

Zasady i praktyki oceny raportów o bezpieczeństwie i planów operacyjno - ratowniczych

bryg. dr inż. Paweł Janik

Bełchatów, 27 listopada 2009 r.

Cel opracowywania raportu o bezpieczeństwie = wykazanie, że:

- prowadzący zakład jest przygotowany do stosowania programu zapobiegania awariom i do zwalczania awarii przemysłowych,
- zakład spełnia warunki do wdrożenia systemu bezpieczeństwa,
- zostały przeanalizowane możliwości wystąpienia awarii przemysłowej oraz podjęto konieczne środki zapobiegawcze,
- rozwiązania projektowe instalacji z substancjami niebezpiecznymi, jej wykonanie oraz funkcjonowanie zapewniają bezpieczeństwo,
- zostały opracowane wewnętrzne plany operacyjno – ratownicze oraz czy dostarczono informacji do opracowania zewnętrznych planów operacyjno – ratowniczych.

Główne elementy systemu bezpieczeństwa podlegające ocenie w kontekście spełnienia wymagań przez RoB :

- czy określono, na wszystkich poziomach organizacji zakładu, obowiązki pracowników odpowiedzialnych za działania na wypadek awarii przemysłowej?
- czy prowadzone są szkolenia pracowników, których obowiązki są związane z funkcjonowaniem instalacji, w której znajduje się substancja niebezpieczna?
- czy w zakładzie funkcjonują mechanizmy umożliwiające systematyczną analizę zagrożeń awarią przemysłową oraz prawdopodobieństwa jej wystąpienia?
- czy w zakładzie opracowano i wdrożono instrukcje bezpiecznego funkcjonowania instalacji, w której znajduje się substancja niebezpieczna, przewidziane dla normalnej eksploatacji instalacji, a także konserwacji i czasowych przerw w ruchu?

Główne elementy systemu bezpieczeństwa podlegające ocenie w kontekście spełnienia wymagań przez RoB – c.d. :

- czy w zakładzie opracowano i wdrożono instrukcje sposobu postępowania w razie konieczności dokonania zmian w procesie przemysłowym?
- czy w zakładzie przeprowadzono analizę przewidywanych sytuacji awaryjnych, służącą należytemu przygotowaniu planów operacyjno – ratowniczych?
- czy w zakładzie zapewniono prowadzenie monitoringu funkcjonowania instalacji, w której znajduje się substancja niebezpieczna, umożliwiające podejmowanie działań korekcyjnych w przypadku wystąpienia zjawisk stanowiących odstępstwo od normalnej eksploatacji instalacji?
- czy w zakładzie prowadzi się systematyczną ocenę programu zapobiegania awariom oraz systemu bezpieczeństwa, prowadzoną z punktu widzenia ich aktualności i skuteczności?

Ocena elementów składowych RoB i WPO-R w praktyce

Ocena ryzyka awarii

Podstawowe aspekty, pod kątem których dokonuje się pomiarów zagrożenia:

- zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi,
- zagrożenie dla środowiska naturalnego,
- zagrożenia dla mienia, w tym życia i zdrowia zwierząt hodowlanych, budynków, mienia ruchomego,
- wielkość strat finansowych,
- wielkość zagrożenia – powierzchnia i kubatura (np. powierzchnia pożaru, powodzi, objętość skażonego gruntu itd.)

Wybrane parametry służące pomiarowi zagrożenia oraz przykłady i wykorzystania w przeciwdziałaniu zagrożeniom

Zagrożenie toksykologiczne dla ludzi i zwierząt

Stężenia oraz dawki śmiertelne i toksyczne:

- LD_{50} – dawka powodująca śmierć 50% populacji w wyniku podania doustnego,
- LC_{50} – dawka powodująca śmierć 50% populacji w wyniku inhalacji,
- LCL_0 – najmniejsze stężenie, przy którym stwierdzono przypadek śmierci człowieka w wyniku inhalacji,
- Stężenia niebezpieczne dla zdrowia,
- $NDSch$ – najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe,
- NDS – najwyższe dopuszczalne stężenie na stanowisku pracy,
- Próg wyczuwalności zapachowej,
- Stężenia śmiertelne i niebezpieczne dla organizmów wodnych.

Stężenia oraz dawki śmiertelne oraz toksyczne wykorzystuje się do prognozowania skutków awarii z udziałem substancji niebezpiecznych, w tym do:

- **wyznaczania stref zagrożeń śmiertelnych,**
- **wyznaczania stref zagrożeń dla zdrowia,**
- **wyznaczania stref informowania, ostrzegania i alarmowania,**
- **szacowania zagrożenia w przypadku skażenia środowiska wodnego**

Zagrożenie pożarowo – wybuchowe dla życia i zdrowia oraz dla mienia

- **Wartość promieniowania cieplnego q [kW/m²],**
- **Wartość fali nadciśnienia [kPa],**
- **Zasięg odłamków powstających przy wybuchu [m],**

Wpływ nadciśnienia na zdrowie człowieka

Nadciśnienie [kPa]	Skutki
1,37	Urazy od pękających szyb
16,5	1% uszkodzonych bębenków usznych
19,2	10% uszkodzonych bębenków usznych
41,3	50% uszkodzonych bębenków usznych
34,4	Uszkodzenie płuc
99,9	1% zgonów wskutek uszkodzonych płuc
120,5	10% zgonów wskutek uszkodzonych płuc
137,8	50% zgonów wskutek uszkodzonych płuc
172,6	90% zgonów wskutek uszkodzonych płuc
199,8	99% zgonów wskutek uszkodzonych płuc

Wpływ nadciśnienia na uszkodzenie budynków

Nadciśnienie [kPa]	Skutki
2 - 5	Uszkodzenia okien przeszklonych szkłem zwykłym
10 - 14	Uszkodzenia budynków
30 - 45	Poważne uszkodzenia budynków

Skutki powodowane przez promieniowanie cieplne

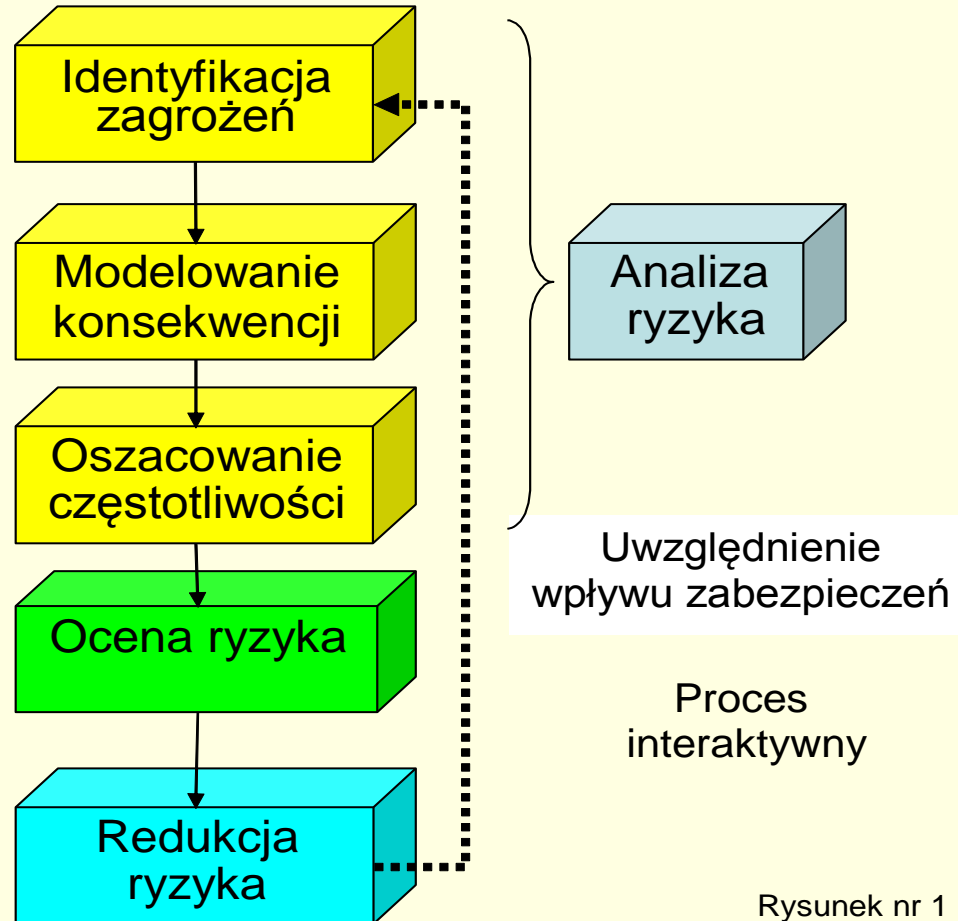
Strumień ciepła [kW/m ²]	Skutki	
	Ludzie	Wypożazenie obiektów
37,5	100% zgonów w ciągu 1 min.	Zniszczenie aparatury i urządzeń. Niektóre elementy zapalają się w ciągu 1 min.
25,0	1% zgonów w ciągu 10 sek.	Spontaniczne zapalenie się drewna przy dłuższym czasie. Powstanie naprężeń termicznych w stali.
12,5	Poważne urazy w ciągu 10 sek.	Minimalna energia do zapłonu drewna płomieniem, topienie się tworzyw sztucznych, cienka stal osiąga temperaturę naprężenia termicznego zdolną do powodowania uszkodzeń.
9,5	1 stopień poparzenia po 8 sek. 2 stopień poparzenia po 20 sek.	---
4,0	Ból po 20 sek.	---
1,6	Dyskomfort przy dłuższej ekspozycji	---

RYZYKO

Iloczyn prawdopodobieństwa (częstości) wystąpienia danego zdarzenia niebezpiecznego oraz jego skutków

$$R = P \times S$$

ETAPY PROCESU OCENY RYZYKA



Rysunek nr 1

METODY OCENY RYZYKA

- ILOŚCIOWE
- JAKOŚCIOWE
- MIESZANE

METODY OCENY RYZYKA

- **METODY PORÓWNAWCZE** - ANALIZA ZAGROŻENIA ODBYWA SIĘ PRZED WSZYSTKIM Z WYKORZYSTYWANIEM ZDOBYTYCH WCZEŚNIEJ DOŚWIADCZEŃ. ŹRÓDŁEM TYCH DOŚWIADCZEŃ MOGĄ BYĆ DANE STATYSTYCZNE, WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH LUB POLIGONOWYCH ITP.
 - **LISTY KONTROLNE**
 - **METODY INDEKSOWE**

- **METODY PODSTAWOWE (SYSTEMOWE)** - BADANY OBIEKT DZIELI SIĘ NA LOGICZNIE WYDZIELONE WĘZŁY, A NASTĘPNIE STOSUJĄC ZASADY LOGIKI, RACHUNKU PRAWDOPODOBIENSTWA, WIEDZY TECHNICZNEJ Z DANEGO OBSZARU ORAZ DOŚWIADCZENIA CZŁONKÓW ZESPOŁU OCENIAJĄCEGO, DOKONUJE SIĘ SYSTEMATYCZNEJ OCENY MOŻLIWYCH DO WYSTĄPIENIA STANÓW AWARYJNYCH, W TYM POTENCJALNYCH PRZYCZYN ICH WYSTĄPIENIA, OKOLICZNOŚCI EWENTUALNEGO ROZWOJU, PRAWDOPODOBIENSTWA WYSTĄPIENIA, MOŻLIWYCH SKUTKÓW, A TAKŻE ZASTOSOWANYCH SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA.

