


**Ocena Zagrożenia Wybuchem wybranych pomieszczeń  
laboratoryjnych zlokalizowanych w budynkach Akademii Górniczo-  
Hutniczej przy Al. Mickiewicza 30 w Krakowie**  
(KMR-196-20122019-06012020)

			Data:	Podpis:
Opracował:	Specjalista ds. PPOŻ. ATEX	mgr inż. Robert Mazur	06. 01. 2020	 mgr inż. Robert Mazur Specjalista ds. ATEX, PPOŻ

**KMR Consulting - Robert Mazur**  
05-850 Ożarów Mazowiecki, ul. Jutrzenki 14  
NIP: 657-237-84-12 REGON: 380391730  
tel. 690 360 998, [biuro@kmrconsulting.pl](mailto:biuro@kmrconsulting.pl)

**Warszawa, styczeń 2020**

Spis treści:

<b>CZĘŚĆ 1</b>	<b>INFORMACJE OGÓLNE.....</b>	<b>3</b>
1.1	Wykaz definicji, skrótów, oznaczeń .....	3
1.2	Bibliografia .....	6
1.3	Cel, zakres dokumentu.....	8
<b>CZĘŚĆ 2</b>	<b>STRUKTURA ZARZĄDCZA DOKUMENTU .....</b>	<b>10</b>
2.1	Autor opracowania .....	10
2.2	Zasady aktualizacji, nadzoru nad dokumentem .....	10
<b>CZĘŚĆ 3</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻEŃ .....</b>	<b>11</b>
3.1	Charakterystyka przestrzeni, instalacji, procesów.....	11
3.1.1	Laboratorium nr 2.....	13
3.1.2	Laboratorium nr 12.....	13
3.1.3	Laboratorium nr 04.....	13
3.1.4	Laboratorium nr p20H .....	14
3.1.5	Laboratorium nr 5.....	17
3.1.6	Laboratorium nr 6.....	20
3.1.7	Laboratorium nr 108.....	24
3.1.8	Laboratorium nr 03.....	30
3.1.9	Laboratorium nr 08.....	33
3.1.10	Laboratorium nr 3.....	35
3.1.11	Laboratorium nr 47H .....	38
3.1.12	Laboratorium nr 48H .....	38
3.2	Charakterystyka wybranych substancji palnych.....	39
<b>CZĘŚĆ 4</b>	<b>OCENA ZAGROŻENIA WYBUchem .....</b>	<b>39</b>
4.1	Opis metodyki .....	39
4.2	Określenie maksymalnej masy par tworzących atmosferę wybuchową .....	41
4.3	Określenie maksymalnego przyrostu ciśnienia wybuchu .....	51

4.4	Orzeczenie w sprawie Oceny Zagrożenia Wybuchem pomieszczeń .....	70
4.5	Wyznaczenie rodzaju i wielkości stref zagrożenia wybuchem.....	73
4.6	Charakterystyka czynników mogących zainicjować zapłon.....	76
4.7	Graficzna dokumentacja klasyfikacyjna .....	84
4.8	Skutki wybuchu .....	84
4.9	Rekomendacje działań korygujących.....	85
CZĘŚĆ 5	ZAŁĄCZNIKI .....	89
5.1	Spis schematów, planów obiektów .....	89
5.2	Strefy zagrożenia wybuchem.....	90
5.3	Spis tabel .....	95
5.4	Spis rysunków .....	95
5.5	Spis fotografii .....	96
5.6	Arkusze aktualizacji.....	97
5.7	Kwalifikacje .....	98

## CZĘŚĆ 1 INFORMACJE OGÓLNE

### 1.1 Wykaz definicji, skrótów, oznaczeń

**Atmosfera wybuchowa (AW)** – mieszanina z powietrzem w warunkach atmosferycznych, substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł lub pyłów, w której to mieszaninie po wystąpieniu zapłonu, spalanie rozprzestrzenia się na całą niespaloną mieszaninę

**Dolna Granica Wybuchowości (DGW)** – minimalne stężenie paliwa i utleniacza, przy którym możliwy jest zapłon tej mieszaniny i samorzutne rozprzestrzenianie się płomienia wraz z przyrostem ciśnienia po usunięciu źródła zapłonu

**Górna Granica Wybuchowości (GGW)** - maksymalne stężenie paliwa i utleniacza, przy którym możliwy jest zapłon tej mieszaniny i samorzutne rozprzestrzenianie się płomienia wraz z przyrostem ciśnienia po usunięciu źródła zapłonu

**Maksymalne ciśnienie wybuchu mieszaniny paliwowo-powietrznej ( $P_{max}$ )** – najwyższe ciśnienie podczas wybuchu mieszaniny gazów, par cieczy lub pyłów z powietrzem zarejestrowane na podstawie badań doświadczalnych

**Minimalna energia zapłonu (MEZ)** – minimalna wartość energii, przy której realizowany jest zapłon mieszaniny gazów, par cieczy lub pyłów z powietrzem

**Ocena Zagrożenia Wybuchem (OZW)** – ocena, o której mowa w §37 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [Dz. U nr 109, poz. 719] polegająca na sprawdzeniu, czy obiekty (pomieszczenia), tereny przyległe, gdzie prowadzone są procesy technologiczne są zagrożone wybuchem

**Przestrzeń niezagrożona wybuchem (PNZW)** – przestrzeń, w której nie przewiduje się wystąpienia atmosfery wybuchowej w ilościach wymagających podjęcia specjalnych środków ostrożności w celu zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy osób pracujących i osób trzecich

**Przestrzeń zagrożona wybuchem (PZW)** – przestrzeń, w której może wystąpić atmosfera wybuchowa w ilościach wymagających podjęcia specjalnych środków w celu zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy

**Stopień emisji** - wyróżnia się trzy stopnie emisji, uszeregowane według malejącego prawdopodobieństwa występowania gazowej atmosfery wybuchowej: a) ciągły stopień emisji - występuje stale lub przez długie okresy, b) pierwszy stopień emisji – może wystąpić podczas normalnej pracy okresowo lub okazjonalnie, c) drugi stopień emisji – nie występuje podczas normalnej pracy, a jeżeli pojawi się to rzadko lub przez krótkie okresy.

**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,

**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,

**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,

**Strefa zagrożenia wybuchem (SZW)** – przestrzeń zagrożone wybuchem, sklasyfikowane na podstawie prawdopodobieństwa i czasu wystąpienia atmosfery wybuchowej, dla gazów, par, mgieł jako:

**Substancja palna (SP)** – substancja i mieszaniny mogące tworzyć atmosferę wybuchową, chyba że badanie ich właściwości wykazało, że przy zmieszaniu z powietrzem nie mogą samoczynnie przyczynić się do rozprzestrzeniania wybuchu

**Temperatura samozapłonu (TS)** – najniższa temperatura ogrzanych ścianek naczynia, oznaczonych w określonych warunkach badania, w której następuje zapalenie palnej substancji w postaci mieszaniny gazu lub pary z powietrzem

**Temperatura zapłonu (TZ)** – minimalna temperatura, przy której w określonych warunkach badania z cieczy wydziela się palny gaz lub para w ilości wystarczającej do natychmiastowego zapłonu z zastosowaniem efektywnego źródła zapłonu

**Wybuch** – gwałtowna reakcja spalania mieszaniny gazów, par cieczy lub pyłów z utleniaczem, której towarzyszy przyrost ciśnienia

**Źródło emisji** – punkt lub miejsce, z którego mogą uwalniać się do atmosfery gazy, pary cieczy palnych w taki sposób, że może utworzyć się atmosfera wybuchowa

## 1.2 Bibliografia

Ocenę Zagrożenia Wybuchem (OZW) opracowano na podstawie poniższego zbioru aktów prawnych, norm technicznych, publikacji zwartych oraz innych źródeł odniesienia otrzymanych od zleceniodawcy.

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane [Dz.U.2006.156.1118].
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U nr 109, poz. 719).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz. U.2019.0.1065].
4. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej [Dz. U. z 2016, poz. 817].
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej [Dz. U. nr 138, poz. 931].
6. PN-EN 1127-1:2011. Atmosfery wybuchowe. Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem. Część 1: Pojęcia podstawowe i metodyka.
7. PN-EN 60079-10-1:2016-02. Atmosfery wybuchowe. Część 10-1. Klasyfikacja przestrzeni. Gazowe atmosfery wybuchowe.
8. PN-EN 60079-20-1:2010. Atmosfery wybuchowe. Część 20-1: Właściwości materiałowe dotyczące klasyfikacji gazów i par. Metody badań i dane tabelaryczne.
9. ST-IGG-0401:2015. Sieci Gazowe. Strefy Zagrożenia Wybuchem. Ocena. Wyznaczanie.
10. PN-EN 14470-2:2007. Ognioodporne szafki magazynowe - Część 2: Bezpieczne szafki na butle ze sprężonym gazem.
11. Woliński M., Ogrodnik G., Tomczuk J., „Ocena zagrożenia wybuchem”, SGSP, Warszawa 2007.
12. Baza danych substancji chemicznych GESTIS [dok. elektr, źródło: [http:// gestis-en.itrust.de](http://gestis-en.itrust.de), data dostępu: 12/2019; 01/2020].
13. „Opis budynków z wykazem substancji używanych podczas zajęć laboratoryjnych [[bartlomiejf@gmail.com](mailto:bartlomiejf@gmail.com), mail z 19.12.2019 przesłany na [biuro@kmrconsulting.pl](mailto:biuro@kmrconsulting.pl)].

14. „Dokumentacja CAD: AGH-C4-podklad-C.dwg, AGH-A1v1.dwg, AGH-H-A2w2.dwg [[bartlomiejf@gmail.com](mailto:bartlomiejf@gmail.com), mail z 27.12.2019 przesłany na [biuro@kmrconsulting.pl](mailto:biuro@kmrconsulting.pl)].
15. „Kampus akademicki AGH” [[www.agh.edu.pl/.../Kampus\\_AGH\\_mapa\\_2015.pdf](http://www.agh.edu.pl/.../Kampus_AGH_mapa_2015.pdf), data dostępu: 02.01.2020].
16. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – 4-nitrofenol.
17. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – 2-propanol.
18. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Aceton.
19. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Alkohol etylowy 96% (denaturat).
20. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Alkohol izoamylowy.
21. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Chloroform.
22. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Cykloheksan.
23. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Gliceryna (glicerol).
24. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas askorbinowy.
25. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas azotowy 65 %.
26. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas borowy.
27. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas cytrynowy.
28. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas fluorowodorowy.
29. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas maleinowy.
30. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas mlekowy.
31. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas mrówkowy.
32. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas nadchlorowy 70 %.
33. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas octowy 99%.
34. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas salicylowy.
35. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas siarkowy 95 %.
36. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas solny.
37. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas sulfanilowy.
38. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas szczawiowy.
39. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas L-winowy.
40. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas wersenowy.
41. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – n-heksan.
42. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – n-heptan.
43. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – n-pentan.
44. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – N,N-dimetyloformamid.



45. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – perhydrol.
46. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – amoniak.
47. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – metanol.
48. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – MTBE.
49. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – kwas fosforowy.
50. „Protokół przeglądu systemu detekcji gazów. Obiekt C-4 AGH, laboratorium nr 5”.  
11.09.2018.
51. „Protokół z uproszczonej próby szczelności instalacji gazowej. Obiekt C-4 AGH”.  
20.09.2018.
52. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – 2-butanol.
53. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Aldehyd glutarowy.
54. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Dimetylu Sulfotlenek (DMSO).
55. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas fluorowy.
56. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – N,N - Dimetylocetamid (DMAc).
57. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Glikol polietylenowy.
58. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Tetrahydrofuran (THT).
59. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Formamid.
60. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas ortofosforowy.
61. Karta charakterystyki z bazy danych GESTIS – Kwas pikrynowy

### 1.3 Cel, zakres dokumentu

Celem niniejszego dokumentu jest przeprowadzenie Oceny Zagrożenia Wybuchem (OZW) pomieszczeń laboratoryjnych (pracowni), znajdujących się w budynkach Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie przy Al. Mickiewicza 30.

OZW przeprowadza się dla poniższych pomieszczeń:

1. Laboratorium nr 2 (bud. A-1).
2. Laboratorium nr 12 (bud. A-1).
3. Laboratorium nr 04 (bud. A-1).
4. Laboratorium p20H (bud. A-2).
5. Laboratorium 5 (5a, 5c, bud. C-4).
6. Laboratorium 6 (bud. C-4).
7. Laboratorium 108 (bud. C-4).
8. Laboratorium 03 (bud. C-4).
9. Laboratorium 08 (bud. C-4).



10. Laboratorium 3 (3a, 3b, bud. C-4).

11. Laboratorium p.47H (bud. hala A-1/A-2).

12. Laboratorium p.48H (bud. hala A-1/A-2).

Prace nad dokumentem poprzedziła wizja lokalna w dniu 20.12.2019 r., podczas której zapoznano się ze specyfiką laboratoriów, rodzajem substancji wykorzystywanych podczas zajęć. Ponadto przeprowadzono rzeczywisty obmiar pomieszczeń.

W wizji lokalnej uczestniczył zespół w składzie:

Przedstawiciele Powersun Sp. z o.o.:

- Bartłomiej Furtak,
- Robert Mazur,

Przedstawiciel AGH w Krakowie, Al. Mickiewicza 30:

- Leszek Król,
- opiekun lab. p20H,
- opiekun lab. 5,
- opiekun lab. 6, 108, 03,
- opiekun lab. 3a.

Na zakres dokumentu składa się z 5 części, obejmujących:

- zbiór definicji (oznaczeń), podstawy prawne, cel, zakres dokumentu – części 1 (3);
- opis kwalifikacji autora opracowania, zasady aktualizacji dokumentu – części 2 (10);
- opis przestrzeni, instalacji, procesów, wybranych substancji stwarzających zagrożenie wybuchem – części 3 (11);
- opis metodyki OZW, określenie maksymalnej masy par tworzących atmosferę wybuchową, najbardziej niebezpiecznego scenariusza, rodzaju i ilości substancji biorącej udział w wybuchu, orzeczenie w sprawie pomieszczeń zagrożonych wybuchem, wyznaczenie rodzaju, wielkości stref zagrożenia wybuchem, potencjalnych źródeł zapłonu, rekomendacji wynikających z przeprowadzonej Oceny – część 4 (39);
- wykaz schematów, rycin, fotografii, tabel, graficznej dokumentacji klasyfikacyjnej, formularza aktualizacji, potwierdzeń kwalifikacji autora opracowania – część 5 (89).

Dokument opracowano w konwencji „hiperłącz” wszystkich elementów numerowanych. Oznacza to, że pojawiające się w opisie dokumentu elementy numerowane (numer strony, element bibliografii, tabela, rozdział, schemat, arkusz kalkulacyjny, itp.) oznaczono tłem koloru szarego. Najechnanie na element kursorem myszy spowoduje wyświetlenie komunikatu „**CTRL + kliknięcie śledzi łącznie**”. Wciśnięcie przycisku „CTRL” i lewego przycisku myszy spowoduje

odesłanie do lokalizacji elementu. Oznaczenia w nawiasach [x] odsyłają do pozycji bibliografii, zaś (x) do numeru strony w opracowaniu.

W części 4 opracowania pojawia się stanowisko ws. Oceny Zagrożenia Wybuchem pomieszczenia oraz zbioru rekomendacji, które należy bezwzględnie przestrzegać. Ze względu na to, że rekomendacje są bardzo istotne wytłuszczono je kolorem **czerwonym**.

## CZĘŚĆ 2 STRUKTURA ZARZĄDCZA DOKUMENTU

### 2.1 Autor opracowania

Ocenę Zagrożenia Wybuchem opracował mgr inż. pożarnictwa Robert Mazur, specjalista ds. ATEX, PPOŻ. Kwalifikacje autora to m.in.:

1. Dyplom studiów magisterskich, nr dypl. 4428.
2. Dyplom studiów podyplomowych "Bezpieczeństwo Techniczne w Przestrzeniach Zagrożonych Wybuchem", Główny Instytut Górnictwa, nr dyplomu 18/2018.
3. „MENADŻER odpowiedzialny za bezpieczeństwa techniczne w atmosferach potencjalnie wybuchowych (MEx)", Główny Instytut Górnictwa, Nr Ex/0090/2019.
4. Kurs "Dyrektywa ATEX", Główny Instytut Górnictwa, nr zaświadczenia 60/2017.
5. Kurs „Ochrona przed elektrycznością statyczną” , Akademia Bezpieczeństwa ASE.
6. Kurs „Bezpieczeństwo przeciwybuchowe w zastosowaniach przemysłowych”, Akademia Bezpieczeństwa ASE.

Potwierdzenie zdobytych kwalifikacji zamieszczono w rozdziale 5.7 (s. 98).

Opracowanie poprzedziła wizja lokalna

### 2.2 Zasady aktualizacji, nadzoru nad dokumentem

Zapisy rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [2] w §37 ust. 4 wskazują, że OZW dokonują: inwestor, projektant lub użytkownik decydujący o procesie technologicznym. Powyższy zapis nasuwa wniosek, że OZW powinna być przeprowadzona na etapie opisu warunków użytkowania obiektu, jego projektowania lub z chwilą zmiany warunków użytkowania obiektu lub jego części. W związku z powyższym OZW należy poddać aktualizacji jeżeli:

- w pomieszczeniach laboratoriów nastąpi zmiana warunków użytkowania, skutkująca zwiększeniem ilości materiałów tworzących atmosfery wybuchowe, w stosunku do ich ilości przyjętych do obliczeń w niniejszej ocenie,

- w związku z modernizacją pomieszczeń laboratoriów nastąpi pogorszenie warunków wentylacji, skutkujących zwiększeniem ilości atmosfer wybuchowych pozostających w pomieszczeniach (zmniejszenie ilości par wybuchowych odprowadzanych na zewnątrz budynku).

## CZĘŚĆ 3 CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻEŃ

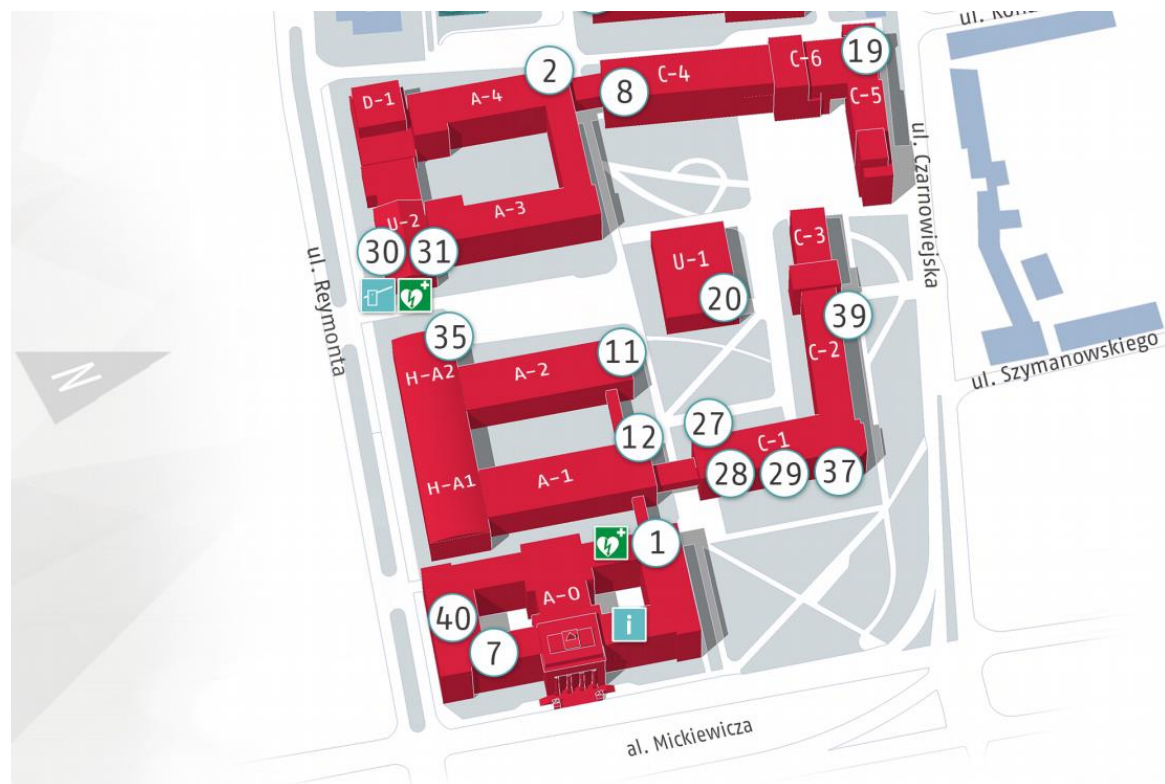
### 3.1 Charakterystyka przestrzeni, instalacji, procesów

Budynki laboratoriów poddanych Ocenie Zagrożenia Wybuchem (OZW) zlokalizowane są na terenie kampusu Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, położonym się na działce ewidencyjnej 19/47, obręb 12, jednostka ewidencyjna Krowodrza, przy Al. Mickiewicza 30.

OZW przeprowadza się dla pomieszczeń laboratoriów zlokalizowanych w budynkach A-1, A-2, C-4, hala A-1, A-2 zgodnie z poniższym wykazem:

1. Laboratorium nr 2 (bud. A-1, s.13).
2. Laboratorium nr 12 (bud. A-1, s.13).
3. Laboratorium nr 04 (bud. A-1, s.13).
4. Laboratorium nr p20H (bud. A-2, s.14).
5. Laboratorium nr 5 (5a, 5c, bud. C-4, s.17).
6. Laboratorium nr 6 (bud. C-4, s.20).
7. Laboratorium nr 108 (bud. C-4, s.24).
8. Laboratorium nr 03 (bud. C-4, s.30).
9. Laboratorium nr 08 (bud. C-4, s.33).
10. Laboratorium nr 3 (3a, 3b, bud. C-4, s.35).
11. Laboratorium nr p.47H (bud. hala A-1/A-2, s.38).
12. Laboratorium nr p.48H (bud. hala A-1/A-2, s.38).

Ogólny rzut budynków przedstawia Rysunek 1.



Rysunek 1 Rzut budynków Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na terenie kampusu Al. Mickiewicza 30

A-0 (1-Rektorat; 7-Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; 40-Muzeum Geologiczne); A-1 (12-Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu); A-2 (11-Wydział Metali Nieżelaznych); A-3 (31-Uczelniana Komisja Rekrutacyjna); A-4 (2-Wydział Górnictwa i Geoinżynierii); H-A1, H-A2 (35-Centrum Transferu Technologii); U-2 (30-Centrum Dydaktyki); C-1 (27-Uczelniane Centrum Informatyki; 28-Dział Nauczania; 29-Centrum Studentów Zagranicznych; 37-Dział Współpracy z Zagranicą); C-2 (39-Muzeum); C-4 (8-Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska); C-5, C-6 (19-Centrum Energetyki); U-1 (20-Biblioteka Główna)

## Budynek A-1

### 3.1.1 Laboratorium nr 2

Pomieszczenie laboratorium nr 2 (Mikrometryki i badań zawieszin) zlokalizowane jest w budynku oznaczonym A-1 na mapie kampusu AGH przy Al. Mickiewicza 30 (Rysunek 1).

W pomieszczeniu znajduje się butle ze sprężonym helem. Hel, jako gaz obojętny, nie stwarza zagrożenia wybuchem. Poza tym w pomieszczeniu nie prowadzone są czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.

W związku z powyższym ze względu na brak substancji stwarzających zagrożenie wybuchem odstępuje się od dalszej oceny zagrożenia wybuchem.

Rekomendacje dot. sposobu magazynowania gazu w pomieszczeniu znajdują się w rozdziale 4.9 (s. 85).

### 3.1.2 Laboratorium nr 12

Pomieszczenie laboratorium nr 12 (Metod Instrumentalnych) zlokalizowane jest w budynku oznaczonym A-1 na mapie kampusu AGH przy Al. Mickiewicza 30 (Rysunek 1).

W pomieszczeniu znajdują się 2 butle ze sprężonym powietrzem. Powietrze samo w sobie nie stwarza zagrożenia wybuchem. Poza tym nie prowadzone są inne czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.

W związku z powyższym ze względu na brak substancji stwarzających zagrożenie wybuchem odstępuje się od dalszej oceny zagrożenia wybuchem.

Rekomendacje dot. sposobu magazynowania gazu w pomieszczeniu znajdują się w rozdziale 4.9 (s. 85).

### 3.1.3 Laboratorium nr 04

Pomieszczenie laboratorium nr 04 zlokalizowane jest w budynku oznaczonym A-1 na mapie kampusu AGH przy Al. Mickiewicza 30 (Rysunek 1).

W pomieszczeniu znajduje się butla ze sprężonym dwutlenkiem węgla. CO<sub>2</sub> po uwolnieniu sam w sobie nie stwarza zagrożenia wybuchem. Poza tym nie prowadzone są inne czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.

W związku z powyższym ze względu na brak substancji stwarzających zagrożenie wybuchem odstępuje się od dalszej oceny zagrożenia wybuchem.

Rekomendacje dot. sposobu magazynowania gazu w pomieszczeniu znajdują się w rozdziale 4.9 (s. 85).



## Budynek A-2

### 3.1.4 Laboratorium nr p20H

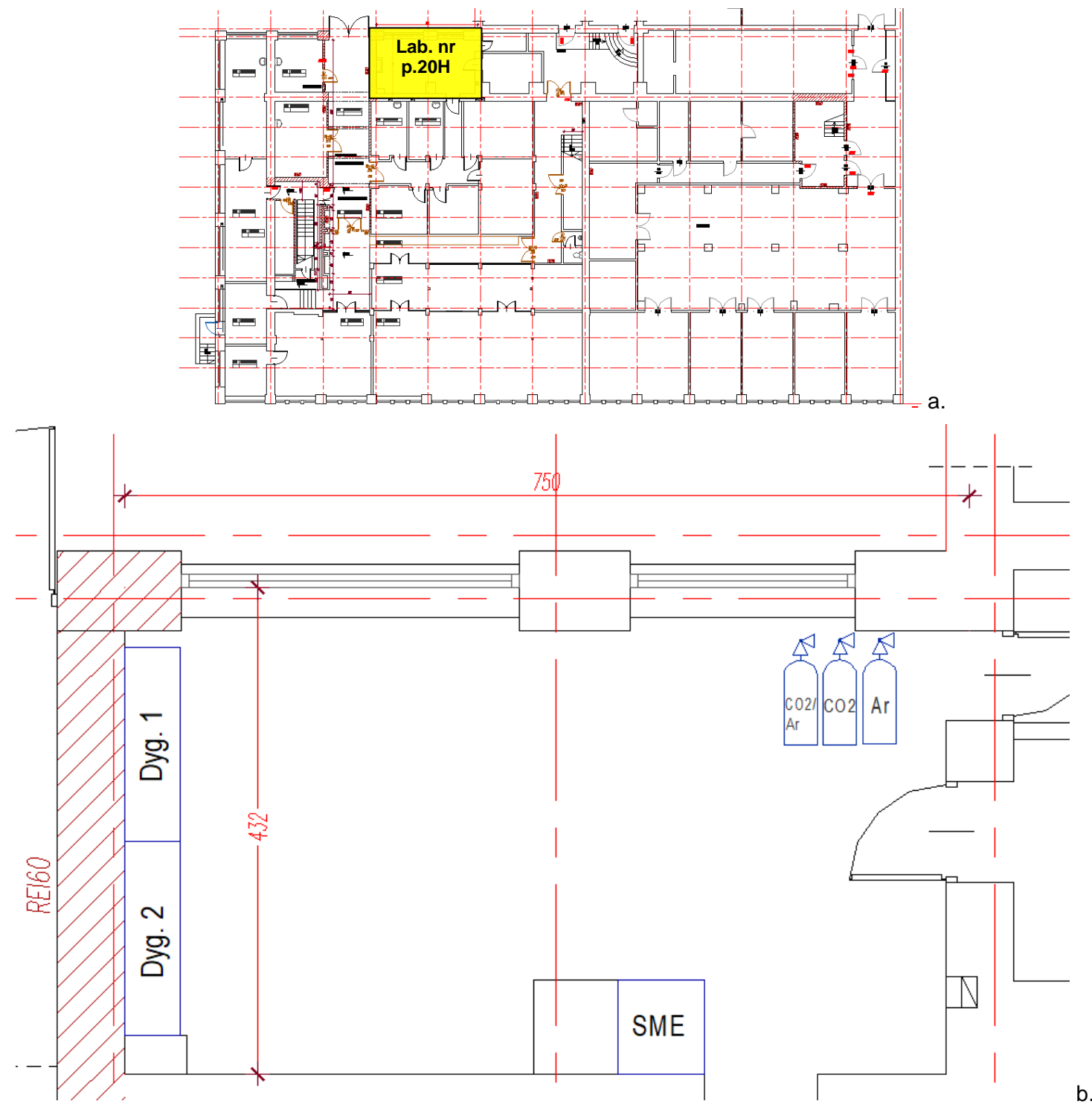
Laboratorium nr p20H (Pracownia Mikroskopii Elektronowej i Badań Fizycznych, Laboratorium przygotowywania próbek) zlokalizowane jest na kondygnacji 0 w budynku oznaczonym na planie kampusu symbolem A-2 (Rysunek 1).

