

## KONCEPCJA ANKIETOWEGO POMIARU KULTURY BEZPIECZEŃSTWA PRACY

*Piotr Maksym, Halina Pawlak, Anna Pecyna*  
*Katedra Podstaw Techniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono projekt systemu ankietowego pomiaru kultury bezpieczeństwa pracy w oparciu o technologię sieci bayesowskich. Pokazano założenia do budowy systemu, który wykorzystując opracowaną ankietę elektroniczną, umożliwi szybkie pozyskanie informacji, ich przetworzenie oraz dokonanie analizy odpowiedzi zarówno w obrębie jednego przedsiębiorstwa, jak i porównanie kultury bezpieczeństwa pracy pomiędzy przedsiębiorstwami. Zaproponowane rozwiązanie zakłada, że system może funkcjonować jako usługa sieciowa i posłużyć firmom do samooceny kultury bezpieczeństwa pracy. Zastosowanie mechanizmów inferencyjnych sieci bayesowskich pozwoli na określenie cech, które mają największy wpływ na końcowy wynik oceny bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie.

**Słowa kluczowe:** pomiar ankietowy, pozyskiwanie informacji, kultura bezpieczeństwa pracy, sieci bayesowskie

### Wprowadzenie

Kształtowanie kultury bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie jest jednym z podstawowych elementów systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Poziom kultury bezpieczeństwa ma bezpośredni wpływ na postawy pracowników w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia [Milczarek 2004].

Wyjaśnienie pojęcia kultury bezpieczeństwa pracy należy rozpocząć od ogólnej definicji kultury. Zgodnie ze „Słownikiem języka polskiego”, jest to „całokształt materialnego i duchowego dorobku ludzkości, gromadzony, utrwalany i wzbogacany w ciągu jej dziejów, przekazywany z pokolenia na pokolenie”. Kultura jest to również stopień doskonałości w opanowaniu jakiejś specjalności czy umiejętności [Dziubisz 2003]. Jeżeli tę definicję przeniesiemy na zakres działań związanych z bezpieczeństwem pracy i ochroną życia pracowników to możemy powiedzieć, że kultura bezpieczeństwa jest to całokształt dorobku ludzkości w zakresie bezpieczeństwa (ochrony życia i zdrowia), utrwalany i wzbogacany w ciągu jej dziejów, przekazywany z pokolenia na pokolenie. Jest to stopień osiągniętej wiedzy w zakresie ochrony życia czy zdrowia. Każda grupa społeczna, w tym również

pracownicy zakładu, charakteryzuje się określonym poziomem kultury bezpieczeństwa. [Milczarek 2002]. Kulturę bezpieczeństwa według Studenskiego [2000] można odnosić zarówno do określonej grupy ludzi (organizacji, przedsiębiorstwa), jednostki oraz całego społeczeństwa. Kultura bezpieczeństwa organizacji określa wartości i postawy w zakresie bezpieczeństwa wspólnego dla członków danej grupy. Jest ona wynikiem kultury społeczeństwa, w ramach którego istnieje kultura bezpieczeństwa poszczególnych członków oraz własnych, przyjętych za istotne, założeń i wartości [HSE 1997].

Badanie kultury bezpieczeństwa pracy jest sposobem na sprawdzenie zaangażowania pracowników w stosowaniu i przestrzeganiu zasad bhp oraz okazją do propagowania tych zasad w miejscu pracy. Umożliwia także zrozumienie procesów, które determinują postępowanie pracowników do poprawnego wykonywania powierzonych im zadań. Kulturę bezpieczeństwa można badać, przeprowadzając badania kwestionariuszowe lub wywiady z pracownikami [Zohar 1980; Milczarek 2004; Pawlak i in. 2006].

