

mł. bryg. dr inż. **Mariusz Pecio**<sup>1</sup>  
st. kpt. mgr inż. **Krzysztof Łącki**

Przyjęty/Accepted/Принята: 10.05.2016;  
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 14.06.2016;  
Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2016;

## Zabezpieczenie przeciwpożarowe budynku instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych - studium przypadku<sup>2</sup>

### Fire Safety of Municipal Waste Incineration Building - Case Study

#### Противопожарная защита здания инсталляции для термической обработки бытовых отходов - исследование конкретного случая

#### ABSTRAKT

**Cel:** Celem artykułu jest przedstawienie cech charakterystycznych budynków zawierających instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych w obszarze ochrony przeciwpożarowej oraz indywidualnych rozwiązań technicznych związanych z zabezpieczeniami przeciwpożarowymi.

**Wprowadzenie:** Przedmiotem niniejszego artykułu jest pokazanie charakterystyki pożarowej obiektów zawierających instalacje do termicznego przekształcania odpadów komunalnych. W celu przedstawienia konkretnych rozwiązań projektowych wykorzystano opinie techniczne opracowane dla spalarni odpadów w Poznaniu. Przedstawiono ogólną charakterystykę budynków spalarni odpadów, ich podstawowe części składowe, klasę odporności pożarowej i podział na strefy pożarowe. Z uwagi na brak szczegółowych uregulowań prawnych dla tego typu obiektów w Polsce, w opracowaniu scharakteryzowano wymagania normy NFPA 850. Zawarto autorskie rozwiązania problemów związanych z charakterystyką pożarową budynku spalarni w Poznaniu w zakresie zabezpieczenia okna operatora, zabezpieczenia przepustu o znacznej średnicy oraz uzasadnienie do odstępstwa od wymagań w zakresie przeciwpożarowego wyłącznika prądu.

**Metodologia:** Do realizacji postawionego celu wykorzystano analizę literaturową w zakresie aktów prawnych obowiązujących w Polsce i na świecie. Dokonano również analizy dokumentacji projektowej oraz rozwiązań indywidualnych dotyczących spalarni odpadów w Poznaniu.

**Wnioski:** Prawo budowlane obowiązujące w Polsce, w obszarze przepisów techniczno-budowlanych, nie jest dedykowane specyficznym budynkom przemysłowym oraz znajdującym się w nich instalacjom technologicznym, w tym spalarniom odpadów komunalnych. W celu zapewnienia w tych budynkach bezpieczeństwa pożarowego należy wykorzystywać te obszary przepisów polskich, które dotyczą ogólnie wszystkich obiektów budowlanych, zagraniczne normy techniczne (w przypadku spalarni odpadów normę NFPA 850) oraz formułę odstępstw od wymagań techniczno-budowlanych i indywidualne dokumentacje techniczne.

Przyjęta koncepcja bezpieczeństwa pożarowego powinna być spójna i uwzględniać wszystkie dostępne wymagania i opracowania normatywne. W ocenie autorów niniejszego artykułu powinna ona wynikać z dokumentów bazowych, jakim dla budynków przemysłowych jest scenariusz rozwoju zdarzeń pożarowych oraz scenariusz współpracy urządzeń przeciwpożarowych. Niniejszy artykuł, oprócz przeglądu wiedzy, może stanowić także wytyczne do opracowania koncepcji zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz projektów zabezpieczeń przeciwpożarowych dla obiektów instalacji termicznego przekształcania odpadów.

**Słowa kluczowe:** termiczne przekształcanie, odpady komunalne, spalarnie, zabezpieczenia przeciwpożarowe

**Typ artykułu:** z praktyki dla praktyki

#### ABSTRACT

**Aim:** The aim of the article is to present the characteristics of buildings containing installations of municipal waste thermal treatment in terms of fire protection and individual technical solutions for fire security.

**Introduction:** The subject of this article is to show fire safety characteristics of buildings containing installations for municipal waste incineration. In order to present specific design solutions, technical opinions developed for waste incineration plant in Poznan were used. The general characteristics of buildings, waste incineration plants, their basic components, fire resistance class and zoning fire were presented. Due to specific legal provisions for this type of buildings in Poland, the study characterized the requirements of NFPA 850. The author's problem solutions are a part of the study. They relate to the characteristics of fire building incinerators in Poznan in terms of protecting the operator's window, protection of large diameter installation passage and a justification for the derogation from the requirements for fire power switch.

**Methodology:** To accomplish the objectives an analysis of legal acts in force in Poland and in the world was carried out. Project documentation and individual solutions regarding waste incineration plant in Poznan were also examined.

<sup>1</sup> Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie / Main School of Fire Service; Warsaw, Poland; mpecio@sgsp.edu.pl;

<sup>2</sup> Procentowy wkład merytoryczny w powstanie artykułu / Percentage contribution: M. Pecio – 60%, K. Łącki – 40%;

**Conclusions:** Building law in Poland, in the area of technical and construction regulations, is not dedicated to specific industrial buildings and technological installations located in them, including incineration of municipal waste. In order to carry out tasks of providing fire safety in these buildings these areas of the Polish regulations should be used that apply generally to all buildings, as well as foreign technical standards (in the case of waste incineration plants – NFPA 850), deviations from the requirements of the technical and construction requirements and from individual technical documentation. The adopted concept of fire safety should be consistent and take into account all the requirements and standards. According to the authors of this article, it should result from base documents, which, for industrial buildings, is the scenario of fire development and scenario of fire systems cooperation. This article, apart from its review values, can provide guidance for the development of a fire safety concept and fire protection projects for the municipal waste incineration buildings.

**Keywords:** thermal treatment, municipal waste incinerators, fire protection

**Type of article:** best practice in action

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Цель данной статьи – представить характеристики зданий, содержащих инсталляции для термической обработки бытовых отходов в сфере противопожарной защиты и связанных с ней индивидуальных технических решений.