Laboratorium składa się z 1 pomieszczenia, w którym znajdują się 2 dygestoria wyposażone w system wentylacji, stanowisko mikroskopii elektronowej wraz z wentylacją odciągową oraz punkt składowania butli ze sprężonymi gazami technicznymi (dwutlenek węgla, argon, mieszanka CO<sub>2</sub>/Ar). Wymiary pomieszczenia to: ~7.50\*4.32\*4.52 (Dł\*Sz\*Wys), co daje powierzchnię ~32.4 m<sup>2</sup> i kubaturę ~146.4 m<sup>3</sup> (Fot. 1, Rysunek 2).



Fot. 1 Laboratorium nr p.20H

a. dygestorium 1, 2; b. szafa z odczynnikami pod dygestorium; c. stanowisko mikroskopii elektronowej; d-e. stanowisko z butlami z gazami technicznymi



Rysunek 2 Umiejscowienie laboratorium nr p.20H  
a. rzut ogólny na kondygnacji 0 bud. A-2; b. rzut szczegółowy laboratorium;



### Wentylacja pomieszczenia:

Pomieszczenie p20H wyposażone jest w wentylację bytową. Dygestoria 1-2 posiadają wentylację wyciągową. Wewnątrz komory Stanowiska Mikroskopii Elektronowej znajduje się wentylacja odciągowa ramieniowa.

Na etapie opracowywania OZW rozpoczęto prace związane z określeniem rzeczywistej wydajności wentylacji bytowej oraz dygestoriów, dlatego nie udało się uzyskać informacji nt. ich wydajności. W związku z powyższym na potrzeby obliczeń dla laboratorium p20H przyjmuje się min. 1 wymianę powietrza na godzinę w pomieszczeniu, zgodnie z założeniami rozporządzenia [2].

### Wykaz substancji w laboratorium:

W laboratorium p20H zajęcia prowadzi się z użyciem substancji magazynowanych w szafkach pod dygestoriami (Tabela 1). Procesy podczas których może dojść do emisji par to przelewanie z większych pojemników szklanych o poj. 1 litra, do szklanych próbek, w ilości maks. 200 ml.

Tabela 1 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium p20H.

Lp.	Nazwa	Miejsce przechowywania
1.	Kwas siarkowy	Dygestorium 1
2.	Kwas solny	
3.	Kwas nadchlorowy	
4.	Kwas octowy	
5.	Kwas fluorowy	
6.	Kwas pikrynowy	
7.	Kwas azotowy	
8.	Aceton	
9.	2-butanol	Dygestorium 2
10.	2-propanol (izopropanol)	
11.	Aldehyd glutarowy	
12.	Chloroform	
13.	Dimetylu Sulfotlenek (DMSO)	
14.	Formamid	
15.	Glicerol	
16.	Glikol polietylenowy	
17.	Kwas mrówkowy	
18.	Metanol	
19.	N,N – Dimetylocetamid (DMAc)	
20.	N,N – Dimetyloformamid (DMF)	
21.	Tetrahydrofuran	
22.	Amoniak	

## Budynek C-4

### 3.1.5 Laboratorium nr 5

Laboratorium nr 5 zlokalizowane jest na pierwszej kondygnacji naziemnej (parter) w 6 kondygnacyjnym (V piętrowym) budynku, oznaczonym na planie kampusu symbolem C-4 (Rysunek 1). Laboratorium składa się z pomieszczenia głównego (5a), wydzielonej części (5c) z chromatografem gazowym i aparatem ASS. Wymiary pomieszczenia 5a:  $\sim 6.9 \times 6.2 + \sim 3.3 \times 2$  (Dł\*Sz), wys.  $\sim 3.1$ , co daje powierzchnię  $\sim 49.3 \text{ m}^2$  i kubaturę  $\sim 152.8 \text{ m}^3$ , natomiast laboratorium 5c:  $\sim 3.3 \times 4.2 \times 3.1$ , co daje pow.  $\sim 13.8 \text{ m}^2$  i kubaturę  $\sim 42.7 \text{ m}^3$ .

Do najistotniejszego wyposażenia laboratorium 5a, z punktu widzenia OZW, zaliczają się (Fot. 2, Rysunek 3):

- stanowisko mineralizatora – proces mineralizacji, któremu towarzyszy temp.  $\sim 200^\circ\text{C}$ , ciśnienie 40 atm., odbywa się wewnątrz specjalistycznego, zabezpieczonego urządzenia,
- dygestoria 3-6, wewnątrz których przeprowadzane są ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem substancji magazynowanych w laboratorium,
- dygestorium 7 z palnikiem gazowym w jego górnej części, zamykanym magazynem podręcznym odczynników, rozpuszczalników w części dolnej,
- zamykana szafa magazynowa z odczynnikami kwasowymi,
- główne stanowisko laboratoryjne na środku pomieszczenia wyposażone w palnik gazowy, gdzie przygotowywane są próbki do ćwiczeń laboratoryjnych.

Gaz do dygestorium i głównego stanowiska laboratoryjnego dostarczany jest za pośrednictwem instalacji gazowej niskiego ciśnienia ( $< 10 \text{ kPa}$ ). Zawór główny gazu zlokalizowany jest w sąsiedztwie drzwi wejściowych przy dygestorium nr 1 w pomieszczeniu 6 (Fot. 2, Rysunek 3).

W wydzielonym pomieszczeniu 5c znajduje się stanowisko z aparatem AAS oraz chromatograf gazowy. W chromatografie gazowym zainstalowano generator wodoru. W aparacie AAS znajduje się przyłączyce acetyleny (ciś. 85-90 kPa), który doprowadzany jest do urządzenia instalacją z butli znajdującej się na zewnątrz budynku. W pomieszczeniu znajdują się butle z gazami obojętnymi hel, powietrze – do analiz chromatograficznych oraz argon, podtlenek azotu – do aparatu AAS. Nad aparatem AAS zainstalowano odciąg miejscowy. Ponadto w laboratorium 5c zainstalowano system detekcji gazu.

W laboratorium 5 prowadzone są czynności związane z przygotowaniem próbek glebowych do analiz chemicznych i fizykochemicznych, w tym:

- suszenie w suszarce laboratoryjnej (lab. 5a),
- mineralizacja przy użyciu mineralizatora mikrofalowego (lab. 5a),
- mineralizacja metodą Kjeldahla (lab. 5a),
- ekstrakcja rozpuszczalnikami organicznymi (lab. 5a),
- analizy miareczkowe, kolorymetryczne, wagowe (lab. 5a),
- destylacja metodą Kjeldahla (lab. 5a),
- oznaczanie pierwiastków chemicznych metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej AAS - płomieniowa i w kuwecie grafitowej (lab. 5a),
- chromatografia gazowa FID (lab. 5c),
- spalanie w piecu mufowym (lab. 5a).



a.



b.



c.



d.



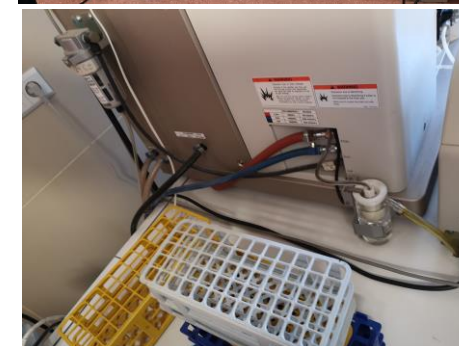
e.



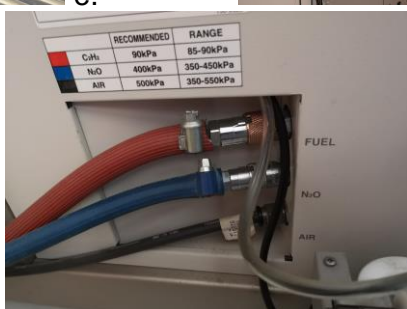
f.



g.



h.



i.

Fot. 2 Laboratorium nr 5, 5a

a. mineralizator; b. dygestoria 4-5; c. dygestoria 6-7; d-e. dygestorium 7 z palnikiem gazowym, szafa z odczynnikami, rozpuszczalnikami; f. szafa z odczynnikami kwasowymi; g-i. aparat AAS, chromatograf

### 3.1.6 Laboratorium nr 6

Laboratorium nr 6 zlokalizowane jest na pierwszej kondygnacji naziemnej (parter) w 6 kondygnacyjnym (V piętrowym) budynku, oznaczonym jako C-4 (Rysunek 1).

Laboratorium składa się z 2 pomieszczeń (6, 6b.), które wcześniej oddzielone były od siebie ścianą działową. Wg stanu na dzień opracowania ściana działowa została usunięta, a pomieszczenia tworzą jedną przestrzeń o wymiarach  $\sim 10.6 \times 6.2 \times 3.1$  (Dł\*Sz\*Wy), co daje kubaturę 203.7 m<sup>3</sup>.

W pomieszczeniu znajdują się 3 dygestoria, wewnątrz których znajdują się palniki gazowe zasilane gazem ziemnym. Gaz dostarczany jest za pośrednictwem instalacji gazowej niskiego ciśnienia ( $< 10$  kPa). Zawór główny gazu zlokalizowany jest w sąsiedztwie drzwi wejściowych przy dygestorium nr 1 (Fot. 3, Rysunek 3).



a.



b.



c.



d.

Fot. 3 Laboratorium nr 6

a. sala laboratoryjna; b. c. dygestoria; d. zawór gazu

#### Wentylacja pomieszczeń:

Pomieszczenia laboratoriów 5 (5a, 5c), 6 wyposażono w wentylację nawiewno-wyiewną. Ponadto, dygestoria 1-3 oraz 4-7 wyposażono w wentylację wyciągową połączoną



wspólnym kanałem wylotowym. Dodatkowo nad aparatem AAS, chromatografem gazowym znajduje się odciąg miejscowy.

Na etapie opracowywania OZW rozpoczęto prace związane z określeniem rzeczywistej wydajności wentylacji bytowej oraz dygestoriów. W związku z powyższym na potrzeby obliczeń dla laboratorium 5a, 5c, 6 oraz dygestoriów 1-7 przyjmuje się min. liczbę wymian powietrza na godzinę równą 1, zgodnie z założeniami rozporządzenia [2]. Przyjęta liczba wymian wynika z faktu, że zajęcia zawsze odbywają się z pracującą wentylacją.

#### Wykaz substancji w laboratoriach:

##### *Laboratorium 6:*

Podczas zajęć w laboratorium 6 prowadzone są czynności w celu przygotowywania próbek glebowych do analiz chemicznych i fizykochemicznych, w szczególności przesiewanie ręczne przy użyciu sit.

Potencjalnym źródłem emisji może być rozszczelnienie na instalacji gazu ziemnego w dygestoriach 1-3 oraz przy zaworze odcinającym gazu. Poza tym nie prowadzone są inne czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.

##### *Laboratorium 5a:*

W laboratorium odbywają się zajęcia z użyciem substancji magazynowanych w szafie z odczynnikami kwasowymi oraz szafce dygestorium 7 (Tabela 2). Procesy zachodzące podczas ćwiczeń, powodujące emisję par, to przelewanie z większych pojemników szklanych do szklanych próbek w ilości max. 250 - 500 ml:

Tabela 2 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium 5

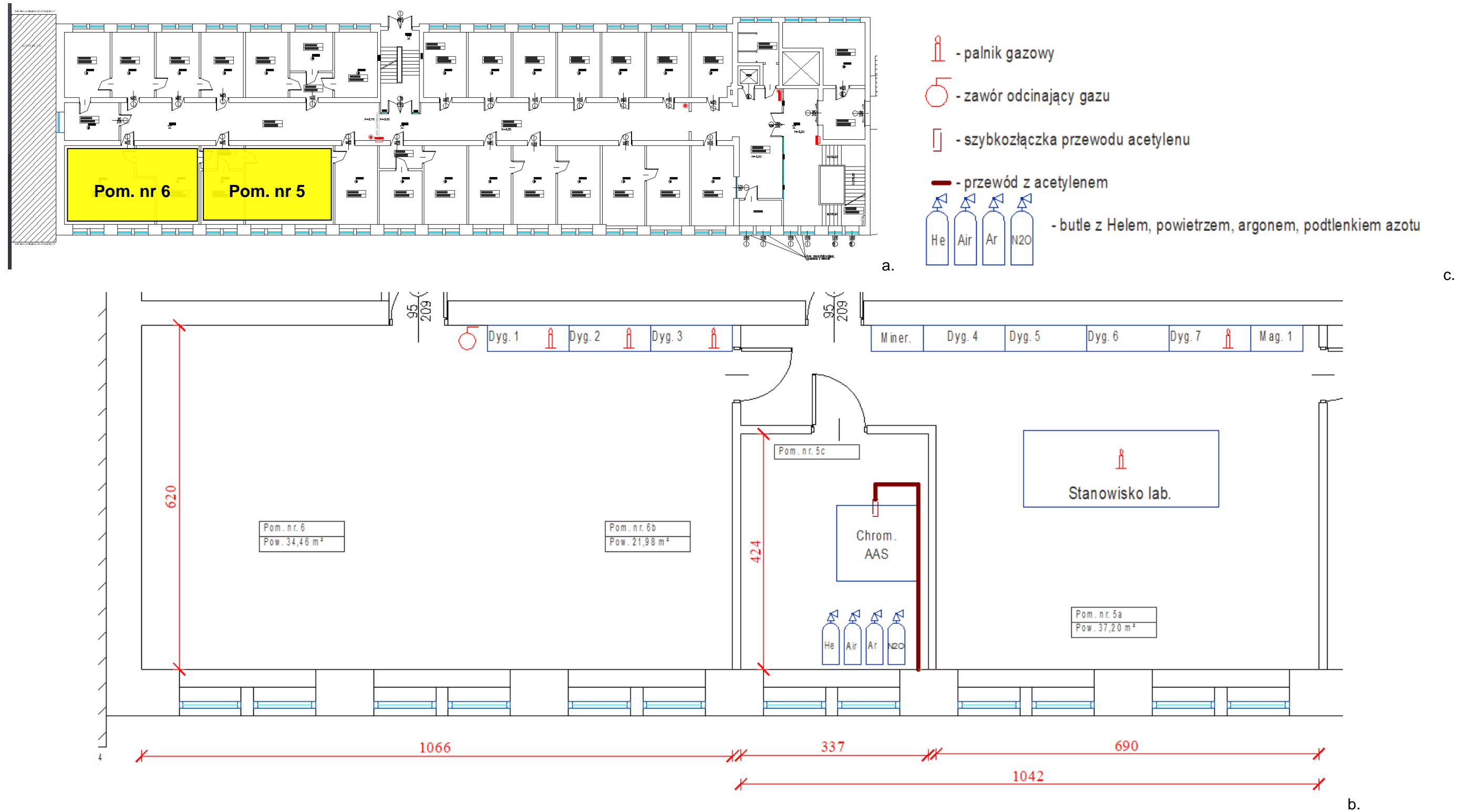
Lp.	Nazwa	Ilość	Miejsce przechowywania
1.	4-nitrofenol	100 g	Szafa dygestorium 7
2.	2-propanol	2 l	
3.	Aceton	2 l	
4.	Alkohol etylowy 96%	1 l	
5.	Alkohol etylowy techn. 96%	1.5 l	
6.	Alkohol izoamylowy	2 l	
7.	Chloroform	1 l	
8.	Cykloheksan	2 l	
9.	Denaturat	2l	
10.	Gliceryna	4 x 1 l	
11.	Kwas askorbinowy	2 x 250g	Szafa z odczynnikami
12.	Kwas azotowy 65 %	3 l	
13.	Kwas borowy	250 g	
14.	Kwas cytrynowy	4 x 250g	
15.	Kwas fluorowodorowy	1 l	
16.	Kwas maleinowy	500g	

Lp.	Nazwa	Ilość	Miejsce przechowywania
17.	Kwas mlekowy	1 l	
18.	Kwas mrówkowy	1 l	
19.	Kwas nadchlorowy 70 %	1 l	
20.	Kwas octowy 99%	1 l	
21.	Kwas salicylowy	3 x 250g	
22.	Kwas siarkowy 0,05 M	1 l	
23.	Kwas siarkowy 95 %	3 l	
24.	Kwas solny 0,1 M fix	6 szt.	
25.	Kwas solny 35%-38%	4 l	
26.	Kwas sulfanilowy	100 g	
27.	Kwas szczawiowy	100 g	
28.	Kwas L-winowy	1 kg	
29.	Kwas wersenowy	2 kg	
30.	n-heksan	2 l	Szafa dygestorium 7
31.	n-heptan	1 l	
32.	n-pentan	1 l	
33.	N,N-dimetyloformamid	1 l	
34.	N(1Naftyloetylenodiaminy dichlorowodorek	20 g	

*Laboratorium 5c:*

- hel,
- powietrze,
- argon,
- podtlenek azotu,
- acetylen.





Rysunek 3 Umiejscowienie pomieszczeń nr 5, 6  
a. rzut ogólny na parterze bud. C-4; b. rzut szczegółowy; c. legenda

### 3.1.7 Laboratorium nr 108

Laboratorium nr 108 zlokalizowane jest na drugiej kondygnacji naziemnej (I piętro) w 6 kondygnacyjnym (V piętrowym) budynku, oznaczonym na planie kampusu symbolem C-4 (Rysunek 1).

Laboratorium składa się z głównego stanowiska laboratoryjnego na środku pomieszczenia, wyposażonego w 2 palniki gazowe, 2 dygestoriów z szafkami magazynowymi w ich dolnej części oraz szafy magazynowej. W pomieszczeniu na suficie nad głównym stanowiskiem laboratoryjnym umieszczona jest autonomiczna czujka metanu (Fot. 4, Rysunek 4). Wymiary pomieszczenia to:  $\sim 10.6 \times 6.2 \times 3.1$  (Dł\*SZ\*Wys), co daje powierzchnię  $\sim 65.7 \text{ m}^2$  i kubaturę  $\sim 203.7 \text{ m}^3$ .

W laboratorium odbywają się głównie zajęcia dydaktyczne oraz poniższe analizy laboratoryjne:

- analiza miareczkowa,
- analiza kolorymetryczna (na spektrofotometrze),
- analiza wagowa,
- w trakcie zajęć wykorzystywane są palniki gazowe, kuchenki elektryczne a pod czynnym dygestorium: mineralizatory (temp. do  $160^{\circ}\text{C}$ ) i łaźnie wodne.

Do najistotniejszego z punktu widzenia OZW wyposażenia laboratorium zaliczają się (Fot. 4, Rysunek 4):

- wyposażone w wentylacje dygestoria 1-2, wewnątrz których przeprowadzane są ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem substancji magazynowanych w laboratorium,
- szafki magazynowe w dolnej części dygestoriów,
- zamykana, bez wentylacji, szafa magazynowa z odczynnikami,
- główne stanowisko laboratoryjne na środku pomieszczenia wyposażone w 6 palników gazowych.

Gaz do dygestoriów i głównego stanowiska laboratoryjnego dostarczany jest za pośrednictwem instalacji gazowej niskiego ciśnienia ( $<10 \text{ kPa}$ ). Zawory gazowe zlokalizowane są w sąsiedztwie dygestorium 1, 2, szafy magazynowej, głównego stanowiska laboratoryjnego (Rysunek 4, Fot. 3).



a.



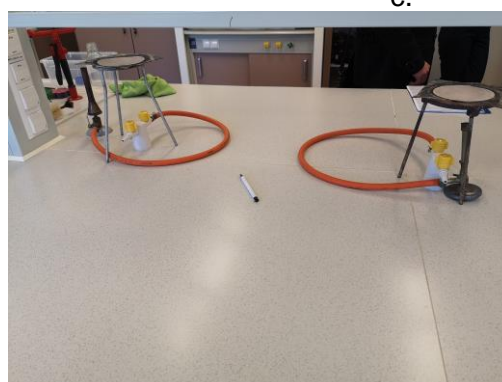
b.



c.



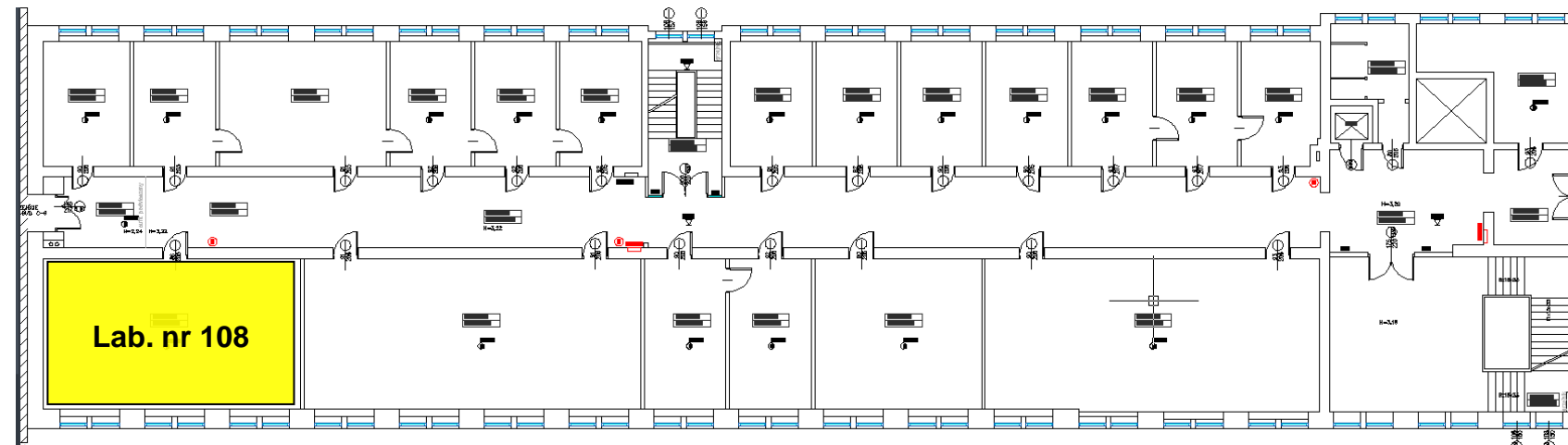
d.





e.

Fot. 4 Laboratorium nr 108

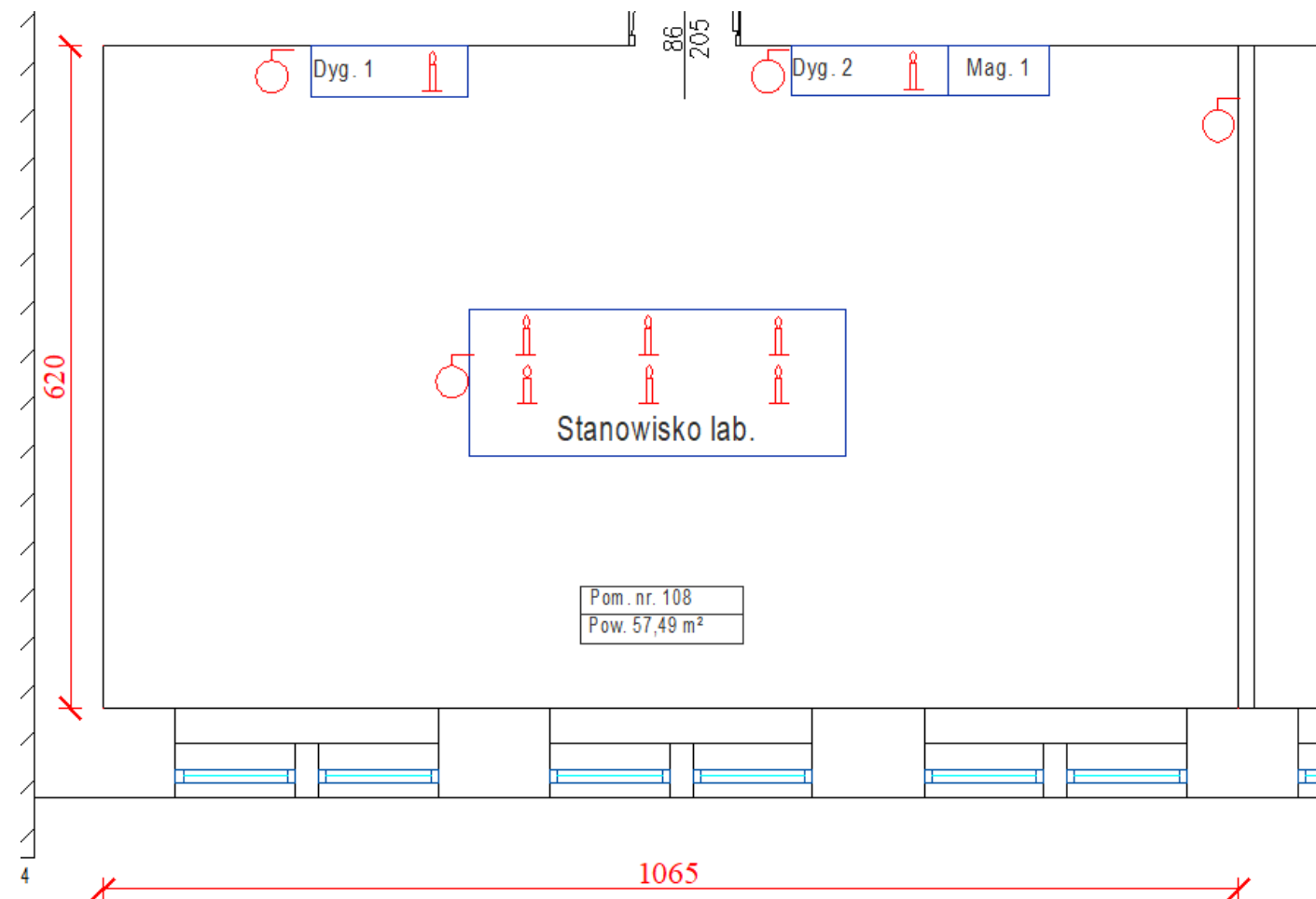
a. szafa z odczynnikami; b. dygestorium 2; c. szafka pod dygestorium 2; d. dygestorium 1; e. główne stanowisko laboratoryjne



a.

