ah)

Ładowanie baterii prowadzone jest z wykorzystaniem prądu stałego o natężeniu około 0,005 A (zgodnie z PN-EN 62040-1: 2009, przyjęto prąd gazowania I_g = 5 mA dla baterii otwartych przy zmiennym napięciu).

5.1.5A. Obliczenie maksymalnej ilości wodoru (G_i) wydzielających się w ciągu godziny w akumulatorowni rozdzielni 20 kV podczas ładowania 106 szt. 2V ogniw kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 (C₅/1,75V = 310 Ah) przy prądzie ładowania I = 0,005 A:

$$G_1 = 0,42 \times I \times n \times 0,084$$

gdzie: 0,42 – ilość wodoru w dm³ wydzielanego z ogniwa o pojemności
1 Ah przy przepuszczaniu prądu o natężeniu 1 A;
0,084 – ciężar wodoru w g/dm³

$$G_1 = 0,42 \times 0,005 \times 106 \times 0,084 = 0,019 \text{ g/h}$$

5.1.5B. Obliczenie maksymalnej ilości wodoru (G_i) wydzielających się w ciągu godziny w akumulatorowni nastawni rozdzielni 110 kV podczas ładowania 212 szt. 2V ogniw kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 (C₅/1,75V = 310 Ah) przy prądzie ładowania I = 0,005 A:

$$G_2 = 0,42 \times I \times n \times 0,084$$

gdzie: 0,42 – ilość wodoru w dm³ wydzielanego z ogniwa o pojemności
1 Ah przy przepuszczaniu prądu o natężeniu 1 A;
0,084 – ciężar wodoru w g/dm³

$$G_2 = 0,42 \times 0,005 \times 212 \times 0,084 = 0,038 \text{ g/h}$$

5.1.6A. Obliczenie lotności $L_{wyb.}$ objętości wymienionego powietrza w ciągu godziny w wydzielonej wentylacyjnie kubaturze akumulatorowni rozdzielni 20 kV ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej podczas jednoczesnego ładowania 106 szt. 2V ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych o pojemności C5: 310 Ah) [m³/h]:

$$L_{akum. rozdz.} = G_1 : (0,5 \times C_{DGW})$$

gdzie: C_{DGW} – dolna granica wybuchowości wodoru = 3,4 [g/m³]

$$L_{akum. rozdz.} = 0,019 : (0,5 \times 3,4) = 0,011 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.1.6B. Obliczenie lotności $L_{wyb.}$ objętości wymienionego powietrza w ciągu godziny w wydzielonej wentylacyjnie kubaturze akumulatorowni rozdzielni 20 kV ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej podczas jednoczesnego ładowania 106 szt. 2V ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych o pojemności C5: 310 Ah) [m³/h]:

$$L_{akum. nast.} = G_2 : (0,5 \times C_{DGW})$$

gdzie: C_{DGW} – dolna granica wybuchowości wodoru = 3,4 [g/m³]

$$L_{akum. nast.} = 0,038 : (0,5 \times 3,4) = 0,022 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.1.7A. Obliczenie niezbędnej ilości wymian powietrza w ciągu godziny, spowodowanej podstawową wentylacją naturalną – grawitacyjną w akumulatorowni o kubaturze 101 m³ w rozdzielni 20 kV, ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej [1/h]:

$$n_1 = L_{wyb.} : V$$

gdzie: $L_{wyb.}$ – objętość wymienionego powietrza w ciągu godziny w kubaturze akumulatorowni ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej [m³/h]
 V – kubatura akumulatorowni: 101 m³

$$n_1 = 0,011 : 101 = 0,0001 \text{ h}^{-1},$$

Wg projektu przyjęto co najmniej $n = 0,16 \text{ h}^{-1}$ wymian powietrza w danej wydzielonej wentylacyjnie kubaturze.

Projektowana dodatkowa mechaniczna wyciągowa (górną) wentylacja awaryjna musi być zablokowana z pracą zasilacza (prostownika doładowującego ogniwa baterii).

W przypadku zastosowania detekcji wodoru powinna ona po osiągnięciu drugiego progu alarmowego (tzw. *drugi stopień*: $IP = 30\% DGW_{H_2}$) wyłączyć dopływ prądu do zasilacza (prostownika doładowującego ogniwa baterii).

