

# Koncepcja ontologii systemu bezpieczeństwa i higieny pracy

Jan Andreasik

Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, Polska

## Streszczenie

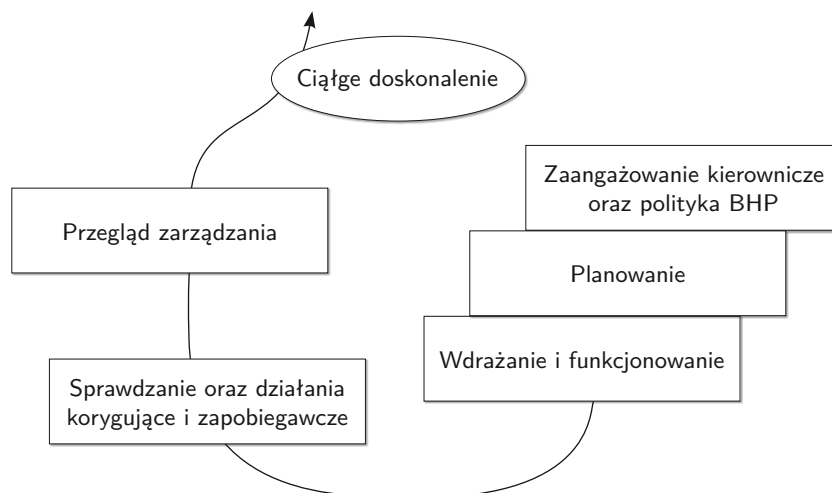
W pracy przedstawiono koncepcję ontologii systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy (BHP). Przyjęto model funkcjonalny będący w analogii do modelu FRAM (Functional Resonance Analysis Method) opracowanego przez Erika Hollnagela. Zdefiniowano pięć typów funkcji: funkcja produkcji, funkcja informacji, funkcja sygnalizacyjna, funkcja obserwacyjna, funkcja reakcji systemu bezpieczeństwa. Zdefiniowano relacje pomiędzy poszczególnymi parametrami funkcji, które wraz z funkcjami tworzą sieć semantyczną systemu BHP.

**Słowa kluczowe:** ontologia systemu BHP, funkcje systemu BHP

## Model funkcjonalny systemu bezpieczeństwa i higieny pracy w przedsiębiorstwie

W normie PN-N-18001<sup>(1)</sup> przyjęto model systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy przedstawiony na rys. 1. Model ten tworzy cykliczny układ złożony z polityki BHP, która jest formułowana przez kierownictwo przedsiębiorstwa, etapu planowania i wdrażania, działań sprawdzających, korygujących i zapobiegawczych oraz z przeglądu systemu zarządzania. Cały cykl powtarza się tworząc pętlę ciągłego doskonalenia organizacji.

W celu tworzenia systemu automatycznej identyfikacji charakteru niezgodności z wymaganiami potrzebny jest model, w którym jest możliwość reprezentowania wiedzy o powstałych niezgodnościach celem określenia nowych charakterystyk systemu BHP takich jak: charakterystyka zmienności czy charakterystyka odporności systemu na zagrożenia.

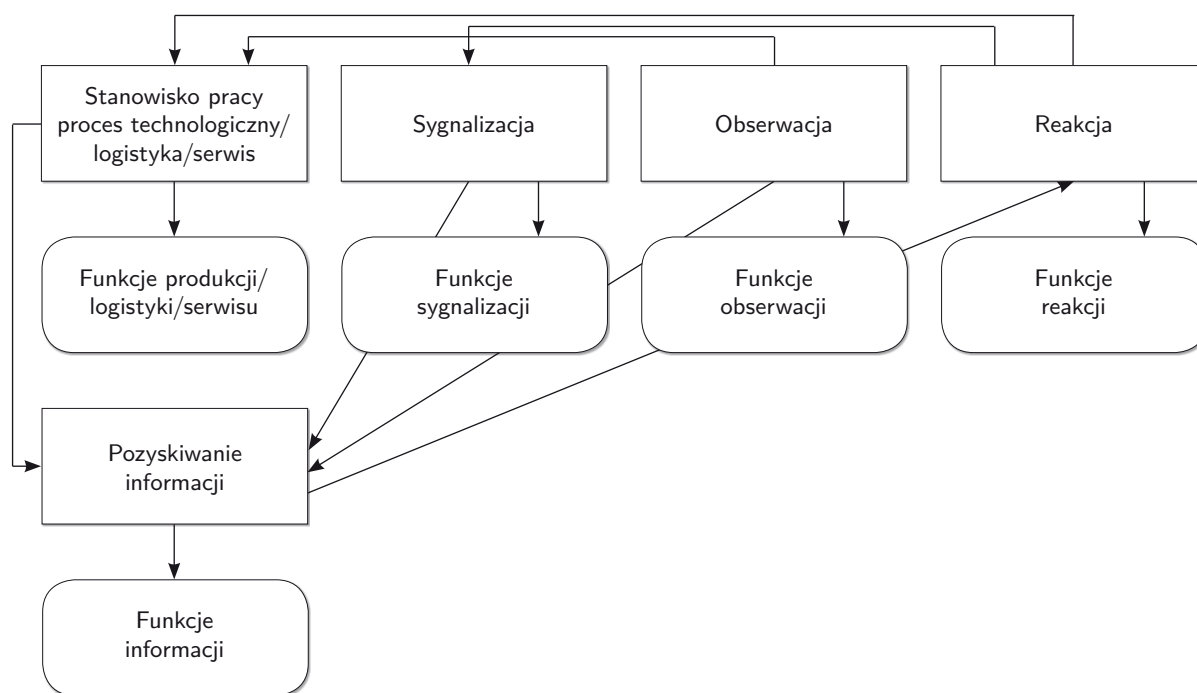


Rys. 1. Model systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy przyjęty w normie PN-N-18001:2004