 - palnik gazowy  
 - zawór odcinający gaz

c.



b.

Rysunek 4 Umiejscowienie laboratorium nr 108  
a. rzut ogólny na I piętrze bud. C-4; b. rzut szczegółowy; c. legenda

### Wentylacja pomieszczenia:

Pomieszczenie 108 wyposażone jest w wentylację nawiewno-wywiewną. Dygestoria 1-2 posiadają wentylację wyciągową. Dodatkowo nad głównym stanowiskiem laboratoryjnym umieszczonych jest 6 odciągów ramieniowych Nederman.

Na etapie opracowywania OZW rozpoczęto prace związane z określeniem rzeczywistej wydajności wentylacji bytowej oraz dygestoriów, dlatego nie udało się uzyskać informacji nt. ich wydajności. W związku z powyższym na potrzeby obliczeń dla laboratorium 108 oraz dygestoriów 1-2 przyjmuje się min. 1 wymianę powietrza na godzinę w pomieszczeniu, zgodnie z założeniami rozporządzenia [2]. Przyjęta liczba wymian wynika z faktu, że podczas zajęć wentylacja jest zawsze obecna.

### Wykaz substancji w laboratorium:

W laboratorium 108 zajęcia prowadzi się z użyciem substancji magazynowanych w szafkach pod dygestoriami (Tabela 3), a także odczynnikami znajdującymi się w szafie magazynowej (Tabela 4). Procesy podczas których może dojść do emisji par to przelewanie z większych pojemników szklanych do szklanych próbek, w ilości 250 ml:

Tabela 3 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium 108

Lp.	Nazwa	Miejsce przechowywania
23.	Kwas siarkowy	Dygestorium 1
24.	Kwas solny	
25.	Kwas fosforowy	
26.	Kwas octowy	
27.	Kwas azotowy	
28.	Perhydrol	Dygestorium 2
29.	Amoniak	
30.	Metanol	
31.	Denaturat	
32.	2-pentanol	
33.	Aceton	
34.	MTBE	

Tabela 4 Wykaz odczynników w szafie magazynowej w laboratorium 108

Lp	Nazwa	Wzór	Ilość
<b>Na</b>			
1.	Sodu Siarczan bezwodny	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	4 kg
2.	Sodu Chlorek	$\text{NaCl}$	4 kg
3.	Tri Sodu Cytrynian	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{COONa})_3$	2 kg
4.	Sodu Salicylan	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COONa}$	3 op (300 200 250)
5.	Sodu Octan	$\text{CH}_3\text{COONa}$	4 op(1+1+1+1)
6.	Sodu Węglan bezwodny	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	1 kg
7.	Sodu Tiosiarczan	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	250 g
8.	Sodu Pirosiarczyn	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	30 g
9.	Sodu Nadsiarczan	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$	500 g
10.	Sodu diWodorofosforan	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	2 kg
11.	di Sodu Wodorofosforan	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	3 op
12.	Sodu Wodorotlenek	$\text{NaOH}$	2 op + 1 pastylki
13.	Sodu Siarczyn bezwodny	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	1 kg
14.	Sodu Wersenian	$\text{EDTA}$	100 g
15.	di Sodu szczawian	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	250 g
16.	Sodu Siarczan 10 H <sub>2</sub> O	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	1 op
17.	Sodu Azotan	$\text{NaNO}_3$	1 op
<b>K</b>			
18.	Potasu Rodanek	$\text{KSCN}$	1 op
19.	Potasu Nadmanganian	$\text{KMnO}_4$	1 op
20.	Potasu Jodan	$\text{KIO}_3$	1 op
21.	Potasu Wodorotlenek	$\text{KOH}$	1 op
22.	Potasu Sodu Winian	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	1op
23.	Potasu Jodek	$\text{KI}$	2 op
24.	Potasu diWodorofosforan	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	5 op
25.	diPotasu Wodorofosforan	$\text{K}_2\text{HPO}_4$	4 op
26.	Potasu węglan	$\text{K}_2\text{CO}_3$	1 op
27.	Potasu wodorowęglan	$\text{KHCO}_3$	1 op
28.	Potasu Bromek	$\text{KBr}$	1 op
29.	Potasu heksacyjanożelazian III	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	1 op
30.	Potasu nadsiarczan	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	1 op
31.	Potasu Siarczan	$\text{K}_2\text{SO}_4$	1 op
32.	Potasu chlorek	$\text{KCl}$	1 op
33.	Potasu Azotan	$\text{KNO}_3$	1 op
<b>Ca</b>			
34.	Wapnia Węgla	$\text{CaCO}_3$	1 op
35.	Wapnia Chlorek bezwodny	$\text{CaCl}_2$	1 op
36.	Wapnia chlorek 6 wodny	$\text{CaCl}_2 \times 6 \text{ H}_2\text{O}$	2 op 250 g
<b>Cu</b>			
37.	Miedzi Siarczan 5 wodny	$\text{CuSO}_4$	7 op
<b>Fe</b>			
38.	Żelaza Amonu Siarczan (sól Mohra)	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	250 g
39.	Żelaza III Chlorek	$\text{FeCl}_3$	1 op
40.	Żelaza III Siarczan	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	1 op
41.	Żelaza II Siarczan	$\text{FeSO}_4$	1 op

Lp	Nazwa	Wzór	Ilość
<b>Al</b>			
42.	Glinu Siarczan	$Al_2(SO_4)_3$	1 op
43.	Glinu Potasu Siarczan	$AlK(SO_4)_2$	1 op
44.	Glinu Wodorotlenek	$Al.(OH)_3$	1 op
<b>INNE</b>			
45.	Amonu Octan	$CH_3COONH_4$	op
46.	Amonu Chlorek	$NH_4Cl$	op
47.	Magnezu Siarczan 7 wodny	$MgSO_4 \times 7 H_2O$	op
48.	Magnezu Chlorek	$MgCl_2$	op
49.	Manganu II Siarczan 1 wodny	$MnSO_4 \times 1 H_2O$	op
50.	Baru Chlorek	$BaCl_2$	op
51.	Kwas Cytrynowy ( $C_6H_8O_7$ )	$(COOH)-CH_2-COOH$	op
52.	Kwas Szczawiowy ( $C_2H_2O_4$ )	$HOOC-COOH$	op
53.	Amonu Molibdenian	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \times 4H_2O$	op
54.	D+ Glukoza	$C_6H_{12}O_6$	op
<b>Wanienka małe opakowanie</b>			
55.	DPD stary	DPD	op
56.	Kwas Borowy	$H_3BO_3$	op 250g
57.	Sufanilamid (starszy )	$C_6H_8N_2O_2S$	op
58.	N-(1-Naftylo)etylenodiaminy chlorowodorek		op (większe)
59.	Kwas Humusowy		op
60.	di Sodu Szczawian	$Na_2C_2O_4$	op 250g
61.	Tetra Sodu Pirofosforan	$Na_4P_2O_7 \times 10 H_2O$	op
62.	Kwas (L) - Askorbinowy	$C_6H_8O_6$	op
63.	Manganu II Siarczan bezwodny	$MnSO_4$	op
64.	Dichloroizocyjanurian	$C_6Cl_2N_3NaO_3$	op
65.	Manganu II Siarczan $1H_2O$	$MnSO_4 \times 1 H_2O$	op
66.	2,6 dimetylofenol	$C_8H_{10}O$	op
67.	Antymonylupotasu winian	$C_8H_4K_2O_{12}Sb_2 \cdot 3H_2O$	op
68.	Glicyna (stary)	$CH_2NH_2COOH$	op
<b>Pudelko małe opakowania (10g)</b>			
69.	Siarczan Srebra	$Ag_2SO_4$	op
70.	DPD	DPD	op (słaby)
71.	Amonu Chlorek	$NH_4Cl$	op
72.	4- aminoantypiryna	$C_{11}H_{13}N_3O$	1 op
73.	N-(1-Naftylo)etylenodiaminy chlorowodorek		2 op
74.	Kobaltu II Siarczan	$CoSO_4$	1 op
75.	Sulfanilamid	$H_2N-C_6H_4 SO_2NH_2$	1 op
76.	o-Tolidyna	$C_{14}H_{16}N_2$	1 op
77.	Kwas sulfaminowy (sulfamic acid)		1 op
78.	2,2,-Azino- bis(3ethylbenzothiazoline-6- sulfonikacid)diammonium salt		



### 3.1.8 Laboratorium nr 03

Laboratorium 03 zlokalizowane jest na kondygnacji podziemnej (piwnica) w 6 kondygnacyjnym (V piętrowym) budynku, oznaczonym na planie kampusu symbolem C-4 (Rysunek 1).

Laboratorium składa się z 2 pomieszczeń, tj. pom. 03 i 03a. Wymiary pomieszczenia 03 wynoszą:  $\sim 6.2 \times 3.37 \times 2.45$  (Dł\*Sz\*Wys), co daje pow.  $\sim 20.89 \text{ m}^2$  i kubaturę  $\sim 51.19 \text{ m}^3$ . W pomieszczeniu znajduje się stanowisko laboratoryjne z odciągami kominowym. Pod stanowiskiem znajduje się lodówka, gdzie magazynowane są odczynniki w pojemnikach o poj. maks. 1 litra, z których następuje przelewanie do naczyń o poj. maks. 50 ml. W laboratorium 03 przeprowadza się analizy laboratoryjne z wykorzystaniem poniższych substancji: MTBE, aceton, metanol, etanol, n-pentan. Dodatkowo realizowane są tu analizy miareczkowe, kalorymetryczne (na spektrofotometrze). W pomieszczeniu znajdują się ciepłarka, łaźnia wodna, suszarki, autoklaw parowy (Fot. 5, Rysunek 5).

Do pomieszczenia dostarczany jest gaz (metan) instalacją gazową niskiego ciśnienia ( $<10 \text{ kPa}$ ). Zawór instalacji wraz z palnikiem gazowym, znajdują się przy stanowisku laboratoryjnym w pom. 03. Po lewej jego stronie, w części podsufitowej, oraz nad drzwiami wejściowymi do laboratorium znajdują się zawory instalacji gazowej.

Wymiary pomieszczenia 03a wynoszą  $\sim 4.45 \times 3.27 \times 2.45$  (Dł\*Sz\*Wys), co daje pow.  $\sim 14.5 \text{ m}^2$ , kubaturę  $\sim 35.65 \text{ m}^3$ . W pomieszczeniu znajduje się stanowisko do analiz chromatograficznych wyposażone w butlę z helem. W pomieszczeniu 03a nie prowadzone są zajęcia z wykorzystaniem substancji, których pary stwarzają zagrożenie wybuchem (Fot. 5, Rysunek 5).



a.



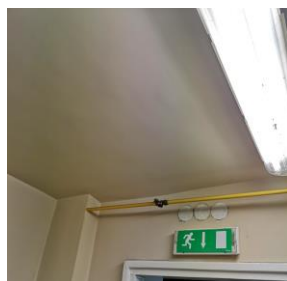
b.



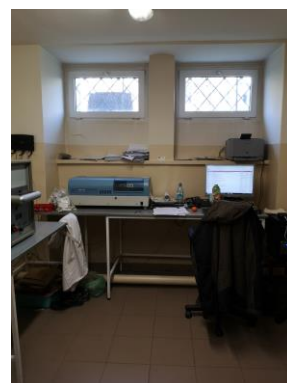
c.



d.



e.



f.



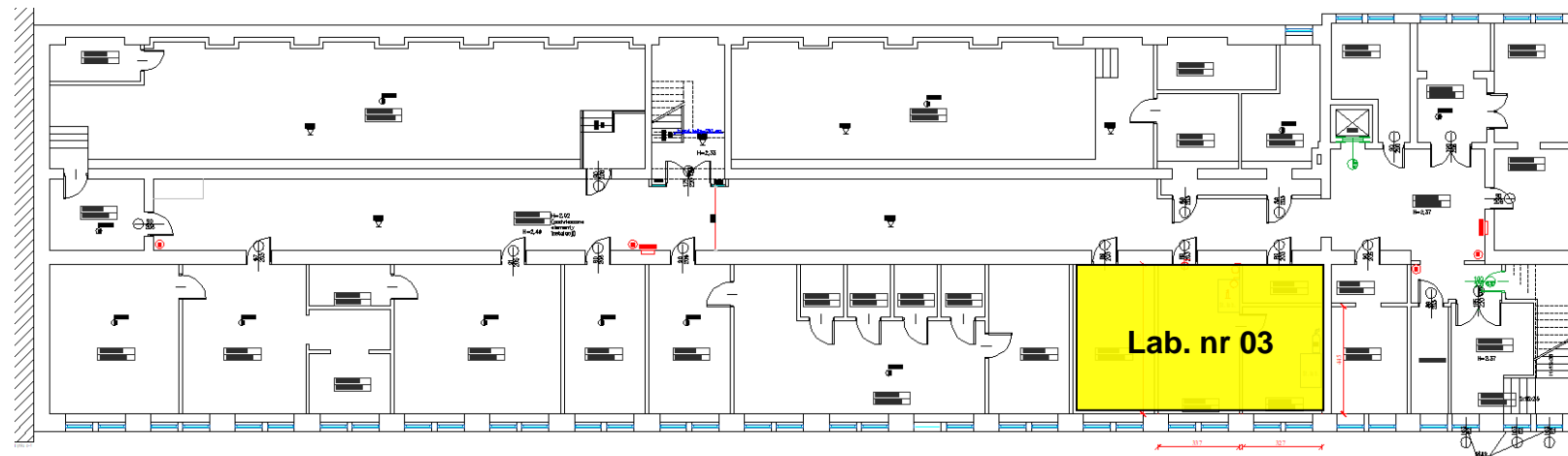
g.



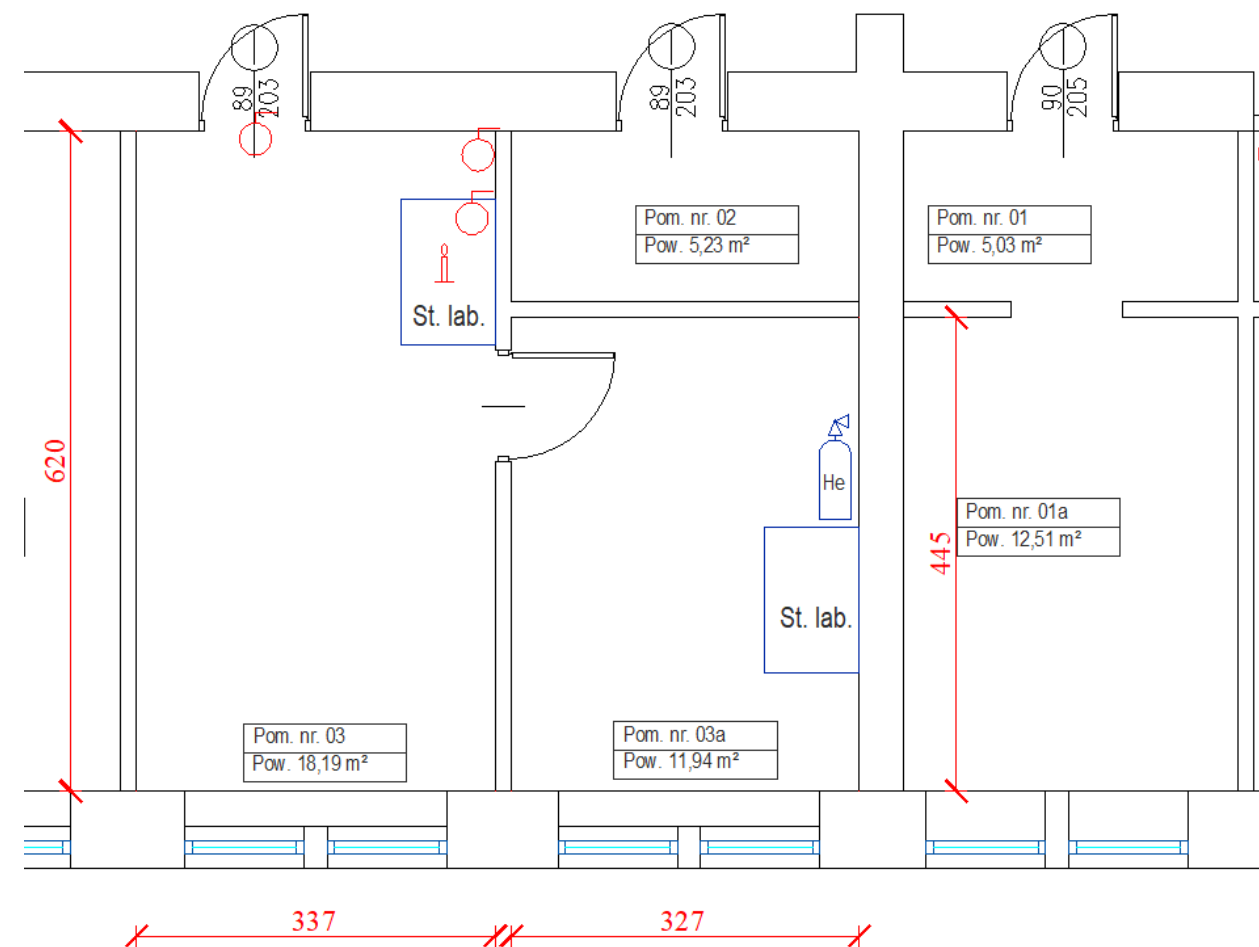
h.

Fot. 5 Laboratorium nr 03

a. pomieszczenie lab. 03; b. stanowisko laboratoryjne w pomieszczeniu 03; c. lodówka pod stanowiskiem lab. 03; d-e. instalacja gazowa w lab. 03; f. pomieszczenie 03a; g. butla z helem w lab. 03a; h. stanowisko analiz chromatograficznych w lab. 03a





a.



b.

Rysunek 5 Umiejscowienie laboratorium nr 03  
a. rzut ogólny w piwnicy bud. C-4; b. rzut szczegółowy; c. legenda

 - palnik gazowy  
 - zawór odcinający gaz

c.

#### Wentylacja pomieszczenia:

Pomieszczenia 03, 03a nie są wyposażone w wentylację bytową, czy nawiewno-wywiewną. Jedynie na stanowisku laboratoryjnym w pom. 03 znajduje okap kominowy oraz kratka wentylacyjna pod oknami. Na etapie opracowywania OZW rozpoczęto prace związane z określeniem rzeczywistej wydajności wentylacji, dlatego nie udało się uzyskać informacji nt. jej wydajności. W związku z powyższym, mając na uwadze położenie laboratoriów poniżej poziomu gruntu, brak wentylacji oraz nieznaną wydajność wentylacji kominowej na potrzeby obliczeń dla laboratorium 03 zakłada się brak wymian powietrza w pomieszczeniu.

#### Wykaz substancji w laboratorium 03:

W laboratorium zajęcia przeprowadza się z użyciem substancji magazynowanych w lodówce pod stanowiskiem lab. w pomieszczeniu 03 (Tabela 5). Procesy towarzyszące ćwiczeniom, a powodujące emisję par, to przelewanie z większych pojemników szklanych do szklanych próbek p opoj. maks. 50 ml:

Tabela 5 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium 03

Lp.	Nazwa	Miejsce przechowywania
1.	MTBE	Lodówka pod stanowiskiem lab.
2.	Aceton	
3.	Metanol	
4.	n-pentan	

#### Wykaz substancji w laboratorium 03a:

Hel magazynowany w laboratorium 03a, jako gaz obojętny, po uwolnieniu nie stwarza zagrożenia wybuchem.

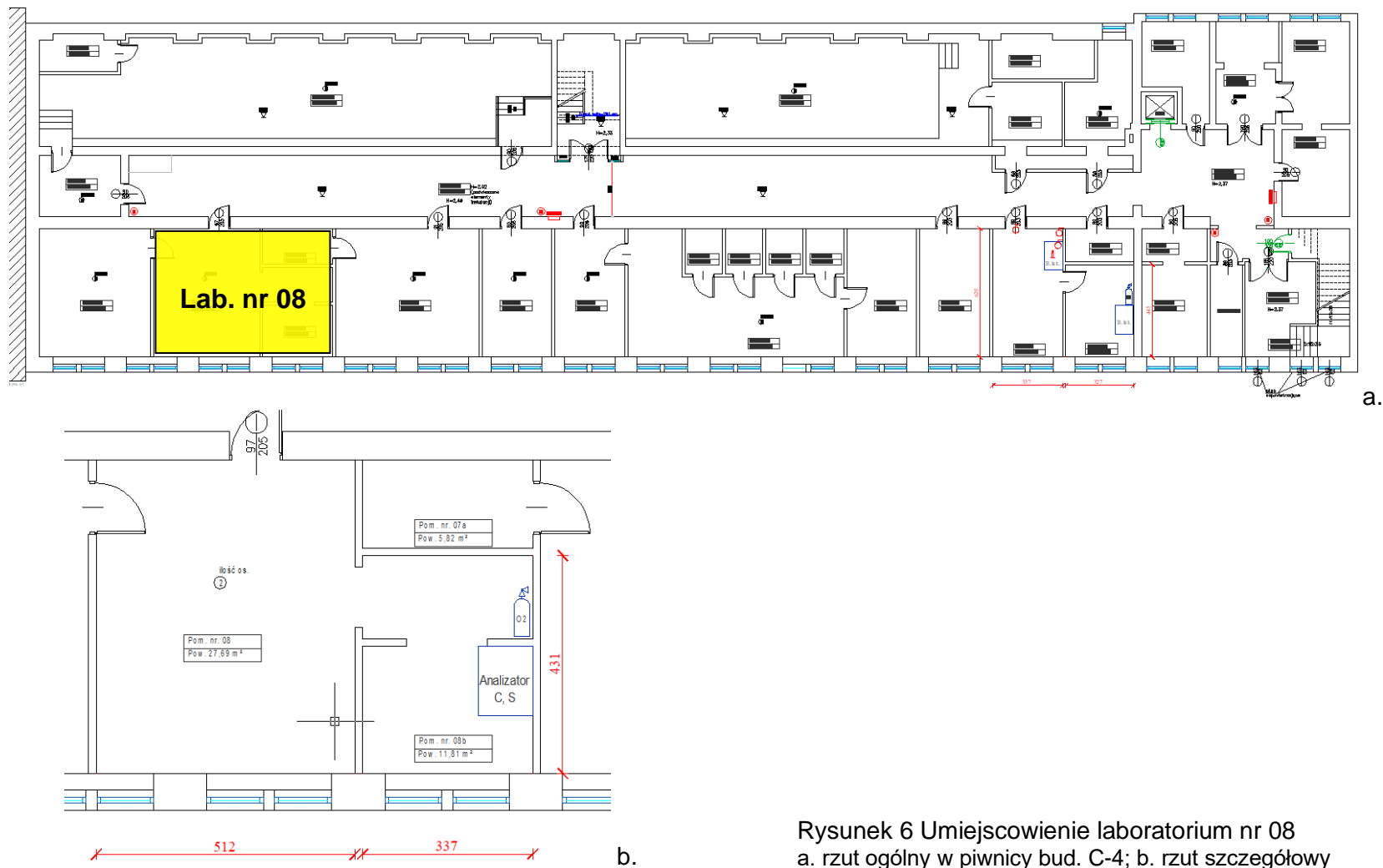
#### **3.1.9 Laboratorium nr 08**

Laboratorium 03 zlokalizowane jest na kondygnacji podziemnej (piwnica, Rysunek 6) w 6 kondygnacyjnym (V piętrowym) budynku , oznaczonym na planie kampusu symbolem C-4 (Rysunek 1).

#### Wykaz substancji w laboratorium:

W laboratorium znajduje się butla z tlenem technicznym zasilająca analizator węgla, siarki. Tlen, jako gaz obojętny, po uwolnieniu nie stwarza zagrożenia wybuchem. W związku z powyższym ze względu na brak substancji stwarzających zagrożenie wybuchem odstępuje się od dalszej oceny zagrożenia wybuchem.

Rekomendacje dot. pomieszczenia znajdują się w rozdziale 4.9 (s. 85).



Rysunek 6 Umieszczenie laboratorium nr 08  
a. rzut ogólny w piwnicy bud. C-4; b. rzut szczegółowy

### 3.1.10 Laboratorium nr 3

Laboratorium nr 3 zlokalizowane jest na pierwszej kondygnacji naziemnej (parter) w 6 kondygnacyjnym (V piętrowym) budynku, oznaczonym jako C-4 (Rysunek 1).

Laboratorium składa się z 2 pomieszczeń, tj. połączonych pomieszczeń 3 i 3a (wcześniej oddzielone były od siebie ścianą działową) oraz pomieszczenia 3b. Pomieszczenia 3, 3a tworzą jedną przestrzeń o wymiarach  $\sim 6.89 \times 6.2 \times 3.2$  (Dł\*Sz\*Wy), co daje pow.  $42.7 \text{ m}^2$  oraz kubaturę  $136.7 \text{ m}^3$ . Pomieszczenie 3b o wymiarach  $\sim 3.37 \times 6.2 \times 3.2$  (Dł\*Sz\*Wy) ma pow.  $20.9 \text{ m}^2$  a kubaturę  $66.8 \text{ m}^3$ .

W pomieszczeniu znajdują się 3, 3a znajduje się stanowisko laboratoryjne, wewnątrz którego znajduje się palnik gazowy zasilany gazem ziemnym. Gaz dostarczany jest za pośrednictwem instalacji gazowej niskiego ciśnienia ( $< 10 \text{ kPa}$ ). Zawór główny gazu zlokalizowany jest w sąsiedztwie stanowiska. Obok stanowiska znajduje się butla z  $\text{CO}_2$ .

W pomieszczeniu 3b znajdują się butle z gazami technicznymi, tj.: 2 x azot, mieszanina tlen/azot, mieszanina propan/powietrze oraz tlenek azotu 2.5 (Fot. 6, Rysunek 7).



a.



b.



c.



d.

Fot. 6 Laboratorium nr 3

a. sala 3a ze stanowiskiem laboratoryjnym; b. butla z  $\text{CO}_2$ ;  
c-d. gazy techniczne w pomieszczeniu 3b



Wentylacja w pomieszczeniach:

Pomieszczenia laboratoriów 3 (3, 3a, 3b) wyposażono w wentylację bytową. Ponadto, stanowisko laboratoryjne w pomieszczeniu 3a wyposażono w wentylację wyciągową.

Na etapie opracowywania OZW rozpoczęto prace związane z określeniem rzeczywistej wydajności wentylacji bytowej oraz stanowiska laboratoryjnego. W związku z powyższym na potrzeby obliczeń dla pomieszczeń 3, 3a, 3b oraz stanowiska laboratoryjnego przyjmuje się min. liczbę wymian powietrza na godzinę równą 1.

Wykaz substancji w pomieszczeniu:*Pomieszczenie 3, 3a:*

Potencjalnym źródłem emisji może być rozszczelnienie na instalacji gazu ziemnego przy stanowisku laboratoryjnym oraz zaworze odcinającym gaz.