Jednocześnie musi być podtrzymane zasilanie do wentylatora ściennego (osiowego) w wersji Ex II 3Gc IIC T1 o wydajności ok. 1000 m³/h, przy sprężu ok. 200 Pa.

W pomieszczeniu akumulatorowni o kubaturze 101 m³ w rozdzielni 20 kV nie wyznacza się strefy 2 zagrożenia wybuchem (ZW).

Strefa 2 ZW może zaistnieć jedynie w kanale (otworze ściennym) wentylacji powietrza zużytego wraz z wentylatorem wyciągowym i w promieniu 0,5m wokół wylotu powietrza (emitora ściennego) na otwartej przestrzeni.

5.1.7B. Obliczenie niezbędnej ilości wymian powietrza w ciągu godziny, spowodowanej podstawową wentylacją naturalną – grawitacyjną w akumulatorowni o kubaturze 78,8 m³ w nastawni rozdzielni 110 kV, ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej [1/h]:

$$n_2 = L_{wyb.} : V$$

gdzie: $L_{wyb.}$ – objętość wymienionego powietrza w ciągu godziny w kubaturze akumulatorowni ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej [m³/h]
 V – kubatura akumulatorowni: 78,8 m³

$$n_2 = 0,022 : 78,8 = 0,0003h^{-1},$$

Wg projektu przyjęto co najmniej $n = 0,10 h^{-1}$ wymian powietrza w danej wydzielonej wentylacyjnie kubaturze.

Projektowana dodatkowa mechaniczna wyciągowa (górna) wentylacja awaryjna musi być zblokowana z pracą zasilacza (prostownika doładowującego ogniwa baterii).

W przypadku zastosowania detekcji wodoru powinna ona po osiągnięciu drugiego progu alarmowego (tzw. *drugi stopień*: $II^o = 30\% DGW_{H_2}$) wyłączyć dopływ prądu do zasilacza (prostownika doładowującego ogniwa baterii).

Jednocześnie musi być podtrzymane zasilanie do wentylatora dachowego (osiowego) w wersji Ex II 3Gc IIC T1 o wydajności ok. 800 m³/h, przy sprężu ok. 200 Pa.

W pomieszczeniu akumulatorowni o kubaturze 78,8 m³ w nastawni rozdzielni 110 kV nie wyznacza się strefy 2 zagrożenia wybuchem (ZW).

Strefa 2 ZW może zaistnieć jedynie w kanale wentylacyjnym powietrza zużytego wraz z dachowym wentylatorem wyciągowym i w promieniu 0,5m wokół wylotu powietrza (emitora dachowego) na otwartej przestrzeni.

5.1.8A. Sprawdzenie warunku na wymagane minimalne natężenie przepływu powietrza wentylacyjnego zgodnie z PN-EN 62485-2 E 2018-09: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii wtórnych i instalacji baterii wtórnych. Część 2: Baterie stacjonarne. [Zastępującej PN-EN 50272- 2:2007 „Wymagania bezpieczeństwa i instalowania baterii wtórnych część 2: Baterie stacjonarne”] w akumulatorowni rozdzielni 20 kV:

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gas}} \times C_g \text{ [m}^3/\text{h]}$$

gdzie:

Q – natężenie przepływu powietrza wentylacyjnego [m³/h];

v – wymagany współczynnik rozcieńczenia wodoru = 24 [(100% - 4%)/ 4%];

q = 0,42 x 10⁻³ ilość wytworzonego wodoru [m³/Ah];

s – współczynnik bezpieczeństwa = 5;

n – liczba ogniów = 106;

I_{gas} – zgodnie z PN-EN 62040-1: 2009, przyjęto prąd gazowania I_g = 5 mA dla baterii otwartych przy zmiennym napięciu;

C_g – pojemność ogniów = 310 Ah.

$$Q_{\text{akum. rozd.}} = 24 \times 0,00042 \times 5 \times 106 \times 0,005 \times 310 = 8,28 \text{ [m}^3/\text{h]} \\ (8,28 \text{ m}^3/\text{h} < 1000 \text{ m}^3/\text{h})$$