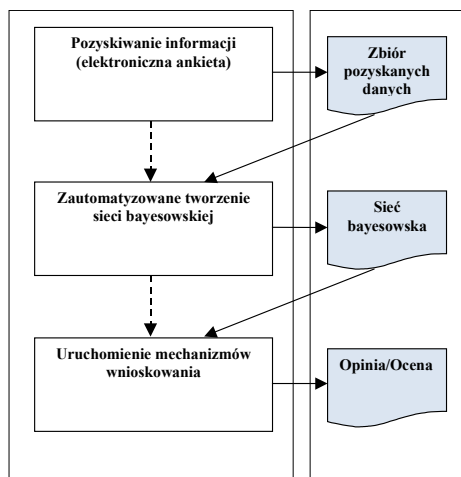
W pozyskiwaniu informacji do oceny kultury bezpieczeństwa pracy, jak podaje Milczarek [Milczarek 2004], najczęściej wykorzystywane są metody ankietowe. Ankieta jest formą wykorzystującą opinie i przekonania, dotyczące badanego problemu, wyrażone przez badane osoby. Metoda ta polega na udzielaniu odpowiedzi na pytania w formie swobodnej albo poprzez wybór dołączonych do każdego pytania możliwych odpowiedzi. W zależności od sformułowanych pytań i uzyskanych od respondentów odpowiedzi wnioskuje się o postawach, wartościach i normach zachowań w zakresie bezpieczeństwa oraz o ankietowanej osobie. Niekiedy budowa ankiety i zawarte w niej pytania ograniczają pozyskiwanie informacji tylko do istnienia i funkcjonowania systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy w danym przedsiębiorstwie. Zatem wnioski, które możemy wyciągać na podstawie analizy danych uzyskanych z przeprowadzonych ankiet, dotyczyć będą zintegrowanej oceny cech tego systemu. Ważne jest aby sposób konstruowania, a następnie analizy takich ankiet odbywał się według ścisłej formalnej metody, która zakłada utworzenie bazy wiedzy, będącej sformalizowanym zapisem wiedzy. W odniesieniu do bazy wiedzy można zastosować mechanizmy wnioskowania. Utworzenie formalnej reprezentacji wiedzy wymaga wcześniejszego jej uporządkowania i ustrukturalizowania. Metoda tworzenia formalnej reprezentacji wiedzy zakłada łatwość przejścia od opisu problemu w języku naturalnym do reprezentacji w języku formalnym i wykonywalnym [Kusz, Marciniak 2006].

## **Cel pracy**

Celem pracy było opracowanie założeń budowy zautomatyzowanego, elektronicznego systemu ankietowego pomiaru kultury bezpieczeństwa pracy przy pomocy sieci bayesowskich [Dokumentacja programu BayesiaLab]. Zastosowanie ankiety elektronicznej jest istotnym elementem opracowanej koncepcji zautomatyzowania procesu pozyskiwania danych oraz przenoszenia ich do środowiska sieci bayesowskich.

## **Koncepcja**

Do badania kultury bezpieczeństwa pracy stosowany jest kwestionariusz, który zawiera pogrupowane tematycznie pytania dotyczące przestrzegania przepisów bhp przez kierownictwo i pracowników. Ankieta zapisana w postaci elektronicznej, w odróżnieniu od



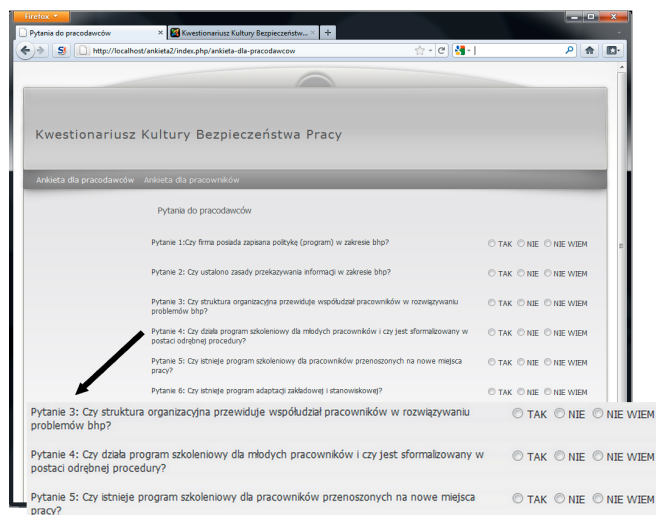
Rys. 1. Schemat blokowy funkcjonowania pomiaru ankiety

Fig. 1. A block scheme of functioning of the questionnaire measurement

ankiety w formie papierowej, pozwala na szybsze pozyskiwanie danych, opracowanie oraz dalszą ich analizę. Schemat blokowy funkcjonowania ankiety pomiaru kultury bezpieczeństwa pracy przedstawiono na rysunku 1. Opinie formułowane są za pomocą pytań kategorycznych z możliwością odpowiedzi: tak, nie, nie wiem, co przedstawiono na rysunku 2.