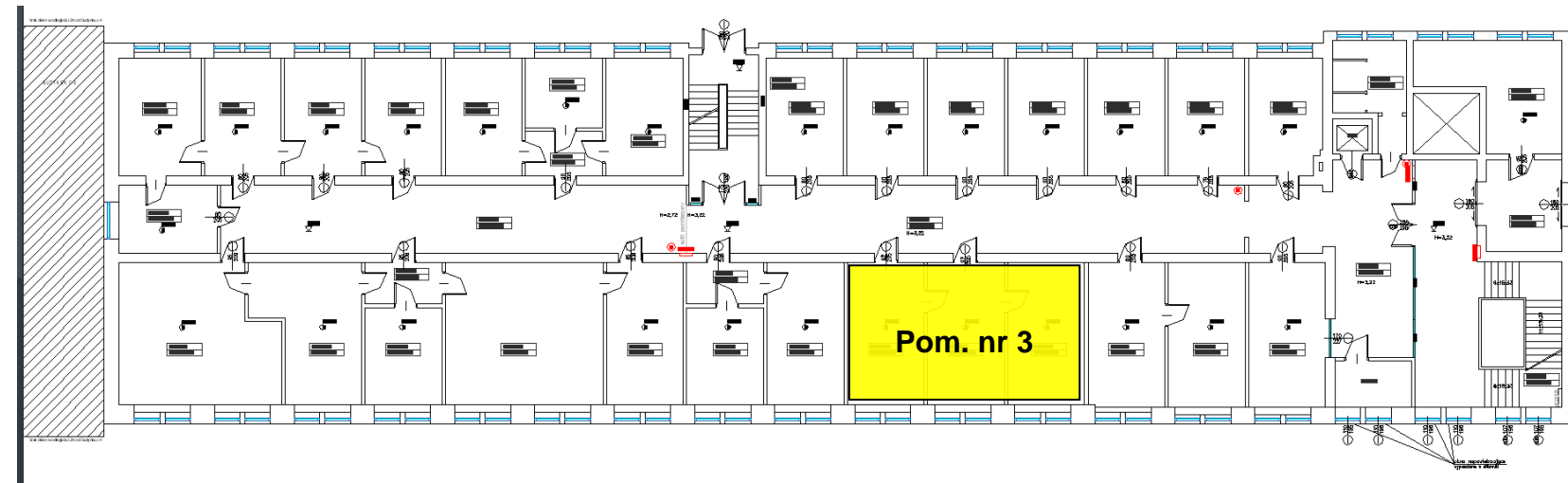
Dwutlenek węgla magazynowany w butli po uwolnieniu nie tworzy z powietrzem mieszaniny wybuchowej. Poza tym nie prowadzone są inne czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.

*Pomieszczenie 3b:*

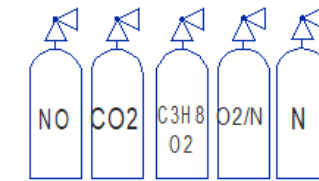
Potencjalnym źródłem emisji może być rozszczelnienie na zaworze butli z propanem.

Azot, mieszanina tlen/azot, tlenek azotu magazynowane w butlach po uwolnieniu nie tworzą z powietrzem mieszanin wybuchowych. Poza tym nie prowadzone są inne czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.





a.



- butle z gazami technicznymi

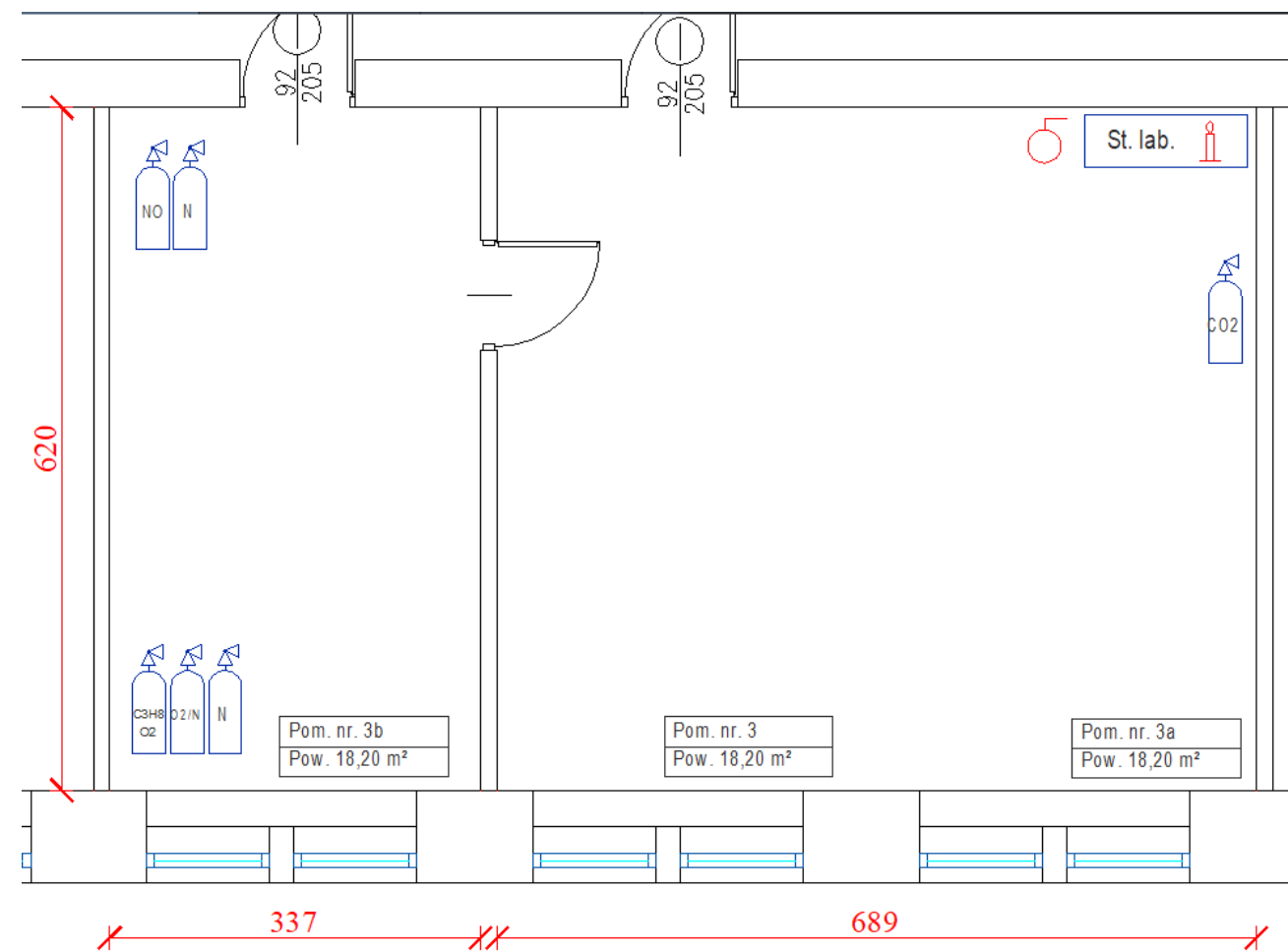


- palnik gazowy,



- zawór odcinający gazu

c.



b.

Rysunek 7 Umieszczenie pomieszczeń nr 3  
a. rzut ogólny na parterze bud. C-4; b. rzut szczegółowy; c. legenda

**H-A1 / H-A2****3.1.11 Laboratorium nr 47H**

Pomieszczenie laboratorium nr 47H zlokalizowane jest w budynku oznaczonym H-A2 (Hala A2) na mapie kampusu AGH przy Al. Mickiewicza 30 (Rysunek 1).

W pomieszczeniu znajduje się 40 litrowa butla ze sprężonym powietrzem. Powietrze samo w sobie nie stwarza zagrożenia wybuchem. Poza tym nie prowadzone są inne czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.

W związku z powyższym ze względu na brak substancji stwarzających zagrożenie wybuchem odstępuje się od dalszej oceny zagrożenia wybuchem.

Rekomendacje dot. sposobu magazynowania gazu w pomieszczeniu znajdują się w rozdziale 4.9 (s. 85).

**3.1.12 Laboratorium nr 48H**

Pomieszczenie laboratorium nr 48H zlokalizowane jest w budynku oznaczonym H-A2 (Hala A2) na mapie kampusu AGH przy Al. Mickiewicza 30 (Rysunek 1).

W pomieszczeniu znajdują się: 1 butla z azotem, 1 butla z argonem, 1 butla mieszaniny 95% azotu i 5% wodoru. Ww. gazy po uwolnieniu nie stwarzają zagrożenia wybuchem. Poza tym nie prowadzone są inne czynności, którym towarzyszy uwalnianie par cieczy, gazów posiadających właściwości wybuchowe.

W związku z powyższym ze względu na brak substancji stwarzających zagrożenie wybuchem odstępuje się od dalszej oceny zagrożenia wybuchem.

Rekomendacje dot. sposobu magazynowania gazu w pomieszczeniu znajdują się w rozdziale 4.9 (s. 85).

### 3.2 Charakterystyka wybranych substancji palnych

Charakterystykę substancji, które po uwolnieniu tworzą atmosfery wybuchowe, przedstawiono w tabelach:

- Tabela 6 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium p20H.;
- Tabela 7 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium 5a.;
- Tabela 8 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium 108.

## CZĘŚĆ 4 OCENA ZAGROŻENIA WYBUchem

### 4.1 Opis metodyki

Zgodnie z §37 ust. 1 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [2] w obiektach i na terenach przyległych, gdzie prowadzone są procesy technologiczne z użyciem materiałów mogących wytworzyć mieszaniny wybuchowe lub w których materiały takie są magazynowane dokonuje się Oceny Zagrożenia

Wybuchem. W myśl §37 ust. 9 w pomieszczeniu należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem, jeżeli może w nim występować atmosfera wybuchowa o objętości co najmniej 0.01 m<sup>3</sup> (10 litrów) w zwartej przestrzeni.

*Za pomieszczenie zagrożone wybuchem uważa się pomieszczenie, w którym może wytworzyć się mieszanina wybuchowa powstała z wydzielania się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia przekraczający 5 kPa.*

OZW przeprowadzona zostanie zatem zgodnie z poniższą procedurą [2]:

1. Opracowanie scenariuszy uwolnienia substancji tworzących atmosferę wybuchową wraz z określeniem maksymalnej masy substancji biorącej udział w wybuchu.
2. Obliczenie maksymalnego przyrostu ciśnienia dla masy z pkt. 2.
3. Wskazanie czy pomieszczenie jest zagrożone wybuchem.

4. Wyznaczenie w pomieszczeniach i przestrzeniach rodzaju i wielkości stref zagrożenia wybuchem.

Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia [2] do obliczeń przyjmuje się najbardziej niekorzystny z punktu widzenia ewentualnych skutków wybuchu scenariusz, mogący wytworzyć się w procesie eksploatacji, uwzględniając przy tym najbardziej niebezpieczny rodzaj substancji oraz największą jej ilość.

## 4.2 Określenie maksymalnej masy par tworzących atmosferę wybuchową

Mając na uwadze opis prac w pracowni na potrzeby Oceny Zagrożenia Wybuchem dla laboratorium 5a, 5c, 6 przyjmuje się poniższe scenariusze uwolnienia gazów, par substancji stwarzających zagrożenie wybuchem, tzw. substancji reprezentatywnych:

- scenariusz uwolnienia w laboratorium p.20H (SL20H-xxx),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 5a (SL5a-n-pentan),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 5c (SL5c-acetylen),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 6 (SL6-metan),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 108 (SL108-aceton),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 108 (SL108-metan),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 03 (SL03-n-pentan),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 03 (SL03-metan),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 3a (SL3a-metan),
- scenariusz uwolnienia w laboratorium 3b (SL3b-propan).

### Scenariusz SL20H-aceton:

Podczas przelewania uwolnieniu uległa substancja reprezentatywna, której pary stwarzają zagrożenie wybuchem. Zakłada się, że część substancji odparuje, tworząc atmosferę wybuchową w czasie wydzielania par ok. 10 min.

W laboratorium przeprowadza się badania z udziałem 21 substancji (Tabela 1). W związku z powyższym należy wybrać substancję reprezentatywną tworzącą atmosferę wybuchową. W myśl § 9 w pomieszczeniu należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem, jeżeli może w nim występować atmosfera wybuchowa o objętości co najmniej 0.01 m<sup>3</sup> (10 litrów) w zwartej przestrzeni. Zgodnie z PN-EN 60079-10-1 gęstości gazów, par  $\rho_g$  [kg/m<sup>3</sup>] zależy od ciśnienia ( $p_a$ ), temperatury (T), w jakich rozprzestrzeniają się oraz masy molowej uwolnionej substancji (M).

Spośród substancji biorących udział w ćwiczeniach w lab. p20H (Tabela 1) wybrano te, które posiadają właściwości wybuchowe. Następnie sprawdzono maksymalne przyrosty ciśnień ( $\Delta P_{max}$ ) mieszanin stechiometrycznych i wybrano 3 z największymi wartościami. Dla wybranych substancji policzono ilość par, jakie mogą się wydzielić z rozlania próbki 250 ml cieczy w warunkach pracy laboratorium ( $m_{up}$ ). Czas usunięcia zagrożenia ustalono na 10 min. Otrzymane wartości porównano z masą par jaka wymagana jest, aby utworzyła się mieszanina par w ilości 10 litrów ( $m_{p10l}$ ). Jako substancję reprezentatywną wybrano tę z największym przyrostem ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej ( $\Delta P_{max}$ ) oraz największym

wskaźnikiem  $m_{up}/m_{p10l}$ , czyli masą uwolnionych par ( $m_{up}$ ) do masy par potrzebnych do utworzenia strefy zagrożenia wybuchem w ilości 10 litrów ( $m_{p10l}$ ) [2]. Substancje, które mogą wytworzyć atmosferę wybuchowa w ilości  $>10$  litrów posiadają wartość wskaźnika  $m_{up}/m_{p10l} > 1$ . **Jako substancję reprezentatywną do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w pomieszczeniu laboratorium p20H wybrano aceton w ilości 0,076 kg (CAS: 67-64-1, Tabela 6).**



Tabela 6 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium p20H.

Lp.	Nazwa	Numer CAS	Wzór	Masa molowa	Ilość magazynowana	Stan skupienia	Jednostka	Maks. poj. próbki	Właściwości wybuchowe	Gęstość par w normalnych warunkach pracy	$\Delta P_{max}$	Masa par w 0,01 m <sup>3</sup> (10 l)	Masa uwolnionych par z próbki 250 ml w czasie 10 min.	Wsp. Antoine'a				mup/mp10l	Karta ch-ki
[-]	[-]	[-]	[-]	[M]	[-]	[S, C, G]	[g, l]	[ml]	[T, N]	gp [kg/m <sup>3</sup> ]	[bar]	mp10l [kg]	mup [kg]	Ps [Pa]	A	B	Ca	[-]	[-]
1	2-butanol	14898-79-4	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74,12	1	C	l	0,25	T	3,05	ND	0,031	0,004	1154,5	7,6212	1543,8900	208,0290	0,12	[52]
2	2-propanol (izopropanol)	67-63-0	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	60,1	2	C	l	0,25	T	2,47	ND	0,025	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[17]
3	Aceton	67-64-1	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58,08	2	C	l	0,25	T	2,39	7,7	0,024	0,076	27831,6	7,31414	1315,67	240,479	3,19	[18]
4	Aldehyd glutarowy	111-30-8	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	100,12	1	C	l	0,25	T	4,12	ND	0,041	0,019	5369,8	7,26219	1428,92	229,634	0,47	[53]
5	Chloroform	67-66-3	CHCl <sub>3</sub>	119,38	1	C	l	0,25	N	4,91	ND	0,049	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[21]
6	Dimetylu Sulfotlenek (DMSO)	67-68-5	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> OS	78,14	1	C	l	0,25	T	3,22	ND	0,032	0,0002	72,067	7,25197	1733,52	207,58	0,007	[54]
7	Gliceryna (glicerol)	56-81-5	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	92,09	4	C	l	0,25	T	3,79	ND	0,038	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[23]
8	Kwas azotowy	7697-37-2	HNO <sub>3</sub>	63,01	3	C	l	0,25	N	2,59	ND	0,026	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[25]
9	Kwas fluorowy	7664-39-3	HF	20	1	C	l	0,25	N	0,82	ND	0,008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[55]
10	Kwas mrówkowy	64-18-6	CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	46,03	1	C	l	0,25	T	1,89	ND	0,019	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[31]
11	Kwas nadchlorowy	7601-90-3	HClO <sub>4</sub>	100,46	1	C	l	0,25	N	4,13	ND	0,041	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[32]
12	Kwas octowy	64-19-7	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60,05	1	C	l	0,25	T	2,47	6,3	0,025	0,005	1860,6	7,8152	1800,03	246,894	0,21	[33]
13	Kwas siarkowy	7664-93-9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,08	1	C	l	0,25	N	4,04	ND	0,040	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[35]
14	Kwas solny	7647-01-0	HCL	36,46	1	C	l	0,25	N	1,50	ND	0,015	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[36]
15	N,N-dimetyloformamid (DMF)	68-12-2	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	73,09	1	C	l	0,25	T	3,01	7,2	0,030	0,0001	18,8	7,41637	1829,08	198,275	0,00	[44]
16	N,N - Dimetylocetamid (DMAc)	127-19-5	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO	87,12	1	C	l	0,25	T	3,59	ND	0,036	0,0008	249,3	7,30	1703,98	219,49	0,02	[56]
17	Glikol polietylenowy	25322-68-3	(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[57]
18	Metanol	67-56-1	CH <sub>4</sub> O	32,04	1	C	l	0,25	T	1,32	6,250	0,013	0,0305	14985,9	8,09126	1582,91	239,096	2,32	[47]
19	Tetrahydrofuran (THT)	109-99-9	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	72,11	1	C	l	0,25	T	2,97	ND	0,03	0,0629	20560,7	7,11	1256,68	232,62	2,12	[58]
20	Amoniak	7664-41-7	NH <sub>3</sub>	17,03	1	C	l	0,25	T	0,70	4,8	0,007	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[46]
21	Formamid	75-12-7	CH <sub>3</sub> NO	45,04	1	C	l	0,25	T	1,85	ND	0,019	0,00002	7,3	7,64	2012,70	203,23	0,001	[59]
22	Kwas ortofosforowy	7664-38-2	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	1	S/C	l	0,25	N	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[60]
23	Kwas pikrynowy	88-89-1	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	229,11	1	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[61]

Legenda:

- M Masa molowa [kg/kmol]
- S Ciało stałe
- C Ciecz
- G Gaz
- Pa ciśnienie atmosferyczne 101325 [Pa]
- Ta Temperatura otoczenia 296,15 [K]
- T, N Tak, Nie
- R stała gazowa 8314 [J/mol\*K]
- ND Nie dotyczy/Brak danych

### Scenariusz SL5a-n-pentan:

Podczas przelewania lub magazynowania substancji rozszczelnieniu uległ pojemnik zawierający substancję reprezentatywną, której pary stwarzają zagrożenie wybuchem. Zakłada się, że część substancji odparuje - czas wydzielania par 10 min.

Z uwagi na fakt, że w laboratorium korzysta się z ponad 30 (Tabela 2) substancji należy wybrać rodzaju i ilości substancji reprezentatywnej uczestniczącej w wybuchu. W myśl §37 ust. 9 w pomieszczeniu należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem, jeżeli może w nim występować atmosfera wybuchowa o objętości co najmniej  $0.01 \text{ m}^3$  (10 litrów) w zwartej przestrzeni. Zgodnie z PN-EN 60079-10-1 gęstości gazów, par  $p_g [\text{kg/m}^3]$  zależy od ciśnienie ( $p_a$ ), temperatury ( $T$ ), w jakich rozprzestrzeniają się oraz masy molowej uwolnionej substancji ( $M$ ).

Spośród substancji biorących udział w ćwiczeniach w lab. 5 (Tabela 2) wybrano te, które posiadają właściwości wybuchowe. Następnie sprawdzono maksymalne przyrosty ciśnień ( $\Delta P_{max}$ ) mieszanin stechiometrycznych i wybrano 8 z największymi wartościami. Dla wybranych substancji policzono ilość par, jakie mogą się wydzielić z rozlania próbki 250 ml cieczy w warunkach pracy laboratorium ( $m_{up}$ ). Czas usunięcia zagrożenia ustalono na 10 min. Otrzymane wartości porównano z masą par jaka wymagana jest, aby utworzyła się mieszanina par w ilości 10 litrów ( $mp_{10l}$ ). Jako substancję reprezentatywną wybrano tę z największym przyrostem ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej ( $\Delta P_{max}$ ) oraz największym wskaźnikiem  $m_{up}/mp_{10l}$ , czyli masą uwolnionych par ( $m_{up}$ ) do masy par potrzebnych do utworzenia strefy zagrożenia wybuchem w ilości 10 litrów ( $mp_{10l}$ ) [2]. Substancje, które mogą wytworzyć atmosferę wybuchowa w ilości  $>10$  litrów posiadają wartość wskaźnika  $m_{up}/mp_{10l} > 1$ . **Jako substancję reprezentatywną do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w pomieszczeniu laboratorium 5a wybrano n-pentan** w ilości 0,19 kg (CAS: 109-66-0, Tabela 7).

Tabela 7 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium 5a.

Lp.	Nazwa	Numer CAS	Wzór	Masa molowa	Ilość magazynowana	Stan skupienia	Jednostka	Maks. poj. próbki	Właściwości wybuchowe	Gęstość par w normalnych warunkach pracy	$\Delta P_{max}$	Masa par w 0,01 m3 (10 l)	Masa uwolnionych par z próbki 250 ml w czasie 10 min.	Wsp. Antoine`a				mup/mp10l	Karta ch-ki
[-]	[-]	[-]	[-]	[M]	[-]	[S, C, G]	[g, l]	[ml]	[T, N]	gp [kg/m3]	[bar]	mp10l [kg]	mup [kg]	Ps [Pa]	A	B	Ca	[-]	[-]
1	4-nitrofenol	100-02-7	C6H5NO3	139,11	100	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[16]
2	2-propanol	67-63-0	C3H8O	60,1	2	C	l	0,25	T	2,47	ND	0,025	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[17]
3	Aceton	67-64-1	C3H6O	58,08	2	C	l	0,25	T	2,39	7,7	0,024	0,076	27831,6	7,3141	1315,7	240,48	3,19	[18]
4	Alkohol etylowy 96% (denaturat)	64-17-5	C2H6O	46,07	1	C	l	0,25	T	1,90	6,3	0,019	0,019	7802,5	8,1348	1662,5	238,13	1,01	[19]
5	Alkohol izoamylowy	123-51-3	C5H12O	88,15	2	C	l	0,25	T	3,63	ND	0,036	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[20]
6	Chloroform	67-66-3	CHCl3	119,38	1	C	l	0,25	N	4,91	ND	0,049	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[21]
7	Cykloheksan	110-82-7	C6H12	84,16	2	C	l	0,25	T	3,46	9,4	0,035	0,039	11887,7	7,0085	1296,2	233,31	1,13	[22]
8	Gliceryna (glicerol)	56-81-5	C3H8O3	92,09	4	C	l	0,25	T	3,79	ND	0,038	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[23]
9	Kwas askorbinowy	50-81-7	C6H8O6	176,12	500	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[24]
10	Kwas azotowy 65 %	7697-37-2	HNO3	63,01	3	C	l	0,25	N	2,59	ND	0,026	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[25]
11	Kwas borowy	10043-35-3	H3BO3	61,83	250	S	g	0,25	N	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[26]
12	Kwas cytrynowy	77-92-9	C6H8O7	192,12	1000	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[27]
13	Kwas fluorowodorowy	7664-39-3	HF	20	1	C	l	0,25	N	0,82	ND	0,008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[28]
14	Kwas maleinowy	110-16-7	C4H4O4	116,07	500	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[29]
15	Kwas mlekowy	50-21-5	C3H6O3	90,08	1	S	l	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[30]
16	Kwas mrówkowy	64-18-6	CH2O2	46,03	1	C	l	0,25	T	1,89	ND	0,019	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[31]
17	Kwas nadchlorowy 70 %	7601-90-3	HClO4	100,46	1	C	l	0,25	N	4,13	ND	0,041	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[32]
18	Kwas octowy 99%	64-19-7	C2H4O2	60,05	1	C	l	0,25	T	2,47	6,3	0,025	0,005	1860,6	7,8152	1800	246,89	0,21	[33]
19	Kwas salicylowy	69-72-7	C7H6O3	138,12	750	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[34]
20	Kwas siarkowy 95 %	7664-93-9	H2SO4	98,08	1	C	l	0,25	N	4,04	ND	0,040	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[35]
21	Kwas solny	7647-01-0	HCL	36,46	1	C	l	0,25	N	1,50	ND	0,015	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[36]
22	Kwas sulfanilowy	121-57-3	C6H7NO3S	173,19	100	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[37]
23	Kwas szczawiowy	144-62-7	C2H2O4	90,04	100	S	g	0,25	N	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[38]
24	Kwas L-winowy	87-69-4	C4H6O6	150,09	1000	S	g	0,25	T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[39]
25	Kwas wersenowy	60-00-4	C10H16N2O8	292,25	2000	S	g	0,25	N	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[40]
26	n-heksan	110-54-3	C6H14	86,18	2	C	l	0,25	T	3,55	9,5	0,035	0,060	17965,4	6,9895	1216,9	227,45	1,69	[41]
27	n-heptan	142-82-5	C7H16	100,2	1	C	l	0,25	T	4,12	9,4	0,041	0,019	5386,0	7,0461	1341,9	223,73	0,47	[42]
28	n-pentan	109-66-0	C5H12	72,15	1	C	l	0,25	T	2,97	9,5	0,030	0,192	62875,0	7,0088	1134,2	238,68	6,48	[43]
29	N,N-dimetyloformamid	68-12-2	C3H7NO	73,09	1	C	l	0,25	T	3,01	7,2	0,030	0,0001	18,8	7,4164	1829,1	198,28	0,00	[44]
30	N (1Naftyloetylenodiaminy dichlorowodorek)	1465-25-4	C12H16Cl2N2	259,18	20	S	g	0,25	N	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Legenda:

- M Masa molowa [kg/kmol]
- S Ciało stałe
- C Ciecz
- G Gaz
- Pa ciśnienie atmosferyczne 101325 [Pa]
- Ta Temperatura otoczenia 296,15 [K]
- T, N Tak, Nie
- R stała gazowa 8314 [J/mol\*K]
- ND Nie dotyczy

### **Scenariusz SL5c-acetylen:**

Rozszczelnienie na połączeniu instalacji acetyleny z aparatem AAS w pomieszczeniu 5c.

Wyniki poniższego scenariusza mają ponadto za zadanie obliczenie maks. masy uwolnionego gazu do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu  $\Delta P$ .