**Введение:** Предмет данной статьи – представление пожарной характеристики объектов, содержащих установки для термической обработки бытовых отходов. С целью представления конкретных проектных решений были использованы технические заключения, разработанные для мусоросжигательного завода в городе Познань. Указана общая характеристика зданий мусоросжигательных заводов, их основные составные части, предел огнестойкости и разделение на пожарные зоны. Из-за отсутствия конкретных действующих в Польше детальных правовых положений для объектов данного типа в исследовании были охарактеризованы требования стандарта NFPA 850. Были представлены авторские решения проблем, связанных с характеристиками пожарной безопасности мусоросжигательного завода в Познани в рамках обеспечения безопасности окна оператора, обеспечения большой пропускной способности и обоснование для отступления от требований относительно противопожарного выключателя электрического тока.

**Методология:** Для достижения этой цели был использован анализ правовых актов, действующих в Польше и в мире. Проведен также анализ проектной документации и индивидуальных решений в отношении мусоросжигательного завода в Познани.

**Выводы:** Действующий в Польше строительный закон в области технических и строительных правил не предназначен для промышленных зданий и находящихся в них технологических установок, в том числе для сжигания бытовых отходов. Для обеспечения пожарной безопасности этих зданий следует использовать те области польских правил, которые относятся ко всем зданиям, а также зарубежные технические стандарты (в случае мусоросжигательных заводов NFPA 850), отклонения от технических и строительных требований и индивидуальная техническая документация.

Принята концепция пожарной безопасности должна быть последовательной и учитывать все имеющиеся требования и нормативные документы. По мнению авторов данной статьи она должна быть связана с основополагающими документами, которыми в случае промышленных зданий являются сценарий пожара и сценарий работы пожарного оборудования. Эта статья, кроме обзорных преимуществ, может пригодиться при разработке концепции проектов пожарной безопасности и противопожарных средств защиты для объектов термической обработки отходов.

**Ключевые слова:** термическая обработка, бытовые отходы, сжигательные заводы, элементы противопожарной защиты

**Вид статьи:** с практики для практики

## 1. Wprowadzenie

Niniejszy artykuł obejmuje zagadnienia charakterystyki pożarowej obiektów, w których znajdują się instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Do przedstawienia konkretnych rozwiązań projektowych w tego typu obiektach wykorzystano opinie techniczne opracowane dla spalarni odpadów w Poznaniu [1-2]. Celem autorów było wskazanie cech charakterystycznych oraz indywidualnych rozwiązań technicznych w obszarze ochrony przeciwpożarowej związanych z tego rodzaju obiektami. W artykule zawarto ogólną charakterystykę budynków spalarni odpadów, ich podstawowe części składowe, klasę odporności pożarowej i podział na strefy pożarowe. Z uwagi na brak szczegółowych uregulowań prawnych dla tego typu obiektów w Polsce, w opracowaniu scharakteryzowano wymagania normy NFPA 850, której zapisy wykorzystywane są w celu ustalenia podstawowych wymagań przeciwpożarowych dla budynków termicznego przekształcania odpadów. Przedstawiono autorskie rozwiązania problemów związanych z charakterystyką pożarową budynku spalarni w Poznaniu w zakresie zabezpieczenia okna operatora, zabezpieczenia przepustu o znacznej średnicy oraz uzasadnienie do odstąpienia od wymagań w zakresie przeciwpożarowego wyłącznika prądu. W ocenie autorów niniejszy artykuł dostarcza nie tylko przegląd wiedzy w danym obszarze, ale również pomocnych wskazówek do opracowania projektów zabezpieczeń przeciwpożarowych dla obiektów instalacji termicznego

przekształcania odpadów. Należy podkreślić, że w Europie Zachodniej tego rodzaju obiekty są bardzo powszechne, a ich obecność w Europie Środkowo-Wschodniej w najbliższym czasie będzie się zwiększać.

## 2. Ogólna charakterystyka budynków termicznego przekształcania odpadów

Obiekt zawierający instalację termicznego przekształcania odpadów (ITPOK)<sup>3</sup> składa się najczęściej z następujących zespołów technicznych i funkcjonalnych [3]:

- Segmentu przyjęcia i tymczasowego magazynowania dostarczonych odpadów komunalnych:
  - portierni oraz stanowisk ważenia pojazdów z automatycznymi wagami pomostowymi,
  - hali wyładunkowej wraz z niezbędnymi urządzeniami do poprawnego funkcjonowania,
  - bunkra (jedno- lub wielokomorowego) na odpady, z wyposażeniem i kabiną sterowniczą suwnic z chwytakami łupinowymi do załadunku odpadów do paleniska,
  - placu (lub obiektu) czasowego magazynowania odpadów komunalnych zbelowanych i zafoliowanych, wyposażonego w zespół urządzeń do belowania i foliowania nadwyżkowych partii odpadów.

<sup>3</sup> Stosuje się również inne nazewnictwo, np. zakład termicznej utylizacji odpadów (ZTUO).

- Segmentu spalania (dla każdej linii technologicznej):
  - linii termicznego przekształcania odpadów (najczęściej dwóch), np. każda o nominalnej wydajności ok. 10 Mg/h (w skali roku 150 000 Mg/rok) przy nominalnej wartości opałowej odpadów komunalnych równej ok. 10.500 kJ/kg.
- Segmentu odzysku i przetwarzania odzyskanej energii (w każdej linii technologicznej):
  - urządzeń technicznych do odzysku energii z procesu termicznego przekształcania odpadów do produkcji w kogeneracji energii elektrycznej i cieplnej z dodatkowym wykorzystaniem ciepła kondensacji pary wodnej ze strumienia spalin.
- Segmentu oczyszczania spalin (w każdej linii technologicznej):
  - zespołów procesowych instalacji oczyszczania spalin wraz z oprzyrządowaniem pozwalającym na pomiary emisji i archiwizowanie wyników.
- Segmentu oczyszczania ścieków technologicznych wraz z odprowadzeniem ścieków oczyszczonych siecią kanalizacji przemysłowej.
- Segmentu przetwarzania i przygotowywania do zagospodarowania lub składowania pozostałości procesowych:
  - segmentu waloryzacji żużli (produkcja kruszyw) i odzysku metali żelaznych i nieżelaznych (zlokalizowany w budynku głównym lub na terenie zakładu) wraz z placem składowym (lub obiektem) sezonowania/starzenia żużli po frakcjonowaniu,
  - segmentu stabilizacji i zesalania popiołów lotnych z kotłów, pyłów z odpylania spalin i innych stałych pozostałości z procesu oczyszczania spalin,
  - segmentu kwaśnej ekstrakcji popiołów lotnych z kotła oraz pyłów z odpylania spalin.
- Pozostałych zespołów wyposażenia technologicznego i niezbędnej infrastruktury (z punktu widzenia przedmiotu niniejszego artykułu nie będą one opisywane szerzej).
 

