



Wioletta M. Bajdur, Marcin Mrówczyński

Katedra Systemów Technicznych i Bezpieczeństwa

Politechnika Częstochowska

al. Armii Krajowej 19, 42-200 Częstochowa

e-mail: wiolawb@poczta.onet.pl

ANALIZA ZAGROZEŃ ŚRODOWISKA PRACY W ELEKTROWNIACH CIEPLNYCH-WĘGLOWYCH

Streszczenie. Jednym z najważniejszych zagadnień dotyczących środowiska pracy jest identyfikacja i analiza zagrożeń. Zagrożenia określamy na podstawie pomiaru częstości i ilości różnorodnych czynników występujących w środowisku pracy. Pracodawca wskazuje czynniki szkodliwe po przeprowadzeniu rozpoznania źródeł emisji oraz warunków wykonywania pracy, które mają wpływ na poziom stężeń lub natężeń tych czynników lub na poziom narażenia na oddziaływanie tychże. W elektrowniach ciepłych produkujących energię elektryczną z paliw kopalnych (węgiel) prowadzi się badania i pomiary praktycznie większości czynników z grup czynników fizycznych i chemicznych, na które może być narażony pracownik w środowisku pracy. W artykule przedstawiono identyfikację zagrożeń w elektrowni cieplnej i dokonano ich analizy z uwzględnieniem metod eliminacji tych zagrożeń.

Słowa kluczowe: czynniki chemiczne, fizyczne i psychofizyczne, elektrownie ciepłe, eliminacja zagrożeń.

ANALYSIS OF WORK ENVIRONMENT HAZARDS AT THE THERMAL POWER PLANTS - COAL-BASED

Abstract. One of the most essential issue regarding work environment is identification and analysis of hazards. Hazards are defined based on measurement of frequency and number of various factors occurring at the work environment. The employer specifies harmful factors after recognizing sources of emission and work conditions, which influence levels of concentrations or intensity of the mentioned factors, or level of exposure to the mentioned factors. Tests and measurements of practically all physical and chemical factors, to which the worker at the work environment may be exposed, are carried out in thermal power plants which generate electric energy of fossil fuels (coal). The

article covers identification of hazards at the thermal power plant and their analysis considering methods of their elimination.

Keywords: chemical factors, physical and psycho-physical factors, thermal power plants, hazards elimination.

Wstęp

Przemysł energetyczny należy do sektorów gospodarki o szkodliwym wpływie na środowisko naturalne (zanieczyszczenia i zmiany w krajobrazie) i zdrowie. W Unii Europejskiej podejmuje się skoordynowane działania na rzecz ograniczenia tego szkodliwego wpływu poprzez integrację polityki energetycznej z polityką ekologiczną.

Bezpieczeństwo energetyczne jest kwestią strategiczną dla każdego państwa. System wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej, obok systemu transportowego, warunkuje sprawne funkcjonowanie jego gospodarki [1].

W elektrowniach cieplnych produkujących energię elektryczną z paliw kopalnych (węgiel) prowadzi się badania i pomiary praktycznie większości czynników z grup czynników fizycznych i chemicznych, na które może być narażony pracownik w środowisku pracy. Badania i pomiary czynników występujących w środowisku pracy należą do pracodawcy.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. nr 33) określa:

- tryb, metody, rodzaj i częstotliwość wykonywania badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy,
- przypadki, w których konieczne jest prowadzenie pomiarów ciągłych,
- wymagania, jakie powinny spełniać laboratoria wykonujące badania i pomiary,
- sposoby rejestrowania i przekazywania wyników badań i pomiarów,
- wzory dokumentów oraz sposób udostępniania wyników badań i pomiarów pracownikom.