FRAGMENT PRZYKŁADOWEJ LISTY KONTROLNEJ_BAZA PALIW PŁYNNYCH

1. Czy baza paliw zbudowana jest zgodnie z projektem techniczno – budowlanym?
2. Czy projekt posiada wymagane uzgodnienia?
3. Czy dla obiektów bazy wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem?
4. Czy w strefach zagrożenia wybuchem przestrzegany jest zakaz lokalizacji budynków telemetry, wpustów ulicznych, nie zasyfonowanych studzienek kanalizacyjnych, ciepłowniczych, teletechnicznych i tym podobnych?
5. Czy przestrzegane są procedury i terminy w zakresie badań technicznych i prób szczelności zbiorników?
6. Czy zbiorniki wykonano zgodnie z wymaganiami technicznymi w zakresie projektowania, budowy, wytwarzania i eksploatacji?
7. Czy teren bazy wyposażono w instalacje i urządzenia zabezpieczające przed:
 - przenikaniem produktów naftowych do gruntu i wód gruntowych, cieków, rzek, jezior itp., oraz emisją par tych produktów do powietrza atmosferycznego w procesach ich przeładunku i magazynowania,
 - służące do monitorowania stanu magazynowanych produktów i sygnalizacji przecieków tych produktów do gruntu i wód gruntowych,
 - służące do hermetycznego magazynowania, załadunku i rozładunku produktów naftowych?
8. Czy projekt i wykonanie wymienionych powyżej instalacji i urządzeń zapewnia kontrolę ich pracy?

METODY INDEKSOWE

- **METODA DOW Index** - technika oceny ryzyka pożarowego i wybuchowego posługującą się wskaźnikami liczbowymi, odnoszącymi się do trzech głównych obszarów czynników pożarowych i wybuchowych:
 - potencjału energetycznego danego materiału, który może być uwolniony w wyniku pożaru, wybuchu lub reakcji chemicznej – czynnik materiałowy (MF),
 - ogólnych zagrożeń procesowych (F1),
 - specjalnych zagrożeń procesowych (F2)
- **METODA MOND Index** - technika oceny ryzyka pożarowo - wybuchowego oparta na wskaźnikach liczbowych. Zasadniczą różnicą tej metody jest fakt, że bierze ona pod uwagę obok czynników (wskaźników) zagrożenia także czynniki redukujące poziom zagrożenia, w tym zabezpieczenia prewencyjne, operacyjne oraz organizacyjne.

METODY INDEKSOWE

Tabela. Stopień zagrożenia według klasyfikacji MOND Index

Stopień zagrożenia	Indeks pożarowy F	Indeks wybuchu wewnętrznego E	Indeks wybuchu na wolnym powietrzu A	Ogólny indeks ryzyka R
lekkie	0 – 2	0 – 1,5	0 – 10	0 – 20
niskie	2 – 5	1,5 – 2,5	10 – 30	20 – 100
umiarkowane	5 – 10	2,5 – 4	30 – 100	100 – 500
wysokie	10 – 20	4 – 6	100 – 400	500 – 1100
bardzo wysokie	20 – 50	>6	400 – 1700	1100 – 2500

METODY PODSTAWOWE

- WSTĘPNA ANALIZA ZAGROŻEŃ (**PHA**),
- ANALIZA „CO BĘDZIE JEŚLI”,
- STUDIUM ZAGROŻEŃ I GOTOWOŚCI OPERACYJNEJ **HAZOP**,
- ANALIZA „USZKODZENIE – SKUTEK”,
- ANALIZA DRZEWA BŁĘDÓW,
- ANALIZA DRZEWA ZDARZEŃ.

WSTĘPNA ANALIZA ZAGROŻEŃ (PHA)

- Wstępna analiza zagrożeń (PHA) – metoda identyfikacji zagrożeń oraz analizowania ich częstości, która może być stosowana we wczesnym stadium projektowania. Jest również użyteczna w procesie analizowania zagrożeń w istniejących instalacjach, jako wstęp do bardziej zaawansowanych metod oceny zagrożenia.
- Podstawowe korzyści wynikające ze stosowania PHA:
 - wczesna identyfikacja i uświadomienie zespołowi projektantów potencjalnych zagrożeń, a tym samym możliwość ich eliminowania od momentu rozpoczęcia prac projektowych,
 - możliwość selekcji różnych zagrożeń i wyodrębnienie obszarów, które muszą zostać poddane szczegółowej analizie oraz tych, które w dalszych badaniach można pominąć jako nieistotne.

WSTĘPNA ANALIZA ZAGROŻEŃ (PHA)

ARKUSZ PHA

Czynność, etap procesu	Zagrożenie	Przyczyny	Skutki	Zastosowane środki bezpieczeństwa	Ryzyko			Zalecenia
					P	S	R	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
rozładunek – załadunek autocystern	zerwanie łącza + elektryczność statyczna	a) brak lub wadliwe unieruchomienie i uziemienie cysterny,	pożar, wybuch	- instrukcja unieruchamiania i uziemiania cystern, - blokady kół, - stałe urządzenia gaśnicze pianowe, - świetlna sygnalizacja drogowa,	4	2	T	wprowadzić nadzór dyspozytorski
		b) najechanie przez inną cysternę			3	2	NT	wprowadzić nadzór dyspozytorski
Magazyno- wanie w zbiorniku naziemnym	wyładowanie atmosferyczne	brak lub nieskuteczność ochrony odgromowej	pożar, wybuch	- instalacja odgromowa w wykonaniu obostrzonym, - instalacja zraszaczowa, - stałe urządzenia gaśnicze pianowe	5	1	T	
Magazyno- wanie produktów w zbiorniku naziemnym	pęknięcie płaszczu zbiornika + elektryczność statyczna	brak badań okresowych i konserwacji	rozlanie cieczy, pożar, wybuch	- procedury badań okresowych i konserwacji, - urządzenia gaśnicze j.w.	5	1	T	

Legenda:

P – prawdopodobieństwo (częstość) powstania zdarzenia,

S – spodziewane skutki zdarzenia,

R – ryzyko.

WSTĘPNA ANALIZA ZAGROŻEŃ (PHA)

MATRYCA RYZYKA

		SKUTKI				
		1	2	3	4	5
CZĘSTOŚĆ	1	NA	NA	NA	NA	T
	2	NA	NA	NA	T	A
	3	NA	NA	T	A	A
	4	NA	T	A	A	A
	5	T	A	A	A	A

Poziomy prawdopodobieństwa (częstości) powstania zdarzenia (P)	Poziomy spodziewanych skutków
1 – bardzo duże prawdopodobieństwo (bardzo często)	1 – katastroficzne
2 – duże prawdopodobieństwo (często)	2 – duże
3 – średnie prawdopodobieństwo (umiarkowanie często)	3 – średnie
4 – małe prawdopodobieństwo (rzadko)	4 – małe
5 – bardzo małe prawdopodobieństwo (bardzo rzadko)	5 – pomijalnie małe

ANALIZA „CO BĘDZIE JEŚLI”

ARKUSZ ROBOCZY METODY OCENY RYZYKA „CO BĘDZIE JEŚLI”

Co będzie jeśli...?	Zagrożenie	Skutki	Ryzyko			Zalecenia
			P	S	R	
Nastąpi zerwanie łącza w czasie załadunku – rozładunku cysterny	Wypływ paliwa + działanie elektryczności statycznej	wybuch, pożar	4	2	T	Wprowadzić nadzór dyspozytorski
Nastąpi uderzenie pioruna w zbiornik magazynowy	Zapalenie oparów paliwa pod wpływem silnego impulsu energetycznego, którego źródłem było wyładowanie atmosferyczne	wybuch, pożar	5	2	A	
Nastąpi pęknięcie płaszczu zbiornika	Rozlanie paliwa + możliwość wystąpienia bodźca energetycznego (np. elektryczności statycznej)	wybuch, pożar	5	2	A	

STUDIUM ZAGROŻEŃ I GOTOWOŚCI OPERACYJNEJ HAZOP

- HAZOP – metoda oceny ryzyka polegająca na systemowej identyfikacji potencjalnych zagrożeń i awarii oraz strat spowodowanych odchyleniami od normalnych warunków pracy danej instalacji lub urządzenia.

W tej metodzie ocenie poddaje się wszystkie możliwe niepożądane zakłócenia procesu, w tym także takie, które nie powodują bezpośredniego zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub środowiska, ale mogące spowodować np. straty ekonomiczne poprzez obniżenie jakości produktu.

Metodę tę można stosować zarówno w fazie projektowej, jak i do oceny zagrożenia w istniejącej instalacji.

- Charakterystyczne dla tej metody jest stosowanie słów kluczowych, które w połączeniu z nazwą danego parametru opisującego proces (np. przepływ, ciśnienie, temperatura itp.) tworzą opis możliwego do zaistnienia odchylenia.