5.1.8B. Sprawdzenie warunku na wymagane minimalne natężenie przepływu powietrza wentylacyjnego zgodnie z PN-EN 62485-2 E 2018-09: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii wtórnych i instalacji baterii wtórnych. Część 2: Baterie stacjonarne. [Zastępującej PN-EN 50272- 2:2007 „Wymagania bezpieczeństwa i instalowania baterii wtórnych część 2: Baterie stacjonarne”] w akumulatorowni nastawni rozdzielni 110 kV:

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gas}} \times C_g \text{ [m}^3/\text{h]}$$

gdzie:

Q – natężenie przepływu powietrza wentylacyjnego [m³/h];

v – wymagany współczynnik rozcieńczenia wodoru = 24 [(100% - 4%)/ 4%];

q = 0,42 x 10⁻³ ilość wytworzonego wodoru [m³/Ah];

s – współczynnik bezpieczeństwa = 5;

n – liczba ogniów = 212;

I_{gas} – zgodnie z PN-EN 62040-1: 2009, przyjęto prąd gazowania I_g = 5 mA dla baterii otwartych przy zmiennym napięciu;

C_g – pojemność ogniów = 310 Ah.

$$Q_{\text{akum. nast.}} = 24 \times 0,00042 \times 5 \times 212 \times 0,005 \times 310 = 16,56 \text{ [m}^3/\text{h]}$$
$$(16,56 \text{ m}^3/\text{h} \ll 1000 \text{ m}^3/\text{h})$$

5.1.9A. W celu ustalenia dopuszczalnych technologicznie parametrów źródeł wodoru, obliczamy niezbędną ilość wodoru mogącą wytworzyć w całym pomieszczeniu akumulatorowni rozdzielni 20 kV, graniczny przyrost ciśnienia (5 kPa):

$$\Delta p = (m_{\min} \times \Delta p_{\max} \times W) : (V \times c_{\text{st.}} \times \rho)$$

gdzie:

m_{\min} - minimalna masa wodoru mogąca stworzyć mieszaninę wybuchową bez uwzględnienia wentylacji mechanicznej [kg]

Δp_{\max} - maksymalny przyrost ciśnienia przy wybuchu stechiometrycznej mieszaniny wodoru w powietrzu: 625 kPa = 625000 [Pa]

W - współczynnik przebiegu reakcji wybuchu, dla gazów palnych = 0,17

ρ - gęstość wodoru w 20°C powietrza 0,084 [kg/m³]

$c_{\text{st.}}$ - objętościowe stężenie stechiometryczne, $c_{\text{st.}} = 1 : [1 + 4,84 (2/4)]$ dla wodoru $c_{\text{st.}} = 0,2924$

V - kubatura akumulatorowni rozdzielni 20 kV = 101 m³

Po przekształceniu wzoru:

$$m_{\min} = (\Delta p \times V \times c_{\text{st.}} \times \rho) : (\Delta p_{\max} \times W)$$

$$m_{\min.} = (5000 \times 101 \times 0,2924 \times 0,084) : (625000 \times 0,17) = 0,117 \text{ kg}$$

(1,39 nm³ wodoru 100%)

5.1.9B. W celu ustalenia dopuszczalnych technologicznie parametrów źródeł wodoru, obliczamy niezbędną ilość wodoru mogącą wytworzyć w całym pomieszczeniu akumulatorowni nastawni rozdzielni 110 kV, graniczny przyrost ciśnienia (5 kPa):

$$\Delta p = (m_{\min} \times \Delta p_{\max} \times W) : (V \times c_{\text{st.}} \times \rho)$$

gdzie:

m_{\min} - minimalna masa wodoru mogąca stworzyć mieszaninę wybuchową bez uwzględnienia wentylacji mechanicznej [kg]

Δp_{\max} - maksymalny przyrost ciśnienia przy wybuchu stechiometrycznej mieszaniny wodoru w powietrzu: 625 kPa = 625000 [Pa]

W - współczynnik przebiegu reakcji wybuchu, dla gazów palnych = 0,17

ρ - gęstość wodoru w 20°C powietrza 0,084 [kg/m³]