1. PN-N-18001. Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania.

W niniejszej pracy przedstawiony jest model funkcjonalny reprezentacji systemu BHP. Funkcje definiowane są adekwatnie do stanowisk pracy (adresat), procesów oraz zestawu parametrów w następujących zakresach:

- Zakres 1: funkcje realizacji procesów technologicznych, logistycznych i obsługi serwisowej na stanowiskach pracy.
- Zakres 2: funkcje sygnalizacji na stanowiskach pracy, celem identyfikacji zagrożeń, identyfikacji stanów awaryjnych, generowania komunikatów ostrzegawczych, uruchamiania blokad, wyłączenia urządzeń.
- Zakres 3: funkcje obserwacyjne dotyczące zachowania się pracowników, stanu porządku i jakości pracy na stanowiskach.
- Zakres 4: funkcje pozyskiwania informacji w procesach przeglądu, audytu, monitorowania aktywnego i reaktywnego.
- Zakres 5: funkcje reakcji systemu BHP odpowiadające analizie ryzyka (ocenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia i wycenie jego konsekwencji), planowania audytów i przeglądu, planowania szkoleń, aktualizacja procedur, ewidencja zapisów, analiza niezgodności, działania korygujące, działania zapobiegawcze.



Rys. 2. Zakresy funkcjonalności systemu BHP

Funkcja jest definiowana jako przekształcenie wejścia funkcji X w wyjście funkcji Y. Dodatkowo określone są dla każdej funkcji parametry: W — warunki początkowe, Z — zasoby, T — uwarunkowania terminowe harmonogramu, C — procedury. Każda funkcja jest realizowana w ramach określonego procesu P oraz na wyznaczonym stanowisku S. Stąd też funkcję można ująć następująco:  $F: X \rightarrow Y; F(X) = \langle X, Y, W, Z, C, T, P, S \rangle$ .

Zgodnie z normą PN-N-18001 wyróżniane są następujące procesy:

BHP: zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy:

- BHP – 01: Badanie przyczyn wypadków i chorób zawodowych (monitorowanie reaktywne)
- BHP – 02: Identyfikacja zagrożeń
- BHP – 03: Ocena ryzyka zawodowego (monitorowanie aktywne)
- BHP – 04: Planowanie poprawy warunków pracy
- BHP – 05: Pomiar czynników szkodliwych i uciążliwych (monitorowanie aktywne)
- BHP – 06: Identyfikacja zdarzeń potencjalnie awaryjnych i wypadkowych
- BHP – 07: Monitorowanie stanu bezpieczeństwa i higieny pracy

DSZ: doskonalenie systemów zarządzania:

DSZ – 01: Planowanie i przeprowadzenie audytów wewnętrznych

DSZ – 02: Przeprowadzenie działań korygujących i zapobiegawczych

DSZ – 03: Przegląd systemu zarządzania

NDD: nadzorowanie dokumentacji i wymagań prawnych:

NDD – 01: identyfikacja zewnętrznych aktów prawnych

NDD – 02: Opracowanie i nadzorowanie zmian w dokumentacji systemu zarządzania

ZZL: zarządzanie zasobami ludzkimi:

ZZL – 01: rekrutacja pracowników

ZZL – 02: planowanie szkoleń wewnętrznych i zewnętrznych

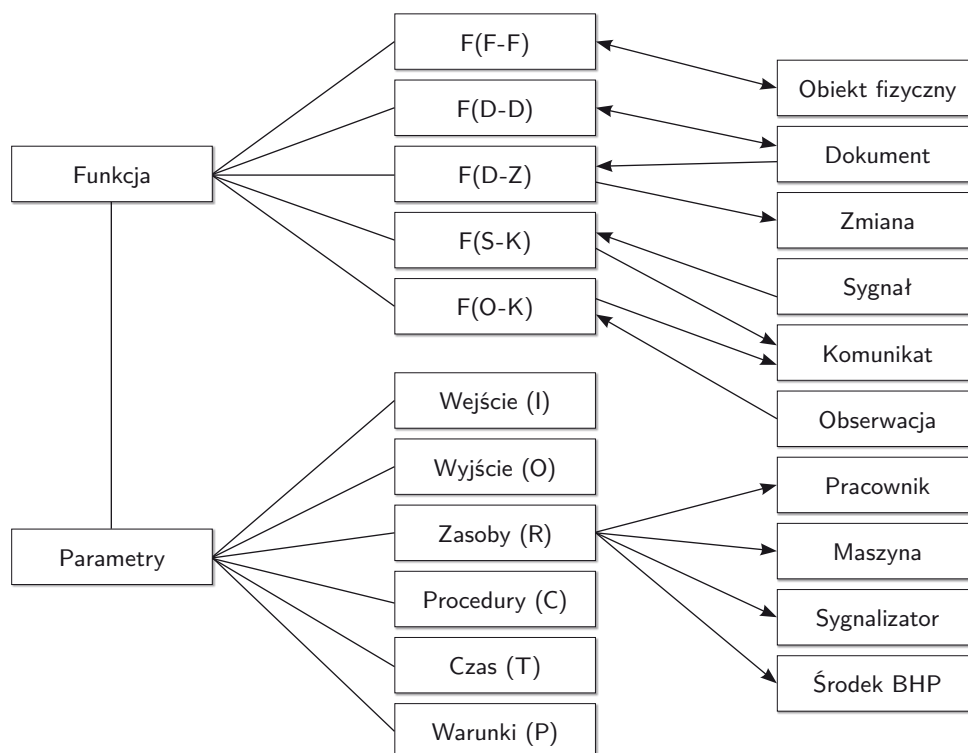
ZZL – 03: realizacja i ocena szkoleń BHP