STUDIUM ZAGROŻEŃ I GOTOWOŚCI OPERACYJNEJ HAZOP

Słowa kluczowe HAZOP

Słowo kluczowe	Znaczenie
Żaden lub nie (nie ma, brak)	Żadna część zamierzonego wyniku nie została osiągnięta (np. wystąpił brak przepływu)
Więcej	Przyrost ilościowy (np. nadmierny wzrost ciśnienia)
Mniej	Ubytek ilościowy (np. spadek ciśnienia)
Tak dobrze jak (lepsy)	Przyrost jakościowy (np. wystąpienie dodatkowego składnika w mieszaninie)
Część (gorszy)	Ubytek jakościowy (np. brak jakiegoś składnika w mieszaninie)
Odwrotnie	Uzyskano efekt przeciwny do zamierzonego (np. przepływ substancji w odwrotnym kierunku)
Inny	Uzyskano efekt inny niż zamierzony
Inny niż	Żadna część zamierzonego wyniku nie została osiągnięta, zdarzyło się coś zupełnie innego (np. nastąpił przepływ niewłaściwego materiału)
Wcześniej / później	Wystąpiły zmiany w czasie (np. nastąpiło wcześniejsze od zamierzonego dodanie składnika do mieszaniny)

STUDIUM ZAGROŻEŃ I GOTOWOŚCI OPERACYJNEJ HAZOP

ARKUSZ HAZOP

Słowo kluczowe	Odchylenie	Przyczyny	Skutki	Zastosowane środki bezpieczeństwa	Ryzyko			Zalecenia
					P	S	R	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
żaden	brak przepływu paliwa do cysterny	zerwanie łącza w wyniku: a)braku lub wadliwego unieruchomienia	rozlanie paliwa, pożar, wybuch	- instrukcja unieruchamiania i uziemiań cystern, - blokady kół, - stałe urządzenia gaśnicze pianowe	4	2	T	wprowadzić nadzór dyspozytorski
		b)najechnie przez inną cysternę		- świetlna sygnalizacja drogowa,	3	2	NT	wprowadzić nadzór dyspozytorski
inny	pojawienie się źródła zapłonu	wyładowanie atmosferyczne	pożar, wybuch	-instalacja odgromowa w wykonaniu obostrzonym, - instalacja zraszaczowa, - stałe urządzenia gaśnicze pianowe	5	1	T	
mniej	obniżenie poziomu cieczy w zbiorniku	pęknięcie płaszcza zbiornika	rozlanie cieczy, pożar, wybuch	-procedury badań okresowych i konserwacji, - urządzenia gaśnicze j.w.	5	1	T	

ANALIZA USZKODZENIE – SKUTEK (FMEA)

- ANALIZA USZKODZENIE-SKUTEK – metoda, w której ocenie poddaje się poszczególne elementy instalacji, określając możliwe uszkodzenia oraz towarzyszące im skutki.
- W metodzie kluczowe znaczenie ma umiejętność określenia dla każdego elementu wszystkich możliwych rodzajów uszkodzeń. Należy także zwrócić uwagę na konieczność stosowania jednolitych kryteriów do oceny możliwych skutków.

ANALIZA USZKODZENIE – SKUTEK (FMEA)

ARKUSZ ROBOCZY ANALIZY TYPÓW USZKODZEŃ I SKUTKÓW

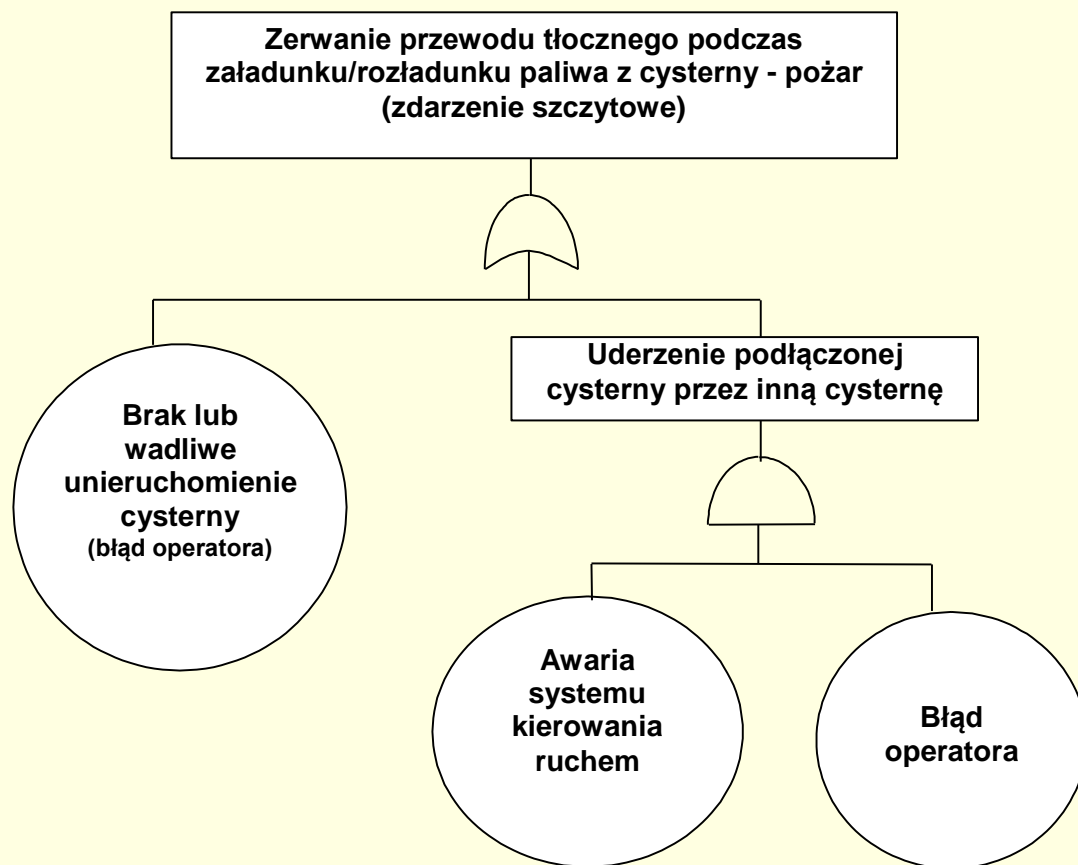
Element	Funkcja	Typ awarii	Skutki	Zastosowane środki bezpieczeństwa	Zalecenia
1	2	3	4	5	9
przewód do załadunku – rozładunku cystern	przewód elastyczny stosowany do załadunku, wyładunku cystern	zerwanie połączenia	rozlanie paliwa, pożar, wybuch	<ul style="list-style-type: none">- instrukcja unieruchamiania i uziemiania cystern,- blokady kół,- stałe urządzenia gaśnicze pianowe- świetlna sygnalizacja drogowa,	wprowadzić nadzór dyspozytorski

ANALIZA DRZEWA BŁĘDÓW (FTA)

- ANALIZA DRZEWA BŁĘDÓW (FTA) – technika oceny ryzyka wykorzystująca zasady dedukcji, czyli podejście „od ogółu do szczegółu” („od góry do dołu”).

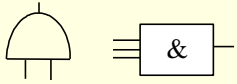
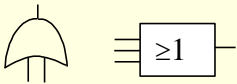


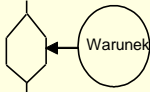


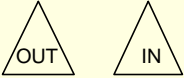

ANALIZA DRZEWA BŁĘDÓW (FTA)

KONSTRUKCJA DRZEWA BŁĘDÓW



ANALIZA DRZEWA BŁĘDÓW (FTA)

Symbole stosowane w analizie drzewa błędów

	Bramka „AND”	Zdarzenie wyjściowe z bramki wymaga jednoczesnego spełnienia zdarzeń wejściowych
	Bramka „OR”	Zdarzenie wyjściowe z bramki wymaga spełnienia przynajmniej jednego zdarzenia wejściowego
	Zdarzenie podstawowe	Zdarzenie, które nie może być podzielone lub nie ma uzasadnionej potrzeby dalszego jego podziału
	Zdarzenie pośrednie	Zdarzenie wynikające z wzajemnego oddziaływania innych zdarzeń (podstawowych lub pośrednich)
	Zdarzenie warunkowe	Zdarzenie wyjściowe wymaga spełnienia zarówno zdarzeń wejściowych, jak i zdarzeń warunkowych
	Zdarzenie nierozwinięte	Zdarzenie, które nie może zostać rozwinięte ze względu na brak informacji
	Zdarzenie zewnętrzne	Zdarzenie będące warunkiem granicznym dla drzewa błędów (np. konfiguracja urządzeń sterujących)
	Symbole transferu	Symbole stosowane do transferu informacji do innych obszarów (poddzew)
	Transferwejście	Zdarzenie zdefiniowane w innym miejscu tego samego drzewa

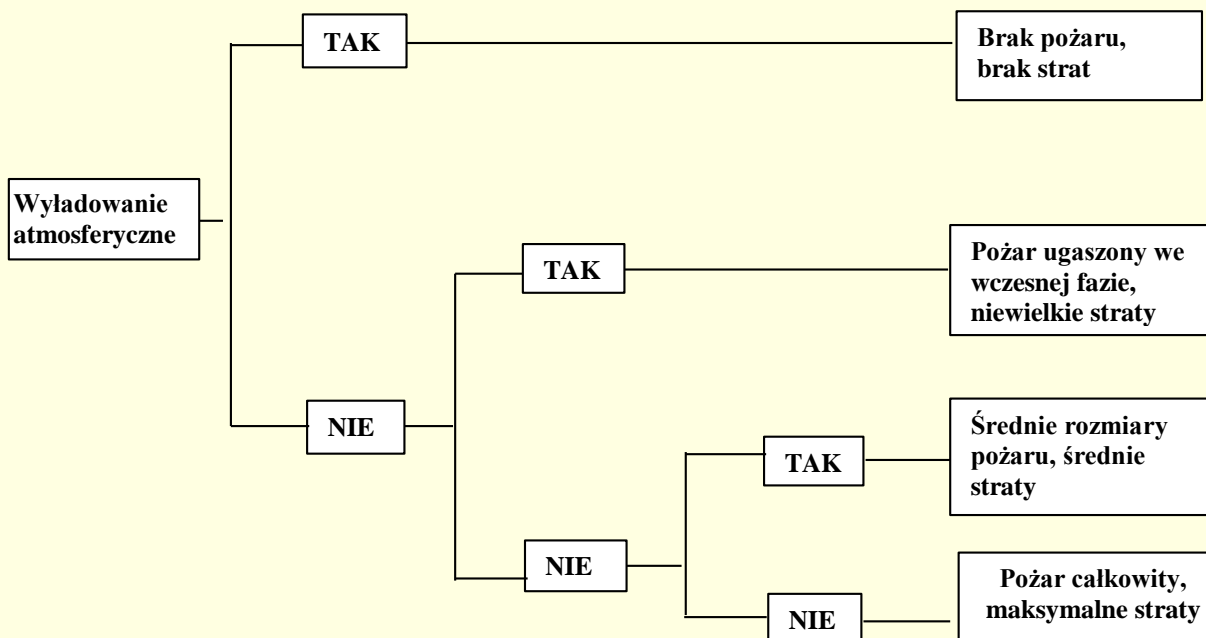
ANALIZA DRZEWA ZDARZEŃ

- ANALIZA DRZEWA ZDARZEŃ – metoda oceny ryzyka, w której stosuje się podejście z dołu do góry (indukcyjna), czyli odwrotne niż w analizie drzewa błędów. Punktem wyjścia są tutaj pewne, dające się przewidzieć, zdarzenia inicjujące (np. możliwa przyczyna powstania pożaru).