Dodatkowo w celu zapewnienia obsługi administracyjno-biurowej oraz zaplecza socjalnego każdy obiekt termicznego przekształcania odpadów powinien posiadać budynek lub strefę biurowo-socjalną.

### 3. Wymagania z zakresu polskich przepisów techniczno-budowlanych i przeciwpożarowych

#### 3.1. Klasa odporności pożarowej

Szczegółowa klasyfikacja poszczególnych części obiektu z uwagi na przeznaczenie zależy od indywidualnej charakterystyki budynków. Z kolei ogólna klasyfikacja jest we wszystkich spalarniach odpadów podobna. Schemat klasyfikacji pokazano w tabeli 1, natomiast klasę odporności pożarowej budynków [4] w tabeli 2.

Tabela 1. Klasyfikacja podstawowych części obiektów termicznego przekształcania odpadów

Table 1. Classification of the main parts of the waste incineration facilities

Strefa/ Zone	Opis / Description	Przeznaczenie / Destination
1	Hala rozładunku i bunkier na odpady* / Unloading dock and waste bunker	PM > 4000 MJ/m <sup>2</sup> , lub osobno, wtedy hala PM < 500 MJ/m <sup>2</sup> / PM > 4000 MJ/m <sup>2</sup> or separately, then unloading dock PM < 500 MJ/m <sup>2</sup>
2	Hala kotłów, obszar oczyszczania spalin / Boiler room, exhaust gas treatment	PM < 500 MJ/m <sup>2</sup>
3	Maszynownia / Machinery space	PM < 500 MJ/m <sup>2</sup>
4	Obszar elektryczny / Electrical area	PM < 500 MJ/m <sup>2</sup> , lub nie budynek (or not building)
5	Budynek biurowo-socjalny / Office building	ZL I, ZL III
6	Waloryzacja żużla / Slag valorization	PM < 500 MJ/m <sup>2</sup>
7	Składowanie zbelowanych odpadów / Baled waste storage	PM > 4000 MJ/m <sup>2</sup> , budynek lub składowisko (building or landfill)
8	Budynek obsługi wag, portiernia / Scales building, consierge desk	ZL III

\* W przypadku bunkra odpadów i hali wyładunkowej zdarzają się w praktyce podziały na strefy pożarowe między tymi częściami oraz w zależności od indywidualnych warunków brzegowych przyjęcie klasyfikacji budynku bunkra jako budynku PM o gęstości obciążenia ogniowego < 4.000 MJ/m<sup>2</sup> / Sometimes waste bunker halls and unloading docks are divided into fire zones and, depending on the individual boarder conditions, classifying the area of the bunker as a PM building of < 4.000 MJ/m<sup>2</sup> fire load density.

**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.

Obiekty nie są przeznaczone w szczególności dla osób o ograniczonej zdolności poruszania się. W budynkach ZL mogą występować pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania powyżej 50 osób niebędących stałymi

użytkownikami tych pomieszczeń (jeśli występują pomieszczenia konferencyjne lub szkoleniowe). Pomieszczenia PM z reguły są klasyfikowane jako nieprzeznaczone na pobyt ludzi [4] i nieprzeznaczone do przebywania osób [5].

**Tabela 2.** Klasa odporności pożarowej (KOP) stref pożarowych w spalarniach odpadów  
**Table 2.** Fire resistance class (FRC) of fire zones in municipal waste incineration buildings

Strefa/ Zone	Opis / Description	Grupa wysokości / Height class	KOP / FRC
1	Hala rozładunku i bunkier na odpady / Unloading dock and wastebunker	1 kond., bez ogr. wysokości / 1 floor, without height restrictions	E, pierwotnie A E, originally A
2	Hala kotłów, oczyszczanie spalin / Boiler room, exhaust gas treatment	1 kond., bez ogr. wysokości / 1 floor, without height restrictions	E
3	Maszynownia / Machinery space	1 kond., bez ogr. wysokości / 1 floor, without height restrictions	E
4	Obszar elektryczny / Electrical area	1 kond., bez ogr. wysokości / 1 floor, without height restrictions	E
5	Budynek biurowo-socjalny / Office building	średniowysoki (SW), wielokond. / Medium-high, multi-storey	B
6	Waloryzacja żużla / Slag valorization	1 kond., bez ogr. wysokości / 1 floor, without height restrictions	E
7	Składowanie zbelowanych odpadów / Baled waste storage	1 kond., bez ogr. wysokości / 1 floor, without height restrictions	A, lub E - tryskacze A or E - sprinklers
8	Budynek obsługi wag, portiernia / Scales building, consierge desk	1 kond., niski (N) / 1 floor, low (N)	D

**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.

Złagodzenia klasy odporności pożarowej wynikające z zastosowania instalacji przeciwpożarowych nie zwalniają z pierwotnie przyjętej klasy odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego. Jest to szczególnie istotne w przypadku budynków spalarni, ponieważ z innych przyczyn niż wymagania przepisów (wymagania inwestora lub

ubezpieczyciela) stosuje się tam różne instalacje przeciwpożarowe.

### 3.2. Podział na strefy pożarowe

W tabeli 3 przedstawiono dopuszczalną powierzchnię stref pożarowych.