## 1 Definicje funkcji modelu systemu BHP

### 1.1 Główne elementy modelu

Głównymi elementami modelu jest pięć typów funkcji:

1. Funkcja produkcji F(F-F) „Obiekt fizyczny — Obiekt fizyczny” przetwarza, wymienia lub przemieszcza produkty, materiały lub towary, energię (wodną na elektryczną). Parametr funkcji: WEJŚCIE ujmuje te materiały, produkty lub towary, które są przetwarzane, przemieszczane lub wymieniane w odpowiednim procesie adekwatnym do danej funkcji.
2. Funkcja informacji F(D-D) „Dokument — Dokument” przetwarza dane wejściowe na dane wyjściowe zgodnie z odpowiednimi procedurami. Dane są ewidencjonowane w odpowiednim formacie dokumentów.
3. Funkcja sygnalizacyjna F(S-K) „Sygnał — Komunikat” przetwarza sygnały uzyskane z odpowiednich sensorów na sygnały lub komunikaty adresowane do użytkowników.
4. Funkcja obserwacyjna F(O-K) „Obserwacja — Komunikat” przetwarza obserwacje stanowisk pracy na komunikaty ujęte w raporcie z obserwacji.
5. Funkcja reakcji systemu bezpieczeństwa, przetwarza F(D-Z) „Dokument — Realizacja zmian” przetwarza komunikaty z obserwacji lub przeglądów i audytów na konkretne realizacje dt. zmian



Rys. 3. Podstawowe kategorie funkcji systemu bezpieczeństwa pracy

w procedurach lub instrukcjach, zmiany w zasobach, zmiany w uwarunkowaniach czasowych, zmiany w warunkach wstępnych.

Każda z funkcji definiowana jest sześcioma parametrami:

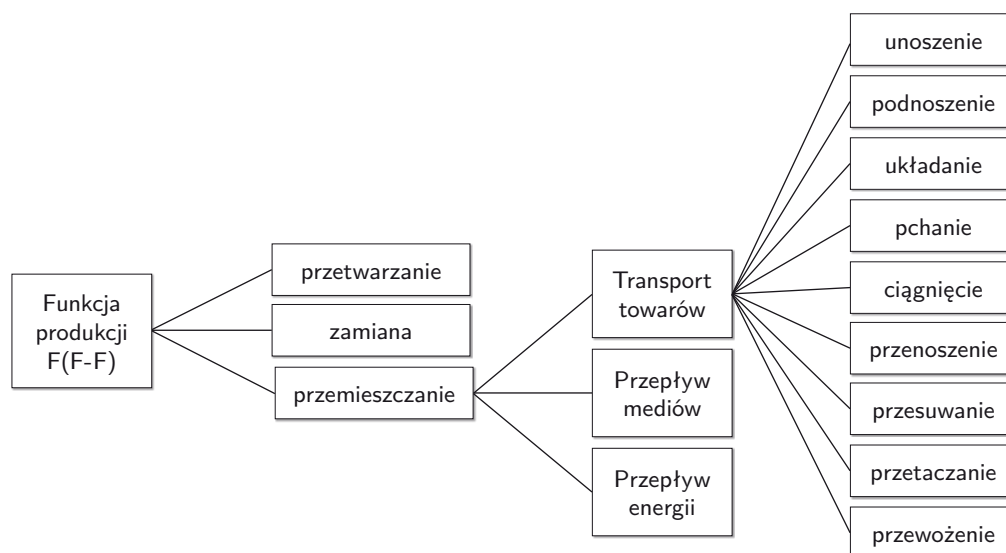
- wejście (I), są to obiekty materialne (towary), sygnały, dokumenty, obserwacje,
- wyjście (O), są to obiekty materialne (towary), dokumenty, komunikaty, decyzje dt. zmian,
- warunki czasowe (T), są to zdarzenia określone w czasie, które inicjują rozpoczęcie lub zakończenie realizacji funkcji, zdarzenia określające priorytetowe wykonanie funkcji, zdarzenia określające przedział czasowy wykonania funkcji, zdarzenia inicjujące procedury bezpieczeństwa, itp.,
- warunki wstępne (P), są to ograniczenia wykonania funkcji nałożone na zasoby, procedury i warunki czasowe,
- procedury (C), są to formalne zasady realizacji funkcji ujęte w regulaminach, instrukcjach i innych przepisach prawnych, wg których wykonywana jest funkcja,
- zasoby (R), są to zasoby ludzkie (pracownicy), maszyny i urządzenia, narzędzia, środki ochrony ciała, itp.

## 1.2 Typologia funkcji

### 1.2.1 Funkcja produkcji F(F-F)

Funkcja produkcji F(F-F) jest podstawową funkcją przedsiębiorstw, które zajmuje się produkcją maszyn i urządzeń oraz towarów w procesach chemicznych i biologicznych, tj. przetwarzaniem materiałów (surowców, półproduktów) w wyrób finalny. W przedsiębiorstwach usługowych następuje zamiana danych artefaktów na inne artefakty lub ich formy. Np. podczas remontu maszyn wymieniane są zużyte części, których resurs się zakończył na nowe. W przedsiębiorstwach logistycznych następuje przemieszczanie towarów wg zleceń przewozu z magazynów do odbiorców i od producentów do magazynów zgodnie z łańcuchem dostaw. Terminologię funkcji można ująć w postaci notacji BNF:

```
<funkcja produkcji F(F-F)>:= <przetwarzanie> |<zamiana> |<przemieszczanie>
<przemieszczanie>:= <transport_towarów> |<przepływ mediów> |<przepływ energii>
<transport_towarów>:= <unoszenie> |<podnoszenie> |<układanie> |<pchanie> |<ciągnięcie>
|<przenoszenie> |<przesuwanie> |<przetaczanie> |<przewożenie>
```