ANALIZA DRZEWA ZDARZEŃ

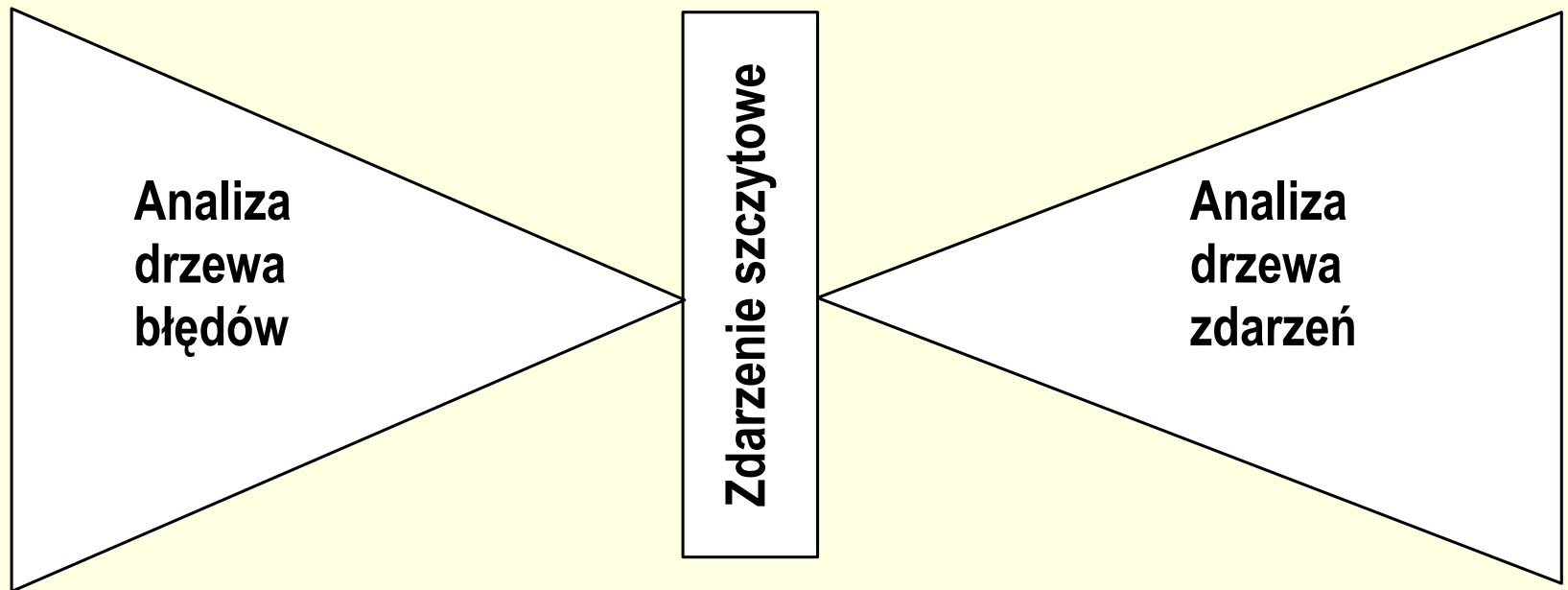
DRZEWO ZDARZEŃ

Zdarzenie wyjściowe	Systemy bezpieczeństwa			Wynik
	Instalacja odgromowa	Podręczny sprzęt gaśniczy, stała instalacja gaśnicza	Jednostki straży pożarnej	



ANALIZA DRZEWIA ZDARZEŃ

Model „BOW – TIE” („MUSZKA”)



PODSUMOWANIE

- ELEMENTY WSPÓLNE STOSOWANYCH TECHNIK:
 - zdefiniowania celu i zakresu analizy,
 - zebrania dostępnych informacji o projektowanej lub istniejącej instalacji,
 - doboru członków (ekspertów) do zespołu przeprowadzającego analizę,
 - przeprowadzenia czynności analitycznych,
 - opracowania i przedstawienia wyników (wniosków) analizy,
 - prawie każda metoda zawiera etap polegający na określeniu prawdopodobieństwa powstania danego zdarzenia oraz spodziewanych skutków (strat).

PODSUMOWANIE

- OKREŚLENIE PRAWDOPODOBIENSTWA POWSTANIA ZDARZENIA:
 - dane statystyczne zdarzeń,
 - dane niezawodnościowe instalacji i urządzeń,
 - ocena jakościowa,
 - ocena ekspercka (professional judgement).

PODSUMOWANIE

- OKREŚLENIE SKUTKÓW ZDARZEŃ:
 - eksperymenty w skali rzeczywistej,
 - eksperymenty w skali pomniejszonej (laboratoryjne),
 - modele rozwoju zdarzenia (pożarowe, wybuchowe, dyspersji w atmosferze, dyspersji w środowisku wodnym),
 - statystyka zaistniałych zdarzeń.

Określanie skutków zdarzeń niebezpiecznych

Główne etapy obliczeń w zakresie ustalania skutków zdarzeń niebezpiecznych

Obliczenie ilości uwolnionej substancji / obliczenie ilości substancji, która ulegnie dyspersji, weźmie udział w reakcji wybuchu lub procesie spalania

Obliczenie powierzchni rozlewiska w przypadku cieczy lub skroplonych gazów

Obliczenie szybkości (intensywności) parowania cieczy lub skroplonych gazów

Określenie zasięgów stref zagrożenia:

- wybuchowego (zasięg chmury o stężeniu wybuchowym, fala nadciśnienia odłamkowanie),
- promieniowania cieplnego,
- toksycznego,

Obliczenie ilości cieczy uwolnionej z rurociągu według metodologii określonej w poradniku TNO – cz. I

$$Q = q_s \cdot t$$

$$q_s = C_d \cdot A_h \cdot \sqrt{2(P - P_a) \cdot \rho_L}$$

Gdzie:

P – ciśnienie pompowania [N/m²]

P_a – ciśnienie atmosferyczne [N/m²]

A_h – powierzchnia rozszczelnienia [m²]

C_d – współczynnik wypływu

ρ_L – gęstość cieczy [kg/m³]

Q – masa uwolnionej cieczy [kg]

q_s – szybkości wypływu [kg/s]

t – czas wypływu [s]

Obliczenie ilości cieczy uwolnionej z rurociągu według metodologii określonej w poradniku TNO – cz.II

Założenia do obliczeń przykładowych

P – ciśnienie pompowania – = 0,5 MPa = $0,5 \cdot 10^6$ N/m²

P_a – ciśnienie atmosferyczne = 0,1 MPa = $0,1 \cdot 10^6$ N/m²

A_h – powierzchnia rozszczelnienia = $78,5 \cdot 10^{-6}$ m²

(założono wypływ przez otwór o średnicy DN 10).

C_d – współczynnik wypływu = 0,62 (dla otworów o ostrych krawędziach)

ρ_L – gęstość cieczy = 1210 kg/m³

t – przyjęty czas wypływu = 300 s

Stąd

$$q_s = 0,62 \cdot 78,5 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{2(0,5 \cdot 10^6 - 0,1 \cdot 10^6) \cdot 1210} = 1,5 \text{ kg/s}$$

$$Q = 1,5 \cdot 300 = 450 \text{ kg}$$

Określenie powierzchni rozlewiska cieczy na terenie nieograniczonym – cz. I

Przykład 1 (według poradnika TNO)

Do obliczenia powierzchni rozlewiska A_p zastosowano model, w którym wysokość h warstwy rozlanej cieczy jest równoważna szorstkości podłoża s . Przyjęto powstanie rozlewiska na powierzchni betonowej, dla której $s = 0,005m$. W celu uwzględnienia sytuacji skrajnie niekorzystnej w szacunkach nie uwzględniono istnienia kanalizacji oraz ubytków cieczy związanych z jej parowaniem w czasie wypływu. Powyższe założenia są charakterystyczne dla modelu wypływu chwilowego. Oszacowana objętość uwolnionej cieczy $V = 0,48 m^3$.

Zgodnie z powyższym:

$$A_p = V/h = 0,48 m^3 / 0,005m = 96 m^2$$

Określenie powierzchni rozlewiska na terenie nieograniczonym – cz. II

Przykład 2

(według załącznika do rozporządzenia MSWiA w sprawie ochrony ppoż.)