**Tabela 3.** Dopuszczalna powierzchnia stref pożarowych w spalarniach odpadów  
**Table 3.** Permissible fire zones area in municipal waste incineration buildings

Strefa / Zone	Opis / Description	Dopuszczalna powierzchnia strefy / Permissible area of a fire zone
1	Hala rozładunku i bunkier na odpady / Unloading dock and bunker	3.000 m <sup>2</sup> (oddymianie / smoke ventilation), 4.000 m <sup>2</sup> (tryskacze / sprinklers) <sup>4</sup>
2	Hala kotłów, oczyszczanie spalin / Boiler hall, exhaust gas treatment	20.000 m <sup>2</sup>
3	Maszynownia / Machinery space	20.000 m <sup>2</sup>
4	Obszar elektryczny / Electrical area	20.000 m <sup>2</sup>
5	Budynek biurowo-socjalny / Office building	5.000 m <sup>2</sup>
6	Waloryzacja żużla / Slag valorization	20.000 m <sup>2</sup>
7	Składowanie zbelowanych odpadów / Baled waste storage	2.000 m <sup>2</sup>
8	Budynek obsługi wag, portiernia / Scales building, consierge desk	10.000 m <sup>2</sup>

**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.

W strefach pożarowych PM dopuszcza się stosowanie otworu w ścianie oddzielenia przeciwpożarowego służącego do przeprowadzenia urządzeń technologicznych. Otwór powinien być chroniony w sposób równoważny wymaganym dla tej ściany drzwiami przeciwpożarowym, pod względem możliwości przeniesienia się przez niego ognia lub dymu. Z uwagi na specyfikę budynków spalarni odpadów oraz konieczność zapewnienia otworów technologicznych (ryc. 1)

między: bunkrem i lejami załadunkowymi pieców oraz bunkrem i lejami rozładunkowymi oraz rozdrabniarki, w tego typu obiektach zwykle projektuje się zabezpieczenie w klasie odporności ogniowej oddzielenia przeciwpożarowego<sup>5</sup> w postaci instalacji zraszaczowej zabezpieczającej otwory.

<sup>4</sup> lub odpowiednio więcej, jeśli przyjęto dla bunkra gęstość obciążenia ogniowego < 4.000 MJ/m<sup>2</sup>.

<sup>5</sup> Co pozwala nie stosować ograniczeń w wielkości otworów.





Ryc. 1. Widok otworów zasypowych między bunkrem i halą kotłów  
Fig. 1. View of charging holes between the bunker and the boiler hall

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Problematyka podziału obiektów spalarni odpadów na odrębne budynki, ze względu na jej objętość, nie została poddana szczegółowej analizie w niniejszej pracy. Temat ten jest obecnie w przygotowaniu w ramach odrębnej publikacji.

W obiektach instalacji termicznej utylizacji odpadów komunalnych zwykle stosuje się dodatkowe oddzielenia przeciwpożarowe pewnych specyficznych pomieszczeń. Najczęściej wynika to z wymagań ubezpieczyciela lub normy NFPA, opisanej w kolejnym rozdziale. Przykładami takich pomieszczeń są: pomieszczenie operatorskie, pomieszczenia elektryczne, serwerownie, magazyny i warsztaty.

## 4. Wymagania wynikające z normy NFPA 850

### 4.1. Podział na strefy pożarowe

Zakłady, w których produkowana jest energia elektryczna, (w tym spalarnie odpadów) powinny być podzielone na strefy pożarowe, określone w projekcie budowlanym. Strefy te mają ograniczać rozprzestrzenianie się pożaru, chronić personel i minimalizować uszkodzenia instalacji technologicznych.

Zasady podziału na strefy pożarowe powinny zostać określone po analizie:

- rodzaju, ilości, zagęszczenia i rozmieszczenia materiałów palnych,
- lokalizacji i konfiguracji wyposażenia zakładu,
- konsekwencji strat wyposażenia zakładu,
- lokalizacji i rodzaju urządzeń przeciwpożarowych.

Jeśli z przeprowadzonej analizy nie wynika inaczej, lub gdy podział nie jest ograniczony innymi wymaganiami, zaleca się wydzielenie pożarowe następujących pomieszczeń i obszarów:

- tunele kablowe wysokiego napięcia,
- pomieszczenie operatora i nastawnie,
- pomieszczenia rozdzielni elektrycznych i stacji przekątnikowych,

- pomieszczenia UPS oraz akumulatorownie,
- pomieszczenia utrzymania ruchu,
- pomieszczenia pompowni przeciwpożarowych,
- pomieszczenia magazynowe,
- agregaty prądotwórcze,
- bunkry odpadów (lub inne obszary składowania paliw),
- pomieszczenia pomp oleju opałowego oraz kotłownie,
- obszary przechowywania paliw i cieczy łatwopalnych,
- budynki administracyjno-biurowe,
- pomieszczenia telekomunikacyjne, kontroli, nadzoru, archiwizacji danych,
- pomieszczenie turbiny (maszynowni),
- pomieszczenia hali spalania w sąsiedztwie bunkra,
- wentylatornie i komory ciśnieniowe (należy rozważyć zasadność stosowania klap pożarowych w przewodach wentylacji awaryjnej),
- pomieszczenia rozdzielni oraz rozdzielaczy.

Klasa odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego powinna wynosić co najmniej 2 godziny. Jeśli strefa pożarowa stanowi obszar otwarty, powinna być oddzielona od innych stref pasami wolnego terenu o szerokości ustalonej zgodnie z normą NFPA 80A.

Wszystkie otwory w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny być zabezpieczone przez drzwi przeciwpożarowe, przeciwpożarowe klapy odcinające, ogniochronne zabezpieczenie przepustów instalacyjnych lub inne, ustalone środki ochrony przeciwpożarowej wykonane w odpowiedniej klasie odporności ogniowej. Okna w przegrodach przeciwpożarowych powinny być wyposażone w automatyczne kurtyny przeciwpożarowe lub kurtyny zraszaczowe.

Drzwi przeciwpożarowe, przeciwpożarowe klapy odcinające oraz rolety ogniochronne stosowane w 2-godzinnych elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny spełniać wymagania co najmniej 1,5-godzinnej odporności ogniowej.

Zewnętrzne transformatory olejowe powinny być oddzielone od innych obiektów i od siebie wzajemnie elementami oddzielenia przeciwpożarowego, pasami wolnego terenu lub innymi, ustalonymi środkami w celu ograniczenia strat oraz ewentualnego rozprzestrzeniania się pożaru po awarii transformatora.