#### **Charakterystyka uwolnienia:**

Substancja palna:	acetylen (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , CAS no. 74-86-2)
Masa molowa, M:	26.02 kg/kmol
Dolna Granica Wybuchowości, LFL:	2.3 % vol. (0.023 vol./vol.)
Temperatura samozapłonu, AIT:	305°C
Gęstość gazu w warunkach normalnych, pg: (20°C, 101325 Pa)	1.07 kg/m <sup>3</sup>
Źródło uwolnienia, SR:	Zawór
Stopień wypływu:	Drugiego, wypływ z powodu rozszczelnienia
Wskaźnik wypływu gazu, Wg:	S=0.1 mm <sup>2</sup> ; Cd=0.75; Pinst.=191.3 kPa; Wg=3*10 <sup>-5</sup> kg/s;

**Wypływ gazu w ciągu 10 min., Wg10:** **Wg10=600\*3\*10<sup>-5</sup>=0,018 kg/10 min.**

Wypływ niesoniczny

Współczynnik bezpieczeństwa, k:	0.5
Charakterystyka wypływu, Wg/(pg*k*LFL):	Wg=0.002 m <sup>3</sup> /s

#### **Charakterystyka lokalizacji uwolnienia:**

Sytuacja wokół uwolnienia:	teren niezabudowany
Ciśnienie wokół uwolnienia, Pa:	101325 Pa
Temperatura wokół uwolnienia, T:	23°C (296.15 K)
Wysokość uwolnienia:	< 1 m
Prędkość wentylacji, uw:	0.1 m/s
Dostępność wentylacji:	Średnia

#### **Efekt uwolnienia:**

Stopień rozrzedzania:	Średni
Rodzaj strefy zagrożenia wybuchem:	Strefa 2
Wielkość strefy zagrożenia wybuchem:	< 1 m, R=0.2 m
Grupa sprzętowa, klasa temperaturowa:	IIC, T2

*Szczegóły scenariusza obliczeniowego w pliku: SL5C.sm*

**Scenariusz SL6-metan:**

Rozszczelnienie na połączeniu instalacji gazu ziemnego w dygestorium 1-3, 7 oraz zaworach zamykających. Obliczenia wykonane zgodnie z PN-EN 60079-10-1 [7], ST-IGG [9]

Wyniki poniższego scenariusza mają ponadto za zadanie obliczenie maks. masy uwolnionego gazu do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu  $\Delta P$ .

**Charakterystyka uwolnienia:**

Substancja palna:	metan (CH <sub>4</sub> , CAS no. 74-82-8)
Masa molowa, M:	16.04 kg/kmol
Dolna Granica Wybuchowości, LFL:	5 % vol. (0.05 vol./vol.)
Temperatura samozapłonu, AIT:	480-630°C
Gęstość gazu w warunkach normalnych, pg: (23°C, 101325 Pa)	0.66 kg/m <sup>3</sup>
Źródło uwolnienia, SR:	Zawór
Stopień wypływu:	Drugiego, wypływ z powodu rozszczelnienia
Wskaźnik wypływu gazu, Wg:	$S=0.1 \text{ mm}^2$ ; $C_d=0.75$ ; $P_{\text{inst.}}=111.3 \text{ kPa}^1$ ; $W_g=8.5 \cdot 10^{-6} \text{ kg/s}$ ;
<b>Wypływ gazu w ciągu 10 min., Wg10:</b>	<b><math>W_{g10}=600 \cdot 8.5 \cdot 10^{-6}=0,005 \text{ kg/10 min.}</math></b> Wypływ niesoniczny

Współczynnik bezpieczeństwa, k:	0.5
Charakterystyka wypływu, $W_g/(p_g \cdot k \cdot LFL)$ :	$W=0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$

**Charakterystyka lokalizacji uwolnienia:**

Sytuacja wokół uwolnienia:	pomieszczenie
Ciśnienie wokół uwolnienia, Pa:	101325 Pa
Temperatura wokół uwolnienia, T:	23°C (296.15 K)
Wysokość uwolnienia:	< 1 m
Prędkość wentylacji, uw:	0.1 m/s
Dostępność wentylacji:	Średnia

**Efekt uwolnienia:**

Stopień rozrzedzania:	Średni
-----------------------	--------

<sup>1</sup>Instalacja gazowa w budynku powinna zapewniać doprowadzenie paliwa gazowego w ilości odpowiadającej potrzebom użytkowemu oraz odpowiednią wartość ciśnienia przed urządzeniami gazowymi, zależną od rodzaju paliwa gazowego zastosowanego do zasilania budynku, określoną Polską Normą dotyczącą paliw gazowych, przy czym ciśnienie to nie powinno być wyższe niż 5 kPa [3]. Zakłada się 10 kPa (0,01 MPa) dla wartości której, zgodnie ze standardem gazowniczym ST-IGG [9] określa się zasięg strefy zagrożenia wybuchem wokół połączeń.

Rodzaj strefy zagrożenia wybuchem: Strefa 2  
Wielkość strefy zagrożenia wybuchem: < 1 m, zgodnie z ST-IGG [9] R=0.1m  
wokół połączenia gwintowanego (złączki)  
Grupa sprzętowa, klasa temperaturowa: IIA, T1  
*Szczegóły scenariusza obliczeniowego w pliku: SL6.sm*

### **Scenariusz SL108-aceton:**

Podczas przelewania lub magazynowania substancji rozszczelnieniu uległ pojemnik zawierający substancję reprezentatywną, której pary stwarzają zagrożenie wybuchem. Zakłada się, że część substancji odparuje – czas wydzielania par 10 min.

Wybór substancji reprezentatywnej przeprowadzono zgodnie z metodyką jak dla scenariusza SL5a. Spośród substancji biorących udział w ćwiczeniach w lab. 108 (Tabela 3) wybrano te, które posiadają właściwości wybuchowe. Następnie wybrano 2 z największymi maksymalnymi przyrostami ciśnień ( $\Delta P_{max}$ ) mieszanin stechiometrycznych. Dla wybranych substancji policzono ilość par, jaka może wydzielić się z rozlania próbki 250 ml cieczy w warunkach pracy laboratorium (mup). Czas usunięcia zagrożenia ustalono na 10 min. Otrzymane wartości porównano z masą par jaka wymagana jest, aby utworzyła się mieszanina par w ilości 10 litrów (mp10l), dla której zgodnie z przepisami [2] należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem. Spośród 2 wybranych substancji (aceton, metanol) skupiono się na tej, która wytworzy większą ilość par (mup/mp10l max.). **Jako substancję reprezentatywną do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w pomieszczeniu laboratorium 108 wybrano aceton** w ilości 0,076 kg (CAS: 67-64-1, Tabela 8).

### **Scenariusz SL108-metan:**

Założenia wypływu jak dla scenariusza SL6. Wskaźnik wypływu gazu,  $W_g = 8.5 \cdot 10^{-6}$  kg/s. Wypływ gazu w ciągu 10 min.,  $W_{g10} = 600 \cdot 8.5 \cdot 10^{-6} = 0,005$  kg/10 min.



Tabela 8 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium 108.

Lp.	Nazwa	Numer CAS	Wzór	Masa molowa	Stan skupienia	Maks. poj. próbki	Właściwości wybuchowe	Gęstość par w normalnych warunkach pracy	$\Delta P_{max}$	Masa par w 0,01 m <sup>3</sup> (10 l)	Masa uwolnionych par z próbki 250 ml w czasie 10 min.	Wsp. Antoine'a				mup/mp10l	Karta ch-ki
[-]	[-]	[-]	[-]	[M]	[S, C, G]	[ml]	[T, N]	gp [kg/m <sup>3</sup> ]	[bar]	mp10l [kg]	mup [kg]	Ps [Pa]	A	B	Ca	[-]	[-]
1	Perhydrol	7722-84-1	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	34,01	C	0,25	N	1,40	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[45]
2	Amoniak	7664-41-7	NH <sub>3</sub>	17,03	C	0,25	T	0,70	4,8	0,007	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[46]
3	Aceton	67-64-1	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58,08	C	0,25	T	2,39	7,7	0,024	0,076	27831,6	7,3141	1315,7	240,48	3,19	[18]
4	Metanol	67-56-1	CH <sub>4</sub> O	32,04	C	0,25	T	1,32	8,5	0,013	0,031	14985,9	8,0913	1582,9	239,1	2,32	[47]
5	Denaturat	64-17-5	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46,07	C	0,25	T	1,90	6,3	0,019	0,019	7802,5	8,1348	1662,5	238,13	1,01	[19]
6	MTBE	1634-04-4	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	88,15	C	0,25	T	3,63		0,036	0,004	1078,0	7,27679	1279,01	177,85	0,10	[48]
10	Kwas azotowy	7697-37-2	HNO <sub>3</sub>	63,01	C	0,25	N	2,59	ND	0,026	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[25]
18	Kwas octowy	64-19-7	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60,05	C	0,25	T	2,47	6,3	0,025	0,005	1860,6	7,8152	1800	246,89	0,21	[33]
20	Kwas siarkowy	7664-93-9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,08	C	0,25	N	4,04	ND	0,040	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[35]
21	Kwas solny	7647-01-0	HCL	36,46	C	0,25	N	1,50	ND	0,015	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[36]
23	Kwas fosforowy	7664-38-2	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	C	0,25	N	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	[49]

**Legenda:**

- M Masa molowa [kg/kmol]
- S Ciało stałe
- C Ciecz
- G Gaz
- Pa ciśnienie atmosferyczne 101325 [Pa]
- Ta Temperatura otoczenia 296,15 [K]
- T, N Tak, Nie
- R stała gazowa 8314 [J/mol\*K]
- ND Nie dotyczy

### **Scenariusz SL03-n-pentan:**

Dobór substancji reprezentatywnej przeprowadza się zgodnie ze procedurą jak dla scenariusza SL5a-n-pentan. Oznacza to, że jako substancję reprezentatywną wybrano n-pentan.

Podczas przelewania z pojemnika o poj. 1 litr do naczyń o poj. 50 oraz 250 ml. nastąpiło uwolnienie n-pentanu, którego pary stwarzają zagrożenie wybuchem, w ilości odpowiednio 0,04 i 0,19 kg par. Zakłada się, że część substancji odparuje – czas wydzielania par 10 min.

### **Scenariusz SL03-metan:**

Założenia wypływu jak dla scenariusza SL6. Wskaźnik wypływu gazu,  $Wg=8.5 \cdot 10^{-6}$  kg/s. Wypływ gazu w ciągu 10 min.,  $Wg_{10}=600 \cdot 8.5 \cdot 10^{-6}=0,005$  kg/10 min.

### **Scenariusz SL3a-metan:**

Założenia wypływu jak dla scenariusza SL6. Wskaźnik wypływu gazu,  $Wg=8.5 \cdot 10^{-6}$  kg/s. Wypływ gazu w ciągu 10 min.,  $Wg_{10}=600 \cdot 8.5 \cdot 10^{-6}=0,005$  kg/10 min.

### **Scenariusz SL3b-propan:**

Rozszczelnienie na zaworze butli z gazem w pomieszczeniu 3b.

Wyniki poniższego scenariusza mają ponadto za zadanie obliczenie maks. masy uwolnionego gazu do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu  $\Delta P$ .

### **Charakterystyka uwolnienia:**

Substancja palna:	propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , CAS no. 74-98-6)
Masa molowa, M:	44.1 kg/kmol
Dolna Granica Wybuchowości, LFL:	1.7 % vol. (0.017 vol./vol.)
Temperatura samozapłonu, AIT:	450°C
Gęstość gazu w warunkach normalnych, pg: (23°C, 101325 Pa)	1.81 kg/m <sup>3</sup>
Źródło uwolnienia, SR:	Zawór
Stopień wypływu:	Drugiego, rozzszczelnienie na zaworze
Wskaźnik wypływu gazu, Wg:	$S=0.025$ mm <sup>2</sup> ; $Cd=0.75$ ; $P_{inst.}=200$ bar, $Wg=0,001$ kg/s;
<b>Wypływ gazu w ciągu 10 min., Wg<sub>10</sub>:</b>	<b><math>Wg_{10}=600 \cdot 0.001=0,6</math> kg/10 min.</b>
	Wypływ soniczny
Współczynnik bezpieczeństwa, k:	0.75
Charakterystyka wypływu, $Wg/(pg \cdot k \cdot LFL)$ :	$Wg=0.043$ m <sup>3</sup> /s

#### Charakterystyka lokalizacji uwolnienia:

Sytuacja wokół uwolnienia:	wnętrze pomieszczenia
Ciśnienie wokół uwolnienia, Pa:	101325 Pa
Temperatura wokół uwolnienia, T:	23°C (296.15 K)
Wysokość uwolnienia:	< 1 m
Prędkość wentylacji, uw:	0.1 m/s
Dostępność wentylacji:	Średnia

#### Efekt uwolnienia:

Stopień rozrzedzania:	Średni
Rodzaj strefy zagrożenia wybuchem:	Strefa 2
Wielkość strefy zagrożenia wybuchem:	wnętrze pomieszczenia
Grupa sprzętowa, klasa temperaturowa:	IIA, T2

Szczegóły scenariusza obliczeniowego w pliku: SL3b.sm

### 4.3 Określenie maksymalnego przyrostu ciśnienia wybuchu

Obliczenia maksymalnego przyrostu ciśnienia  $\Delta P$  par uwolnionych w pomieszczeniu przeprowadzono zgodnie z zależnością [2]:

$$\Delta P = \frac{m_{max} * \Delta P_{max} * W}{V * C_{st} * \rho}$$

Masa palnych par (kg), wydzielających się w pomieszczeniu wskutek parowania cieczy z otwartej powierzchni określono za pomocą równania [2]:

$$m_{max} = 10^{-9} * F * \tau * K * P_s * \sqrt{M}$$

$$P_s = 133 * 10^{\left[A - \frac{B}{t + C_A}\right]}$$

Podczas obliczenia maksymalnej masy uwolnionych par ( $m_{max}$ ) uwzględniono działanie wentylacji wywiewnej. W tym celu skorzystano z zależności, zgodnie z poniższym równaniem [2]:

$$k = 1 + n * tał$$

#### Legenda:

$\Delta P$  – maksymalny przyrost ciśnienia przy wybuchu stechiometrycznej mieszaniny gazowo- lub parowo-powietrznej w zamkniętej komorze;  
 $m_{max}$  – maksymalna masa substancji palnych, tworzących mieszaninę wybuchową, jaka może wydzielć się w rozpatrywanym pomieszczeniu;  
 $\rho$  – gęstość palnych gazów lub par w temperaturze pomieszczenia [kg/m<sup>3</sup>];  
 $W$  – współczynnik przebiegu reakcji, 0, 1;  
 $V$  – objętość wolnej przestrzeni powietrznej [m<sup>3</sup>];  
 $T$  – temperatura w pomieszczeniu 23°C [296,15 K]  
 $F$  - powierzchnia parowania – z 1 litra cieczy 1 m<sup>2</sup> (dla substancji zawierających >70% udziału masowego rozpuszczalnika);  
 $tał$  – przewidywany czas wydzielania się gazu [10 min.];

K – współczynnik parowania – wartość tabelaryczna = 2.4 (0,1 m/s prędkość powietrza, temp. 20°C);  
Ps – prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia ;  
k – krotność zmniejszenia maksymalnej masy substancji palnych ( $1 + [(1/3600 \text{ s}^{-1}) * 600 \text{ s}] = 1 + 0,17 = \sim 1,2$ );  
n – ilość wymian powietrza w pomieszczeniu przy działaniu wentylacji awaryjnej ( $1/3600 \text{ s}^{-1}$ );  
 $\beta = n_C + \frac{n_H - n_{Cl}}{4} - \frac{n_O}{2}$  – stechiometryczny współczynnik tlenu w reakcji wybuchu  
 $n_C, n_H, n_{Cl}, n_O$  – liczba atomów węgla, wodoru, chlorowców i tlenu w cząsteczce związku;  
 $C_{st}; C_{st} = \frac{1}{1 + 4,84 * \beta}$  – obj. stężenie stechiometryczne palnych par,  
Ps, A, B, Ca – wsp. Równania Antoine`a

Tabela 9 Wyniki symulacji dla 250 ml rozlanego acetonu w laboratorium p20H (scenariusz SLp20H-aceton).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0,25
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0,25
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	27831,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,31414
1.8		B	[-]	1315,67
1.9		Ca	[-]	240,479
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,076
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	aceton	[-]	
2.2	Wzór	C3H6O	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	58,08
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	2,39
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,00
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	770000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0491159
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	4,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	3
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	6
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	1
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	7,5
3.2	Szerokość	W	[m]	4,32
3.3	Wysokość	H	[m]	4,52
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	146,4
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	10%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	131,8
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	N
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	0,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00000
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,0
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	1,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,38
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,33
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,23
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,19

PN – powierzchnia nieregularna

Tabela 10 Wyniki symulacji dla 500 ml rozlanego acetonu w laboratorium p20H (scenariusz SLp20H-aceton).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm <sup>3</sup> ]	0,5
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m <sup>2</sup> dla <70% rozpuszcz; F=1 m <sup>2</sup> dla innych)	F	[m <sup>2</sup> ]	0,5
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	27831,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,31414
1.8		B	[-]	1315,67
1.9		Ca	[-]	240,479
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,153
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	aceton	[-]	
2.2	Wzór	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	58,08
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m <sup>3</sup> ]	2,39
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,00
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	770000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0491159
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	4,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	3
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	6
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	1
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	7,5
3.2	Szerokość	W	[m]	4,32
3.3	Wysokość	H	[m]	4,52
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m <sup>3</sup> ]	146,4
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	10%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m <sup>3</sup> ]	131,8
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	N
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	0,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00000
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,0
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	1,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,76
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,65
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,46
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,38

PN – powierzchnia nieregularna



Tabela 11 Wyniki symulacji dla 1000 ml rozlanego acetonu w laboratorium p20H (scenariusz SLp20H-aceton).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	1
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	1
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	27831,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,31414
1.8		B	[-]	1315,67
1.9		Ca	[-]	240,479
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,305
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	aceton	[-]	
2.2	Wzór	C3H6O	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	58,08
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	2,39
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,00
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	770000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0491159
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	4,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	3
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	6
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	1
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	7,5
3.2	Szerokość	W	[m]	4,32
3.3	Wysokość	H	[m]	4,52
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	146,4
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	10%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	131,8
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	N
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	0,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00000
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,0
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	1,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	1,52
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	1,30
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,91
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,76

PN – powierzchnia nieregularna

Tabela 12 Wyniki symulacji dla 250 ml rozlanego n-pentanu w laboratorium 5a (scenariusz SL5a-n-pentan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm <sup>3</sup> ]	0,25
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m <sup>2</sup> dla <70% rozpuszcz; F=1 m <sup>2</sup> dla innych)	F	[m <sup>2</sup> ]	0,25
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	62875,0
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,00877
1.8		B	[-]	1134,15
1.9		Ca	[-]	238,678
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,19
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	n-pentan	[-]	
2.2	Wzór	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	72,15
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m <sup>3</sup> ]	2,97
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,49
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	950000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0251762
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	8,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	5
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	12
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	PN
3.2	Szerokość	W	[m]	PN
3.3	Wysokość	H	[m]	PN
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m <sup>3</sup> ]	152,8
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m <sup>3</sup> ]	145,2
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	1,44
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	1,26
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	1,01
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,84

PN – powierzchnia nieregularna

Tabela 13 Wyniki symulacji dla 500 ml rozlanego n-pentanu w laboratorium 5a (scenariusz SL5a-n-pentan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm <sup>3</sup> ]	0,5
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m <sup>2</sup> dla <70% rozpuszcz; F=1 m <sup>2</sup> dla innych)	F	[m <sup>2</sup> ]	0,5
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	62875,0
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,00877
1.8		B	[-]	1134,15
1.9		Ca	[-]	238,678
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,38
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	n-pentan	[-]	
2.2	Wzór	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	72,15
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m <sup>3</sup> ]	2,97
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,49
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	950000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0251762
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	8,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	5
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	12
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	PN
3.2	Szerokość	W	[m]	PN
3.3	Wysokość	H	[m]	PN
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m <sup>3</sup> ]	152,8
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m <sup>3</sup> ]	145,2
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, k=1+(ns*tał)	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	2,89
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	2,52
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	2,02
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	1,68

PN – powierzchnia nieregularna

Tabela 14 Wyniki symulacji dla 1 litra rozlanego n-pentanu w laboratorium 5a (scenariusz SL5a-n-pentan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	1
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	1
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	62875,0
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,00877
1.8		B	[-]	1134,15
1.9		Ca	[-]	238,678
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,77
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	n-pentan	[-]	
2.2	Wzór	C5H12	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	72,15
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	2,97
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,49
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	950000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0251762
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	8,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	5
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	12
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	PN
3.2	Szerokość	W	[m]	PN
3.3	Wysokość	H	[m]	PN
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	152,8
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	145,2
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	5,77
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	5,05
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	4,04
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	3,37

PN – powierzchnia nieregularna



Tabela 15 Wyniki symulacji dla acetyleny uwolnionej w laboratorium 5c (scenariusz SL5c-acetylen).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	4722481,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,31465
1.8		B	[-]	790,209
1.9		Ca	[-]	262,859
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,018
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	acetylen	[-]	
2.2	Wzór	C2H2	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	26,04
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	1,07
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	0,90
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	1110000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0763359
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	2,50
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	2
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	2
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	4,2
3.2	Szerokość	W	[m]	3,3
3.3	Wysokość	H	[m]	3,1
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	43,0
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	20%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	34,4
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,61
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,53
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,43
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,36

Tabela 16 Wyniki symulacji dla metanu uwolnionego w laboratorium 6 (scenariusz SL6-metan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	30876260,7
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	6,84566
1.8		B	[-]	435,621
1.9		Ca	[-]	271,361
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,005
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	metan	[-]	
2.2	Wzór	CH4	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	16,04
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	0,66
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	0,55
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	810000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,093633
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	2,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	1
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	4
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	10,6
3.2	Szerokość	W	[m]	6,2
3.3	Wysokość	H	[m]	3,1
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	203,7
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	193,5
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,03
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,03
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,02
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,02



Tabela 17 Wyniki symulacji dla 250 ml rozlanego acetonu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-aceton).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0,25
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0,25
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	27831,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,31414
1.8		B	[-]	1315,67
1.9		Ca	[-]	240,479
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,076
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	aceton	[-]	
2.2	Wzór	C3H6O	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	58,08
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	2,39
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,00
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	770000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0491159
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	4,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	3
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	6
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	1
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	10,6
3.2	Szerokość	W	[m]	6,2
3.3	Wysokość	H	[m]	3,1
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	203,7
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	10%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	183,4
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,23
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,20
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,16
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,14

Tabela 18 Wyniki symulacji dla 500 ml rozlanego acetonu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-aceton).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0,5
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0,5
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	27831,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,31414
1.8		B	[-]	1315,67
1.9		Ca	[-]	240,479
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,153
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	aceton	[-]	
2.2	Wzór	C3H6O	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	58,08
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	2,39
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,00
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	770000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0491159
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	4,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	3
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	6
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	1
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	10,6
3.2	Szerokość	W	[m]	6,2
3.3	Wysokość	H	[m]	3,1
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	203,7
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	10%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	183,4
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,47
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,41
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,33
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,27

Tabela 19 Wyniki symulacji dla 1 litra rozlanego acetonu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-aceton).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	1
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	1
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	27831,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,31414
1.8		B	[-]	1315,67
1.9		Ca	[-]	240,479
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,305
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	aceton	[-]	
2.2	Wzór	C3H6O	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	58,08
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	2,39
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,00
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	770000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0491159
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	4,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	3
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	6
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	1
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	10,6
3.2	Szerokość	W	[m]	6,2
3.3	Wysokość	H	[m]	3,1
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	203,7
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	10%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	183,4
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,94
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,82
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,66
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,55

Tabela 20 Wyniki symulacji dla emisji metanu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-metan).

<b>1</b>	<b>Charakterystyka uwolnienia</b>			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	30876260,7
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	6,84566
1.8		B	[-]	435,621
1.9		Ca	[-]	271,361
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,005
<b>2</b>	<b>Charakterystyka substancji</b>			
2.1	Nazwa substancji	metan	[-]	
2.2	Wzór	CH4	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	16,04
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	0,66
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	0,55
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	810000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,093633
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	2,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	1
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	4
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
<b>3</b>	<b>Charakterystyka pomieszczenia</b>			
3.1	Długość	L	[m]	10,6
3.2	Szerokość	W	[m]	6,2
3.3	Wysokość	H	[m]	3,1
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	203,7
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	193,5
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
<b>4</b>	<b>Wentylacja</b>			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,029
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,025
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,020
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,017



Tabela 21 Wyniki symulacji dla emisji 50 ml n-pentanu w laboratorium 03 (scenariusz SL03-n-pentan).

1	Charakterystyka uwolnienia		
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]
1.8		B	[-]
1.9		Ca	[-]
1.10	Masa palnych par	m	[kg]
2	Charakterystyka substancji		
2.1	Nazwa substancji	n-pentan	[-]
2.2	Wzór	C5H12	[-]
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]
3	Charakterystyka pomieszczenia		
3.1	Długość	L	[m]
3.2	Szerokość	W	[m]
3.3	Wysokość	H	[m]
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]
3.8		T	[K]
4	Wentylacja		
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]

Tabela 22 Wyniki symulacji dla emisji 250 ml n-pentanu w laboratorium 03 (scenariusz SL03-n-pentan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0,25
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0,25
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	62875,0
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,00877
1.8		B	[-]	1134,15
1.9		Ca	[-]	238,678
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,19
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	n-pentan	[-]	
2.2	Wzór	C5H12	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	72,15
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	2,97
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	2,49
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	950000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0251762
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	8,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	5
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	12
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	6,2
3.2	Szerokość	W	[m]	3,37
3.3	Wysokość	H	[m]	2,45
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	51,2
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	48,6
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	N
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	0,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00000
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,0
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	1,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	$\Delta P$	[kPa]	5,02
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	$\Delta P$	[kPa]	4,31
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	$\Delta P$	[kPa]	3,01
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	$\Delta P$	[kPa]	2,51

Tabela 23 Wyniki symulacji dla emisji metanu w laboratorium 03 (scenariusz SL03-metan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	30876260,7
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	6,84566
1.8		B	[-]	435,621
1.9		Ca	[-]	271,361
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,005
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	metan	[-]	
2.2	Wzór	CH4	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	16,04
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	0,66
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	0,55
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	810000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,093633
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	2,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	1
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	4
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	6,2
3.2	Szerokość	W	[m]	3,37
3.3	Wysokość	H	[m]	2,45
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	51,2
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	48,6
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	N
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	0,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00000
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,0
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	1,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,135
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,115
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,081
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,067



Tabela 24 Wyniki symulacji dla emisji metanu w laboratorium 3a (scenariusz SL3a-metan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	30876260,7
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	6,84566
1.8		B	[-]	435,621
1.9		Ca	[-]	271,361
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,005
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	metan	[-]	
2.2	Wzór	CH4	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	16,04
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	0,66
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	0,55
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	810000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,093633
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	2,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	1
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	4
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	6,89
3.2	Szerokość	W	[m]	6,2
3.3	Wysokość	H	[m]	3,2
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	136,7
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	3%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	132,6
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	6,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00167
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,0
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	ΔP	[kPa]	0,042
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	ΔP	[kPa]	0,037
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	ΔP	[kPa]	0,030
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	ΔP	[kPa]	0,025

Tabela 25 Wyniki symulacji dla emisji propanu w laboratorium 3b (scenariusz SL3b-propan).