Rys. 4. Hierarchia klas funkcji produkcji F(F-F)

Parametryzacja funkcji <transport towarów>:

I — wejście:

I1 — towary wg polecenia (karty przewozu) w strefie przyjęć

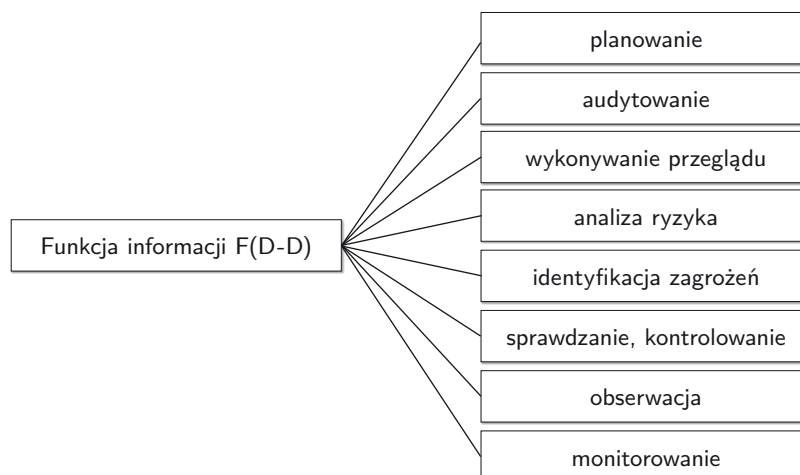
I2 — towary wg polecenia (karty przewozu) w strefie składowania

- I3 — towary wg polecenia (karty przewozu) w strefie kompletacji
- I4 — towary wg polecenia (karty przewozu) w strefie wydań
- O — wyjście:
  - O1 — towary przemieszczone wg polecenia (karty przewozu) w strefie przyjęć
  - O2 — towary przemieszczone wg polecenia (karty przewozu) w strefie składowania
  - O2 — towary przemieszczone wg polecenia (karty przewozu) w strefie kompletacji
  - O3 — towary przemieszczone wg polecenia (karty przewozu) w strefie wydań
- T — uwarunkowania czasowe:
  - T1 — czas normatywny transportu,
  - T2 — moment rozpoczęcia transportu wg harmonogramu
  - T3 — moment zakończenia transportu wg harmonogramu
  - T4 — priorytet transportu A (natychmiastowe opróżnienie strefy przyjęć)
  - T5 — priorytet transportu B (natychmiastowe opróżnienie strefy kompletacji)
  - T6 — priorytet transportu C (natychmiastowe opróżnienie strefy wydań)
- P — warunki początkowe:
  - P1 — uprawnienia operatora
  - P2 — warunki dopuszczenia sprzętu zmechanizowanego do eksploatacji
  - P3 — użycie środków profilaktycznych (środki ochrony indywidualnej)
- C — procedury:
  - C1 — wpisy do Książki Pracy Sprzętu Zmechanizowanego
  - C2 — Dokumentacja Sprzętu Zmechanizowanego (Instrukcje obsługi, dokumentacja UDT)
  - C3 — instrukcja transportu wewnątrz-zakładowego
- R — Zasoby:
  - R1 — operator sprzętu zmechanizowanego
  - R2 — pracownik do transportu ręcznego
  - R3 — wózki jezdniowe podnoszące
  - R4 — wózki naładowane (platformowe)
  - R5 — ładowarki łyżkowe
  - R6 — nośniki osprzętu
  - R7 — dźwignice
  - R8 — przenośniki
  - R9 — odzież i obuwie robocze
  - R10 — rękawice robocze
  - R11 — rękawice olejoodporne
  - R12 — hełm ochronny
  - R13 — kamizelka odbłaskowa

### 1.2.2 Funkcja informacji F(D-D)

Funkcja informacji F(D-D) dotyczy aktualizacji dokumentów wymaganych w systemie BHP. Pojęcie <dokument> odnosi się do wszystkich form zapisów wykonywanych przez pracowników systemu zarządzania BHP. Funkcja F(D-D) na wejściu ma określone wzory dokumentów, które są wypełniane w ustalonym trybie i przekształcone na dokumenty, które są archiwizowane w bazach danych. Funkcja informacji F(D-D) obejmuje następujące rodzaje:

- planowanie,
- audytowanie,
- wykonywanie przeglądu,
- analiza ryzyka,
- identyfikacja zagrożeń,
- sprawdzanie, kontrolowanie,
- obserwacja,
- monitorowanie.



Rys. 5. Rodzaje funkcji informacji F(D-D)

Parametryzacja funkcji:

Wejście (I): wzory dokumentów wg poniższej klasyfikacji

Wyjście (O): wypełnione dokumenty przez uprawnione osoby i wprowadzone do systemu ewidencji dokumentów

```

<dokument>:= <rejestr> |<program> |<plan> |<karta> |<raport> |<protokół>
<rejestr>:= <rejestr zdarzenia potencjalnie wypadkowego> |<rejestr audytów wewnętrznych
  systemu zarządzania BHP> |<rejestr kart działań korekcyjnych, korygujących, zapo-
  biegowczych, doskonalących> |<rejestr kart z obserwacji>
<program>: <program audytów wewnętrznych na rok...>
<plan>:= <plan audytu wewnętrznego nr...>
<karta>:= <karta niezgodności> |<karta obserwacji> |<karta działań korekcyjnych,
  korygujących, zapobiegawczych, doskonalących> |<karta oceny ryzyka zawodowego>
<raport>:= <raport z audytu wewnętrznego nr...>
<protokół>:= <protokół z przeglądu systemu zarządzania BHP> |<protokół powypadkowy>
  
```

Uwarunkowania czasowe (T):

planowane terminy odpowiednio przeglądów, audytów, kontroli, obserwacji itp.