$c_{\text{st.}}$ - objętościowe stężenie stechiometryczne, $c_{\text{st.}} = 1 : [1 + 4,84 (2/4)]$ dla wodoru $c_{\text{st.}} = 0,2924$

V - kubatura akumulatorowni nastawni rozdzielni 110 kV = 78,8 m³

Po przekształceniu wzoru:

$$m_{\min} = (\Delta p \times V \times c_{\text{st.}} \times \rho) : (\Delta p_{\max} \times W)$$

$$m_{\min.} = (5000 \times 78,8 \times 0,2924 \times 0,084) : (625000 \times 0,17) = 0,091 \text{ kg}$$

(1,08 nm³ wodoru 100%)

5.1.10A. Oszacowanie przyrostu ciśnienia w całym pomieszczeniu akumulatorowni rozdzielni 20 kV, spowodowanego wybuchem wodoru nagromadzonego w ciągu godziny przy całkowitym zaniku wentylacji ($G_1 = 0,000019 \text{ kg}$) :

$$\Delta p = (m_{\max} \times \Delta p_{\max} \times W) : (V \times c_{st.} \times \rho)$$

$$\Delta p = 0,000019 \times 625000 \times 0,17 : (101 \times 0,2924 \times 0,084) = 0,81 \text{ Pa}$$

$$\mathbf{0,81 \text{ Pa} \ll 5000 \text{ Pa} (5 \text{ kPa})}$$

5.1.10B. Oszacowanie przyrostu ciśnienia w całym pomieszczeniu akumulatorowni nastawni rozdzielni 110 kV, spowodowanego wybuchem wodoru nagromadzonego w ciągu godziny przy całkowitym zaniku wentylacji ($G_1 = 0,000038 \text{ kg}$) :

$$\Delta p = (m_{\max} \times \Delta p_{\max} \times W) : (V \times c_{st.} \times \rho)$$

$$\Delta p = 0,000038 \times 625000 \times 0,17 : (78,8 \times 0,2924 \times 0,084) = 2,09 \text{ Pa}$$

$$\mathbf{2,09 \text{ Pa} \ll 5000 \text{ Pa} (5 \text{ kPa})}$$

5.1.11A. Oszacowanie hipotetycznej objętości wentylacji V_z dla pomieszczenia akumulatorowni w rozdzielni 20 kV:

$$(dV/dt)_{\min} = [(dG_i / dt)_{\max} / k * DGW] * [T / 293]$$

gdzie:

$(dV/dt)_{\text{tot}}$ – minimalny strumień objętości przepływającego świeżego powietrza: $1000 \text{ m}^3/\text{h} = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$

$(dG_i / dt)_{\max}$ – maksymalny strumień substancji emitowanej ze źródła: $0,019 \text{ g/h} = 0,000000005 \text{ kg/s}$

k – współczynnik bezpieczeństwa = $0,25$ (dla emisji stopnia pierwszego lub ciągłej)

T – temperatura otoczenia = $293,15 \text{ K}$

DGW – dolna granica wybuchowości = $4 \% [3,4 \text{ g/m}^3]$

$$(dV/dt)_{\min} = [0,000000005 / 0,25 * 0,0034] * [293,15 / 293] = 0,0000059 \text{ m}^3/\text{s} = 0,021 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_z = (dV/dt)_{\min} / c$$

gdzie:

c – rzeczywista liczba wymian powietrza w jednostce czasu, dla terenu wentylacyjnie zamkniętego – z odciągami o łącznej wydajności $1000 \text{ m}^3/\text{h}$, dla pomieszczenia akumulatorowni rozdzielni 20 kV o kubaturze 101 m^3 łącznie z odprowadzeniem do wyrzutni wentylacyjnej (emitora zewnętrznego) = $9,9 \text{ h}^{-1}$

$$\mathbf{V_{z_{rozdz.}} = 0,021 : 9,9 = 0,0021 \text{ m}^3 \rightarrow R_{wyb.} = 0,08 \text{ m.}}$$

To oszacowana hipotetyczna objętość i promień kuli (przestrzeń sferyczna dla akumulatorowni w rozdzielni 20 kV ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej podczas jednoczesnego ładowania 106 szt. 2V ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych o pojemności C5: 310 Ah) atmosfery potencjalnie niebezpiecznej wybuchowo.