1	Charakterystyka uwolnienia			
1.1	Ilość rozlanej cieczy	litr	[dm3]	0
1.2	Powierzchnia parowania (1 litr --> F=0.5 m2 dla <70% rozpuszcz; F=1 m2 dla innych)	F	[m2]	0
1.3	Czas wydzielania się par	tał	[s]	600
1.4	Współczynnik parowania	K	[-]	2,4
1.5	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana literaturowa	Ps	[Pa]	
1.6	Prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia - dana obliczeniowa	Ps	[Pa]	923823,6
1.7	Współczynniki Antoine`a	A	[-]	7,01887
1.8		B	[-]	889,864
1.9		Ca	[-]	257,084
1.10	Masa palnych par	m	[kg]	0,600
2	Charakterystyka substancji			
2.1	Nazwa substancji	propan	[-]	
2.2	Wzór	C3H8	[-]	
2.3	Masa molowa	M	[g/mol]	44,1
2.4	Ciśnienie w pomieszczeniu	P	[Pa]	101325
2.5	Gęstość w warunkach pomieszczenia	d	[kg/m3]	1,81
2.6	Gęstość względna	Gw	[-]	1,52
2.7	Maks. przyrost ciśnienia wybuchu mieszaniny stechiometrycznej	deltaP	[Pa]	940000
2.8	Współczynnik przebiegu reakcji	W	[-]	0,1
2.9	Objętościowe stężenie stechiometryczne	Cst	[-]	0,0396825
2.10	Stechiometryczny współczynnik tlenu	B	[-]	5,00
2.11	Ilość atomów węgla	Nc	[-]	3
2.12	Ilość atomów wodoru	Nh	[-]	8
2.13	Ilość atomów chloru	Ncl	[-]	0
2.14	Ilość atomów tlenu	No	[-]	0
3	Charakterystyka pomieszczenia			
3.1	Długość	L	[m]	3,37
3.2	Szerokość	W	[m]	6,2
3.3	Wysokość	H	[m]	3,2
3.4	Objętość pomieszczenia	Vp	[m3]	66,9
3.5	% objętości wyposażenia w pomieszczeniu	Vw	[%]	5%
3.6	Objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia	V	[m3]	63,5
3.7	Maks. temperatura pomieszczenia	Tp	[°C]	23
3.8		T	[K]	296,15
4	Wentylacja			
4.1	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.2	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	1,00
4.3	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00028
4.4	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.5	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,2
4.6	Obecność wentylacji	-	[T, N]	T
4.7	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	2,0
4.8	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00056
4.9	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.10	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,3
4.11	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[n/h]	4,00
4.12	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00111
4.13	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.14	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	1,7
4.15	Ilość wymian powietrza/h w pomieszczeniu	nh	[-]	10,00
4.16	Ilość wymian powietrza/s w pomieszczeniu	ns	[n/s]	0,00278
4.17	Przewidywany czas wydzielania się gazów, par	tał	[s]	600
4.18	Krotność zmniejszenia masy dla działającej wentylacji, $k=1+(ns*tał)$	k	[-]	2,7
4.19	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.2	$\Delta P$	[kPa]	10,568
4.20	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.7	$\Delta P$	[kPa]	9,247
4.21	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.11	$\Delta P$	[kPa]	7,398
4.22	Przyrost ciśnienia w pomieszczeniu - wentylacja jak w pkt. 4.15	$\Delta P$	[kPa]	4,624

#### 4.4 Orzeczenie w sprawie Oceny Zagrożenia Wybuchem pomieszczeń

*Za pomieszczenie zagrożone wybuchem uważa się pomieszczenie, w którym może wytworzyć się mieszanina wybuchowa powstała z wydzielania się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia przekraczający 5 kPa.*

Zgodnie z wynikami przeprowadzonych symulacji i obliczeń stwierdza się jak poniżej:

##### Pomieszczenie laboratorium p20H:

**POMIESZCZENIE LABORATORIUM p20H ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU A-2  
AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO NIEZAGROŻONE WYBUchem**

##### Uzasadnienie:

Po rozlaniu 250 ml najbardziej niebezpiecznej substancji – aceton – w przeciągu 10 min. wydzieli się ok. 0,076 kg par, co przy parametrach pomieszczenia i zapewnionej wentylacji o wydajności min. 1 wymiany powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 0.38 kPa. Nie kwalifikuje to pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 9).

Uwolnienie 1 litra acetonu w takich samych warunkach da uwolnienie par w ilości 0.305 kg co da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 1.52 kPa, co również nie zakwalifikuje pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 11).

##### Pomieszczenie laboratorium 5a:

**POMIESZCZENIE LABORATORIUM 5A ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU C-4 AKADEMII  
GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO NIEZAGROŻONE WYBUchem  
POD WARUNKIEM UWOLNIENIA MAKSYMALNIE  
500 ML N-PENTANU.**

##### Uzasadnienie:

Po rozlaniu 250 ml najbardziej niebezpiecznej substancji – n-pentan – w przeciągu 10 min. wydzieli się ok. 0,19 kg par, co przy parametrach pomieszczenia i zapewnionej wentylacji o wydajności min. 1 wymiany powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 1.44 kPa. Nie kwalifikuje pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 12).

Uwaga!!!

Uwolnienie 1 litra n-pentanu w takich samych warunkach da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 5.77 kPa, co zakwalifikuje pomieszczenie jako zagrożone wybuchem (Tabela 14).

**Pomieszczenie laboratorium 5c:****POMIESZCZENIE LABORATORIUM 5C ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU C-4 AKADEMII  
GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO NIEZAGROŻONE WYBUCHEM.****Uzasadnienie:**

Po rozszczelnieniu połączenia instalacji acetyleny, w przeciągu 10 min. wydzieli się ok. 0,018 kg gazu, co przy parametrach pomieszczenia i zapewnionej wentylacji o wydajności min. 1 wymiany powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 0.61 kPa, co nie kwalifikuje pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 15).

**Pomieszczenie laboratorium 6:****POMIESZCZENIE LABORATORIUM 6 ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU C-4 AKADEMII  
GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO NIEZAGROŻONE WYBUCHEM.****Uzasadnienie:**

Po rozszczelnieniu połączenia instalacji gazu ziemnego, w przeciągu 10 min. wydzieli się ok. 0,005 kg gazu, co przy parametrach pomieszczenia i zapewnionej wentylacji o wydajności min. 1 wymiany powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 0.03 kPa, co nie kwalifikuje pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 16).

**Pomieszczenie laboratorium 108:****POMIESZCZENIE LABORATORIUM 108 ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU C-4 AKADEMII  
GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO NIEZAGROŻONE WYBUCHEM.****Uzasadnienie:**

Po rozlaniu 250 ml najbardziej niebezpiecznej substancji – aceton – wydzieli się ok. 0,076 kg par w przeciągu 10 min., co przy parametrach pomieszczenia i zapewnionej wentylacji o wydajności min. 1 wymiany powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 0.23 kPa. Nie kwalifikuje to pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 17). Po rozlaniu 1 litra acetonu, w przeciągu 10 min. wydzieli się ok. 0,305 kg par, co przy parametrach pomieszczenia i zapewnionej wentylacji o wydajności min. 1 wymiany powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 0.94 kPa, co również nie kwalifikuje pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 19).

**Pomieszczenie laboratorium 03:**

**POMIESZCZENIE LABORATORIUM 03 ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU C-4 AKADEMII  
GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO NIEZAGROŻONE WYBUchem  
POD WARUNKIEM UWOLNIENIA MAKSYMALNIE  
50 ML N-PENTANU.**

**Uzasadnienie:**

Po rozlaniu 50 ml najbardziej niebezpiecznej substancji – n-pentan – wydzieli się ok. 0,04 kg par w przeciągu 10 min., co przy parametrach pomieszczenia i braku wentylacji, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 1 kPa. Nie kwalifikuje to pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 21). Po rozlaniu 250 ml n-pentan, w przeciągu 10 min. wydzieli się ok. 0,19 kg par, co przy parametrach pomieszczenia i braku wentylacji w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 5.02 kPa, co kwalifikuje pomieszczenia jako zagrożone wybuchem (Tabela 22).

**Pomieszczenie laboratorium 3a:**

**POMIESZCZENIE LABORATORIUM 3a ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU C-4 AKADEMII  
GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO NIEZAGROŻONE WYBUchem**

**Uzasadnienie:**

Po emisji najbardziej niebezpiecznej substancji – metan z instalacji gazowej – wydzieli się ok. 0.005 kg gazu w przeciągu 10 min., co przy parametrach pomieszczenia i 1 wymianie powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 0.042 kPa. Nie kwalifikuje to pomieszczenia jako zagrożonego wybuchem (Tabela 24).

**Pomieszczenie laboratorium 3b:**

**POMIESZCZENIE LABORATORIUM 3b ZLOKALIZOWANE W BUDYNKU C-4 AKADEMII  
GÓRNICZO-HUTNICZEJ PRZY UL. MICKIEWICZA 30 W KRAKOWIE  
UZNAJE SIĘ JAKO ZAGROŻONE WYBUchem.**

**POMIESZCZENIE NIE BĘDZIE UZNAWANE JAKO ZAGROŻONE WYBUchem, JEŻELI BUTLA Z  
PROPANEM MAGAZYNOWANA BĘDZIE W SPECJALISTYCZNEJ, ATESTOWANEJ SZAFIE  
MAGAZYNOWEJ. SZAFA POWINNA BYĆ WYPOSAŻONA W KANAŁY WENTYLACYJNE  
ODPROWADZAJĄCE GAZ NA ZEWNATRZ BUDYNKU, A TAKŻE W SYSTEM DETEKCJI GAZU**



### Uzasadnienie:

Po emisji najbardziej niebezpiecznej substancji – propan z butli gazowej – wydzieli się ok. 0.6 kg gazu w przeciągu 10 min., co przy parametrach pomieszczenia i 1 wymianie powietrza w pomieszczeniu, da przyrost ciśnienia wybuchu o wartości 10.5 kPa. Kwalifikuje to pomieszczenia jako zagrożone wybuchem (Tabela 25).

W pomieszczeniu magazynowanie butli powinno odbywać się w specjalistycznych, atestowanych, wentylowanych szafach, przeznaczonych do magazynowania gazów technicznych, zgodnie z PN-EN 14470-2:2007 [10].

## 4.5 Wyznaczenie rodzaju i wielkości stref zagrożenia wybuchem

Zgodnie z §37, ust. 9 rozporządzenia [2], w pomieszczeniu należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem, jeżeli może w nim występować mieszanina wybuchowa (atmosfera wybuchowa) o objętości co najmniej 0,01 m<sup>3</sup> (10 l) – przesłanka jest spełniona (patrz 4.2, s. 41), w związku z powyższym należy wyznaczyć strefy zagrożenia wybuchem.

Wpływ na rodzaj strefy zagrożenia wybuchem ma odpowiednio dobrana wentylacja. Rodzaj stref można zarówno obniżyć, jak i podwyższyć, zarówno dla uwolnień wewnątrz budynku, jak i na otwartej przestrzeni. Wpływa na to ma efektywność wentylacji, tj. jej stopień rozrzedzenia oraz dostępność (dyspozycyjność).

Zgodnie z PN [7] wyróżnia się 3 stopnie rozrzedzania, tj.: niski, średni, wysoki.

Zgodnie z PN [7] wyróżnia się 3 dostępność wentylacji, tj.:

- *słaba* – wentylacja, która nie odpowiada standardom wentylacji przeciętnej lub dobrej, ale oczekuje się, że nieciągłości nie pojawią się na długie okresy.
- *przeciętna* – wentylacja jest spodziewana podczas normalnej pracy. Nieciągłości są dozwolone pod warunkiem, że pojawiają się rzadko i na krótkie okresy.
- *dobra* – wentylacja obecna jest praktycznie stale

### **Badanie stopnia rozrzedzania oraz dostępności wentylacji**

Zgodnie z podejściem PN [7] w pomieszczeniu laboratorium mamy **średni** stopień rozrzedzania oraz **słabą** dostępność wentylacji. W związku z powyższym przyjmuje się dla drugiego stopnia wypływu i średniego stopnia rozrzedzania strefę 2 (najniższą) zagrożenia wybuchem (Tabela 26).



Tabela 26 Wpływa wentylacji na rodzaj stref zagrożenia wybuchem

Stopień emisji	Efektywność wentylacji						
	Wysokie rozrzedzanie			Średnie rozrzedzanie			Niskie rozrzedzanie
	Dostępność wentylacji						
	Dobra	Przeciętna	Słaba	Dobra	Przeciętna	Słaba	Dobra, przeciętna lub słaba
Ciągły	Brak zagrożenia (Strefa 0 NE) <sup>a</sup>	Strefa 2 (Strefa 0 NE) <sup>a</sup>	Strefa 1 (Strefa 0 NE) <sup>a</sup>	Strefa 0	Strefa 0 + Strefa 2	Strefa 0 + Strefa 1	Strefa 0
Pierwszego stopnia	Brak zagrożenia (Strefa 1 NE) <sup>a</sup>	Strefa 2 (Strefa 1 NE) <sup>a</sup>	Strefa 2 (Strefa 1 NE) <sup>a</sup>	Strefa 1	Strefa 1 + Strefa 2	Strefa 1 + Strefa 2	Strefa 1 lub Strefa 0 <sup>c</sup>
Drugiego stopnia	Brak zagrożenia (Strefa 2 NE) <sup>a</sup>	Brak zagrożenia (Strefa 2 NE) <sup>a</sup>	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 1 i nawet Strefa 0 <sup>c</sup>

a. Strefa 0 NE, 1 NE, 2 NE wskazuje teoretyczną strefę, która byłaby pomijalnych rozmiarów w normalnych warunkach  
b. Rozmiar strefy 2 utworzonej przez wypływ drugiego stopnia może powiększyć się do wypływu stopnia pierwszego lub ciągłego, w takim przypadku należy rozważyć powiększenie strefy  
c. Będzie strefa 0 jeżeli wentylacja jest słaba a wypływ jest taki, że w praktyce atmosfera wybuchowa występuje praktycznie ciągle

Mając na uwadze wyniki obliczeń w pomieszczeniach laboratoryjnych w budynkach A-1, A-2, C-4, hali A-1/A-2 Akademii Górniczo-Hutniczej przy ul. Mickiewicza 30 w Krakowie przyjmuje się poniższy rodzaj i wielkość stref zagrożenia wybuchem (Tabela 27).

Tabela 27 Rodzaje i wielkości stref zagrożenia wybuchem pomieszczeń akumulatorowni

Lp.	Opis	Stopień emisji	Strefa 0	Strefa 1	Strefa 2	Numer rysunku
1.	Laboratorium nr 2	ND	ND	ND	Brak stref zagrożenia wybuchem	ND
2.	Laboratorium nr 12	ND	ND	ND	Brak stref zagrożenia wybuchem	ND
3.	Laboratorium nr 04	ND	ND	ND	Brak stref zagrożenia wybuchem	ND
4.	Laboratorium nr p20H3	S	ND	ND	Wnętrze części laboratoryjnej dygestoriów 1-2	Schemat 1
5.					Wnętrze części magazynowej dygestorium 1-2	
6.					Wnętrze stanowiska mikroskopii elektronowej	
7.					Wnętrze kanału wentylacyjnego dygestoriów 1-2	
8.					Wnętrze kanału wentylacyjnego stanowiska mikroskopii elektronowej	
9.	Laboratorium 5a	S	ND	ND	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych w dygestorium 7	Schemat 2
10.					R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na głównym stanowisku laboratoryjnym	
11.					Wnętrze części laboratoryjnej dygestoriów 4-7	
12.					Powierzchnia stołu głównego stanowiska laboratoryjnego	

Lp.	Opis	Stopień emisji	Strefa 0	Strefa 1	Strefa 2	Numer rysunku
13.					Wnętrze szafy magazynowej	
14.					Wnętrze części magazynowej dygestorium 7	
15.					Wnętrze kanałów wentylacyjnych dygestoriów 4-7	ND
16.	Laboratorium 5c	S	ND	ND	R=0.2m wokół połączenia przewodu z acetylenem do urządzenia AAS	Schemat 2
17.					Wnętrze kanału wentylacyjnego od okapu kominowego	ND
18.	Laboratorium 6	S	ND	ND	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych w dygestoriach 1-3	Schemat 2
19.					R=0.1m wokół zaworu gazu	
20.					Wnętrze kanału wentylacyjnego dygestoriów 1-3	ND
21.	Laboratorium 108	S	ND	ND	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych w dygestoriach 1-2	Schemat 3
22.					R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na głównym stanowisku laboratoryjnym	
23.					R=0.1m wokół zaworu gazu	
24.					Wnętrze części laboratoryjnej dygestoriów 1-2	
25.					Wnętrze części magazynowej dygestorium 1-2	
26.					Wnętrze szafy magazynowej	
27.					Powierzchnia stołu głównego stanowiska laboratoryjnego	
28.					Wnętrze kanału wentylacyjnego dygestoriów 1-2	
29.					Wnętrze kanałów wentylacyjnych odciągów ramieniowych	
30.	Laboratorium 03	S	ND	ND	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na stanowisku laboratoryjnym	Schemat 4
31.					R=0.1m wokół zaworu gazu	
32.					Wnętrze szafy magazynowej (lodówki)	
33.					Powierzchnia stanowiska laboratoryjnego	
34.					Wnętrze kanału wentylacyjnego od okapu kominowego	ND
35.	Laboratorium nr 08	ND	ND	ND	Brak stref zagrożenia wybuchem	ND
36.	Laboratorium 3	S	ND	ND	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na stanowisku laboratoryjnym	Schemat 5

Lp.	Opis	Stopień emisji	Strefa 0	Strefa 1	Strefa 2	Numer rysunku
37.					R=0.1m wokół zaworu gazu	
38.					Wnętrze stanowiska laboratoryjnego	
39.					Wnętrze kanału wentylacyjnego stanowiska laboratoryjnego	ND
40.					Wnętrze pomieszczenia 3b z propanem technicznym	Schemat 5

ND – nie dotyczy

#### 4.6 Charakterystyka czynników mogących zainicjować zapłon

Identyfikacja źródeł zapłonu wykonana została na podstawie wymagań normy PN-EN 1127-1:2011. Atmosfery wybuchowe. Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem. Część 1: Pojęcia podstawowe i metodyka [6]. Zgodnie z normą do możliwych źródeł zapłonu w atmosferach wybuchowych zalicza się:

- gorące powierzchnie;
- płomienie i gorące gazy;
- iskry wytwarzane mechanicznie;
- urządzenia elektryczne;
- prądy błędzące, katodowa ochrona przed korozją;
- elektryczność statyczna;
- wyładowania atmosferyczne (uderzenie pioruna);
- fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od  $10^4\text{Hz}$  do  $3 \cdot 10^{11}\text{Hz}$ ;
- fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od  $3 \cdot 10^{11}\text{Hz}$  do  $3 \cdot 10^{15}\text{Hz}$ ;
- promieniowanie jonizujące;
- ultradźwięki;
- sprężanie adiabatyczne i fale uderzeniowe;
- reakcje egzotermiczne, łącznie z samozapaleniem pyłów;

Norma [6], jako podstawowy dokument techniczny opisujący metodologię oceny źródeł zapłonu, charakteryzuje je w następujący sposób (wybrane).

##### Gorące powierzchnie:

Zapłon może wystąpić, jeżeli dojdzie do kontaktu atmosfery wybuchowej z ogrzaną powierzchnią. Źródłem zapłonu może być nie tylko sama gorąca powierzchnia – również warstwa pyłu lub palne ciało stałe zapalone w kontakcie z gorącą powierzchnią może stanowić źródło zapłonu dla atmosfery wybuchowej. Zdolność ogrzanej powierzchni do spowodowania

zapłonu zależy od rodzaju i stężenia poszczególnych substancji w mieszaninie z powietrzem. Zdolność ta rośnie ze wzrostem temperatury i pola powierzchni. Ponadto, temperatura powodująca zapłon zależy od rozmiaru i kształtu ogrzanego elementu, gradientu stężenia w pobliżu powierzchni i w pewnym stopniu, również od rodzaju materiału (powierzchni) ogrzanej powierzchni. W przypadku ogrzanych ciał charakteryzujących się raczej wypukłościami niż wklęsłościami do zapłonu konieczne są wyższe temperatury powierzchni. Minimalna temperatura zapłonu wzrasta w przypadku kul albo rur. Kiedy atmosfera wybuchowa przepływa nad ogrzаныmi powierzchniami, do zapłonu konieczna jest wyższa temperatura powierzchni, z powodu krótkiego czasu kontaktu. Jeżeli atmosfera wybuchowa pozostaje w kontakcie z gorącą powierzchnią przez relatywnie długi czas, to może dojść do przebiegu wstępnych reakcji. To z kolei może prowadzić do utworzenia się łatwiej zapalnych produktów rozkładu, ułatwiających zapłon. Oprócz gorących powierzchni urządzeń źródłem niebezpiecznych temperatur mogą być również procesy z udziałem maszyn. Procesy te obejmują również urządzenia, systemy ochronne, części i podzespoły, które zamieniają energię mechaniczną w ciepłą. Ponadto wszystkie części ruchome w łożyskach, przepustach wałów, uszczelnieniach mogą stawać się źródłem zapłonu, jeżeli nie są w wystarczającym stopniu smarowane. W przypadku ścisłego mocowania ruchomych części przedostanie się ciał obcych lub przesunięcie się ich osi również mogą powodować tarcie, które z kolei może prowadzić do zbyt wysokiej temperatury powierzchni. Powierzchnie takie mogą pojawić się jedynie wyjątkowo w przypadku stosunkowo rzadko występującego wadliwego działania (np. zatarcie rolki przenośnika taśmowego, wadliwe działanie urządzeń elektrycznych - jeżeli nie zadziałają zabezpieczenia). Należy brać pod uwagę również możliwy, w pewnych procesach, wzrost temperatury w wyniku reakcji chemicznych, np.: ze smarami i środkami czyszczącymi.

### **Płomienie i gorące gazy:**

Płomienie towarzyszą reakcjom spalania w temperaturach powyżej 1000°C. Produktem spalania są gorące gazy, a w przypadku płomieni dymiących i/lub kopących również tworzą się tłące cząstki stałe. Płomienie oraz ich gorące produkty reakcji (gazy ogrzane do wysokiej temperatury) mogą zapalić atmosferę potencjalnie wybuchową. Płomienie, nawet małe, są jednym z najbardziej efektywnych źródeł zapłonu. Jeżeli atmosfera wybuchowa występuje zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz urządzenia, systemu ochronnego, części lub podzespołu, albo w sąsiednich częściach instalacji i jeżeli zapłon następuje w jednym z tych miejsc, płomień może rozprzestrzenić się w inne miejsca przez otwory takie jak kanały wentylacyjne. Zapobieganie rozprzestrzenianiu się płomienia wymaga specjalnie

zaprojektowanych środków ochronnych. Krople stopionego metalu powstające podczas spawania lub cięcia są cząstkami o bardzo dużej powierzchni i dlatego są jednymi z najbardziej efektywnych źródeł zapłonu.

### **Iskry wytwarzane mechanicznie:**

W wyniku tarcia, uderzenia lub procesów ścierania, takich jak mielenie, może następować oddzielenie od ciał stałych cząstek o wysokiej temperaturze, będącej wynikiem energii używanej w procesie. Jeżeli cząstki te zawierają substancje zdolne do utleniania, na przykład żelazo lub stal, mogą one ulegać procesowi utleniania, osiągając przez to nawet wyższe temperatury. Cząstki takie (iskry) mogą zapalać palne gazy i pary i pewne mieszaniny pyłowo-powietrzne (zwłaszcza mieszaniny pyłów metali z powietrzem). W warstwie pyłu iskry mogą spowodować tlenie, które może być źródłem zapłonu atmosfery wybuchowej. Jako powód iskrzenia należy rozważyć przedostanie się do urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów materiałów obcych, np. kamieni albo kawałków metalu. Tarcie między metalami i między pewnymi materiałami ceramicznymi, może generować gorące miejsca i iskry podobne do powstających w trakcie mielenia, co może także prowadzić do zapłonu atmosfer wybuchowych. Uderzenia cząstek, np. rdzy i metali lekkich (np. aluminium i magnezu) oraz ich stopów mogą zapoczątkowywać reakcję termiczną, prowadzącą do wysokich temperatur, co może skutkować zapłonem atmosfer wybuchowych.

### **Urządzenia elektryczne:**

W przypadku urządzeń elektrycznych źródłami zapłonu mogą być iskry elektryczne i gorące powierzchnie. Iskry elektryczne mogą być wytwarzane, np.:

- kiedy obwody elektryczne są włączane i wyłączane,
- przez poluzowanie połączeń,
- przez prądy błędne.

Wykazano jednocześnie, że bardzo niskie napięcie (ELV np. poniżej 50 V), które stosuje się w celu ochrony osób przed porażeniem prądem nie jest jednocześnie środkiem ochrony przed wybuchem. Nawet napięcia niższe niż wyżej wymienione mogą wytworzyć energię wystarczającą do zapalenia atmosfery wybuchowej.

### **Elektryczność statyczna:**

W określonych warunkach wyładowania elektryczności statycznej mogą powodować zapłon wszystkich rodzajów atmosfer wybuchowych, w zależności od energii wyładowania:

- wyładowania iskrowe - występują między dwoma naładowanymi, izolowanymi obiektami, będącymi przewodnikami. Są relatywnie energetyczne oraz mogą zainicjować zapłon wielu palnych gazów, par oraz pyłów.
- wyładowania snopiaste - występują między naładowanym izolatorem (dotyczy to głównie tworzyw sztucznych, ale również pewnych innych materiałów) oraz uziemionym przewodnikiem. Wyładowania takie mają niską energię zapłonu, ok. 4 mJ, jednak mogą zainicjować zapłon wielu palnych gazów i par cieczy.
- rozprzestrzeniające się wyładowania snopiaste: występują pomiędzy silnie naładowanym cienkim izolatorem (np. taśmy przesuwające się na wałkach, pasy napędowe) w bliskim kontakcie z uziemionym przewodnikiem. Energia takiego wyładowania może przekroczyć nawet 1000 mJ.
- wyładowania stożkowe: występują wzdłuż powierzchni nagromadzonej sterty naładowanego pyłu będącego izolatorem. Mogą zainicjować zapłon palnych gazów, par cieczy oraz niektórych palnych pyłów.
- wyładowania koronowe: występują na ostrych końcach oraz włóknach w polu elektrycznym. Wyładowania takie mają niską energię zapłonu.

#### **Uderzenie pioruna:**

Jeżeli uderzenie pioruna nastąpi w atmosferze wybuchowej, zawsze dojdzie do jej zapłonu. Co więcej, istnieje również możliwość zapłonu ze względu na wysokie temperatury osiągane przez elementy przewodzące wyładowania. W miejscu uderzenia pioruna płyną silne prądy, które mogą tworzyć iskry w jego sąsiedztwie. Nawet bez uderzenia pioruna, burze mogą powodować indukowane wysokie napięcie w urządzeniach, systemach ochronnych, częściach oraz podzespołach.

Wyżej opisane potencjalne źródła zapłonu zostaną poddane w części 5 ocenie prawdopodobieństwa pojawienia się w strefach zagrożonych wybuchem, pod kątem Oceny Zagrożenia Wybuchem.

Poniżej znajduje się zbiorcze zestawienie potencjalnych źródeł zapłonu w rozbiciu na wyznaczone strefy zagrożenia wybuchem (Tabela 28). Brak obecności potencjalnego źródła zapłonu oznaczono „-”, zaś jego obecność „X”.



Tabela 28. Potencjalne źródła zapłonu w rozbiciu na wyznaczone strefy zagrożenia wybuchem.