Powierzchnię rozlewiska A_p na posadzce betonowej przyjmuje się proporcjonalnie do objętości uwolnionej cieczy według zasady:

- a) dla roztworów zawierających nie więcej niż 70 % masowego udziału rozpuszczalnika $A_p = 0,5 \text{ m}^2$ na każdy dm^3 rozlanej cieczy,
- b) dla pozostałych cieczy $A_p = 1 \text{ m}^2$ na każdy dm^3 rozlanej cieczy

Zgodnie z powyższym

(dla objętości cieczy przyjętej do obliczeń w przykładzie 1 ($V = 0,48 \text{ m}^3$), przy założeniu, że nie jest to roztwór zawierający rozpuszczalnik powyżej 70%) otrzymujemy:

$$A_p = 480 \text{ dm}^3 \cdot 0,5 \text{ m}^2/\text{dm}^3 = 240 \text{ m}^2$$

Obliczenie masy substancji palnej odparowanej z rozlewiska – cz. I

Przykład 1

Obliczenie masy par toluenu wydzielających się wskutek parowania z tacy

(zgodnie z metodyką określoną w załączniku do rozporządzenia MSWiA w sprawie ochrony ppoż.)

$$m = 10^{-9} \cdot F \cdot \tau \cdot K \cdot P_s \cdot M^{1/2}$$

gdzie:

m – masa palnych par [kg]

F – powierzchnia parowania cieczy [m²],

τ – przewidywany maksymalny czas wydzielania się par [s],

K – współczynnik parowania (przyjmowany z tabeli w cyt. załączniku),

P_s – prężność pary nasyconej w temperaturze otoczenia t [Pa],

M – masa cząsteczkowa cieczy [kg/kmol]

Obliczenie masy substancji palnej odparowanej z rozlewiska – cz.II

Przyjęte dane do obliczeń:

$$F = 111 \text{ m}^2,$$

$$\tau = 900 \text{ s},$$

$$K = 5,6,$$

$$P_s = 5100 \text{ Pa},$$

$$M = 92,1 \text{ kg/kmol}$$

Podstawiając do wzoru otrzymujemy

$$m = 10^{-9} \cdot 111 \cdot 900 \cdot 5,6 \cdot 5100 \cdot 92,1^{1/2} = 2,5 \text{ kg}$$

Obliczenie masy substancji palnej odparowanej z rozlewiska – cz.III

Obliczenie masy substancji mogącej wziąć udział w reakcji wybuchu

Przykład 2

Obliczenie masy par TDI odparowywanych z rozlewiska w tacy

(według modelu dla cieczy o temperaturze wrzenia wyższej od temperatury powierzchni rozlewiska – poradnik TNO)

Dane wyjściowe:

Powierzchnia parowania $A = 22,4 \text{ m}^2$,

Czas parowania $t = 900 \text{ s}$,

Temperatura parowania $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

1. Obliczenie masowej szybkości (intensywności) parowania cieczy q_v dla temperatury $t = 25^\circ\text{C}$

$$k_m = C_{m\&m} \cdot u_{w,10}^{0.78} \cdot (2 \cdot r)^{-0.11} \cdot Sc^{-0.67}$$

gdzie:

k_m – stężeniowy współczynnik parowania [m/s],

$C_{m\&m}$ – współczynnik przenoszenia masy, $C_{m\&m} = 0,004786 \text{ [m}^{0,33}\text{/s}^{0,22}\text{]}$

$u_{w,10}$ – prędkość wiatru na standardowej wysokości 10 m [m/s], $u_{w,10} = 3,6 \text{ m/s}$

r – promień rozlewiska [m], $A = 22,4 \text{ m}^2$ stąd $r = 2,7 \text{ m}$

Sc – liczba Schmidt'a, $Sc \approx 0,8$,

Obliczenie masy substancji palnej odparowanej z rozlewiska – cz. IV

dalej:

$$q''_v = k_m \cdot P_v(T_{ps}) \cdot \mu_i / (R \cdot T_{ps})$$

gdzie:

q''_v – masowy strumień parowania [$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$], dla 25°C oznaczono jako q''_{v25}

$P_v(T_{ps})$ – prężność par cieczy w temperaturze T_{ps} , [N/m^2 ; Pa]

μ_i – masa molowa [kg/mol]

R – stała gazowa, $R = 8,314 \text{ J}/\text{mol}\cdot\text{K}$

T_{ps} – temperatura powierzchni rozlewiska [K]

dla temperatury 25°C TDI, poszczególne wielkości wynoszą:

$$P_v(T_{ps}) = 3 \text{ Pa}$$

$$\mu_i = 0,17416 \text{ kg}/\text{mol}$$

$$T_{ps} = 298,15 \text{ K}$$

Podstawiając do wzoru otrzymujemy:

$$q''_{v25} = 0,011 \cdot 3 \cdot 0,17416 / (8,314 \cdot 298,15) = 2,32 \cdot 10^{-6} \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$$

Obliczenie masy substancji palnej odparowanej z rozlewiska – cz. V

dalej:

$$q_v = q_v'' \cdot A$$

gdzie:

q_v – masowa szybkość (intensywność) parowania cieczy [kg/s], dla 25°C oznaczono jako

q_{v25}

A – powierzchnia rozlewiska [m²], $A = 22,4 \text{ m}^2$

stąd:

$$q_{v25} = q_{v25}'' \cdot A$$

zatem:

$$q_{v25} = 2,32 \cdot 10^{-6} \cdot 22,4 = 52 \cdot 10^{-6} \text{ kg/s}$$

$$q_{v25} = 52 \cdot 10^{-6} \text{ kg/s}$$

2. Obliczenie masy odparowanej substancji mogącej wziąć udział w reakcji wybuchu

$$m = q_{v25} \cdot t = 52 \cdot 10^{-6} \text{ kg/s} \cdot 900 \text{ s} = 0,0468 \text{ kg},$$

Obliczenie zasięgu fali nadciśnienia (według modelu TNT) – cz.I

Zasięg fali nadciśnienia w niniejszym modelu określa się z wykorzystaniem nomogramu określonego np. w poradniku TNO w funkcji tzw. odległości skalowanej, obliczanej z kolei w funkcji masy substancji palnej uczestniczącej w wybuchu, ciepła spalania substancji palnej oraz ciepła wybuchu TNT (trójnitrotoluenu)

1. Obliczenie masy równoważnej TNT

$$W_{\text{TNT}} = \alpha \cdot q_{\text{sp}} \cdot m / q_{\text{spTNT}}$$

W_{TNT} - masa równoważna TNT [kg],

α – empiryczny wskaźnik określający część energii spalania, która brała udział w powstaniu fali wybuchu, w niniejszym przypadku przyjęto $\alpha = 0,05$,

q_{sp} – ciepło spalania substancji palnej, w niniejszym przykładzie toluenu równe 42,48 MJ/kg

m – masa par substancji palnej (toluenu) biorąca udział w reakcji wybuchu (przyjęto $m = 2,5$ kg),

q_{spTNT} – ciepło wybuchu TNT, równe 4,9 MJ/kg.

Obliczenie zasięgu fali nadciśnienia (według modelu TNT) – cz.II

Podstawiając do powyższego wzoru otrzymujemy

$$W_{\text{TNT}} = 0,05 \cdot 42,48 \cdot 2,5/4,9 = \mathbf{1,08 \text{ kg}}$$

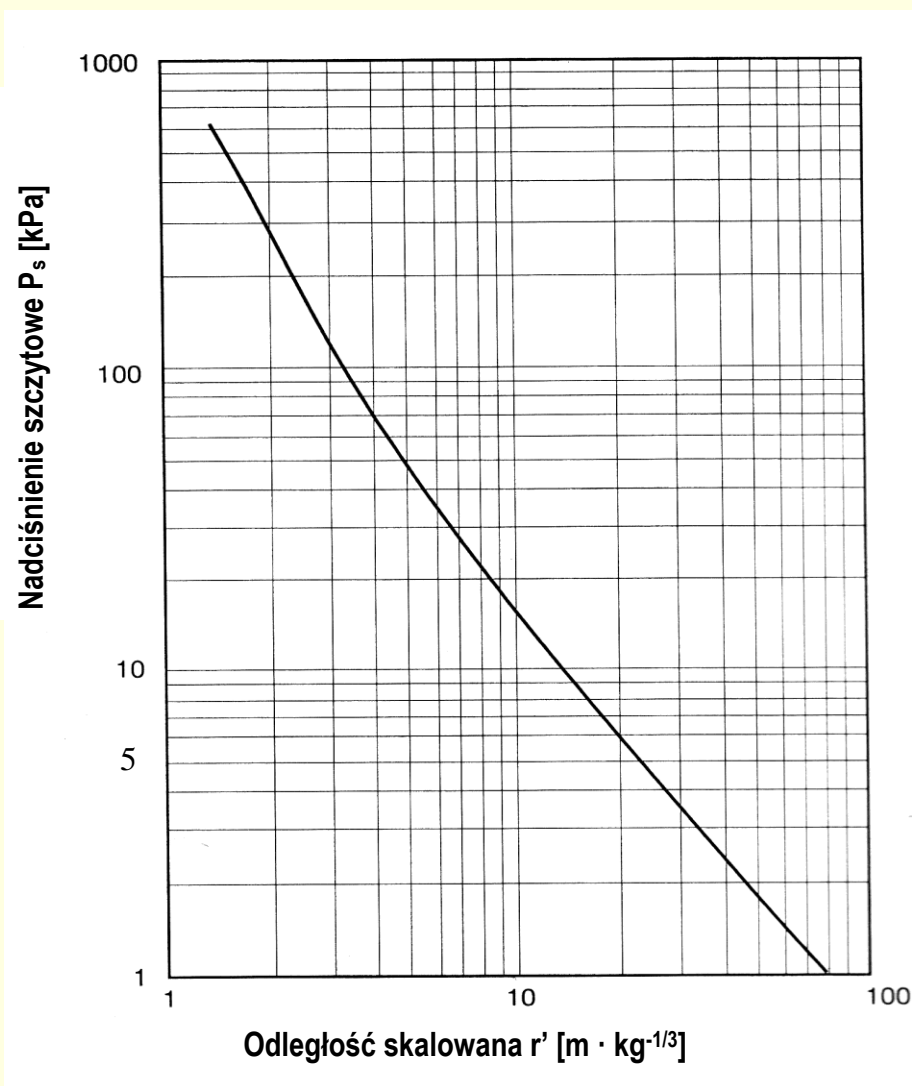
2. Określenie odległości skalowanej r' [m]

Z nomogramu w poradniku TNO odczytujemy, iż dla izobary 5kPa $r' = 23 \text{ m}$

3. Obliczenie zasięgu fali nadciśnienia r [m]

$$r = r' \cdot W_{\text{TNT}}^{1/3} = 23 \cdot (1,08)^{1/3} = \mathbf{23,6 \text{ m}}$$

Obliczenie zasięgu fali nadciśnienia (według modelu TNT) – cz.III



Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz.I

Obliczenia wykonano w oparciu o model pożaru rozlewiska zgodnie z metodyką określoną w poradniku TNO.