5.1.11B. Oszacowanie hipotetycznej objętości wentylacji V_z dla pomieszczenia akumulatorowni w nastawni rozdzielni 110 kV:

$$(dV/dt)_{\min} = [(dG_i / dt)_{\max} / k * DGW] * [T / 293]$$

gdzie:

$(dV/dt)_{\text{tot}}$ – minimalny strumień objętości przepływającego świeżego powietrza: $800 \text{ m}^3/\text{h} = 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$

$(dG_i / dt)_{\max}$ – maksymalny strumień substancji emitowanej ze źródła: $0,038 \text{ g/h} = 0,00000001 \text{ kg/s}$

k – współczynnik bezpieczeństwa = 0,25 (dla emisji stopnia pierwszego lub ciągłej)

T – temperatura otoczenia = 293,15K

DGW – dolna granica wybuchowości = 4 % [3,4 g/m^3]

$$(dV/dt)_{\min} = [0,00000001 / 0,25 * 0,0034] * [293,15 / 293] = 0,000012 \text{ m}^3/\text{s} = 0,043 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_z = (dV/dt)_{\min} / c$$

gdzie:

c – rzeczywista liczba wymian powietrza w jednostce czasu, dla terenu wentylacyjnie zamkniętego – z odciągami o łącznej wydajności $800 \text{ m}^3/\text{h}$, dla pomieszczenia akumulatorowni nastawni rozdzielni 110 kV o kubaturze $78,8 \text{ m}^3$ łącznie z odprowadzeniem do wyrzutni wentylacyjnej (emitora zewnętrznego) = $10,15 \text{ h}^{-1}$

$$\underline{V_{z_{\text{nast.}}} = 0,043 : 10,15 = 0,0043 \text{ m}^3 \rightarrow R_{\text{wyt.}} = 0,10 \text{ m.}}$$

To oszacowana hipotetyczna objętość i promień kuli (przestrzeń sferyczna dla akumulatorowni w nastawni rozdzielni 110 kV ze względu na zachowanie warunków ochrony przeciwwybuchowej podczas jednoczesnego ładowania 212 szt. 2V ogniów kwasowo-ołowiowych otwartych o pojemności C5: 310 Ah) atmosfery potencjalnie niebezpiecznej wybuchowo.

5.1.12A. Oszacowanie czasu zalegania stężenia wodoru w rejonie źródła wydzielania (argumentujący potrzebę skutecznego rozpraszania stężeń wodoru projektowaną wentylacją mechaniczną) dla akumulatorowni w rozdzielni 20 kV:

$$t = (- f / c) \times \ln (DGW \times k / X_0)$$

gdzie:

X_0 – początkowe stężenia wodoru w miejscu emisji = 100 %

k – współczynnik bezpieczeństwa = 0,25 (dla emisji stopnia pierwszego lub ciągłej)

f – współczynnik jakości uwzględniający niedoskonałe mieszanie wodoru w powietrzu, przyjęto $f = 1$ (nieutrudniony przepływ powietrza) dla wentylacji mechanicznej z otworami wylotowymi (z osiowym wentylatorem zewnętrznym) i doświeżaniem otworowym – bez dodatkowych oporów aerodynamicznych

c – liczba wymian powietrza w jednostce czasu dla przestrzeni zamkniętej wentylacyjnie

$c = 0,00275 \text{ s}^{-1}$ ($9,9 \text{ h}^{-1}$)

DGW – dolna granica wybuchowości = 4 % [3,4 g/m^3]

$$t = (- 1 / 0,00275) \times \ln (4 \times 0,25 / 100)$$

$$\underline{t = 1675 \text{ s} = 0,47 \text{ h}}$$

5.1.12B. Oszacowanie czasu zalegania stężenia wodoru w rejonie źródła wydzielania (argumentujący potrzebę skutecznego rozpraszania stężeń wodoru projektowaną wentylacją mechaniczną) dla akumulatorowni w nastawni rozdzielni 110 kV:

$$t = (- f / c) \times \ln (DGW \times k / X_0)$$

gdzie:

X_0 – początkowe stężenia wodoru w miejscu emisji = 100 %

k – współczynnik bezpieczeństwa = 0,25 (dla emisji stopnia pierwszego lub ciągłej)

f – współczynnik jakości uwzględniający niedoskonałe mieszanie wodoru w powietrzu, przyjęto $f = 1$ (nieutrudniony przepływ powietrza) dla wentylacji mechanicznej

z otworami wylotowymi (z osiowym wentylatorem dachowym) i doświeżaniem otworowym – bez dodatkowych oporów aerodynamicznych

c – liczba wymian powietrza w jednostce czasu dla przestrzeni zamkniętej wentylacyjnie

$$c = 0,00282 \text{ s}^{-1} \quad (10,15 \text{ h}^{-1})$$

DGW – dolna granica wybuchowości = 4 % [3,4 g/m³]

$$t = (- 1 / 0,00282) \times \ln (4 \times 0,25 / 100)$$

$$\mathbf{t = 1633 \text{ s} = 0,45 \text{ h}}$$

5.1.13. Oszacowanie wielkości energii wyładowania powstałej elektryczności statycznej w czasie przemieszczania się człowieka w odzieży roboczej (z udziałem tkaniny bawełnianej i sztucznej) po podłożu nieprzewodzącym, przy średniej pojemności elektrycznej człowieka - 100pF.

Energia naładowania elektrostatycznego jest określana z zależności:

$$E_n = 0,5 \times C \times U^2$$

gdzie:

U – napięcie prądu elektrycznego pomiędzy dwiema naelektryzowanymi powierzchniami (ubranie pracownika z udziałem tkaniny bawełnianej i sztucznej), $U = 1600\text{V}$

C – pojemność elektryczna układu w faradach, $C = 100 \text{ pF}$.

$$E_n = 0,5 \times 100 \times 10^{-12} \times 1600^2 = 128,00 \times 10^{-6} \text{ J} = 0,128 \text{ mJ}.$$

Minimalna energia zapłonowa mieszaniny wodoru z powietrzem wynosi ok. 0,019 mJ.

5.1.14. Wnioski po analizie jakościowej i ilościowej rodzaju zagrożenia wybuchem wodoru pochodzenia elektrolitycznego w pomieszczeniach akumulatorowni w rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV z bateriami akumulatorów stacjonarnych 220 V DC składających się odpowiednio z 106 szt. i 212 szt. ogniw kwasowo-ołowiowych otwartych Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75\text{V} = 310 \text{ Ah}$).

1. Stwierdza się, że wystąpienie atmosfery wybuchowej mieszaniny wodoru pochodzenia elektrolitycznego z powietrzem w całych kubaturach pomieszczeń akumulatorowni w rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV, łącznie z odprowadzeniami kanałowymi powietrza zużytego do zewnętrznych/dachowych wyrzutni poza budynek byłoby możliwe jedynie w przypadku dłuższego zaniku skutecznej wentylacji mechanicznej o danej (zaprojektowanej) wydajności (przyrost ciśnienia 5 kPa na ścianach pomieszczenia). Powstające stężenia wodoru pochodzenia elektrolitycznego, w przypadku istnienia skutecznej wentylacji mechanicznej [odpowiednio dobrane przekroje kanałów wentylacyjnych i parametry wentylatorów wyciągowych, wentylatory elektryczne w wykonaniu Ex oraz dachowe/zewnętrzne wyrzutnie powietrza zużytego], powodują bieżące likwidowanie, poprzez rozrzedzenie napływającym świeżym powietrzem z zewnątrz budynków, tworzącej się warstwy podstropowej wodoru i zminimalizowanie e zasięgu strefy zagrożenia wybuchem (ZW).

W tym przypadku będą tylko zidentyfikowane lokalne strefy 2 ZW o małym zasięgu).

2. Istniejące układy mechanicznej wentylacji wyciągowej muszą być zablokowane z pracą zasilaczy - prostowników ładujących, tj. nie może być możliwości eksploatacji jakiegokolwiek prostownika bez działania pełnosprawnej (kompletnej) wentylacji.