Warunki początkowe (P):

zatwierdzone plany audytowania, kontroli, przeglądu  
zawiadomienia

Procedury (C):

```

<procedura>:= <instrukcja> |<wymaganie> |<normy> |<regulaminy> |<komunikaty>
<instrukcja>:= <instrukcja BHP maszyny lub urządzenia> |<instrukcja transportu
  wewnątrzzakładowego> |
<wymagania>:= <deklaracja polityki BHP> |<procedury postępowania, gotowości, re-
  agowania na wypadki> |<zapisy wymagane przepisami> |<karty oceny ryzyka za-
  wodowego>
<normy>:= <rejestr norm> |<rozporządzenia ministerstw> |<wytyczne urzędów> |<wytyc-
  zne stowarzyszeń>
<regulaminy>:= <schematy organizacyjne> |<zarządzenia wewnętrzne> |<postępowania w
  przypadkach awarii, pożarów, wypadków>
  
```

Zasoby:

```

<osoba odpowiedzialna>:= <pełnomocnik zarządu ds. SZ BHP> |<pracownik zespołu ds. SZ
  BHP> |<audytor wewnętrzny> |<członek zarządu kierownictwa> |<kierownik jednostki
  organizacyjnej> |<Społeczny Inspektor Pracy> |<członek Komisji BHP> |<pracownik>
  
```

### 1.2.3 Funkcja sygnalizacyjna F(S-K)

Funkcje sygnalizacyjne obejmują predyspozycje do poprawnej realizacji wymagań systemów ochrony przeciwpożarowej, wspomaganie ruchu w transporcie wewnętrznym, systemów utrzymywania odpowiednich parametrów środowiska pracy (temperatury, czystości powietrza, hałasu, wilgotności, itp.), systemów transportu i składowania wyrobów toksycznych. Funkcje te przetwarzają sygnały z czujników (sensorów) akustycznych, optycznych, termicznych, czujników dymu i substancji toksycznych, czujników zbliżeniowych na komunikaty ostrzegawcze i alarmujące według PN EN 60849<sup>(2)</sup>. Komunikaty mogą być w postaci komend głosowych, napisów ostrzegawczych na monitorach, lamp ostrzegawczych, syren itp.

Innym rodzajem komunikatów, są komunikaty umieszczone na tablicach i znakach ostrzegawczych. Tego typu komunikaty przetwarzane są przez funkcje systemu BHP, które wynikają z przepisów, instrukcji lub zaleceń inspektorów BHP lub audytorów.

Można wyróżnić następujące rodzaje funkcji sygnalizacyjnej F(S-K):

- sygnalizacja zagrożenia pożarowego,
- sygnalizacja zagrożenia skażenia atmosfery,
- sygnalizacja zagrożenia w obsłudze maszyn i urządzeń,
- sygnalizacja zagrożenia akustycznego,
- sygnalizacja przekroczenia parametrów normatywnych powietrza,
- sygnalizacja przekroczenia ładowności,
- sygnalizacja nieprawidłowego oświetlenia.

Parametryzacja:

Wejście (I): sygnały z czujników/sensorów monitorujących

Wyjście (O): komunikaty

<komunikat>:= <komunikat informujący> |<komunikat ostrzegawczy> |<komunikat alarmowy>

<komunikat informujący>:= <status maszyny, procesu, procedury testowej> |<brak wstępnego materiału/zagrożenie zaopatrzenia w materiał> |<wada jakościowa> |<zakończenie procesu> |<wyświetlenie błędu> |<stan zajętości sektora> |<stan zajętości drogi transportowej na odcinku..>

<komunikat ostrzegawczy>:= <uwaga: stan krytyczny, należy zachować ostrożność> |<gotowość do działania> |<konieczne zachowanie uwagi> |<możliwość wystąpienia niebezpiecznych sytuacji> |<konieczna ingerencja w odpowiednim czasie> |<ostrzeżenie przed szkodami materialnymi i zdrowotnymi> |<proces jest poza normalnym zakresem działania, ale jeszcze w akceptowalnym zakresie błędu> |<należy przeprowadzić dodatkowa zmianę>, <reakcja użytkownika: nadzór i/lub ingerencja>

<komunikat alarmowy>:= <wystąpiła niebezpieczna sytuacja> |<zachodzi niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia> |<aktualne zagrożenie środowiska> |<nienormalny stan procesu> |<przekroczone wartości graniczne> |<konieczna niezwłoczna reakcja użytkownika>

Warunki wstępne (P):

atestacja urządzeń sygnalizacyjnych i komunikujących,

Uwarunkowania czasowe (T):

czas reakcji między sygnałem a edycją komunikatu,

Procedury (C):

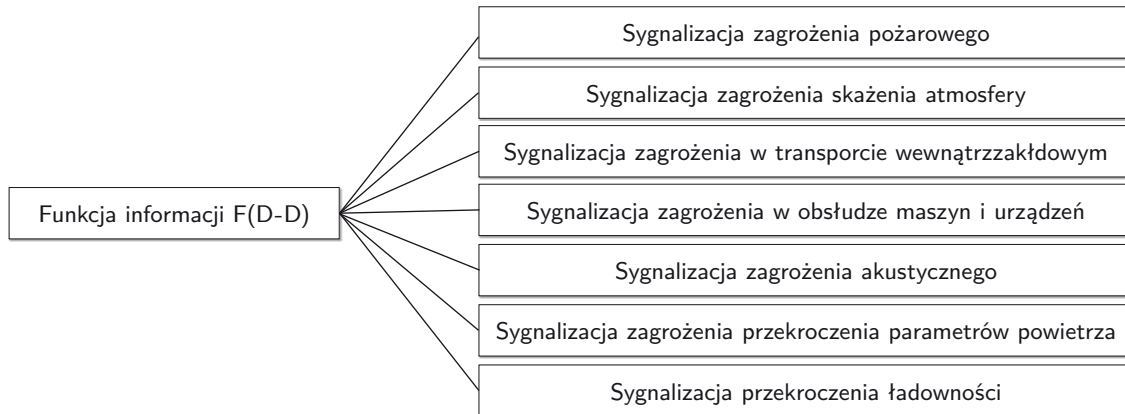
procedury sygnalizacyjne zgodne z normami.