Dane wyjściowe:

- Rozlana ciecz – benzyna
- Masa rozlanej cieczy – $m=354$ kg
- Powierzchnia pożaru (rozlewiska) $A_p = 96$ m²

1. Obliczenie średnicy zastępczej pożaru D

$$D = \left(4 \cdot A_p / \pi\right)^{1/2} = \left(4 \cdot 96 / 3,14\right)^{1/2} = 11 \text{ m}$$

Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz.II

2. Obliczenie masowej prędkości spalania m''

$$m'' = c_8 \cdot \Delta H_c / (\Delta H_v + c_p \cdot (T_b - T_a))$$

gdzie:

m'' – masowa prędkość spalania [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]

c_8 – stała, równa $0,001 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,

ΔH_c – ciepło spalania benzyny, równe $45 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$,

ΔH_v – ciepło parowania benzyny, równe $370 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$,

c_p – ciepło właściwe benzyny, równe $2,19 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$,

T_b – temperatura wrzenia benzyny, równa 333 K ,

T_a – temperatura otoczenia, zgodnie z założeniami równa $303,15 \text{ K}$

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy:

$$m'' = 0,001 \cdot 45 \cdot 10^6 / (370 \cdot 10^3 + 2,19 \cdot 10^3 \cdot (333 - 303,15))$$

$$m'' = 0,103 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$$

Obliczenie wielkości promieniowania ciepłego – cz.III

3. Maksymalny czas trwania pożaru $t_{poż}$

$$t_{poż} = m / (m'' \cdot A_p) = 354 \text{ kg} / (0,103 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s} \cdot 96 \text{ m}^2) = 36 \text{ s}$$

4. Obliczenie charakterystycznej prędkości wiatru u_c

$$u_c = (g \cdot m'' \cdot D / \rho_{air})^{1/3}$$

gdzie:

g – przyspieszenie ziemskie, równe $9,81 \text{ m/s}^2$

ρ_{air} – gęstość powietrza, równa $1,175 \text{ kg/m}^3$

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy

$$u_c = (9,81 \cdot 0,103 \cdot 11 / 1,175)^{1/3} = 2,11 \text{ m/s}$$

Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz. IV

5. Obliczenie skalowanej prędkości wiatru u^*

$$u^* = u_w / u_c$$

gdzie:

u_w – prędkość wiatru na wysokości 10 m, przyjęta do obliczeń 3 m/s

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy

$$u^* = 3/2,11 = 1,42$$

6. Obliczenie średniej wysokości (długości) płomienia L

$$L/D = 55 \cdot \left(m'' / \left(\rho_{air} \cdot (g \cdot D)^{1/2} \right) \right)^{0,67} \cdot (u^*)^{0,21}$$

$$L/D = 55 \cdot \left(0,103 / \left(1,175 \cdot (9,81 \cdot 11)^{1/2} \right) \right)^{0,67} \cdot 1,42^{0,21} = 2,42$$

stąd

$$L = 2,42 \cdot D = 2,42 \cdot 11 = 26,6 \text{ m}$$

Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz.V

7. Obliczenie liczby Froude Fr_{10}

$$Fr_{10} = u_w^2 / (g \cdot D)$$

gdzie:

Fr_{10} – liczba Froude dla prędkości wiatru na wysokości 10 m

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy

$$Fr_{10} = 3^2 / (9,81 \cdot 11) = 0,0834$$

8. Obliczenie liczby Reynoldsa Re

$$Re = u_w \cdot D / \nu$$

gdzie:

ν – lepkość kinetyczna powietrza, równa $1,36 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy

$$Re = 3 \cdot 11 / (1,36 \cdot 10^{-5}) = 24,3 \cdot 10^5$$

Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz.VI

9. Obliczenie kąta nachylenia płomienia Θ

$$\tan\Theta/\cos\Theta = 0,666 \cdot Fr_{10}^{0,333} \cdot Re^{0,117}$$

$$\tan\Theta/\cos\Theta = 0,666 \cdot 0,0834^{0,333} \cdot (24,3 \cdot 10^5)^{0,117} = 1,63$$

$$\tan\Theta/\cos\Theta = c$$

stąd

$$\Theta = \arcsin\left(\left(\left(4 \cdot c^2 + 1\right)^{1/2} - 1\right)/(2 \cdot c)\right)$$

$$\Theta = \arcsin\left(\left(\left(4 \cdot 1,63^2 + 1\right)^{1/2} - 1\right)/(2 \cdot 1,63)\right) = \arcsin 0,7392 = 47,7^\circ$$

10. Obliczenie średnicy wydłużonej płomienia (uwzględniającej odchylenie płomienia wskutek działania wiatru) D'

$$D'/D = 1,5 \cdot Fr_{10}^{0,069} = 1,5 \cdot 0,0834^{0,069} = 1,26$$

stąd

$$D' = 1,26 \cdot D = 1,26 \cdot 11 = 13,9 \text{ m}$$

Obliczenie wielkości promieniowania ciepłego – cz. VII

11. Obliczenie maksymalnej mocy promieniowania ciepłego powierzchniowego SEP_{max}

$$SEP_{max} = F_s \cdot m'' \cdot \Delta H_c / (1 + 4 \cdot L/D)$$

gdzie:

F_s – frakcja (ułamek) ciepła wypromieniowywana z powierzchni płomienia, równa 0,2

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy

$$SEP_{max} = 0,2 \cdot 0,103 \cdot 45 \cdot 10^6 / (1 + 4 \cdot 26,6/11) = 87 \cdot 10^3 \text{ J/(m}^2 \cdot \text{s)}$$

12. Obliczenie rzeczywistej mocy promieniowania ciepłego powierzchniowego SEP_{rzecz}

$$SEP_{rzecz} = SEP_{max} \cdot (1 - \zeta) + SEP_{sadzy} \cdot \zeta$$

gdzie:

SEP_{sadzy} – moc promieniowania ciepłego sadzy, równa $20 \cdot 10^3 \text{ J/(m}^2 \cdot \text{s)}$,

ζ – frakcja(ułamek) powierzchni płomienia pokryty przez sadze, przyjmowana na poziomie 80%

Podstawiając do wzoru otrzymujemy

$$SEP_{rzecz} = 87 \cdot 10^3 \cdot (1 - 0,8) + 20 \cdot 10^3 \cdot 0,8 = 33,4 \cdot 10^3 \text{ J/(m}^2 \cdot \text{s)}$$

Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz. VIII

13. Obliczenie prężności pary wodnej p_w oraz współczynnika absorpcji pary wodnej α_w

$$p_w = RH \cdot p_w^0$$

gdzie:

RH – wilgotność względna powietrza, przyjęta na poziomie 75 %,

p_w^0 – prężność pary nasyconej, równa 3168 N/m²

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy

$$p_w = 0,75 \cdot 3168 = 2376 \text{ N/m}^2$$

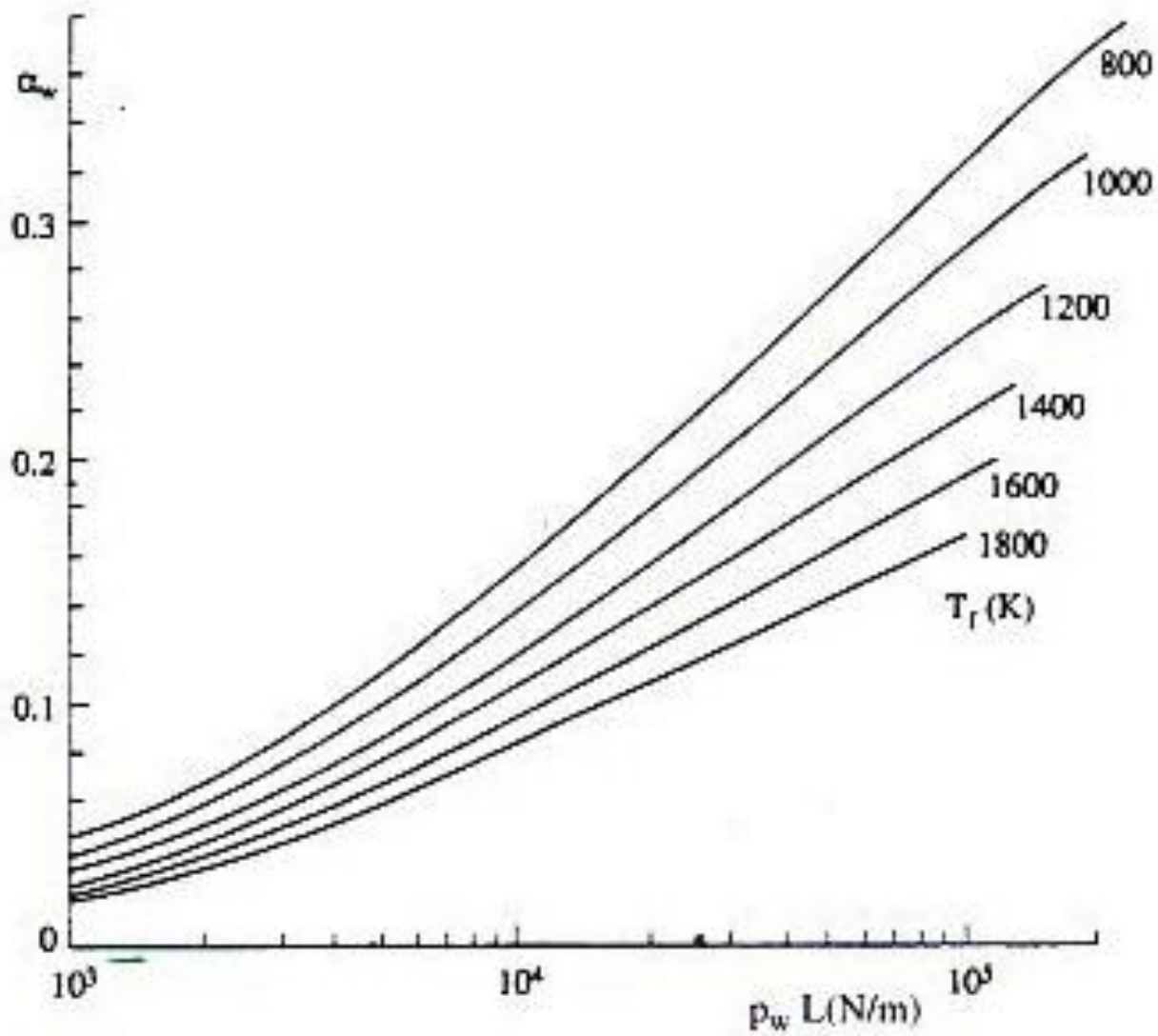
14. Wartość iloczynu prężności pary wodnej oraz odległości od środka płomienia (na tym etapie obliczono przedmiotową wartość dla odległości x równej 40 m)

$$p_w \cdot x = 2376 \cdot 40 = 9,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}$$