Lp.	Strefy zagrożenia wybuchem	Potencjalne źródła zapłonu												
		Gorące powierzchnie	Płomienie i gorące gazy	Iskry wytwarzane mechanicznie	Urządzenia elektryczne	Prądy błędzące, katodowa ochrona przed korozją	Elektryczność statyczna	Wyladowania atmosferyczne (uderzenie pioruna)	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od 10 <sup>4</sup> - 3 * 10 <sup>11</sup> Hz	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od 3*10 <sup>11</sup> - 3*10 <sup>15</sup> Hz	Promieniowanie jonizujące	Ultradźwięki	Sprężanie adiabatyczne i fale uderzeniowe	Reakcje egzotermiczne, łącznie z samozapaleniem pyłów
1.	Laboratorium nr 2 - Brak stref zagrożenia wybuchem													
2.	Laboratorium nr 12 - Brak stref zagrożenia wybuchem													
3.	Laboratorium nr 04 - Brak stref zagrożenia wybuchem													
4.	Laboratorium nr p20H3													
4.1	Wnętrze części laboratoryjnej dygestoriów 1-2	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
4.2	Wnętrze części magazynowej dygestorium 1-2			X	X	-	X							
4.3	Wnętrze stanowiska mikroskopii elektronowej			X	X	-	X							
4.4	Wnętrze kanału wentylacyjnego dygestoriów 1-2			X	X	-	X							
4.5	Wnętrze kanału wentylacyjnego stanowiska mikroskopii elektronowej			X	X	-	X							
5.	Laboratorium 5a													
5.1	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych w dygestorium 7	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X

Lp.	Strefy zagrożenia wybuchem	Potencjalne źródła zapłonu												
		Gorące powierzchnie	Plomienie i gorące gazy	Iskry wytwarzane mechanicznie	Urządzenia elektryczne	Prądy błądzące, katodowa ochrona przed korozją	Elektryczność statyczna	Wyladowania atmosferyczne (uderzenie pioruna)	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od $10^4$ - $3 \cdot 10^{11}$ Hz	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od $3 \cdot 10^{11}$ - $3 \cdot 10^{15}$ Hz	Promieniowanie jonizujące	Ultradźwięki	Sprężanie adiabaticzne i fale uderzeniowe	Reakcje egzotermiczne, łącznie z samozapaleniem pyłów
5.2	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na głównym stanowisku laboratoryjnym	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
5.3	Wnętrze części laboratoryjnej dygestoriów 4-7	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
5.4	Powierzchnia stołu głównego stanowiska laboratoryjnego	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
5.5	Wnętrze szafy magazynowej			X	X	-	X							
5.6	Wnętrze części magazynowej dygestorium 7			X	X	-	X							
5.7	Wnętrze kanałów wentylacyjnych dygestoriów 4-7			X	X	-	X							
6.	Laboratorium 5c													
6.1	R=0.2m wokół połączenia przewodu z acetylenem do urządzenia AAS			X	X	-	X	-	-	X				
6.2	Wnętrze kanału wentylacyjnego od okapu kominowego			X	X	-	X							
7.	Laboratorium 6													
7.1	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych w dygestoriach 1-3	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
7.2	R=0.1m wokół zaworu gazu			X	X	-	X	-	-					

Lp.	Strefy zagrożenia wybuchem	Potencjalne źródła zapłonu												
		Gorące powierzchnie	Plomienie i gorące gazy	Iskry wytwarzane mechanicznie	Urządzenia elektryczne	Prądy błędzące, katodowa ochrona przed korozją	Elektryczność statyczna	Wyladowania atmosferyczne (uderzenie pioruna)	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od $10^4$ - $3 \cdot 10^{11}$ Hz	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od $3 \cdot 10^{11}$ - $3 \cdot 10^{15}$ Hz	Promieniowanie jonizujące	Ultradźwięki	Sprężanie adiabaticzne i fale uderzeniowe	Reakcje egzotermiczne, łącznie z samozapaleniem pyłów
7.3	Wnętrze kanału wentylacyjnego dygestoriów 1-3			X	X	-	X							
8.	Laboratorium 108													
8.1	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych w dygestoriach 1-2	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
8.2	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na głównym stanowisku laboratoryjnym	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
8.3	R=0.1m wokół zaworu gazu			X	X	-	X							
8.4	Wnętrze części laboratoryjnej dygestoriów 1-2	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
8.5	Wnętrze części magazynowej dygestorium 1-2			X	X	-	X							
8.6	Wnętrze szafy magazynowej			X	X	-	X							
8.7	Powierzchnia stołu głównego stanowiska laboratoryjnego	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
8.8	Wnętrze kanału wentylacyjnego dygestoriów 1-2			X	X	-	X							
8.9	Wnętrze kanałów wentylacyjnych odciągów ramieniowych			X	X	-	X							
9.	Laboratorium 03													

Lp.	Strefy zagrożenia wybuchem	Potencjalne źródła zapłonu												
		Gorące powierzchnie	Plomienie i gorące gazy	Iskry wytwarzane mechanicznie	Urządzenia elektryczne	Prądy błędzące, katodowa ochrona przed korozją	Elektryczność statyczna	Wyladowania atmosferyczne (uderzenie pioruna)	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od $10^4$ - $3 \cdot 10^{11}$ Hz	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od $3 \cdot 10^{11}$ - $3 \cdot 10^{15}$ Hz	Promieniowanie jonizujące	Ultradźwięki	Sprężanie adiabaticzne i fale uderzeniowe	Reakcje egzotermiczne, łącznie z samozapaleniem pyłów
9.1	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na stanowisku laboratoryjnym	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
9.2	R=0.1m wokół zaworu gazu			X	X	-	X							
9.3	Wnętrze szafy magazynowej (lodówki)			X	X	-	X							
9.4	Powierzchnia stanowiska laboratoryjnego	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
9.5	Wnętrze kanału wentylacyjnego od okapu kominowego			X	X	-	X							
10.	Laboratorium nr 08 - Brak stref zagrożenia wybuchem													
11.	Laboratorium 3													
11.1	R=0.1m wokół połączenia palników gazowych na stanowisku laboratoryjnym	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
11.2	R=0.1m wokół zaworu gazu			X	X	-	X							
11.3	Wnętrze stanowiska laboratoryjnego	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X
11.4	Wnętrze kanału wentylacyjnego stanowiska laboratoryjnego			X	X	-	X							
11.5	Wnętrze pomieszczenia 3b z propanem technicznym	X	X	X	X	-	X	-	-	X				

- nie dotyczy, brak możliwości utworzenia efektywnego źródła zapłonu

X – ryzyko wytworzenia potencjalnego źródła zapłonu

#### 4.7 Graficzna dokumentacja klasyfikacyjna

Szczegółowe schematy dotycząca rodzaju i wielkości stref zagrożenia wybuchem, o których mowa w rozdziale 4.4 (Tabela 27), znajdują się w rozdziale 5.2 (90).

#### 4.8 Skutki wybuchu

Wybuch, a więc dynamiczny proces spalania całej objętości uwolnionego medium, najczęściej skutkuje pojawieniem się:

- płomieni,
- promieniowania cieplnego,
- fali uderzeniowej,
- rozrzutu odłamków.

Poniżej podaje się wartości nadciśnienia generowanego przez wybuch (falę ciśnieniową) oraz skutki jego oddziaływania na konstrukcję budowlane i ich elementy (Tabela 29).

Tabela 29 Wartości nadciśnienia wybuch wraz z jego skutkami

Nadciśnienie (kPa)	Skutki
70	Budynki całkowicie zniszczone
40-60	Ciężkie uszkodzenia konstrukcji żelbetowych
30-50	Znaczne, poważne uszkodzenia budynków o stalowej konstrukcji nośnej
35	Znaczone uszkodzenia budynków
12,5-20	Uszkodzenie ścian z bloczków betonowych lub żużlowych
10	Uszkodzenia nadające się do usunięcia
7,5-12,5	Powyginanie ścianki z blachy
5	Znaczne zniszczenia przeszkleń
3,5-7,5	Powybijane okna
2	Zniszczenie 10% przeszkleń
1-1,5	<b>Stłuczenie typowego szkła okiennego</b>

Źródło: [11]

Charakterystycznymi cechami wybuchu są: nagły skok ciśnienia w miejscu reakcji, zmienna prędkość rozprzestrzeniania się procesu oraz niewielka zależność tej prędkości od czynników zewnętrznych. W związku z tym mechaniczne oddziaływanie wybuchu polega głównie na gwałtownym uderzeniu gazowych produktów reakcji na otaczające środowisko, co powoduje trwałe odkształcenia lub zniszczenie przedmiotów znajdujących się w pobliżu miejsca wybuchu oraz urazy i uszkodzenia ciała ludzi. Dodatkowym mechanicznym czynnikiem rażenia są odłamki – fragmenty konstrukcji lub aparatury wyrzucane na znaczne

odległości. Poniżej przedstawia się przykładowe dane nt. skutków oddziaływania nadciśnienia wybuchu na ludzi (Tabela 30).

Tabela 30 Skutki oddziaływania nadciśnienia generowanego przez wybuch na ludzi

Nadciśnienie (kPa)	Rodzaj obrażeń
17,5 -35	1% ofiar śmiertelnych wskutek uszkodzenia płuc, >50% przypadków zniszczenia błony bębenkowej, >50% przypadków ciężkich obrażeń ciała od odłamków,
7 - 17	1% przypadków zniszczenia błony bębenkowej, 1% przypadków ciężkich obrażeń ciała od odłamków,
3,5 - 7	Zranienia latającymi odłamkami szkła,
1 - 2	<b>Lekkie rany od latających odłamków szkła</b>

Źródło: [11]

Wyniki obliczeń wykazały, w pomieszczeniu pracowni możliwy jest co najwyżej wybuch o przyroście ciśnienia 1.4 kPa. Przy takich parametrach wybuchu możliwe skutki to stłuczenie typowego szkła okiennego (1-1,5), lekkie poparzenia, rany od latających odłamków szkła (1-2 kPa). Poniżej przedstawia się poziom ryzyka potencjalnego wybuchu.

#### 4.9 Rekomendacje działań korygujących

Do podstawowych zasad zapobiegania przed wybuchem zalicza się [6]:

- zapobieganie (unikanie) atmosfer wybuchowych, poprzez wyeliminowanie lub zmianę stężenia substancji palnej tak, aby nie przekraczały DGW,
- wyeliminowanie lub unikanie możliwych, efektywnych źródeł zapłonu.

Rekomendacje dotyczące działań korygujących w zakresie zapobiegania tworzenia się atmosfery wybuchowych, powstawania potencjalnych źródeł zapłonu w strefach zagrożenia wybuchem podzielono na rekomendacje dla poszczególnych laboratoriów oraz rekomendacje wspólne, dla wszystkich pomieszczeń.

##### Rekomendacje dla laboratoriów:

1. Należy zwracać szczególną uwagę podczas rozlewania cieczy, których pary posiadają właściwości wybuchowe (Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8) tak, aby nie doszło do rozlania cieczy oraz aby w pobliżu stanowiska przelewania nie znajdowały się potencjalne czynniki zapłonu (Tabela 28).
2. Należy zwracać szczególną uwagę podczas pracy z pyłami, które posiadają właściwości wybuchowe (Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8), tzn. unikać rozpylania w obecności potencjalnych źródeł zapłonu (Tabela 28).
3. Przestrzegać zaleceń z kart charakterystyk substancji niebezpiecznych, których wykaz znajduje się w bibliografii, a dotyczących możliwości wystąpienia niebezpiecznych reakcji

- chemicznych, egzotermicznych oraz wybuchowych, poprzez połączenie z innymi substancjami. Np. ryzyko eksplozji występuje podczas połączenia kwasu azotowego z alkoholami, acetonem, fluorem, itp. Karty charakterystyk przesłano wraz z opracowaniem.
4. Starać się nie używać do zajęć laboratoryjnych miarek większych niż 250 ml.
  5. Podczas rozlewania n-pentanu zachować szczególną ostrożność. Rozlanie ok. 1 litra substancji, przy założeniu 1 wymiany powietrza w pomieszczeniu, skutkuje utworzeniem par w ilości kwalifikującej pomieszczenie jako zagrożone wybuchem (5.77kPa), zaś 500 ml. 2.89 kPa – nie zagrożone wybuchem.
  6. Wyposażyć stanowiska, na których podczas przelewania istnieje ryzyko wylania substancji stwarzających zagrożenie wybuchem lub wchodzące w niebezpieczne reakcje, w tacę ściekową wypełnioną matą sorbcyjną.
  7. Przeprowadzić badanie rzeczywistej wydajności wentylacji (nawiewno-wywiewnej, odciągów kominowych, ramieniowych) we wszystkich pomieszczeniach laboratoryjnych poddanych analizie. Po przeprowadzeniu pomiarów powinno się poddać aktualizacji Ocenę Zagrożenia Wybuchem celem sprawdzenia, czy przyjęta min. liczba wymian powietrza równa 1 jest poprawna. W przypadku mniejszej wydajności należy zaktualizować OZW.
  8. Zmodernizować system wentylacji w dygestoriach 4-7 (lab. 5) tak, aby podczas jej pracy, nad wyciągami dygestoriów 1-3 w lab. 6 nie przedostawały się pary z lab. 5. Rozwiązaniem może być założenie na instalację wentylacji w laboratorium 5 zaworu jednokierunkowego.
  9. Wentylatory w kanałach wentylacji odciągowej podłączonej do dygestoriów, okapów kominowych, wentylacji ramieniowej, wewnątrz których istnieje ryzyko pojawienia się atmosfery wybuchowej powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym (Ex).
  10. Sprawdzić poprawność systemu detekcji acetyleny w laboratorium 5c. W obecnej formie w instalacji GAZEX, zgodnie z protokołem pokontrolnym [45] zainstalowano czujnik wodoru. Sprawdzić czy zainstalowany czujnik jest typem czujnika, który również wykrywa acetylen (moduł sensoryczny MS-71.K nadaje się zarówno do wodoru, jak i acetyleny). Po modernizacji systemu zwracać uwagę na czasookresy przeglądu systemu detekcji (1/rok), kalibracji czujników (1/6, zalecane 1/3 miesiące). Podczas najbliższego przeglądu zwrócić uwagę na poprawność pracy systemu detekcji, tzn. rodzaj wykonywanych czynności po przekroczeniu progów alarmowych, współpraca z urządzeniami wykonawczymi, itp.



11. Butle z gazami obojętnymi, toksycznymi, palnymi (wybuchowymi), przechowywane w:

- laboratorium nr 2 (bud. A-1),
- laboratorium nr 12 (bud. A-1),
- laboratorium nr 04 (bud. A-1),
- laboratorium 20H (bud. A-2),
- laboratorium 5 (5c, bud. C-4),
- laboratorium 03 (bud. C-4),
- laboratorium 08 (bud. C-4),
- laboratorium 3 (3a, 3b, bud. C-4),
- laboratorium 47H (H-A1/H-A2),
- laboratorium 48H (H-A1/H-A2),

zgodnie z PN-EN 14470-2:2007 [10] powinny być magazynowane w specjalistycznych, atestowanych, ognioodpornych, wentylowanych szafach o klasie odporności ogniowej, dostosowanej do gęstości obciążenia ogniowego pomieszczenia, np. typ G-30 – 30 min. G-60 – 60 min. ognioodporności, itp.

Butle z gazem narażone są na potencjalne oddziaływanie ognia, co może skutkować rozerwaniem butli (wybuchem fizycznym), a następnie uszkodzeniem konstrukcji budynku.

12. Odczynniki, substancje chemiczne, których pary posiadają właściwości wybuchowe powinny być magazynowane, podobnie jak butle z gazami palnymi (wybuchowymi), w zamykanych, wentylowanych szafach, z kanałem wentylacyjnym wyprowadzonym na zewnątrz budynku.

**Rekomendacje wspólne:**

13. Przestrzegać czasookresów przeglądów kontroli szczelności instalacji gazowej, zgodnie z wymaganiami prawa budowlanego [1] oraz ewentualnych zaleceń pokontrolnych [51]. Zgodnie z art. 62 prawo budowlane [1] obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddane przez właściciela lub zarządcę kontroli okresowej, co najmniej raz w roku, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego: elementów budynku, budowli i instalacji narażonych na szkodliwe wpływy atmosferyczne i niszczące działanie czynników występujących podczas użytkowania obiektu, instalacji i urządzeń służących ochronie środowiska, instalacji gazowych, przewodów kominowych (dymowych, spalinowych, wentylacyjnych).

14. Słuchacze dopuszczeni są do zajęć laboratoryjnych w ubraniach ochronnych w wykonaniu antystatycznym. Kombinezon antystatyczny to niezawodny system ochrony stosowany w pracowniach laboratoryjnych, farmaceutycznych.

Przykład: <https://bezpieczenstwo-bhp.pl>, kombinezon antystatyczny safegard gp typ 56 lub podobne.

15. Zakaz przebierania się w pomieszczeniu pracowni w trakcie prac związanych z przelewaniem substancji o właściwościach wybuchowych (emisja par) – ww. czynność generuje ładunki elektrostatyczne.
16. Podczas zajęć nie korzystać z urządzeń elektrycznych, mechanicznych mogących wytworzyć iskrę w obecności emisji par.
17. Podczas zajęć telefony komórkowe powinny być wyłączone.
18. Przed wejściem do pracowni, a także wewnątrz pomieszczeń, w widocznych miejscach, zgodnie z wykazem stref zagrożenia wybuchem (Tabela 27), schematami (s.90), **umieścić piktogram informujący o strefie zagrożenia wybuchem i jej rodzaju.**



19. Przed wejściem do pracowni, a także wewnątrz pomieszczeń, w widocznych miejscach, zgodnie z wykazem stref zagrożenia wybuchem (Tabela 27), schematami (s.90), **umieścić piktogram informujący o zakazie używania potencjalnych źródeł zapłonu.**



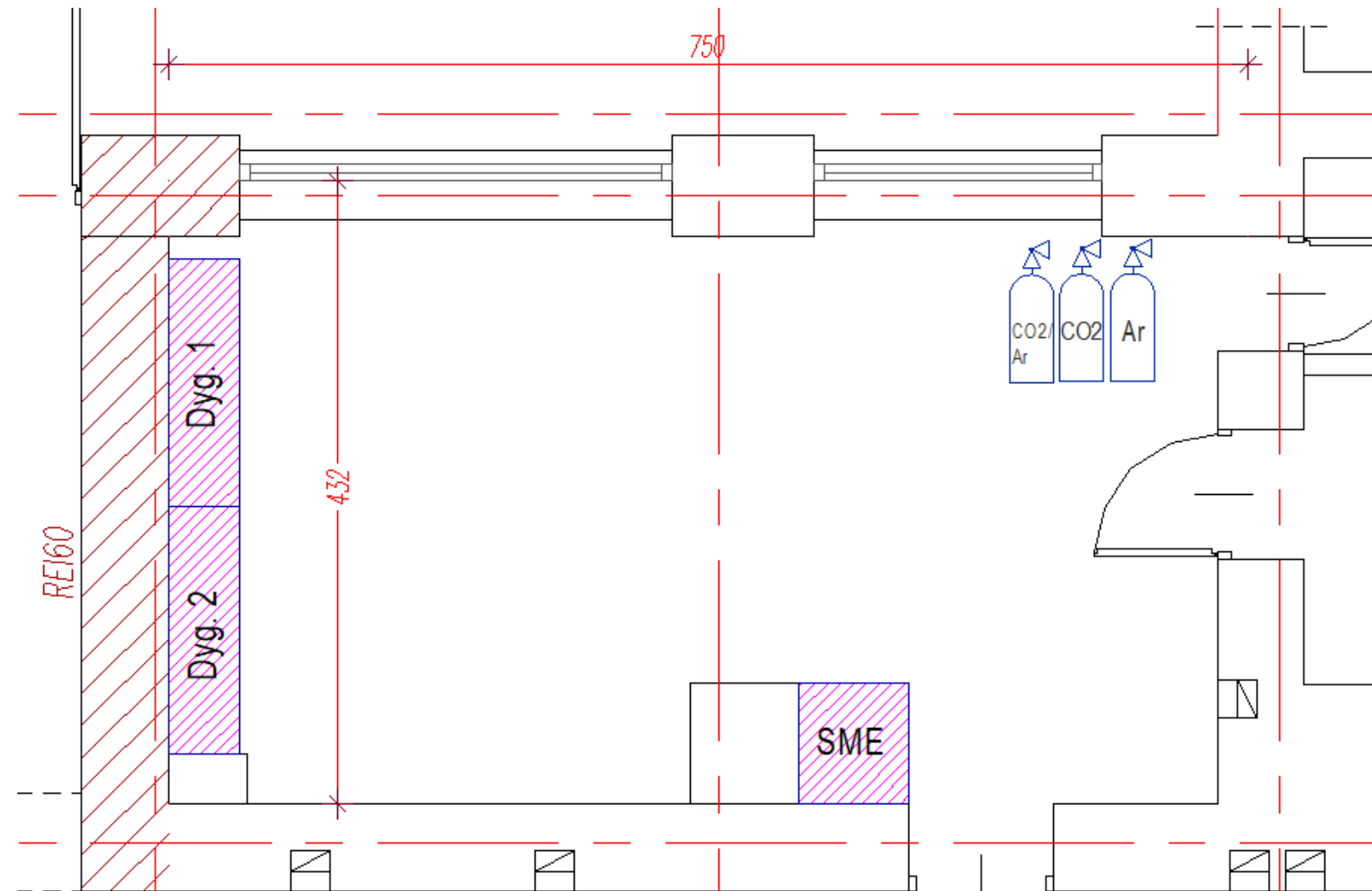
20. Poinformować uczestników zajęć o znaczeniu oznaczeń stref z ww. punktów, ich wielkości, zaleceniach.

## CZĘŚĆ 5 ZAŁĄCZNIKI

### 5.1 Spis schematów, planów obiektów

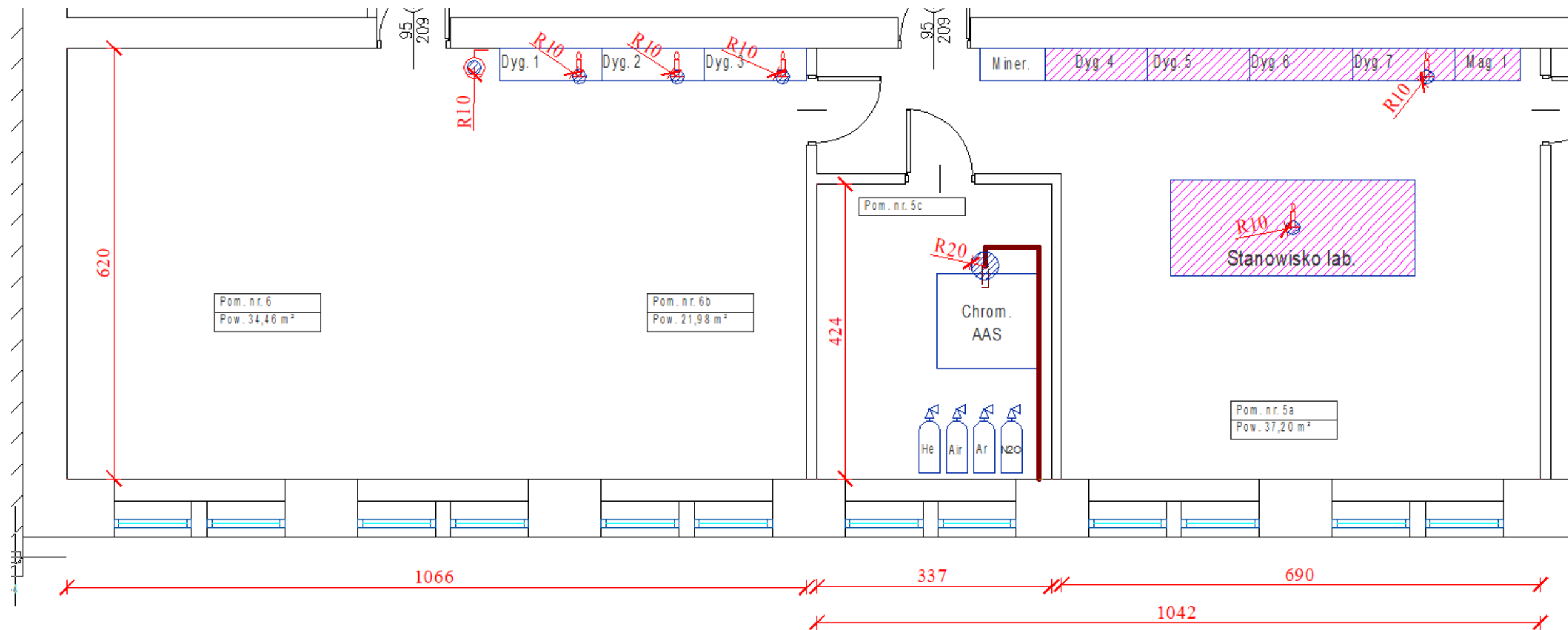
Schemat 1 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium p20H.....	90
Schemat 2 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 5a, 5c, 6.....	91
Schemat 3 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 108. ....	92
Schemat 4 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 03. ....	93
Schemat 5 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 3a, 3b. ....	94

## 5.2 Strefy zagrożenia wybuchem



Schemat 1 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium p20H.  
rzut poziomy [Źródło: na podstawie AGH\_HA2.dwg]

 - strefa 2 rozlewanie, magazynowanie



Schemat 2 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 5a, 5c, 6.  
rzut poziomy [Źródło: na podstawie AGH-C4.dwg]