### 1.2.4 Funkcja obserwacyjna F(O-K)

Funkcje obserwacyjne stanowisk pracy dotyczą audytu zachowań, który odpowiada na pytania:

- Czy warunki, w jakich praca jest wykonywana są bezpieczne a stanowisko pracy dobrze zorganizowane i uporządkowane?
- Czy pracownik posiada i stosuje odpowiednie dla wykonywanej pracy środki ochrony osobistej?
- Czy maszyny i narzędzia stosowane przez pracownika spełniają wymogi bezpieczeństwa?
- Czy pracownik koryguje sposób wykonywania pracy?

2. PN-EN 60849. Dźwiękowe systemy ostrzegawcze.



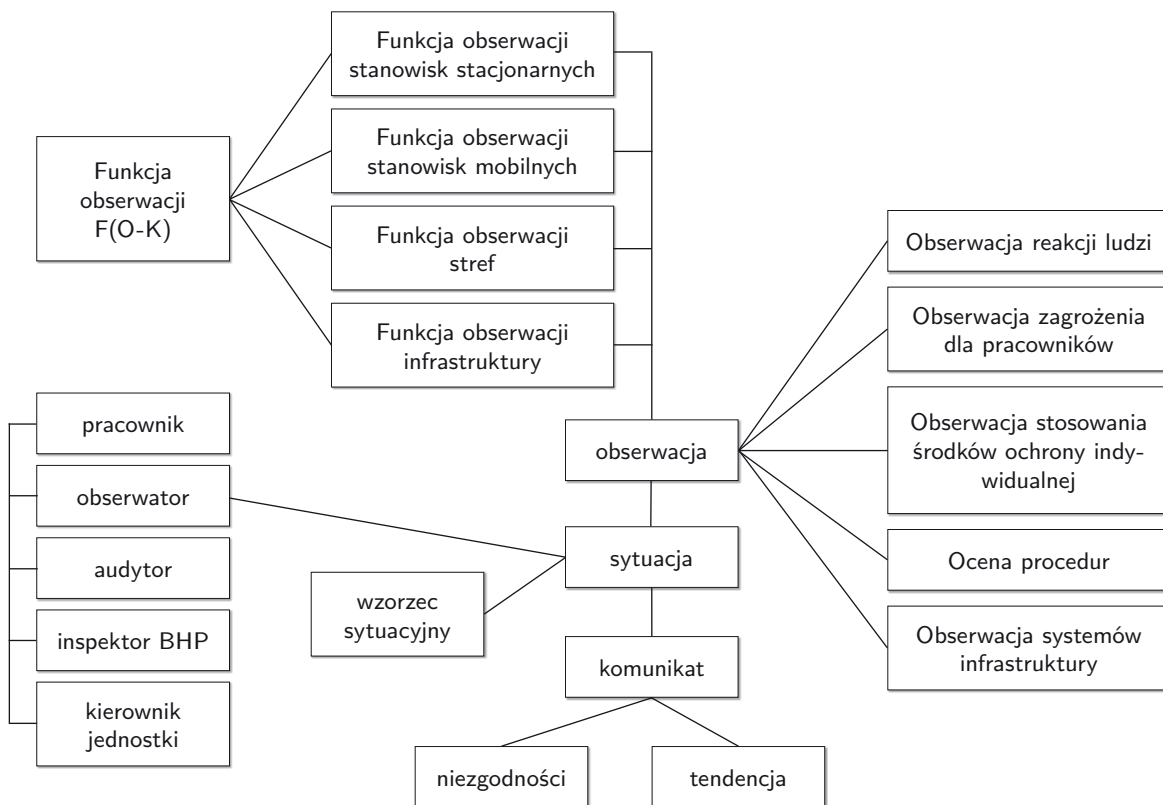
Rys. 6. Rodzaje funkcji sygnalizacyjnej F(S-K)

Funkcje obserwacyjne stanowisk pracy dotyczą:

- obserwacji stanowisk stacjonarnych,
- obserwacji stanowisk mobilnych (wózki widłowe w fazie transportu towaru),
- obserwacji stref (strefa składowania, strefa rozładunku, strefa kompletacji, itp.),
- obserwacji infrastruktury (drogi transportowe, system klimatyzacji, system oczyszczania powietrza, system zaopatrzenia w środki ochrony indywidualnej itp.).

Każda z funkcji obserwacyjnych posiada odpowiedni kontekst obserwacji składający się z następujących elementów:

- obserwator,
- sytuacja (wzorzec sytuacyjny, odstępstwa od wzorca sytuacyjnego, tendencja odstępstwa od wzorca sytuacyjnego).