Określenie parametrów oddzielenia przeciwpożarowego między transformatorami, urządzeniami sterowania i obiektami budowlanymi powinno być wynikiem szczegółowej analizy, w której uwzględnia się:

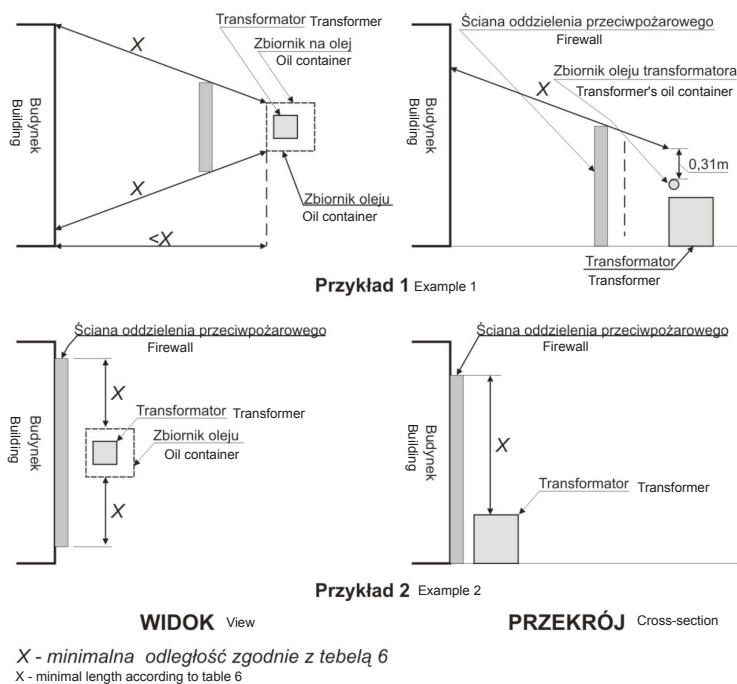
- rodzaj i ilość oleju w transformatorze,
- wielkość potencjalnego wycieku (powierzchnia i głębokość),
- rodzaj sąsiednich obiektów,
- rodzaj i ilość sąsiadujących narażonych urządzeń i instalacji, w tym dużych obiektów liniowych, sterowni dla urządzeń, innych transformatorów, etc.,
- moc transformatora,
- zastosowane urządzenia przeciwpożarowe,
- rodzaj zastosowanych zabezpieczeń elektrycznych,
- dostępność transformatorów zastępczych (długość czasu przestoju),
- występowanie szybkich systemów dekompresyjnych.

O ile przeprowadzona analiza nie wykaże inaczej, reko-

mendowane jest, aby każdy transformator izolowany olejem, zawierający 1.893 dm<sup>3</sup> lub więcej oleju, był oddzielony od sąsiednich obiektów przez 2-godzinne elementy oddzielenia przeciwpożarowego lub przez pasy wolnego terenu zgodnie z tabelą 6. W przypadku, gdy element oddzielenia przeciwpożarowego występuje pomiędzy transformatorem i innym obiektem, element ten powinien mieć wymiary poziome i pionowe zgodnie z ryciną 2.

O ile przeprowadzona analiza nie wykaże inaczej, zaleca się, aby sąsiadujące ze sobą transformatory olejowe zawierające 1.893 dm<sup>3</sup> lub więcej oleju oddzielić od siebie elementami oddzielenia przeciwpożarowego w klasie odporności ogniowej 2 godzin lub pasami wolnego terenu zgodnie z tabelą 4.

Transformatory olejowe o ilości oleju powyżej 379 dm<sup>3</sup> zainstalowane w pomieszczeniach powinny być oddzielone od innych pomieszczeń 3-godzinnymi elementami oddzielenia przeciwpożarowego. Transformatory o mocy powyżej 35 kV w izolacji z cieczy trudnozapalnej lub niepalnej powinny być oddzielone od innych pomieszczeń 3-godzinnymi elementami oddzielenia przeciwpożarowego. W przypadku, gdy transformatory są chronione przez automatyczny system przeciwpożarowy, dozwolone jest zmniejszenie klasy odporności ogniowej elementu oddzielenia przeciwpożarowego do 1 godziny.



Ryc. 2. Zalecenia dotyczące oddzielenia transformatorów olejowych od budynków [6]  
Fig. 2. Recommendations for the separation of oil transformers from buildings [6]

Tabela 4. Zalecane odległości transformatorów olejowych od budynków i wzajemnie od siebie [6]  
Table 4. Recommended distance of transformer oil from buildings and from one other [6]

Pojemność oleju w transformatorze [dm <sup>3</sup> ]/ Capacity of oil in the transformer [dm <sup>3</sup> ]	Minimalna odległość (bez ściany) [m]/ Minimal length (without the wall) [m]
< 1.893	ustalana na podstawie analizy projektowej / determined on the basis of project analysis
÷ 18.925	7,6
> 18,925	15

## 4.2. Materiały konstrukcyjne i wykończeniowe

Materiały budowlane stosowane do wykonania obiektów instalacji wytwarzających prąd i stacji przekaźnikowych wysokiego napięcia powinny być dobierane w oparciu o warunki ochrony przeciwpożarowej zawarte w projekcie budowlanym i przy uwzględnieniu następujących norm:

- NFPA 220, Standard on Types of Building Construction (Klasyfikacja elementów budowlanych),
- ASTM E119 or ANSI/UL 263, Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials (Metody badań w testach ogniowych elementów i materiałów budowlanych),
- NFPA 253, Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source (Metoda badania krytycznej gęstości strumienia promieniowania cieplnego dla systemów pokryw podłogowych przy wykorzystaniu źródła promieniowania cieplnego),
- NFPA259, Standard Test Method for Potential Heat of Building Materials (Metoda badania ciepła spalania materiałów budowlanych),
- ASTM E84, Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials (Metoda badania charakterystyki spalania powierzchniowego materiałów budowlanych) lub ANSI/UL 723, Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials (Badania charakterystyki spalania powierzchniowego materiałów budowlanych).