3. Strefy 2 ZW będą wyznaczone tylko wewnątrz przewodów mechanicznej wentylacji wyciągowej, wewnątrz wentylatorów wyciągowych i w promieniu 0,5 m wokół ich wylotów (emitorów zewnętrznych/dachowych) na otwartej przestrzeni.

[W przypadku dodatkowego zastosowania ASB, detekcja gazowa powinna:

a) po osiągnięciu pierwszego progu alarmowego (tzw. pierwszy stopień: $I^o = 10\% DGW_{H_2}$) włączyć lokalną sygnalizację alarmową optyczną;

b) po osiągnięciu drugiego progu alarmowego (tzw. drugi stopień: $II^o = 30\% DGW_{H_2}$):

- włączyć lokalną sygnalizację alarmową akustyczną i optyczną ,

- wyłączyć dopływ prądu do zasilaczy - prostowników oraz innych odbiorów elektrycznych w akumulatorowniach, za wyjątkiem wentylatorów dachowych Ex].

5.15. Po przeprowadzonej analizie wyszczególnionych miejsc technologicznych objętych w niniejszym opracowaniu analizą pod kątem możliwości zaistnienia atmosfery wybuchowej: akumulatorowni w rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec, w których zainstalowano baterie akumulatorów stacjonarnych 220 V DC z ogniwami kwasowo-ołowiowymi otwartymi Hoppecke GroE 300 ($C_5/1,75V = 310 Ah$) gird/power v x 2-300 z rekombinatorami zewnętrznymi AquaGen, dokonano zidentyfikowania miejsc na których mogą wystąpić potencjalne źródła emisji gazów palnych. Dodatkowo uwzględniono przyjętą do obliczeń krotność współczynnika bezpieczeństwa ($k = 0,25$; właściwy dla emisji ciągłej lub stopnia pierwszego emisji występujących gazów palnych (wodoru) – głównej substancji niebezpiecznej pożarowo lub $k = 0,5$; właściwy dla emisji stopnia drugiego tego gazu palnego, a także biorąc pod uwagę skuteczność instalacji wentylacji mechanicznej i grawitacyjnej – wywiewnej, określono następujące rodzaje stref zagrożenia wybuchem:

Lp.	Miejsce/stanowisko	Klasyfikacja stref pożarowych	
		Rodzaj strefy	Zasięg strefy
1.	Pomieszczenie akumulatorowni w rozdzielni 20 kV wraz z układem wentylacji (otwory w ścianach pomieszczenia zaliczane do Rodzaju „A”)	Strefa 2	- wewnątrz wentylatora wyciągowego ściennego i w promieniu 0,5 m wokół jego wylotu na otwartej przestrzeni
2.	Pomieszczenie akumulatorowni w nastawni rozdzielni 110 kV wraz z układem wentylacji (otwory w ścianach pomieszczenia i kanał wentylacyjny zaliczane do Rodzaju „A”)	Strefa 2	- wewnątrz przewodów (kanałów) mechanicznej wentylacji wyciągowej, wewnątrz wentylatora wyciągowego dachowego i w promieniu 0,5 m wokół jego wylotu (emitora dachowego) na otwartej przestrzeni

Przestrzenie, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej w ilościach zagrażających bezpieczeństwu i zdrowiu, oznacza się, w miejscach wstępu do tych przestrzeni, poniższym znakiem ostrzegawczym:



Oznakowanie przestrzeni zagrożonych wybuchem zgodnie z wytycznymi UE.

Zasięg stref zagrożenia wybuchem należy oznakować zgodnie z wymaganiami aktualnej PN – EN (miejsca niebezpieczne sklasyfikowane wg stref na podstawie częstotliwości pojawienia się i czasu trwania atmosfer wybuchowych oznacza się na prostokątnej żółtej tabeli o wym. 15 x 21cm lub 35 x 55cm z napisem „Strefa zagrożona wybuchem” z podaniem jej kategorii np. 2).



Dodatkowo wyznaczono dla każdej ze stref zagrożenia wybuchem [ZW], we wszystkich kierunkach od granicy zasięgu strefy ZW – 3. metrowe strefy ochronne, (o potencjalnie wysokim zagrożeniu pożarowym ze względu na stosowane materiały i media.)