Rys. 7. Klasyfikacja funkcji obserwacji F(O-K)



Komunikaty mogą mieć następujące treści:

<komunikat>:= <postępowanie pracowników> |<skutki zagrożeń> |<stosowanie środków ochrony indywidualnej>

<postępowanie pracowników>:= <nie stosują środków ochrony indywidualnej> |<zменяją sposób pracy> |<nie przestrzegają przepisów ruchu drogowego> |<nie respektują sygnałów ostrzegawczych>

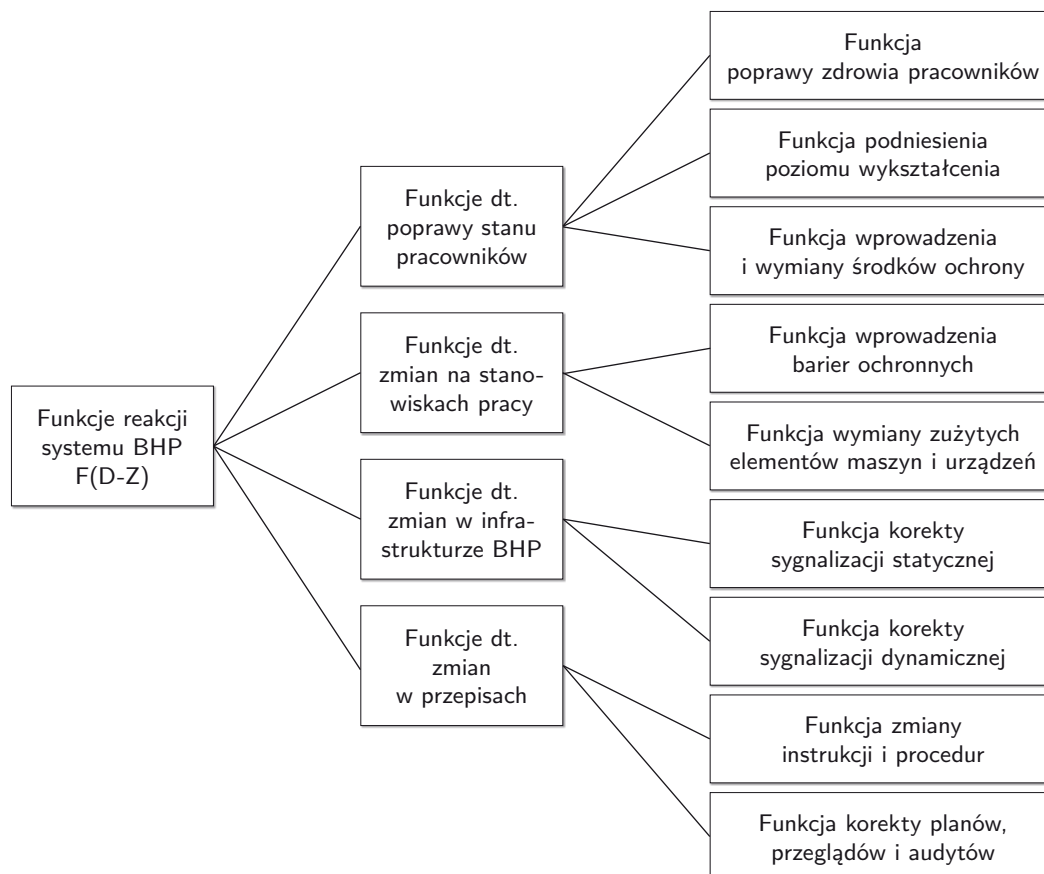
<skutki zagrożeń>:= <uderzenie o coś> |<uderzenie przez coś> |<upadek> |<zła pozycja> |<przekraczanie limitów obciążeń>

<stosowanie środków ochrony indywidualnej>:= <brak ochrony głowy> |<brak ochrony oczu i twarzy> |<brak ochrony słuchu> |<brak ochrony rąk i ramion> |<brak ochrony kończyn dolnych> |<brak ochrony układu oddechowego> |<brak odzieży ochronnej> |<brak elementów odblaskowych na odzieży>

### 1.2.5 Funkcja reakcji systemu BHP (D-Z)

Można wyróżnić następujące rodzaje funkcji reakcji systemu BHP:

- funkcje dt. poprawy stanu pracowników,
- funkcje dt. zmian na stanowiskach pracy,
- funkcje dt. zmian w infrastrukturze BHP,
- funkcje dt. zmian w przepisach.



Rys. 8. Klasyfikacja funkcji reakcji systemu BHP F(D-Z)

Parametryzacja funkcji reakcji systemu BHP:

Wejście (I):

Wejścia funkcji F(D-Z) stanowią dokumenty przygotowane w ramach funkcji informacji F(D-D), funkcji obserwacyjnej F(O-K), funkcji sygnalizacji (S-K).

Wyjście (O):

O1 — wnioski dt. zmian technologicznych (przeprojektowanie procesów)

O2 — wnioski dt. zmian w procedurach obsługi urządzeń

- O3 — wnioski dt. zmian w technicznych dt. wprowadzania barier ochronnych
- O4 — wnioski dt. zmian w stosowaniu środków ochrony indywidualnej
- O5 — wnioski dt. zmian w alokacji pracowników
- O6 — wnioski dt. szkoleń
- O7 — wnioski dt. zmian w instrukcjach
- O8 — wnioski dt. zmian w procedurach
- O9 — wnioski dt. działań prewencyjnych

Uwarunkowania czasowe (T):

- T1 — zmiany w harmonogramie przeglądów
- T2 — zmiany w harmonogramie audytów
- T3 — zmiany w planie obserwacji

Warunki początkowe (P):

- P1 — Przekroczenie parametru zmienności funkcji informacji F(D-D),
- P2 — Przekroczenie parametru zmienności funkcji sygnalizacyjnej F(S-K),
- P3 — Przekroczenie parametru zmienności funkcji obserwacyjnej F(O-K).

Procedury (C):

Procedury wprowadzania zmian

Zasoby:

Zasoby pracowników BHP odpowiedzialnych za analizę sytuacji i podejmowanie decyzji.