Materiały budowlane stosowane w hali kotłowni oraz w pomieszczeniu turbiny lub innych obiektach istotnych przy produkcji energii elektrycznej lub jej konwersji powinny spełniać

wymagania dla materiałów niepalnych lub trudnozapalnych za wyjątkiem:

- pokryć dachowych, dla których wymagania opisano w dalszej części artykułu,
- przezroczystych materiałów, których stosowanie jest dozwolone przez techniczną dokumentację przeciwpożarową.

Stosowanie materiałów niespełniających kryteriów materiału niepalnego, takich jak materiały przezroczyste, jest dozwolone w ograniczonej ilości po przeprowadzeniu analizy ryzyka, z której wynika, iż zastosowanie danego materiału jest akceptowalne.

Przekrycia dachowe powinny posiadać klasę A zgodnie ze standardem badawczym ASTM E108 dla przekryć dachowych lub testem UL 790 dla badań odporności ogniowej przekrycia dachowego. Stalowe konstrukcje dachowe powinny być zaklasyfikowane do klasy I lub klasy „ogień”. Do wykończenia wnętrz nie należy używać plastików spienionych lub komórkowych (zgodnie z załącznikiem A:NFPA 101).

## 5. Rozwiązania indywidualne na przykładzie budynku ITPOK w Poznaniu

Opisane powyżej wymagania dotyczą większości zakładów termicznego przekształcania odpadów. W każdym zakładzie pojawiają się jednak indywidualne problemy zależne od występujących warunków brzegowych. Dzięki uprzejmości inwestora<sup>6</sup> w niniejszym artykule przedstawiono trzy specyficzne przypadki, które wymagały indywidualnego podejścia do kwestii ochrony przeciwpożarowej w obiekcie Instalacji Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych w Poznaniu.



**Ryc. 3.** Widok okna operatora w obiekcie ITPOK w Poznaniu (od strony bunkra)  
**Fig. 3.** View of the operator window in ITPOK facility in Poznań (from the bunker)

**Źródło:** Opracowanie własne.  
**Source:** Own elaboration.

<sup>6</sup> SITA Polska Sp. z o.o., ul. Zawodzie 5, 02-981 Warszawa.

### 5.1. Instalacja zraszaczowa zabezpieczająca okno operatora

Problem, który wystąpił na etapie projektowania obiektu ITPOK w Poznaniu, dotyczył skutecznego zabezpieczenia okna operatora znajdującego się na granicy bunkra i budynku administracyjnego, stanowiących odrębne strefy pożarowe.

Przezierność przeszklenia musi być zachowana podczas całego czasu pracy operatora (m.in. podczas sterowania działkami gaśniczymi w razie pożaru). Z tego względu nie można zastosować szkła EI 120, które mętnieje i pęcznieje w trakcie pożaru powodując jego nieprzezierność. W związku z powyższym w celu zachowania przezierności okna operatora wprowadzono zastosowanie szkła E 90 (najwyższa dostępna klasa E) oraz instalacji zraszaczowej. Widok okna operatora w budynku ITPOK w Poznaniu pokazano na rycinie 3.

Na okno operatora suwnicy składa się konstrukcja ramowa z profili stalowych, przeszklenie, instalacja zraszaczowa oraz podwieszony podest techniczny z konstrukcją wejściową.

#### 5.1.1. Konstrukcja z profili stalowych

Konstrukcja ramowa wykonana jest z profili zamkniętych o przekroju kwadratowym i prostokątnym oraz profili giętych i spawanych zgodnie z rysunkami projektowymi. Wszystkie profile posiadają wypełnienie z wełny mineralnej (euroklasa A1). Kabina operatora posiada izolowany dach i skośny daszek przeciwpylowy.

#### 5.1.2. Przeszklenia

Klasa odporności ogniowej G 90 (nowa klasyfikacja: E 90).

Przeszklenia jednokomorowe zbudowane z następujących elementów:

- opaska dystansowa 6 mm PYRAN S 10 - 12 mm,
- szyby ze szkła bezpiecznego 10,76 mm VSG (dwie tafle szkła o grub. 5 mm + folia między nimi o grub. 0,76 mm).

Mocowanie przeszkleń do ram stalowej konstrukcji nośnej przez ramę zewnętrzną z profili stalowych i dociskową ramę wewnętrzną. Pomiędzy przeszkleniem i ramą z profili stalowych uszczelka ogniodoporna.

#### 5.1.3. Instalacja zraszaczowa

W przypadku pożaru powierzchnia okna będzie schładzana przez natryskiwana wodę jako zabezpieczenie przed promieniowaniem cieplnym. Instalacja zraszaczowa będzie zbudowana z rur, kształtek i dysz natryskowych ze stali nierdzewnej. Rury stalowe bieżą poziomo wzdłuż przedniego stanowiska obsługi górą i dołem. Długość przewodów wynosi ok. 2 x 5 m. W pobliżu okna zapewniono przyłącze do zakładowej instalacji wodociągowej. Konstrukcja dysz natryskowych zapewnia najlepszą możliwą widoczność w czasie polewania wodą. Instalacja zraszaczowa nie ma na celu powstrzymania pożaru, a jedynie obniżenie temperatury konstrukcji.

#### 5.1.4. Parametry proponowanej instalacji zabezpieczającej:

- |                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| • intensywność zraszania              | 5 mm/min,                   |
| • powierzchnia chroniona              | 60 m <sup>2</sup> ,         |
| • teoretyczny wydatek wody            | 500 dm <sup>3</sup> /min,   |
| • rzeczywisty wydatek wody            | 568,8 dm <sup>3</sup> /min, |
| • ciśnienie pracy w centrali gaszącej | ≥ 0,5 bar.                  |

### 5.2. Zabezpieczenie niestandardowych przepustów instalacyjnych

Kolejną sytuacją problemową dotyczącą obiektu ITPOK w Poznaniu było zapewnienie skutecznego zabezpieczenia ogniochronnego przepustu instalacyjnego rury z parą wodną o średnicy  $\varnothing$  2100, znajdującego się na granicy stref pożarowych zaplecza hali kotłowni oraz maszynowni.