Od pracodawcy wymagane jest również wskazanie czynników szkodliwych, po przeprowadzeniu rozpoznania źródeł emisji oraz warunków wykonywania pracy, które mają wpływ na poziom stężeń lub natężeń tych czynników lub na poziom narażenia na oddziaływanie tychże. Szczególnie należy uwzględnić:

- rodzaj tych czynników,
- procesy technologiczne,

- wyposażenie techniczne, w tym maszyny, urządzenia, instalacje i narzędzia, które mogą być źródłem emisji czynników szkodliwych, z uwzględnieniem wyników pomiarów tej emisji dostarczonych przez producentów,
- środki ochrony zbiorowej i dane dotyczące ich użytkowników,
- rzeczywisty czas narażenia na oddziaływanie czynników szkodliwych dla zdrowia, z uwzględnieniem obowiązującego u pracodawcy systemu i rozkładu czasu pracy.

Analizie podlega także organizacja pracy i sposoby jej wykonywania. Działania dotyczące rozpoznania i typowania czynników szkodliwych oraz ich badania, mierzenia i pobierania próbek muszą być ponadto konsultowane z pracownikami lub ich przedstawicielami (w trybie przyjętym w zakładzie pracy) [3].

W artykule przedstawiono krótką charakterystykę przemysłu energetycznego w Polsce i na świecie oraz identyfikację zagrożeń w elektrowni ciepłej. Dokonano także ich analizy, z uwzględnieniem metod eliminacji tych zagrożeń.

Przemysł energetyczny w Polsce i na świecie

Rozwój gospodarczy państw jest uzależniony od dostępu do energii. Prognozuje się, że do 2040 r. gospodarka światowa będzie rosła w średnim tempie 2,8% rocznie. Uwzględniając przewidywane stałe zwiększanie efektywności w wytwarzaniu energii, wzrost globalnego sektora energetycznego będzie wynosić 1,1% rocznie. Przewiduje się, że spadać będzie znaczenie źródeł konwencjonalnych (energia z węgla i ropy naftowej – przewidywany wzrost o 0,4% rocznie), przy jednoczesnym wzroście udziału źródeł odnawialnych (energia słoneczna, wiatrowa, wodna i geotermalna – wzrost o 7,4% rocznie). Rozwój energetyki odnawialnej powinien się przyczynić do osiągnięcia udziału około 20% globalnie wytwarzanej energii w 2040 roku [6].

Przedstawiony w tabeli 1 udział procentowy elektrowni atomowych w produkcji energii elektrycznej w Belgii, Chinach i Francji oraz elektrowni wodnych we wszystkich wymienionych krajach potwierdza wyraźny rozwój alternatywnych źródeł pozyskiwania energii, głównie ze źródeł odnawialnych. Energetyka w skali światowej jest to sektor, który budzi duże zainteresowanie inwestorów. Projekty związane z zaopatrzeniem w gaz, wodę i energię elektryczną stanowią około 8–10% wszystkich światowych inwestycji w ostatnich latach.

Tab. 1. Procentowy udział produkcji energii elektrycznej według typów elektrowni w wybranych państwach

Państwo	Elektrownie ciepłe	Elektrownie wodne	Elektrownie atomowe
Belgia	42,1	1,6	56,3
Brazylia	6,8	93,2	-
Chiny	80,4	18,1	1,5
Francja	7,3	17,0	75,7
Norwegia	0,5	99,5	-
Polska	97,2	2,8	-

Źródło: Opracowanie własne: www.wikipedia.pl: *Energetyka na świecie*.

Skutkiem zmian strukturalnych w przemyśle energetycznym w Polsce jest jego konsolidacja w grupy kapitałowe. Według danych URE, trzech największych wytwórcy dysponowali ponad połową mocy zainstalowanych i odpowiadali za prawie 2/3 produkcji energii elektrycznej w kraju. Do największych firm w sektorze należą obecnie [7]:

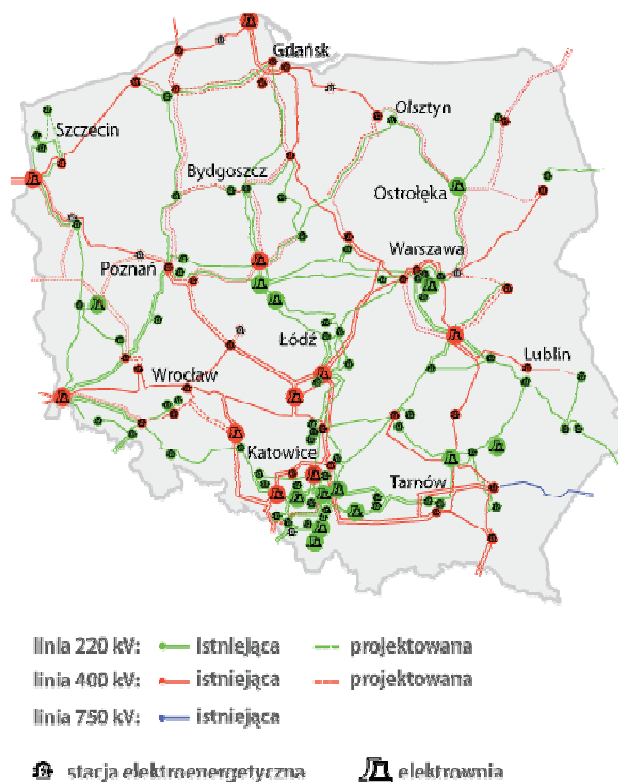
- **Grupa kapitałowa (GK) PGE** – firma zarządzająca ponad 40 elektrowniami i elektrociepłowniami, 8 operatorami sieci dystrybucyjnych, 7 przedsiębiorstwami sprzedaży detalicznej i 3 kopalniami węgla brunatnego. Produkuje około 40% energii elektrycznej i ma zainstalowaną moc na poziomie 13,1 GW.
- **GK Tauron** – posiada elektrownie węglowe o łącznie zainstalowanej mocy 5,3 GW, 35 elektrowni wodnych (132 MW) i dwie farmy wiatrowe (61 MW), wytwarza 14% energii elektrycznej i 16% energii cieplnej w kraju.
- **GK Enea** – operator elektrowni węglowej w Kozienicach (2,9 GW) i dystrybutor energii w zachodniej Polsce, łączna moc zainstalowana grupy to 3,1 GW.
- **EDF** – operator m.in. elektrowni w Rybniku, posiada moc zainstalowaną 3,5 GW i odpowiada za 10% produkcji energii elektrycznej oraz 15% energii cieplnej w Polsce. Grupa ta należy do francuskiego inwestora.
- **ZE PAK** – drugi co do wielkości podmiot produkujący energię z węgla brunatnego, z mocą zainstalowaną 2,9 GW. Jest producentem 12% energii elektrycznej w Polsce.

- **GK Energa** – jest operatorem 47 elektrowni wodnych i elektrowni węglowej w Ostrołęce.

Dystrybucja energii elektrycznej opiera się na **sieci przesyłowej**, której właścicielem i nadzorcą w Polsce jest spółka PSE Operator. PSE realizuje zadania operatora systemu przesyłowego, w oparciu o posiadaną sieć przesyłową najwyższych napięć, którą tworzą:

1. 242 linie o łącznej długości 13 396 km, w tym:
 - jedna linia o napięciu 750 kV o długości 114 km,
 - 74 linie o napięciu 400 kV o łącznej długości 5340 km,
 - 167 linii o napięciu 220 kV o łącznej długości 7942 km
2. 100 stacji najwyższych napięć (NN),
3. podmorskie połączenie dla prądu stałego 450 kV Polska – Szwecja o całkowitej długości 254 km [10].

Krajowy System Elektroenergetyczny



Rys. 1. Krajowy System Elektroenergetyczny

Źródło: PSE S.A.

Całkowita zdolność przepustowa połączeń polskiego systemu elektroenergetycznego z krajami Unii Europejskiej wynosi 2000–3000 MW (w zależności od konfiguracji pracy systemu) i jest ograniczona zdolnościami przesyłowymi wewnątrz krajowego systemu. Obecna moc połączeń transgranicznych spełnia cel uznany przez Radę Europy, mówiący o minimum 10% zdolności przesyłowej połączeń transgranicznych w stosunku do mocy zainstalowanej w krajowym systemie elektroenergetycznym.