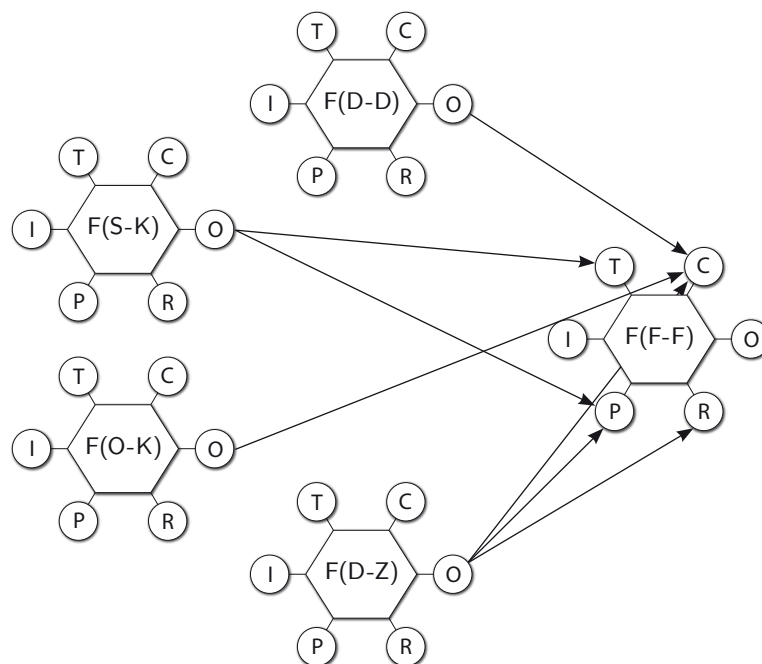
## 2 Relacje pomiędzy funkcjami

Relacje pomiędzy funkcjami F(F-F), F(D-D), F(S-K), F(O-K), F(D-Z) tworzą sieć semantyczną. Relacje między funkcjami obejmują kanały przesyłu informacji, które mają kluczowy wpływ na poziom bezpieczeństwa pracy. Stąd też funkcją wynikową jest funkcja produkcji F(F-F), która w systemie bezpieczeństwa powinna być wykonywana prawidłowo. W systemie zarządzania BHP następuje identyfikacja zmienności funkcji produkcji (funkcji następstwa) jako następstwo zmienności w realizacji funkcji informacji, funkcji sygnalizacji, funkcji obserwacji i funkcji reakcji systemu BHP (które są funkcjami wpływu).

Wyróżnia się następujące relacje wiążące wyjścia (O) poszczególnych funkcji wpływu z parametrami funkcji następstwa F(F-F):

- Relacja korekty instrukcji i procedur na podstawie wniosków R1  $\{O[F(D-D)] - C[F(F-F)]\}$  — jest relacją uwzględnienia wniosków z planowania, audytowania, wykonywania przeglądu, analizy ryzyka, identyfikacji zagrożeń, sprawdzania i kontrolowania oraz obserwacji bieżącej przez pracowników na danym stanowisku pracy.
- Relacja zmiany warunków początkowych przez komunikaty R2  $\{O[F(S-K)] - P[F(F-F)]\}$  — jest relacją uwzględniania komunikatów w warunkach początkowych realizacji funkcji produkcji F(F-F). Zmienność w wysyłaniu komunikatów o treści ostrzegawczej ma duże znaczenie w bezpiecznym wykonywaniu funkcji produkcji.
- Relacja zmiany priorytetów na podstawie komunikatów R3  $\{O[F(S-K)] - T[F(F-F)]\}$  — jest relacją zmiany priorytetów w wykonywaniu funkcji na podstawie komunikatów, np. ograniczenie prędkości wózka widłowego na zakrętach, itp.
- Relacja zmiany instrukcji i procedur na podstawie komunikatów z obserwacji R4  $\{O[F(O-K)] - C[F(F-F)]\}$  — jest relacją uwzględniającą zmiany w przepisach konkretnych instrukcji obsługi maszyn i urządzeń oraz w procedurach postępowania na podstawie komunikatów z obserwacji.
- Relacja zmiany warunków początkowych R5  $\{O[F(D-Z)] - P[F(F-F)]\}$  — jest relacją uwzględniania zmiany warunków początkowych realizacji funkcji produkcji, np. wprowadzanie dodatkowych barier (np. osłon).
- Relacja zmiana zasobów R6  $\{O[F(D-Z)] - R[F(F-F)]\}$  — jest relacją uwzględniania zmiany w zasobach funkcji produkcji, np. zmiana typu wózka widłowego z napędem spalinowym na wózek z napędem elektrycznym wynikającym z analizy zagrożeń.

- Relacja zmiany instrukcji i procedur na podstawie planowych audytów i przeglądów R7 {O[F(D-Z)] – C [F(F-F)]} — jest relacją wprowadzającą zmiany w instrukcjach i procedurach obsługi maszyn i urządzeń na podstawie planowych przeglądów i audytów.



Rys. 9. Sieć semantyczna w zarządzaniu bezpieczeństwem pracy

## Zakończenie

W pracy przedstawiono koncepcję ontologii systemu BHP autora. Jako podstawowe ontologie użyte do modelowania przedsiębiorstwa w aspekcie BHP przyjęto następujące:

- Model FRAM (Functional Resonance Analysis Model)<sup>3</sup> — model analizy funkcjonalnego rezonansu opracowany przez Hollnagela,
- Ontologię BFO (Basic Functional Ontology)<sup>4</sup> — w wersji 2.0 opartą na teorii opracowanej przez przez Barry Smith i Pierre Grenon,
- The theory behind BFO was developed first by Barry Smith and Pierre Grenon and presented in a series of publications listed here.

3. Zob. E. HOLLNAGEL (2012): FRAM, the Functional Resonance Analysis Method. Modelling Complex Socio-Technical Systems. Farnham, Surrey, UK England — Burlington, VT, Ashgate.

4. Zob. The Basic Formal Ontology 2.0. [[:]] <http://ifomis.uni-saarland.de/bfo/>.