[W strefie ochronnej można wykonywać jedynie czynności technologiczne określone funkcją danego urządzenia, instalacji lub maszyny, przy zachowaniu dopuszczalnego technologicznego reżimu termicznego].

6. Wskazanie czynników mogących w nich zainicjować zapłon.

Zestawienie potencjalnych źródeł zapłonu dla gazów palnych (wodoru pochodzenia elektrolitycznego) dla akumulatorowni w rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec:

Lp.	Możliwe źródła zapłonu	Występuje Tak / Nie	Czy mogą być „skuteczne” jako źródło zapłonu/zapalenia wobec występujących gazów palnych
1	Gorące powierzchnie	Nie	Tak
2	Otwarty płomień, gorący gaz lub cząstki	Nie	Tak
3	Iskry mechaniczne	Nie	Tak
4	Urządzenia elektryczne	Tak	Tak
5	Prądy błędne, ochrona katodowa	Tak	Tak
6.	Elektryczność statyczna	Tak	Tak
7	Wyładowania atmosferyczne	Tak	Tak

8	Pole elektromagnetyczne RF $10^4 - 3 \times 10^{12}$ Hz	Nie	Tak
9	Pole elektromagnetyczne RF $3 \times 10^{11} - 3 \times 10^{15}$ Hz	Nie	Tak
10	Promieniowanie jonizacyjne	Nie	Tak
11	Ultradźwięki	Nie	Tak
12	Adiabatyczne sprężanie i fala uderzeniowa	Nie	Tak
13	Egzotermiczne reakcje i samozapłon	Nie	Tak

Po wyznaczeniu danych stref zagrożenia wybuchem dla akumulatorowni w rozdzielni 20 kV i nastawni rozdzielni 110 kV stacji elektroenergetycznej 110/20 kV R-304 Bolesławiec ,określa się rodzaje budowy urządzeń elektrycznych oraz oznaczenie poziomów zabezpieczeń urządzeń EPLs: (Equipment Protection Levels) - wymaganie zgodne z EN 60079-0:2009/PN-EN 60079-0:2013:

1. urządzenia elektryczne „grupy II” wg ATEX 2014/34/UE;
2. poziom ochrony: „normalny” (wymagany poziom zabezpieczenia w czasie normalnej pracy) - dla strefy 2 zagrożenia wybuchem,
3. atmosfery wybuchowe: występowanie rzadkie i tylko na krótki okres (warunki nieprawidłowe) – strefa 2,
4. kategorie urządzeń w zależności od rodzajów palnych gazów, par lub mgieł: w strefie 2 - urządzenia kategorii 1, 2 lub 3;
5. klasa temperaturowa: dla wodoru: T 1;
6. podgrupa wybuchowości: dla gazu ziemnego: II C;
7. rodzaj budowy urządzeń elektrycznych EPLs: w strefie 2 - Gc.

Uwagi końcowe.

1. Ocena zagrożenia wybuchem powinna być weryfikowana, jeżeli na poszczególnych stanowiskach pracy lub w miejscach technicznych zostały wprowadzone istotne zmiany w wyposażeniu w nowe instalacje techniczne lub niezbędne sprzęt, narzędzia albo zaistniały zmiany w organizacji pracy.

7. Graficzna dokumentacja klasyfikacyjna zawierająca plany sytuacyjne obrazujące rodzaj i zasięg stref zagrożenia wybuchem oraz lokalizację i identyfikację źródeł emisji – załączniki.

Olkusz, dnia.....

.....
(Opracował)

.....
(Zatwierdził)

Opracowanie uwzględnia szczegółowe wymagania wynikające z Dyrektywy ATEX 137 (1999/92/WE) wdrożonej Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących, bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. Nr 138, poz. 931) oraz Dyrektywy PE i Rady UE Nr 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dyrektywa ATEX 2014/34/UE), od dnia 20.04.2016r.wdrożonej rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dz. U. z 2016r. poz. 817), zastępującej „Dyrektywę ATEX 94/9/WE”, i norm związanych z przedmiotem opracowania.

Opracowanie zawiera 32 kolejno ponumerowane i opatrzone nagłówkiem strony.
Wykorzystywanie opracowania bez zgody autorów jest zabronione.