Analiza zagrożeń w elektrowniach ciepłych - węglowych

W środowisku pracy możemy spotkać się z różnymi czynnikami szkodliwymi dla zdrowia, niebezpiecznymi bądź uciążliwymi. Przedstawiono tu przyjęty powszechnie podział tych czynników, ze względu na sposób i rodzaj zagrożeń, jaki powodują one w środowisku pracy.

Czynniki niebezpieczne (urazowe), które działając na człowieka w sposób najczęściej nagły, mogą spowodować u niego uraz (wypadek przy pracy). Do grupy tej zaliczamy kilka podstawowych typów zagrożeń:

- zagrożenia elementami ruchomymi i luźnymi,
- zagrożenia elementami ostrymi i wystającymi,
- zagrożenia związane z przemieszczaniem się ludzi,
- zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym,
- zagrożenia poparzeniem,
- zagrożenia pożarem lub/i wybuchem.

Czynniki szkodliwe i uciążliwe działające na pracownika przez dłuższy okres mogą spowodować obniżenie sprawności fizycznej i psychicznej pracownika lub zmiany w stanie jego zdrowia, a w konsekwencji doprowadzić do choroby zawodowej.

Czynniki te dzielimy na cztery podstawowe typy: czynniki fizyczne, chemiczne, biologiczne i psychofizyczne. Najczęściej w przemyśle energetycznym występują czynniki fizyczne, do których zaliczamy: hałas (ustalony i nieustalony, hałas infradźwiękowy, hałas ultradźwiękowy), mikroklimat, promieniowanie optyczne (widzialne, podczerwone i ultrafioletowe), promieniowanie jonizujące, promieniowanie laserowe, pole elektromagnetyczne (niskiej i wysokiej częstotliwości), pole elektrostatyczne, pyły przemysłowe i wibrację (ogólną i miejscową, oddziałującą na organizm człowieka przez kończyny górne). Często spotykaną grupą czynników są czynniki chemiczne, które są w zależności od działania na organizm ludzki, dzielą się na: substancje toksyczne, substancje drażniące, substancje uczulające, substancje rakotwórcze, substancje mutagenne, substancje upośledzające układ rozrodczy. Rzadziej spotykane są czynniki biologiczne, obejmujące drobnoustroje komórkowe, pasożyty

wewnętrzne, jednostki bezkomórkowe zdolne do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego, w tym zmodyfikowane genetycznie hodowle komórkowe, które mogą być przyczyną zakażenia, alergii lub zatrucia. Do czwartej grupy zalicza się obciążenia psychofizyczne oraz fizyczne (statyczne i dynamiczne). Jak wynika z analiz dotyczących identyfikacji zagrożeń, w elektrowniach cieplnych możemy spotkać się praktycznie z wszystkimi rodzajami zagrożeń istniejącymi w środowisku pracy. Wynika to głównie ze specyfiki zakładu, jakim jest elektrownia, która powoduje, że niektóre działania i czynności, np.: oczyszczanie ścieków, uzdatnianie wody, remonty urządzeń i maszyn, magazynowanie paliw są bardziej opłacalne i bezpieczniejsze na terenie zakładu niż poza nim. Ponadto część wymienionych zagrożeń występuje sporadycznie lub ma charakter incydentalny, wynikający choćby z wymiany elementów bądź urządzeń, po której to czynności dane zagrożenie zostaje zlikwidowane, np. wymiana rynien areacyjnych wyłożonych azbestem w instalacji odpopielania na rynny wyłożone włóknami kompozytowymi itp.

Metody eliminacji zagrożeń

Eliminację lub ograniczenie wpływów czynników szkodliwych, niebezpiecznych i uciążliwych występujących w procesie pracy możemy realizować poprzez wprowadzenie i przestrzeganie następujących zasad [9]:

1. Wyeliminowanie źródeł czynników niebezpiecznych i szkodliwych:
 - dobór nieszkodliwych lub mniej szkodliwych surowców jeśli to możliwe;
 - dobór procesów technologicznych, maszyn i urządzeń nie stwarzających zagrożeń czynnikami fizycznymi;
 - eliminowanie nieprawidłowych zachowań pracowników przez zastosowanie bezpiecznych rozwiązań technicznych;
2. Odsunięcie człowieka z obszaru działania czynników szkodliwych i niebezpiecznych:
 - robotyzacja procesów produkcyjnych;
 - mechanizacja, automatyzacja (zdalne sterowanie i obserwowanie procesu);
 - wydzielenie lub optymalne rozmieszczenie uciążliwych urządzeń;
 - zastosowanie sygnalizacji stanów niebezpiecznych lub uniemożliwienie człowiekowi wejścia w strefę zagrożenia;
3. Ograniczenie wpływu czynników szkodliwych i niebezpiecznych poprzez zastosowanie ochron osobistych:
 - dobór i właściwe stosowanie ochron osobistych;
 - dbanie o dobry stan i konserwacja ochron osobistych;
 - egzekwowanie od pracowników stosowania środków ochrony osobistej;

- szkolenie pracowników z zasad prawidłowego stosowania środków ochrony indywidualnej;
 - przestrzeganie zasad przydziału ochron indywidualnych;
 - umieszczanie w odpowiednim miejscu znaków nakazujących stosowanie ochron osobistych;
4. Ograniczenie wpływu czynników szkodliwych i niebezpiecznych na człowieka przez osłonięcie strefy narażenia
- stosowanie odpowiednich kubatur budynków i pomieszczeń;
 - hermetyzacja procesów produkcyjnych;
 - stosowanie zbiorowych środków ochrony w pomieszczeniach;
 - stosowanie środków ochrony przed przenikaniem emitowanych czynników;
5. Odpowiedni dobór pracowników:
- przestrzeganie przeciwwskazań zdrowotnych do zatrudnienia na danym stanowisku;
 - zatrudnianie na danym stanowisku pracowników o odpowiednich kwalifikacjach;
 - dobór psychologiczny;
 - odpowiednia organizacja procesu pracy;
 - uprawnienia kwalifikacyjne;
 - szkolenia bhp i zawodowe, system nagród i kar;
 - ostrzeganie o zagrożeniach i zakazie wykonywania pewnych czynności;
6. Optymalizacja organizacji pracy:
- opracowanie i wdrożenie procedur obejmujących bezpieczne metody pracy;
 - organizacja pracy w taki sposób, aby ograniczyć przebywanie pracownika w strefie zagrożenia;
 - zaangażowanie pracowników w kształtowanie bezpiecznych warunków pracy i dbanie o środowisko naturalne;
 - szkolenia i ćwiczenia;
 - świadomość istoty bezpieczeństwa;
 - uprawnienia kwalifikacyjne pracownika;
 - nadzór nad pracownikami i wykonywanymi pracami;
 - system znaków i sygnałów ostrzegawczych o zagrożeniach i zakazie wykonywania pewnych czynności;
 - konkursy wiedzy o bhp;
 - wizualizacja problematyki bhp i ochrony środowiska - plakaty, plany o tematyce bhp;

7. Monitorowanie czynników szkodliwych:
 - badania i pomiary czynników szkodliwych;
 - porównanie wyników badań i pomiarów z wartościami dopuszczalnymi;
 - podjęcie działań ograniczających oddziaływanie czynników szkodliwych na pracownika;
 - informowanie pracowników o wynikach pomiarów i badań;
8. Badania profilaktyczne:
 - badania wstępne przed przystąpieniem do pracy;
 - badania okresowe;
 - badania kontrolne;
 - badania dodatkowe wynikające ze specyfiki stanowiska np.: badania sanitarne;
9. Ergonomia stanowisk pracy:
 - dostosowanie stanowisk i procesów pracy do psychofizycznych możliwości pracowników, w celu polepszenia warunków i wyników pracy;
 - zmniejszanie istniejących obciążeń a także poprawę wydajności i jakości pracy;
 - ergonomiczne zaprojektowanie narzędzi, maszyn, urządzeń a także całego obiektu przemysłowego.