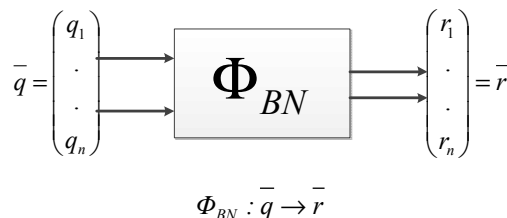
Możliwość zautomatyzowania zapisu w odpowiednim formacie i eksport zebranych danych do sieci bayesowskich umożliwia ograniczenie czasochłonności w porównaniu do metody tradycyjnej. Budowa inteligentnego systemu pomiaru kultury bezpieczeństwa pracy, wymaga utworzenia sieci bayesowskich, których wstępną warstwą są węzły reprezentujące odpowiedzi na pytania z ankiety. Kolejne warstwy węzłów sieci bayesowskich reprezentują operacje fuzji informacji, czyli

uporządkowanie zgromadzonych danych według określonych kryteriów oceny. Warstwą wyjściową sieci są węzły, reprezentujące formuły obliczeniowe przyjętych miar kultury bezpieczeństwa pracy. Konceptualizację takiego systemu pokazano na rysunku 3.



Rys. 2. Przykład zestawu pytań w ankiecie dla pracodawców

Fig. 2. An example of the question set for employers



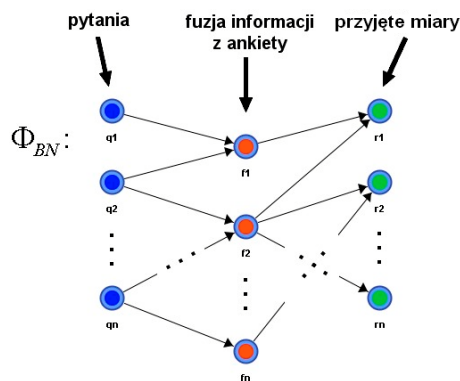
Rys. 3. Konceptualizacja pomiaru ankietowego  
Fig. 3. Conceptualisation of the questionnaire measurement

gdzie:

- $\bar{q}$  – wektor zawierający pytania zawarte w kwestionariuszu,
- $\Phi_{BN}$  – sieć bayesowska reprezentująca pomiar ankietowy (m. in. operacje fuzji pozyskanych informacji z pytań zawartych w kwestionariuszu)
- $\bar{r}$  – wektor zawierający przyjęte miary bezpieczeństwa pracy.

Budując sieć bayesowską, każde pytanie z ankiety odwzorowujemy w węzeł tej sieci. Oznacza to, że tyle ile jest pytań tyle powstanie węzłów. Węzły reprezentujące pytania od siebie niezależne mogą być zadawane odrębnie. Dla węzłów warunkowo niezależnych, czyli pytań niezależnych od siebie, określone są prawdopodobieństwa aprioryczne, na podstawie danych pozyskanych z ankiety. Podstawą przy konstruowaniu sieci bayesowskich jest założenie, że siła oddziaływania pomiędzy węzłami grafu sieci zawiera niepewność. Jest ona reprezentowana poprzez przypisanie określonego prawdopodobieństwa zdarzenia (przewidywanie uzyskanych odpowiedzi), za pomocą tabeli z warunkowym rozkładem prawdopodobieństwa. Zatem z każdym węzłem zależnym od innego węzła sieci wiążemy tabelę z warunkowym rozkładem prawdopodobieństwa nad zbiorem kategorii, będącym możliwymi odpowiedziami na pytanie reprezentowane przez dany węzeł. Łuki łączące węzły wstawiamy między tymi węzłami, które reprezentują powiązane ze sobą przyczynowo-skutkowe pytania, np.: według kolejności zadawania pytań [Pearl 1988; Fenton i in. 2002]

Zebrany zbiór wypełnionych ankiet służy jako zestaw danych do maszynowego uczenia sieci. Analiza ankiet, czyli wydobycie uogólnionych zintegrowanych ocen, polega na uruchomieniu algorytmu wnioskowania, efektem którego jest uzyskanie w warstwie wyjściowej poszukiwanych informacji. Przykład schematu pomiaru w postaci sieci bayesowskiej przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat koncepcji pomiaru ankietowego w postaci sieci bayesowskich

Fig. 4. Scheme of the idea of the questionnaire measurement in the form of the Bayesian networks

gdzie:

- q1, q2, ..., qn – węzły sieci bayesowskiej reprezentujące odpowiedzi na pytania zawarte w kwestionariuszu;
- f1, f2, ..., fn – węzły sieci bayesowskiej reprezentujące fuzje informacji - integrator wielu źródeł informacji ;
- r1, r2, ..., rn – węzły sieci bayesowskiej reprezentujące miary kultury bezpieczeństwa pracy
- q1, q2, ..., qn – nodes of the Bayesian network representing answers to the questions included in the questionnaire;
- f1, f2, ..., fn – nodes of the Bayesian network representing information fusions - an integrator of many sources of information;
- r1, r2, ..., rn – nodes of the Bayesian network representing measures of the work safety culture

Kontynuacja opracowywania systemu dotyczyć będzie jego budowy i polegać na uruchomieniu, importowaniu danych pochodzących z uzupełnionych ankiet elektronicznych, w wykonywalnym środowisku opartym na języku sieci bayesowskich. Działanie systemu wykorzysta metody maszynowego uczenia oraz mechanizmy wnioskowania.

## Podsumowanie

Koncepcja projektu systemu ankiety pomiaru kultury bezpieczeństwa pracy obejmowała przeniesienie ankiety do wersji elektronicznej i jej odwzorowanie w postaci sieci bayesowskiej, która zawiera węzły z uzyskiwanymi odpowiedziami, węzły będące integratorem informacji oraz węzły wynikowe. Zaproponowane rozwiązanie zakłada, że system może funkcjonować jako usługa sieciowa i posłużyć firmom do samooceny kultury bezpieczeństwa. Zastosowanie mechanizmów inferencyjnych sieci bayesowskich pozwoli na określenie cech, które mają największy wpływ na końcowy wynik oceny bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie.

System może być wykorzystany jako miernik poziomu kultury bezpieczeństwa pracy, czyli oceny wiedzy pracowników w oparciu o ich świadome działania w zakresie bezpieczeństwa pracy powyżej minimalnego wypełniania warunków opisanych w przepisach bhp.

Zautomatyzowany system pomiaru może być wykorzystany do przeprowadzania rankingu firm pod względem kultury bezpieczeństwa pracy.

## Bibliografia

- Dziubisz S.** (2003): Słownik języka polskiego. PWN, Warszawa.
- Fenton N., Krause P., Neil M.** (2002): Software measurement: uncertainty and causal modeling. IEEE Software, Vol. 10(4), 116-22.
- Health and Safety Executive.** (1997): Successful health and safety management. HSE Books, ISBN 9780717612765.
- Kusz A., Marciniak A. W.** (2006): Dynamiczne sieci probabilistyczne jako system reprezentacji wiedzy. Inżynieria Rolnicza, 12(87), 285-294.

- Milczarek M.** (2002): Kultura bezpieczeństwa pracy. CIOP PIB, Warszawa, ISBN 9788373730151.
- Milczarek M.** (2004): Kształtowanie kultury bezpieczeństwa w aspekcie zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Podstawy systemowego zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy (red. Podgórski D., Pawłowska Z.). CIOP PIB, Warszawa, 145-155.
- Pawlak H., Jasiński K., Maksym P.** (2006): Tworzenie kultury bezpieczeństwa pracy w zakładzie przemysłu spożywczego. Inżynieria Rolnicza, 6(81), 117-123.
- Pearl J.** (1988): Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Network of Plausible Inference. Morgan Kaufmann, 1-27.
- Studenski R.** (2000): Kultura bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 9, 1-4.
- Zohar D.** (1980): Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications. Journal of Applied Psychology, Vol. 65, 1, 96-102.
- Dokumentacja programu BayesiaLab [online], [dostęp 12.10.2011], Dostępny w Internecie: <http://www.bayesia.com>.

## **A CONCEPT OF THE QUESTIONNAIRE MEASUREMENT OF WORK SAFETY CULTURE**

**Abstract.** The article presents a project of the questionnaire system for measuring work safety culture on the basis of the Bayesian networks technology. The work presents assumptions for the construction of the system, which using an electronic questionnaire, allows for fast obtaining of information, their processing and making analysis of answers both within one enterprise as well as comparison of work safety culture between enterprises. A suggested solution assumes that the system may function as a net service and may serve companies to self estimate their work safety culture. The use of interference mechanisms of the Bayesian networks will allow for determination of properties, which have the biggest influence on the final result of the estimation of the work safety in an enterprise.

**Key words:** questionnaire measurement, acquisition of information, work safety culture, bayesian networks

**Adres do korespondencji:**

Piotr Maksym; e-mail: [piotr.maksym@up.lublin.pl](mailto:piotr.maksym@up.lublin.pl)  
Katedra Podstaw Techniki  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Doświadczalna 50a  
20-280 Lublin