Ryc. 4. Widok przepustu rury z parą wodną  $\varnothing$  2100 mm w obiekcie ITPOK w Poznaniu  
Fig. 4. View passage of steam pipe of 2100 mm in diameter in ITPOK facility in Poznan

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Z uwagi na reżim technologiczny nie było możliwości zamknięcia przewodu rurowego z gorącą parą wodną o średnicy 2100 mm (ryc. 4). Konieczne było określenie wytycznych do ogniochronnego zabezpieczenia przepustu rurowego w elemencie oddzielenia przeciwpożarowego.

W tym celu zaprojektowano zastosowanie dodatkowej izolacji termicznej oraz spełniono następujące warunki:

- izolacja wykonana jest z niepalnej wełny mineralnej skalnej o gęstości min. 120 kg/m<sup>3</sup>,
- długość izolacji łącznie po obu stronach przegrody wynosi 5 m (dopuszcza się zastosowanie izolacji z jednej strony przepustu, od strony zewnętrznej),
- izolacja z wełny mineralnej skalnej jest zabezpieczona mechanicznie: folią aluminiową systemową, jeśli system taki posiada dopuszczenie do stosowania na zewnątrz lub blachą stalową o grubości min. 3 mm z odpowiednią konstrukcją wsporczą,
- uszczelnienie szczeliny między krawędzią otworu w ścianie a rurą wykonano przy użyciu ogniochronnych opasek pęczniących (minimum 3 warstwy),
- powierzchnię otworu, ściany wokół otworu (do wysokości izolacji przeciwpożarowej) oraz powierzchnię rury po obu stronach ściany (na długości minimum 30 cm) zabezpieczono masą endotermiczną.

### 5.3. Odstępstwo od wymagań w zakresie przeciwpożarowego wyłącznika prądu

Charakter występujących w budynku ITPOK w Poznaniu instalacji technologicznych nie pozwala na natychmiastowe wygaszenie pieców i zatrzymanie współpracujących z nimi instalacji. Wskutek tego wymaganie w zakresie zastosowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu nie może zostać spełnione.

Przeciwpożarowy wyłącznik prądu zgodny z obowiązującymi wymaganiami został wykonany dla budynku administracyjnego, w którym nie występują instalacje technologiczne. Z kolei dla obiektów technologicznych wyłączanie prądu będzie odbywać się w ramach specjalnie opracowanej procedury.

Dostępne interpretacje wydawane przez KG PSP dopuszczają możliwość wyłączania linii technologicznych według przyjętych procedur. Zgodnie z tymi interpretacjami możliwe jest uznanie systemu szeregu wyłączników zlokalizowanych w rozdzielnicach, uruchamianych według wewnętrznych procedur obowiązujących w elektrowni, elektrociepłowni lub innym tego typu obiekcie za spełniające wymagania bezpieczeństwa pożarowego. Konieczne jest jednak uzasadnienie tych działań względami bezpieczeństwa procesu technologicznego oraz spełnienie warunków: stałego dyżuru służb energetycznych sprawujących nadzór nad procesem technologicznym oraz zapewnienia możliwości precyzyjnego wyłączania poszczególnych urządzeń technologicznych. Wymienione powyżej wymagania zostały spełnione w obiekcie ITPOK w Poznaniu.

Zgodnie z procedurami związanymi z wyłączeniem zasilania energetycznego:

- Rozwój pożaru jest dokładnie analizowany przez operatora i podejmuje on decyzję o:
  - ewakuacji,
  - powiadomieniu PSP,
  - zatrzymaniu linii technologicznych.
- Zasilanie nie jest jeszcze wyłączone, a linie technologiczne są pod napięciem.
- Zasilanie pierwotne oraz UPS nie jest przerwane.
- Po pewnym czasie na miejsce przyjeżdża PSP, ponownie dokonuje oceny sytuacji i w razie potrzeby uruchamia przeciwpożarowy wyłącznik prądu w budynku administracyjnym.

- Obydwa zasilania 15 kV (normalne i rezerwowe) są odłączone. Żadne odbiory w budynku administracyjnym nie są załączone.
- Baterie w e-kontenerze są naładowane i dostarczają zasilanie do systemu UPS.
- W celu uniknięcia wystąpienia niekontrolowanego procesu technologicznego zasilanie z UPS nie jest przerywane (to oznacza, że linie technologiczne są wciąż zasilane).
- Urządzenia przeciwpożarowe (elektronika) są zasilane z baterii UPS znajdujących się w budynku administracyjnym.
- Obiekt administracyjny jest w tym momencie w stanie wyłączonym (BLACK OUT).

Według przedstawionego wyżej scenariusza zasilanie energetyczne za pośrednictwem sieci UPS jest dostarczane do wszystkich linii technologicznych. PSP decyduje, czy zakład jest bezpieczny do wprowadzenia sił i środków. Bezpośredni przeciwpożarowy wyłącznik prądu zastosowany jest wyłącznie w budynku administracyjnym. W przypadku pożaru PSP w porozumieniu z głównym inżynierem może wyłączać poszczególne części technologiczne w e-kontenerach.

W momencie wystąpienia pożaru konieczna jest ocena sytuacji awaryjnej, w wyniku której następuje wyłączenie linii technologicznych oraz urządzeń z nią powiązanych za pomocą wyłącznika prądu. Powoduje to zatrzymanie niektórych urządzeń oraz zamknięcie wybranych siłowników. Następuje wtedy odcięcie dopływu powietrza oraz zatrzymanie procesu spalania i związanych z nim systemów. Działania te będą powodować kaskadę skutków, które będą generować alarmy i zatrzymanie różnych podsystemów. Niektóre systemy muszą być jednak zatrzymane ręcznie i nie są przedmiotem procedury automatycznej. Dzięki temu zakład jest zatrzymywany w sposób bezpieczny dla ludzi i infrastruktury. Należy pamiętać, że pozostaje on wciąż pod napięciem. Gdy oba kotły są zimne (pełne wychładzanie trwa około 18 godzin), istnieje możliwość bezpiecznego, pełnego wyłączenia zakładu. Aby wyłączyć wszystkie wyłączniki znajdujące się w zakładzie, należy je rozłączyć w e-kontenerach. Dodatkowo należy odłączyć system UPS. Akumulatory do układu smarowania turbiny są umieszczone w kontenerze turbiny (jeden z e-kontenerów) i muszą być odłączone oddzielnie.