Dla powyższej wartości z rysunku 6.2 poradnika TNO odczytujemy wartość współczynnika absorpcji pary wodnej

$$\alpha_w = 0,25$$

Współczynnik absorpcji pary wodnej



Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz.IX

15. Określenie współczynnika absorpcji dla dwutlenku węgla α_c

Wartość iloczynu prężności dwutlenku węgla oraz odległości od środka płomienia, dla odległości x równej 40 m

$$p_c \cdot x = 30 \text{ N/m}^2 \cdot 40 \text{ m} = 1200 \text{ N/m}$$

gdzie:

p_c – prężność dwutlenku węgla

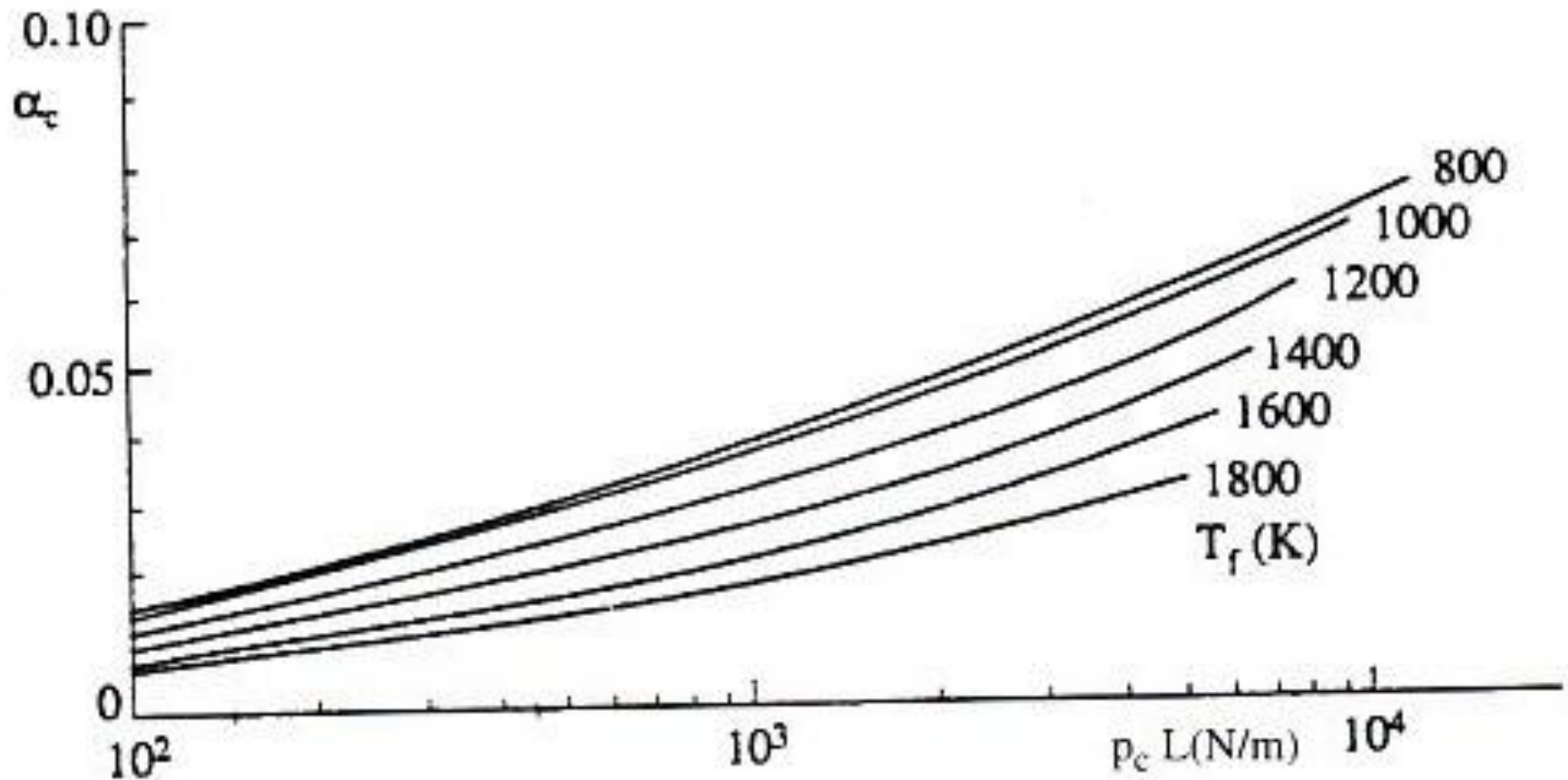
Dla powyższej wartości z rysunku 6.3 poradnika TNO odczytujemy wartość współczynnika absorpcji dwutlenku węgla

$$\alpha_c = 0,032$$

16. Obliczenie przewodności atmosfery τ_a

$$\tau_a = 1 - \alpha_w - \alpha_c = 1 - 0,2 - 0,025 = 0,718$$

Współczynnik absorpcji dwutlenku węgla



Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz. X

17. Określenie współczynnika widoku F_{wid}

Współczynnik widoku odczytywany jest z rysunku 6.A.4 poradnika TNO w funkcji wysokości i promienia płomienia oraz odległości od środka płomienia.

W celu odczytania wartości F_{wid} określamy następujące wielkości

$$h_r = L/R \text{ oraz } x_r = x/R$$

gdzie:

- L – wysokość (długość) płomienia,
- R – promień płomienia,
- x – odległość od środka płomienia

Dla odległości $x = 40$ m powyższe zależności przyjmują następujące wartości

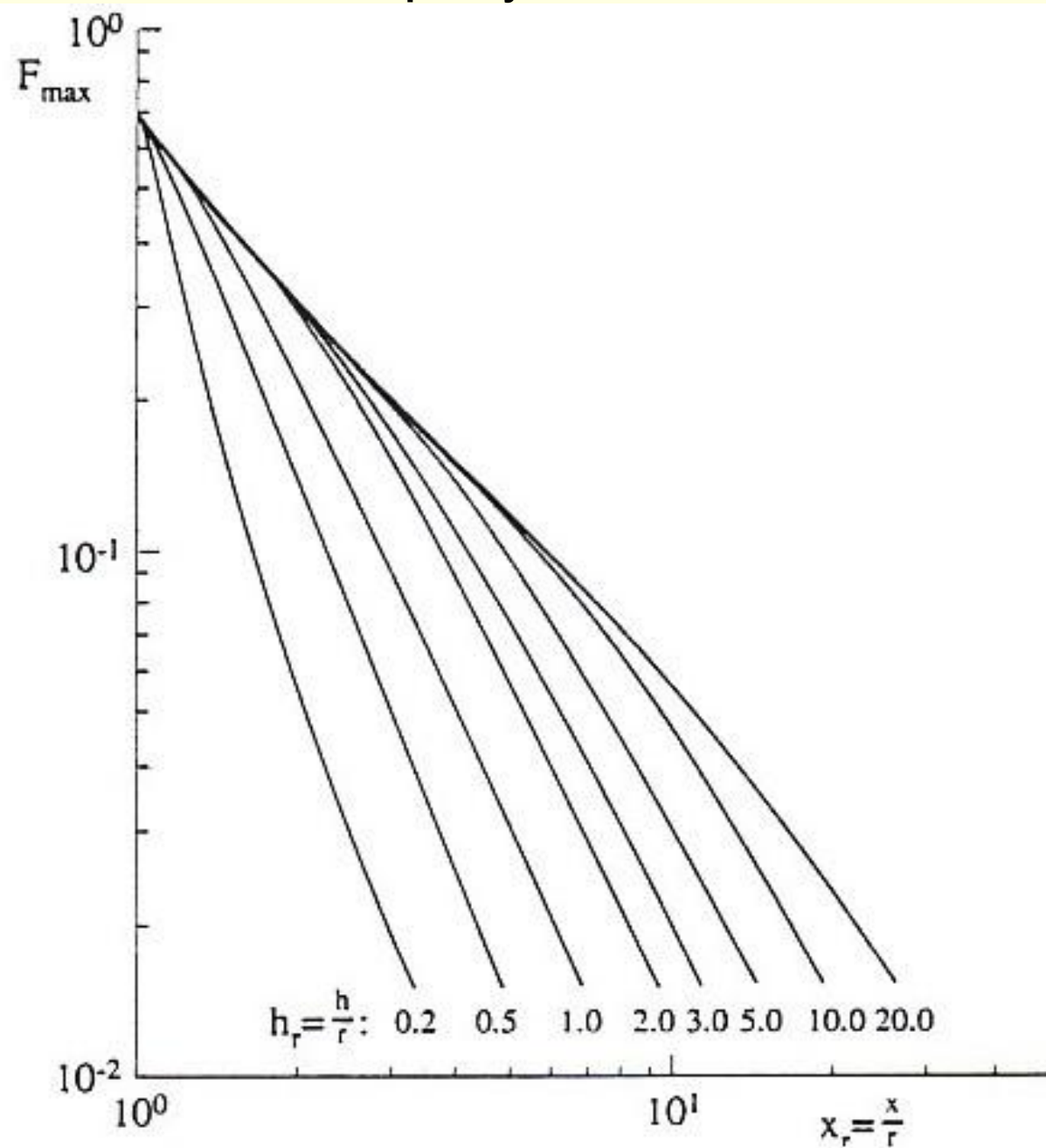
$$h_r = L/R = 26,6/5,5 = 4,84$$

$$x_r = x/R = 40/5,5 = 7,27$$

Dla powyższych wielkości z rysunku 6.A.4 odczytujemy wartość

$$F_{\text{wid}} = 0,055$$

Współczynnik widoku



Obliczenie wielkości promieniowania cieplnego – cz. XI

18. Obliczenie maksymalnego strumienia ciepła q'' w odległości $x = 40$ m

$$q_{40}'' = SEP_{\text{rzecz}} \cdot F_{\text{wid}} \cdot \tau_a = 33,4 \cdot 10^3 \cdot 0,055 \cdot 0,718 = 1,3 \text{ kW/m}^2$$

19. Obliczenie maksymalnego strumienia ciepła q'' w odległości $x = 25$ m
Obliczenia dokonano w analogiczny sposób jak wyżej sposób.

$$q_{25}'' = 3,0 \text{ kW/m}^2$$

20. Obliczenie maksymalnego strumienia ciepła q'' w odległości $x = 20$ m
Obliczenia dokonano w analogiczny sposób jak wyżej sposób.

$$q_{20}'' = 4,4 \text{ kW/m}^2$$

21. Obliczenie maksymalnego strumienia ciepła q'' w odległości $x = 10$ m
Obliczenia dokonano w analogiczny sposób jak wyżej sposób.

$$q_{10}'' = 9,5 \text{ kW/m}^2$$

Dyspersja chmury toksycznych lub palnych (wybuchowych) gazów i par cieczy w atmosferze:

- modele opierające się na rozkładzie normalnym Gaussa (dla gazów i par cieczy o ciężarze zbliżonym do ciężaru powietrza lub lżejszych),
- modele gazu ciężkiego (dla gazów i par cieczy o ciężarze większym od ciężaru powietrza).