- palnik gazowy



- zawór odcinający gazu



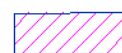
- szybkozłączka przewodu acetyleny



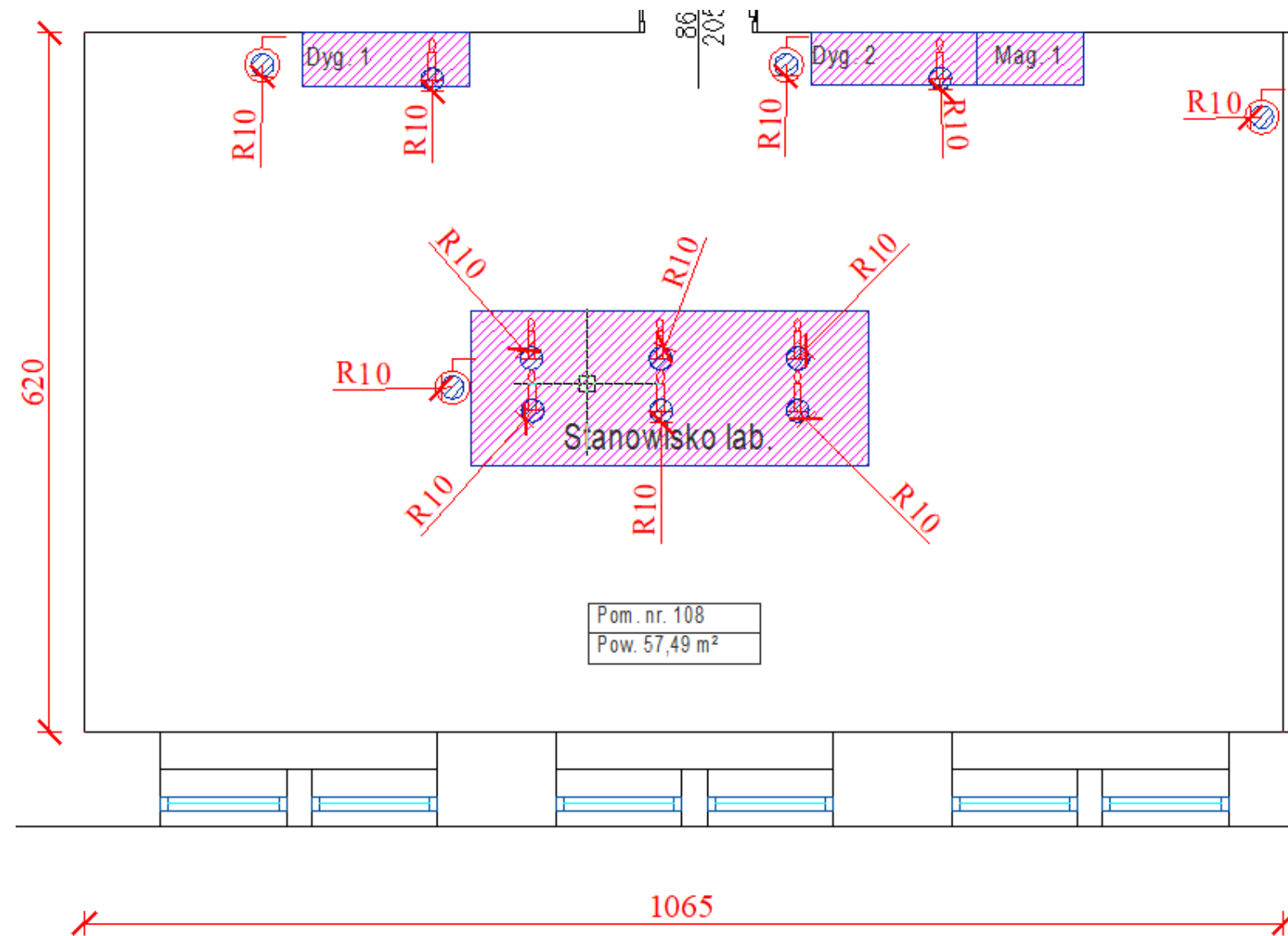
- przewód z acetylenem



- strefa 2 połączenia




- strefa 2 rozlewanie, magazynowanie



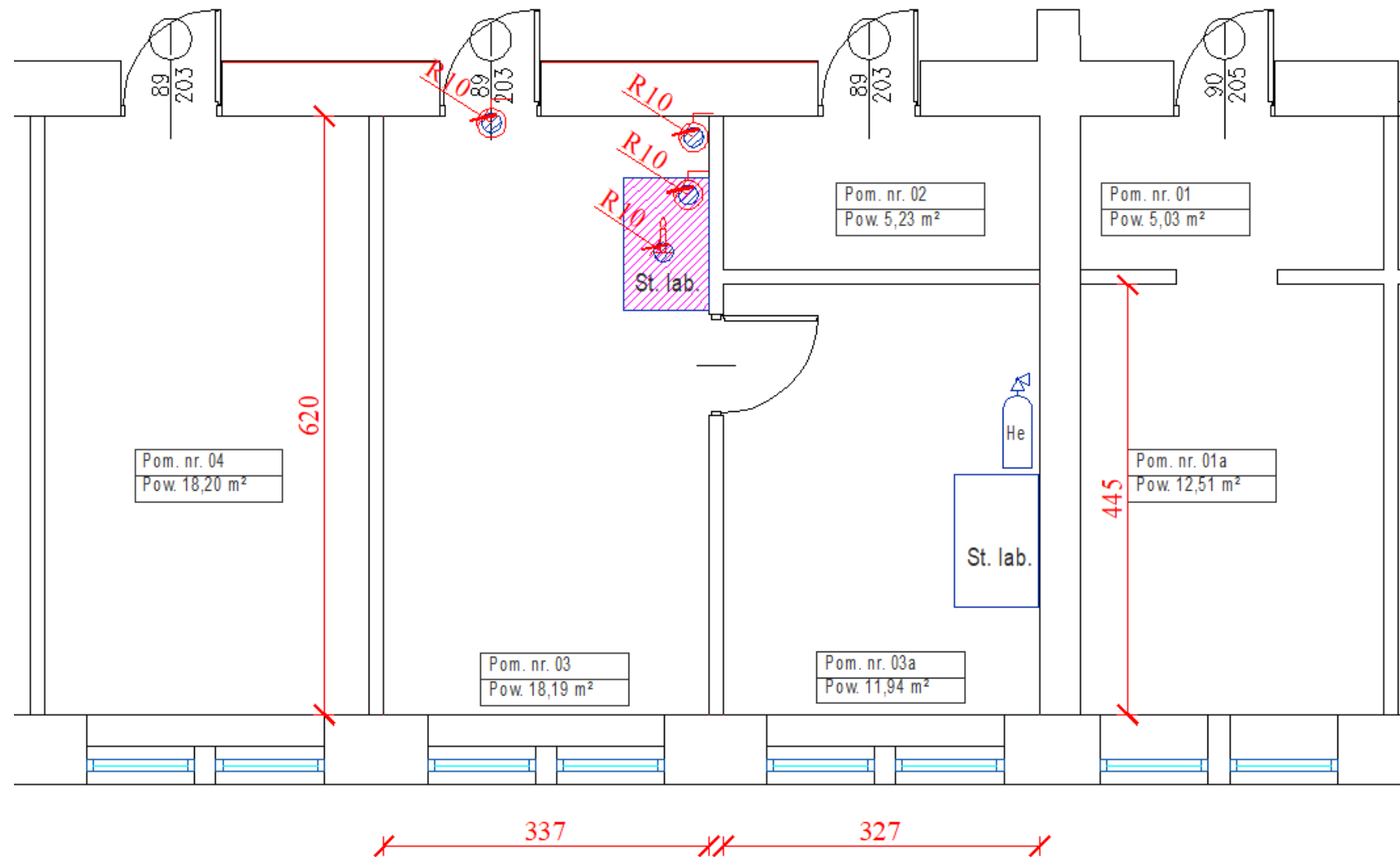
Schemat 3 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 108.  
rzut poziomy [Źródło: na podstawie AGH-C4.dwg]

 - palnik gazowy



 - zawór odcinający gazu


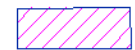
 - strefa 2 połączenia

 - strefa 2 rozlewanie, magazynowanie

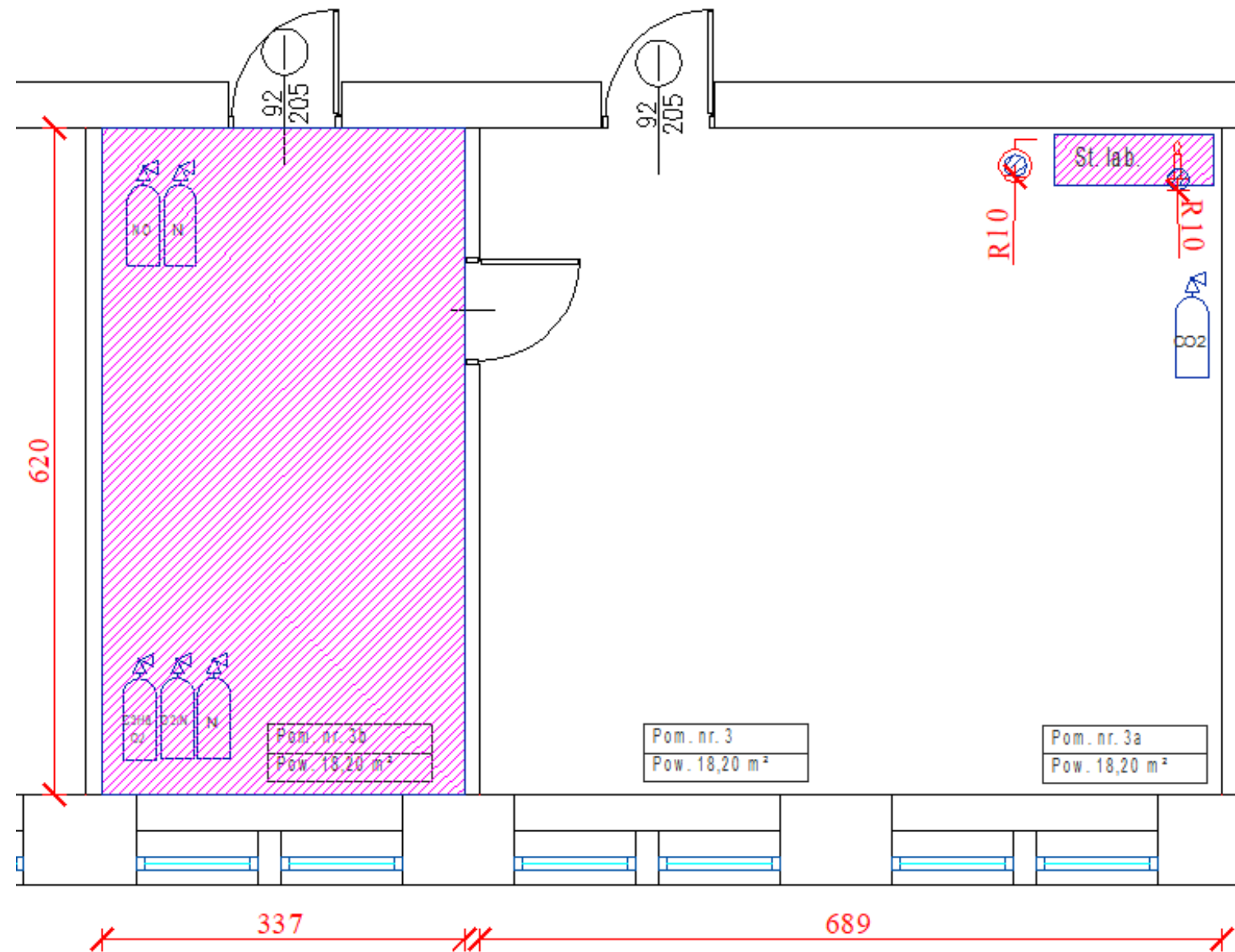


Schemat 4 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 03.  
rzut poziomy [Źródło: na podstawie AGH-C4.dwg]

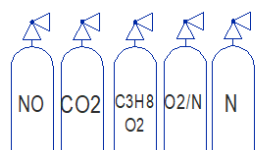
 - palnik gazowy  
 - zawór odcinający gazu

 - strefa 2 połączenia  
 - strefa 2 rozlewanie, magazynowanie





Schemat 5 Uproszczona wizualizacja stref zagrożenia wybuchem w laboratorium 3a, 3b.  
rzut poziomy [Źródło: na podstawie AGH-C4.dwg]



- butle z gazami technicznymi



- palnik gazowy,



- zawór odcinający gazu

⊗ - strefa 2 (połączenia)

▨ - strefa 2 (rozlewanie, magazynowanie)

### 5.3 Spis tabel

Tabela 1 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium p20H.....	16
Tabela 2 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium 5 .....	21
Tabela 3 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium 108 .....	27
Tabela 4 Wykaz odczynników w szafie magazynowej w laboratorium 108.....	28
Tabela 5 Substancje wykorzystywane podczas ćwiczeń w laboratorium 03 .....	33
Tabela 6 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium p20H.....	43
Tabela 7 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium 5a. ....	45
Tabela 8 Wybór substancji reprezentatywnej do obliczeń przyrostu ciśnienia wybuchu w laboratorium 108. ....	49
Tabela 9 Wyniki symulacji dla 250 ml rozlanego acetonu w laboratorium p20H (scenariusz SLp20H-aceton). ....	53
Tabela 10 Wyniki symulacji dla 500 ml rozlanego acetonu w laboratorium p20H (scenariusz SLp20H-aceton). ..	54
Tabela 11 Wyniki symulacji dla 1000 ml rozlanego acetonu w laboratorium p20H (scenariusz SLp20H-aceton)..	55
Tabela 12 Wyniki symulacji dla 250 ml rozlanego n-pentanu w laboratorium 5a (scenariusz SL5a-n-pentan).....	56
Tabela 13 Wyniki symulacji dla 500 ml rozlanego n-pentanu w laboratorium 5a (scenariusz SL5a-n-pentan).....	57
Tabela 14 Wyniki symulacji dla 1 litra rozlanego n-pentanu w laboratorium 5a (scenariusz SL5a-n-pentan).....	58
Tabela 15 Wyniki symulacji dla acetyleny uwolnionego w laboratorium 5c (scenariusz SL5c-acetylen).....	59
Tabela 16 Wyniki symulacji dla metanu uwolnionego w laboratorium 6 (scenariusz SL6-metan).....	60
Tabela 17 Wyniki symulacji dla 250 ml rozlanego acetonu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-aceton). ....	61
Tabela 18 Wyniki symulacji dla 500 ml rozlanego acetonu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-aceton). ....	62
Tabela 19 Wyniki symulacji dla 1 litra rozlanego acetonu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-aceton). ....	63
Tabela 20 Wyniki symulacji dla emisji metanu w laboratorium 108 (scenariusz SL108-metan). ....	64
Tabela 21 Wyniki symulacji dla emisji 50 ml n-pentanu w laboratorium 03 (scenariusz SL03-n-pentan).....	65
Tabela 22 Wyniki symulacji dla emisji 250 ml n-pentanu w laboratorium 03 (scenariusz SL03-n-pentan). ....	66
Tabela 23 Wyniki symulacji dla emisji metanu w laboratorium 03 (scenariusz SL03-metan). ....	67
Tabela 24 Wyniki symulacji dla emisji metanu w laboratorium 3a (scenariusz SL3a-metan). ....	68
Tabela 25 Wyniki symulacji dla emisji propanu w laboratorium 3b (scenariusz SL3b-propan).....	69
Tabela 26 Wpływa wentylacji na rodzaj stref zagrożenia wybuchem.....	74
Tabela 27 Rodzaje i wielkości stref zagrożenia wybuchem pomieszczeń akumulatorowni.....	74
Tabela 28. Potencjalne źródła zapłonu w rozbiciu na wyznaczone strefy zagrożenia wybuchem. ....	80
Tabela 29 Wartości nadciśnienia wybuch wraz z jego skutkami .....	84
Tabela 30 Skutki oddziaływania nadciśnienia generowanego przez wybuch na ludzi .....	85

### 5.4 Spis rysunków

Rysunek 1 Rzut budynków Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na terenie kampusu Al. Mickiewicza 30...	12
Rysunek 2 Umieszczenie laboratorium nr p.20H .....	15
Rysunek 3 Umieszczenie pomieszczeń nr 5, 6.....	23
Rysunek 4 Umieszczenie laboratorium nr 108 .....	26
Rysunek 5 Umieszczenie laboratorium nr 03 .....	32
Rysunek 6 Umieszczenie laboratorium nr 08 .....	34
Rysunek 7 Umieszczenie pomieszczeń nr 3 .....	37

## 5.5 Spis fotografii

Fot. 1 Laboratorium nr p.20H.....	14
Fot. 2 Laboratorium nr 5, 5a .....	19
Fot. 3 Laboratorium nr 6 .....	20
Fot. 4 Laboratorium nr 108 .....	25
Fot. 5 Laboratorium nr 03 .....	31
Fot. 6 Laboratorium nr 3 .....	35

**5.6 Arkusz aktualizacji**

Lp.	Data aktualizacji	Wprowadzone aneksy	Podpis / pieczęć

## 5.7 Kwalifikacje

Poniżej przedstawia się kwalifikacje osoby wykonującej Ocenę Zagrożenia Wybuchem.

1. Dyplom studiów magisterskich (s. 99).
2. Dyplom studiów podyplomowych „Bezpieczeństwo Techniczne w Przestrzeniach Zagrożonych Wybuchem”, Główny Instytut Górnictwa, (s. 100).
3. „MENADŻER odpowiedzialny za bezpieczeństwa techniczne w atmosferach potencjalnie wybuchowych (MEx)”, Główny Instytut Górnictwa (s. 101).
4. Kurs „Dyrektywa ATEX”, Główny Instytut Górnictwa, (s. 102).
5. Kurs „Ochrona przed elektrycznością statyczną” , Akademia Bezpieczeństwa ASE (s. 103).
6. Kurs „Bezpieczeństwo przeciwybuchowe w zastosowaniach przemysłowych”, Akademia Bezpieczeństwa (s. 104).

Dyplom studiów magisterskich, nr dypl. 4428

SZKOŁA GŁÓWNA SŁUŻBY POŻARNICZEJ  
w Warszawie

D Y P L O M



**Robert MAZUR**

urodzony(a) dnia **1978-10-21**

w **Bielinach**

odbył(a) studia wyższe

**uzupełniające magisterskie**

w zakresie **inżynierii**

**bezpieczeństwa pożarowego**

z wynikiem **BARDZO DOBRYM**

i po spełnieniu wymogów określonych obowiązującymi  
przepisami uzyskał(a)

w dniu **20 października 2004r**

tytuł

**MAGISTRA INŻYNIERA  
POŻARNICTWA**

KOMENDANT-REKTOR

**/-/nadbryg.prof.dr hab. Jerzy WOLANIN**



Warszawa, dnia **10.11.2004r.**



**Dyplom studiów podyplomowych "Bezpieczeństwo Techniczne w Przestrzeniach  
Zagrożonych Wybuchem", Główny Instytut Górnictwa, nr dyplomu 18/2018**



GI  
INSTYTUT  
GÓRNICHTWA



Główny Instytut Górnictwa  
Centrum Szkoleniowo-Informacyjne

**ŚWIADECTWO**  
**UKOŃCZENIA STUDIÓW PODYPLOMOWYCH**  
wydane w Rzeczypospolitej Polskiej

Pan Robert Mazur  
urodzony w dniu 21.10.1978 r. w Bielinach  
ukończył w 2018 roku dwu-semestralne studia podyplomowe pn.:  
„Bezpieczeństwo techniczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem”  
z wynikiem dobrym plus

KIEROWNIK  
podstawowej jednostki organizacyjnej

*Kierownik*  
Centrum Szkoleniowo-Informacyjnego  
Głównego Instytutu Górnictwa  
*mgr Małgorzata Zielińska*



pieczęć  
urzędowa

REKTOR lub KIEROWNIK  
jednostki organizacyjnej prowadzącej studia

Zastępca Naczelnego Dyrektora  
ds. Finansowo-Ekonomicznych  
Głównego Instytutu Górnictwa  
*A. Mraczek-Krzak*  
*mgr Aleksandra Mraczek-Krzak*

KATOWICE, dnia 23.06.2018 r.



**„MENADŻER odpowiedzialny za bezpieczeństwo techniczne w atmosferach  
potencjalnie wybuchowych (MEx)”, Główny Instytut Górnictwa, Nr Ex/0090/2019**

Wzór nr IC/O-03/Ex/04c ważny od 03.2019 r.

 **Główny Instytut Górnictwa**  
Jednostka Oceny Zgodności



**CERTYFIKAT**

**Nr Ex/0090/2019**

Potwierdza się, że

**Pan: Robert MAZUR**

urodzony: 21.10.1978 r. w Bielinach

spełnia wymagania kompetencji osób jako:

**MENEDŻER**  
**odpowiedzialny za bezpieczeństwo techniczne**  
**w atmosferach potencjalnie wybuchowych (MEx)**

zgodnie z wymaganiami GIG-JC - Program certyfikacji pracowników górnictwa i przemysłu,  
absolwentów studiów podyplomowych nadzorujących urządzenia i systemy ochronne:  
PmC-01-DEx I/II, IEx, MEx, numer edycji: 4, data edycji: 03.2019 r.,

według wymagań Dyrektywy 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji  
ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych  
przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej.

Certyfikat ważny od dnia 28.06.2019 roku do dnia 27.06.2024 roku pod warunkiem przestrzegania postanowień  
„Umowy nr Ex/0090/2019 w sprawie certyfikacji kompetencji osób i nadzoru nad posiadaczem certyfikatu”.

KIEROWNIK  
Jednostki Oceny Zgodności



dr inż. Dariusz STEFANIAK



DYREKTOR  
Głównego Instytutu Górnictwa



prof. dr hab. inż. Stanisław PRUSEK

Katowice, dnia 28.06.2019 r.

Główny Instytut Górnictwa, 40-166 Katowice, Plac Gwarków 1, tel. 32 259 23 51, fax. 32 259 22 09

08156



**Kurs "Dyrektywa ATEX", Główny Instytut Górnictwa, nr zaświadczenia 60/2017**

GLÓWNY INSTYTUT GÓRNICZWA  
Pl. Gwarków 1  
40-166 KATOWICE

(pieczęć placówki kształcenia ustawicznego)



## ZAŚWIADCZENIE o ukończeniu kursu

Zaświadcza się, że Pan

**Robert Mazur**

(imię/imiiona i nazwisko)

21.10.1978

(data urodzenia)

Bieliny

(miejsce urodzenia)

78102110055

(numer PESEL)

ukończył kurs :

**DYREKTYWA ATEX**

(nazwa kursu)

w wymiarze 8 godzin

prowadzony przez

**Główny Instytut Górnictwa  
Centrum Szkoleniowo-Informacyjne  
40-166 Katowice  
Plac Gwarków 1**

(nazwa i adres placówki kształcenia ustawicznego)

Zaświadczenie wydano na podstawie §18 ust. 2 rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 11 stycznia 2012 r. w sprawie kształcenia ustawicznego w formach pozaszkolnych (Dz.U.poz.186).

**Katowice, 10 lutego 2017 r.**

(miejscowość, data)

Nr 60 /2017 r.

**KIEROWNIK**  
Centrum Szkoleniowo-Informacyjne  
GLÓWNEGO INSTYTUTU GÓRNICZWA

*mgr Małgorzata Zielinska*

(pieczęć i podpis Kierownika  
Centrum Szkoleniowo-Informacyjnego)



**NACZELNY DYREKTOR**  
GLÓWNEGO INSTYTUTU GÓRNICZWA

*dr hab. inż. Stanisław Prusek*

(pieczęć i podpis dyrektora  
placówki kształcenia ustawicznego)

## Kurs „Ochrona przed elektrycznością statyczną” , Akademia Bezpieczeństwa ASE



# CERTYFIKAT Certificate

1205314/575/ASE/ES/04/2019

Pan/Mr

**Robert Mazur**

KMR Consulting Robert Mazur

Ukończył szkolenie  
**Ochrona przed elektrycznością statyczną**  
has completed training "Protection against static electricity"

Data szkolenia/Date of the training: 25.04.2019  
Certyfikat ważny do dnia/Valid till: 25.04.2024

### Zakres szkolenia / Range of the training:

Zjawisko elektryczności statycznej/ Origin of static electricity phenomenon  
Mechanizmy elektryzacji / The mechanism of electrification  
Zagrożenia i zakłócenia wywoływane przez elektryczność statyczną w środowisku pracy, szczególnie w strefach Ex  
/ The hazards and disturbances caused by static electricity in work environment, especially in the Ex zones  
Zasady identyfikacji i oceny zagrożeń / The principles of identification and assessment of hazards  
Procedury pomiarowe i badawcze / The measurement and test procedures  
Ochrona przed elektrycznością statyczną oraz zasady jej stosowania / Static electricity protection and the rules of its application  
Kryteria oceny skuteczności ochrony antyelektrostatycznej / The evaluation criteria of anti-electrostatic protection  
Analiza przyczynowo-skutkowa wybranych zdarzeń wypadkowych / Causal-consecutive analysis of selected accidents  
Normy polskie i międzynarodowe / Polish and international standards

**dr Jan Maria Kowalski**  
Wykładowca/Tutor

Automatic System Engineering  
has been recognised as  
**IECEx Recognised Training Provider**  
in accordance with IECEx System Rules  
and IECEx OD 521 Procedures

**Dariusz Jachowicz**  
Prezes Zarządu  
General Manager

Szkolenie zostało przygotowanie  
i przeprowadzone pod nadzorem procedur  
ustanowionych w ramach systemu  
zarządzania jakością zgodnego z normą  
ISO 9001:2008 zaaprobowanego przez  
SGS Polska Sp. z o.o.



Numer Certyfikatu: PL 16/0458



Gdańsk, 27 maja 2019



Szkolenie certyfikowane przez  
Ośrodek Certyfikacji Usług  
Przeciwpożarowych



Numer Certyfikatu: 1/09/2008



## Kurs „Bezpieczeństwo przeciwybuchowe w zastosowaniach przemysłowych”, Akademia Bezpieczeństwa ASE



# CERTYFIKAT Certificate

Nr/No 1205314/569/ASE/ATEXAD/05/2019

Pan/Mr

Robert Mazur

KMR Consulting Robert Mazur

Ukończył sesję szkoleniową  
**„ATEX – bezpieczeństwo przeciwybuchowe  
w zastosowaniach przemysłowych”**  
has completed training 'Explosion safety. Application in industrial practice.'

Data szkolenia/Date of the training: 16.05.2019  
Certyfikat ważny do dnia/Valid till: 16.05.2024

### Zakres szkolenia / Range of the training:

Podstawy prawne, definicje i przeznaczenie	Legal basis (Directives ATEX 114 and ATEX 137), definitions and purpose
Identyfikacja zagrożenia i ocena zagrożenia wybuchem	Hazard identification and explosion risk assessment
Dobór środków ochrony przeciwybuchowej	Selection of explosion protection measures
Klasyfikacja stref zagrożenia wybuchem	Classification of potentially explosive zones
Identyfikacja efektywnych źródeł zapłonu	Identification of effective ignition sources
Analiza i ocena ryzyka zagrożenia wybuchem	Explosion risk analysis and assessment
Sporządzanie, użytkowanie, weryfikacja i aktualizacja Dokumentu Zabezpieczenia Przed Wybuchem	Preparing, using, verifying and updating an Explosion Protection Document
Podstawowe zasady ochrony przeciwybuchowej	Basic principles of Ex protection
Grupy wybuchowości i klasy temperaturowe	Explosion groups and temperature classes
Urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwybuchowym	Explosion protected electrical devices
Dobór, instalowanie i eksploatacja urządzeń i systemów ochronnych	Selection, installation and maintenance of devices and protection systems
Bezpieczeństwo pracy w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych zagrożonych wybuchem	Work safety in hazardous areas
Wprowadzenie do zarządzania bezpieczeństwem w technice	Introduction to safety management in engineering
Bezpieczeństwo Procesowe, analizy ryzyka w technice – przegląd	Process safety, risk analysis in engineering – overview
Bezpieczeństwo Procesowe – zmieniające się uwarunkowania prawne i normatywne	Process safety – changing legal and normative conditions
Procedura oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego (determinacja SIL)	Functional safety assessment procedure (SIL determination)
Wymagania funkcjonalne funkcji bezpieczeństwa	Safety functions functional requirements
Ocena bezpieczeństwa funkcjonalnego (weryfikacja SIL)	Functional safety assessment (SIL verification)
Organizacyjne środki redukcji skutków wybuchu	Organisational explosion consequences mitigation measures
Odciążenie wybuchu. Tłumienie wybuchu pyłów	Explosion venting. Dust explosion suppression
Systemy detekcji gazów: wymogi i przepisy	Gas detection systems: requirements and regulations
Metody detekcji i zagadnienia projektowe	Detection methods and design matters
Zagadnienia ATEX w systemach detekcji gazów	ATEX issues in gas detection systems

**Łukasz Żyliński**  
Wykładowca/Tutor



Automatic System Engineering  
has been recognised as  
**IECEx Recognised Training Provider**  
in accordance with IECEx System Rules  
and IECEx OD 521 Procedures



**Dariusz Jachowicz**  
Prezes Zarządu  
General Manager



Szkolenie zostało przygotowane  
i przeprowadzone pod nadzorem procedur ustanowionych w  
ramach systemu zarządzania jakością zgodnego z normą  
ISO 9001:2008 zaaprobowanego przez  
SGS Polska Sp. z o.o.



Numer Certyfikatu: PL 16/0458



Gdańsk, 03.06.2019

Szkolenie certyfikowane przez  
Ośrodek Certyfikacji Usług  
Przeciwpożarowych



Numer Certyfikatu: 1/09/2008