Przeciwpożarowy wyłącznik prądu spełniający wymagania zawarte w przepisach techniczno-budowlanych został zastosowany w budynku biurowym, w którym nie są prowadzone procesy technologiczne. Dla części obiektu, w których występują skomplikowane procesy technologiczne zaproponowano zastosowanie procedur opisanych powyżej. W tych częściach odbywa się proces spalania odpadów komunalnych, w wyniku którego następuje częściowy odzysk ciepła oraz wytwarzanie energii elektrycznej. Brak zasilania urządzeń sterujących może prowadzić do utraty kontroli nad procesem spalania i spowodować zagrożenie dla życia ludzi oraz znaczne straty materialne i środowiskowe.

## 6. Podsumowanie i wnioski

Prawo budowlane obowiązujące w Polsce w obszarze przepisów techniczno-budowlanych nie jest dedykowane specyficznym budynkom przemysłowym oraz znajdującym się w nich instalacjom technologicznym, w tym spalarniom odpadów komunalnych. W celu zapewnienia w tych budynkach bezpieczeństwa pożarowego należy wykorzystywać te obszary przepisów polskich, które dotyczą ogólnie wszystkich obiektów budowlanych zagraniczne normy techniczne (w przypadku spalarni odpadów normę NFPA 850) oraz formułę odstępstw od wymagań techniczno-budowlanych i inżynierskich dokumentacji technicznej.

Przyjęta koncepcja bezpieczeństwa pożarowego powinna być spójna i uwzględniać wszystkie dostępne wymagania

i opracowania normatywne. W ocenie autorów niniejszego artykułu powinna ona wynikać z dokumentów bazowych, jakim dla budynków przemysłowych jest scenariusz rozwoju zdarzeń pożarowych oraz scenariusz współpracy urządzeń przeciwpożarowych. Wiele warunków budowlanych i instalacyjnych wynika pośrednio lub bezpośrednio z wymagań firm ubezpieczeniowych, dedykowanych konkretnym budynkom lub wymagań ogólnych, określanych przez inwestora w programie funkcjonalno-użytkowym. Zachowanie zasad bezpieczeństwa pożarowego przy składowaniu odpadów komunalnych zostało szczegółowo opisane w publikacji [7].

Niniejszy artykuł, poza źródłem wiedzy przeglądowej może stanowić także wytyczne do opracowania koncepcji zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz projektów zabezpieczeń przeciwpożarowych dla obiektów instalacji termicznego przekształcania odpadów. Nie należy jednak (jak do każdej wiedzy literaturowej) traktować zawartych w artykule ustaleń bezkrytycznie, ponieważ dotyczą one konkretnych, specyficznych warunków brzegowych występujących w obiekcie IT-POK w Poznaniu i nie zawsze znajdują zastosowanie w innych lokalizacjach bez konieczności korekty. Niemniej jednak ich publikacja może zostać wykorzystana w formie wytycznych oraz stanowić pomoc w kierunkowaniu działań zmierzających do przygotowania tego typu obiektów do użytkowania. Poruszona problematyka dotyczy obiektów na tyle specyficznych, iż przy ich projektowaniu i wykonywaniu należy niejednokrotnie sięgać do rozwiązań wykraczających poza polskie przepisy techniczno-budowlane i przeciwpożarowe.

\* \* \*

**mł. bryg. dr inż. Mariusz Pecio** – absolwent studiów II stopnia na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego SGSP. W 2008 roku obronił doktorat w Akademii Finansów w Warszawie (praca na temat ryzyka pożarowego w ubezpieczeniach ogniowych). Od 2001 roku zatrudniony w SGSP, obecnie na stanowisku adiunkta. Autor publikacji, referatów na konferencjach naukowych, uczestnik projektów badawczych krajowych i międzynarodowych. Rzeczoznawca ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych, autor ekspertyz, dokumentacji projektowych i technicznych z zakresu ochrony przeciwpożarowej w budownictwie.

**st. kpt. mgr inż. Krzysztof J. Łacki** – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W 2000 roku uzyskał dyplom inżyniera pożarnictwa, a w 2002 roku ukończył uzupełniające studia magisterskie i otrzymał dyplom magistra inżyniera pożarnictwa. Studia podyplomowe Zarządzanie w stanach zagrożenia ukończył w 2005 r. Od 2000 roku zatrudniony w SGSP, obecnie asystent w Zakładzie Bezpieczeństwa Pożarowego Budynków w Katedrze Bezpieczeństwa Budowli na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego. Jest autorem (współautorem) wielu publikacji o charakterze naukowo-technicznym oraz opracowań technicznych dotyczących ochrony przeciwpożarowej obiektów budowlanych.

## Literatura

- [1] Pecio M., Tofiło P., Potok J., *Opinia w zakresie oceny odporności ogniowej okna operatora E90 zabezpieczonego dodatkowo instalacją tryskaczową*, Praca badawcza zlecona SGSP, nr RN7-702/20/2015.
- [2] Pecio M., *Opinia w zakresie zabezpieczenia przeciwpożarowego przepustu instalacyjnego dla przewodu rurowego do transmisji pary wodnej o średnicy 2100 mm na granicy stref pożarowych w ZTUO w Poznaniu*, Praca badawcza zlecona SGSP, nr RN7-702/5/2014.
- [3] Walasek D., Mosak-Rurka T., Boczkowski T., Milc P., Basiak M., *Program funkcjonalno-użytkowy. Budowa Zakładu Termicznego Unieszkodliwiania Odpadów dla Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego*, Szczecin 2010.
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2012 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. 2002 Nr 75, poz. 690).
- [5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów. (Dz. U. 2010 Nr 109, poz. 719).
6. NFPA 850. Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations. 2015 Edition.
- [7] Pecio M., *Analiza wymagań techniczno-budowlanych i przeciwpożarowych oraz zagrożenia pożarowego przy składowaniu odpadów*, „Zeszyty Naukowe SGSP” Vol. 57 nr 1, 2016.