W przypadku, gdy nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie czynników szkodliwych, niebezpiecznych i uciążliwych w procesie pracy, pracodawca obowiązany jest do zaopatrzenia pracowników w środki ochrony indywidualnej oraz środków ochrony zbiorowej w obiektach i instalacjach na terenie zakładu pracy [4]. Środki ochrony zbiorowej w takich przypadkach stanowią najważniejszy element w zapewnieniu bezpiecznych warunków pracy.

Podsumowanie

Pracodawca jest zobowiązany zapewnić pracownikom bezpieczeństwo i ochronę zdrowia na każdym stanowisku pracy, we wszystkich związanych z pracą aspektach. Aby móc ten obowiązek zrealizować konieczne jest przeprowadzenie oceny stanu bezpieczeństwa oraz analiza wszystkich aspektów środowiska pracy, które na ten stan bezpieczeństwa mogą wpływać. Jedną z metod oceny stanu bezpieczeństwa jest wykonanie oceny ryzyka zawodowego. Ocena ryzyka ma za zadanie, między innymi, zapobiegać skutkom zagrożeń. W środowisku pracy, jakim jest elektrownia ciepłna przedstawiono zagrożenia powodowane czynnikami niebezpiecznymi i uciążliwymi. Sposób prowadzenia badań czynników szkodliwych dla zdrowia ściśle związany jest z wymogami zawartymi w Polskich Normach dotyczących przeprowadzania badań, pomiarów

oraz sposobu obliczania wyników. W laboratoriach elektrowni tworzone są procedury badawcze lub instrukcje robocze zawierające opis i techniki przeprowadzania poszczególnych badań i pomiarów w środowisku pracy. Procedury tworzone w oparciu o normy ułatwiają wykonywanie badań i pomiarów, ponieważ zawierają cały proces postępowania, od sposobu przeprowadzania pomiarów i badań, poprzez obliczanie, na prezentacji ich wyników kończąc. Przeprowadzając badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy należy stosować się do wytycznych zawartych w Polskich i Europejskich Normach, procedurach i instrukcjach [2]. Po wykonaniu badań i pomiarów oraz dokonaniu obliczeń przygotowywane są sprawozdania z badań (pomiarów).

Identyfikacja zagrożeń, niezależnie od zastosowanej metody oceny ryzyka zawodowego, wymusza systematyczne gromadzenie informacji o zagrożeniach dla wszystkich czynników w środowisku pracy. Prowadzi to do weryfikacji zagrożeń oraz ich źródeł dla poszczególnych stanowisk, urządzeń produkcyjnych na wszystkich etapach ich użytkowania. Dla zweryfikowanych zagrożeń można sprawdzić, czy oceniono związane z nimi ryzyko zawodowe [8]. Wynikiem oceny ryzyka zawodowego jest zastosowanie środków ochrony w celu ograniczenia lub wyeliminowania zagrożeń na stanowisku pracy.

Literatura

- [1] Bajdur W., Idzikowski A.: *Analiza wpływu zagrożeń środowiskowych na wypadkowość w elektrowniach*, [w:] *Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy. Techniczne problemy zapewnienia bezpieczeństwa pracy w przemyśle*. WZ PCz 2010.
- [2] Bonanowicz J., Ligęza A., Frydrych A., Wójcik A.: *Elektrownia Bełchatów*, PGE 2015.
- [3] Idzikowski A., Bajdur W.: *Analiza funkcjonowania systemu zarządzania bezpieczeństwem pracy i ochroną środowiska w wybranych przedsiębiorstwach produkcyjnych*, [w:] *Bezpieczeństwa systemu człowiek – obiekt techniczny – otoczenie*. Red. nauk. Sz. Salamon, wyd. WZ PCz, Częstochowa 2011.
- [4] Koradecka D.: *Bezpieczeństwo Higiena Pracy*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Instytut Badawczy, Warszawa 2008.
- [5] Majchrzycka K. Pościk A.: *Dobór środków ochrony indywidualnej*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2007.
- [6] Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych: *Sektor Energetyczny w Polsce 2013*.
- [7] Sprawozdanie z działalności Prezesa URE 2011 r, s. 23.

- [8] <http://www.asystentbhp.pl>
- [9] <https://www.bhptorun.cba.pl>
- [10] <http://www.pse-operator.pl>