Ocena elementów składowych RoB i WPO-R w praktyce

**Określenie, na wszystkich poziomach organizacji,
obowiązków pracowników odpowiedzialnych za
działania na wypadek awarii przemysłowej**

**Formalnie – w zakresach obowiązków
pracowników**

**Kwestia podlegająca szczególnej kontroli –
praktyczna znajomość zakresu przydzielonych
obowiązków**

Ocena elementów składowych RoB i WPO-R w praktyce

Szkolenie pracowników, których obowiązki są związane z funkcjonowaniem instalacji, w której znajduje się substancja niebezpieczna

Zakres szkolenia:

- **przepisy bhp – rozporządzenie MPiPS z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie szczególnych zasad szkolenia w dziedzinie bhp (Dz.U. Nr 62, poz. 285),**
- **przepisy przeciwpożarowe – art. 4 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2002 r. Nr 147, poz. 1229, z późn.zm.),**
- **inne szkolenia (np. wymagane przez producentów urządzeń).**

Główne zagadnienia podlegające kontroli w zakresie szkolenia :

- czy w odniesieniu do konkretnego zakładu, powyższe wymagania formalne, zostały dostosowane do jego specyfiki, tzn. czy przygotowano programy szkolenia uwzględniające rodzaje realizowanych w przedsiębiorstwie procesów technologicznych oraz związanych z nimi zagrożeń dla ludzi i środowiska,
- czy wyznaczono osoby odpowiedzialne za realizację oraz ocenę przeprowadzanych w zakładzie szkoleń,
- czy szkolenia kończone są dokumentowanym sprawdzianem wiadomości,
- praktyczna znajomość przez pracowników treści przekazywanych w trakcie szkoleń.

Ocena elementów składowych RoB i WPO-R w praktyce

Instrukcje bezpiecznego funkcjonowania instalacji, w której znajduje się substancja niebezpieczna, instrukcje sposobu postępowania w razie konieczności dokonania zmian w procesie przemysłowym, sposoby ograniczania i zwalczania skutków awarii

Główne podstawy prawne sporządzania instrukcji :

- rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. Nr 129, poz. 844),
- rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.

Pierwsze z wymienionych rozporządzeń zobowiązuje pracodawców m.in. do udostępnienia pracownikom, do stałego korzystania aktualnych instrukcji bezpieczeństwa i higieny pracy, dotyczących:

- stosowanych w zakładzie procesów technologicznych oraz wykonywania prac związanych z zagrożeniami wypadkowymi lub zagrożeniami zdrowia pracowników,
- obsługi maszyn i innych urządzeń technicznych,
- postępowania z materiałami szkodliwymi dla zdrowia i niebezpiecznymi,
- udzielania pierwszej pomocy.

Wymagane jest aby powyższe instrukcje dotyczyły:

- czynności do wykonania przed rozpoczęciem pracy,
- zasady i sposoby bezpiecznego wykonywania danej pracy,
- czynności do wykonania po jej zakończeniu,
- zasady postępowania w sytuacjach awaryjnych stwarzających zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników.

Powyższe oznacza, że instrukcje swoim zakresem obejmują wszystkie etapy procesu technologicznego, włączając w to ewentualne zmiany w procesie technologicznym.

Drugie wymienione rozporządzenie zobowiązuje właściciela, zarządcę lub użytkownika obiektu, m.in. produkcyjnego i magazynowego, do opracowania instrukcji bezpieczeństwa pożarowego, zawierającej:

- warunki ochrony przeciwpożarowej, wynikające z przeznaczenia obiektu, sposobu użytkowania, prowadzonego procesu technologicznego i jego warunków technicznych, w tym zagrożenia wybuchem;
- sposób poddawania przeglądom technicznym i czynnościom konserwacyjnym stosowanych w obiekcie urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic;
- sposoby postępowania na wypadek pożaru i innego zagrożenia;
- sposoby wykonywania prac niebezpiecznych pod względem pożarowym, jeżeli takie prace są przewidywane;
- sposoby praktycznego sprawdzania organizacji i warunków ewakuacji ludzi;
- sposoby zaznajamiania użytkowników obiektu z treścią przedmiotowej instrukcji oraz z przepisami przeciwpożarowymi.

Najczęściej opracowywane instrukcje:

- technologiczno – ruchowe, zawierające (co dopuszcza cyt. rozporządzenie MSWiA) treści wymagane dla instrukcji bezpieczeństwa pożarowego,
- stanowiskowe bhp i ppoż.,
- prowadzenia prac remontowych, w tym pożarowo – niebezpiecznych,
- postępowania (np. podczas transportu, magazynowania, użytkowania itp.) z substancjami niebezpiecznymi,
- sposoby postępowania na wypadek pożaru i innego miejscowego zagrożenia,
- zakładowe plany ratownicze.

Wewnętrzny plan operacyjno – ratowniczy dla zakładu dużego ryzyka:

- podstawowe informacje dotyczące lokalizacji i działalności zakładu,
- określenie występujących zagrożeń (scenariuszy awaryjnych),
- określenie procedur prowadzenia na terenie zakładu działań ratowniczych(m.in. ostrzegania i alarmowania, pierwszej pomocy medycznej, prowadzenia poszczególnych rodzajów działań ratowniczych mających na celu likwidację zagrożenia),
- wskazanie sposobów postępowania poawaryjnego,
- dokumentacja graficzna.

Ocena elementów składowych RoB i WPO-R w praktyce

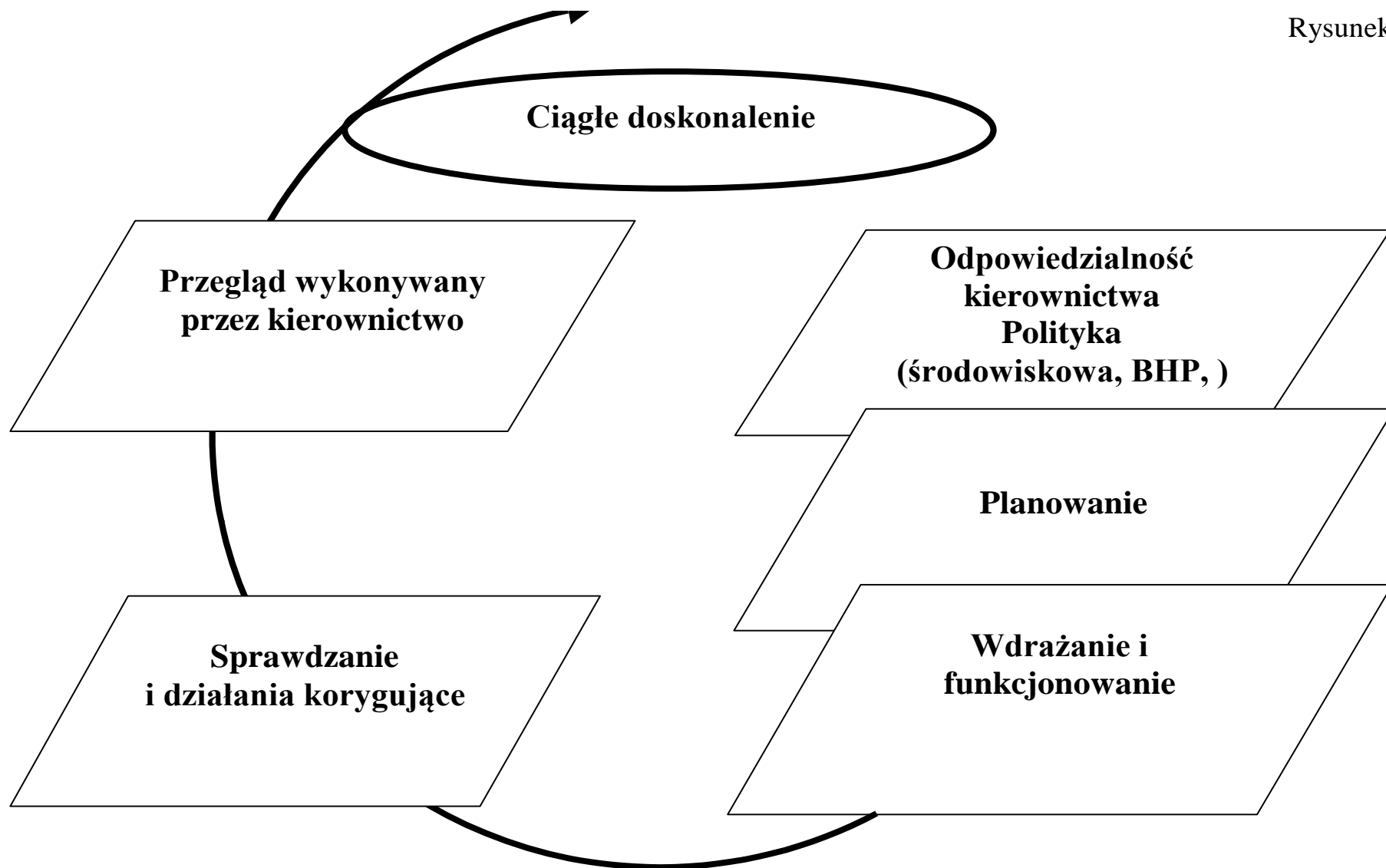
**Zapobieganie awariom, w tym prowadzenie
monitoringu funkcjonowania instalacji**

Przepisy w zakresie zapobiegania awariom:

- **przeciwpożarowe, bhp, techniczno – budowlane, ochrony środowiska, dozoru technicznego itd.**
- **standardy techniczne – normy krajowe i międzynarodowe**

Ocena elementów składowych RoB i WPO-R w praktyce

**Zapewnienie systematyczności przedsięwzięć
realizowanych w zakresie przeciwdziałania poważnym
awariom przemysłowym**



Zasady i praktyki oceny raportów o bezpieczeństwie i planów operacyjno - ratowniczych

bryg. dr inż. Paweł Janik

Bełchatów, 27 listopada 2009 r.