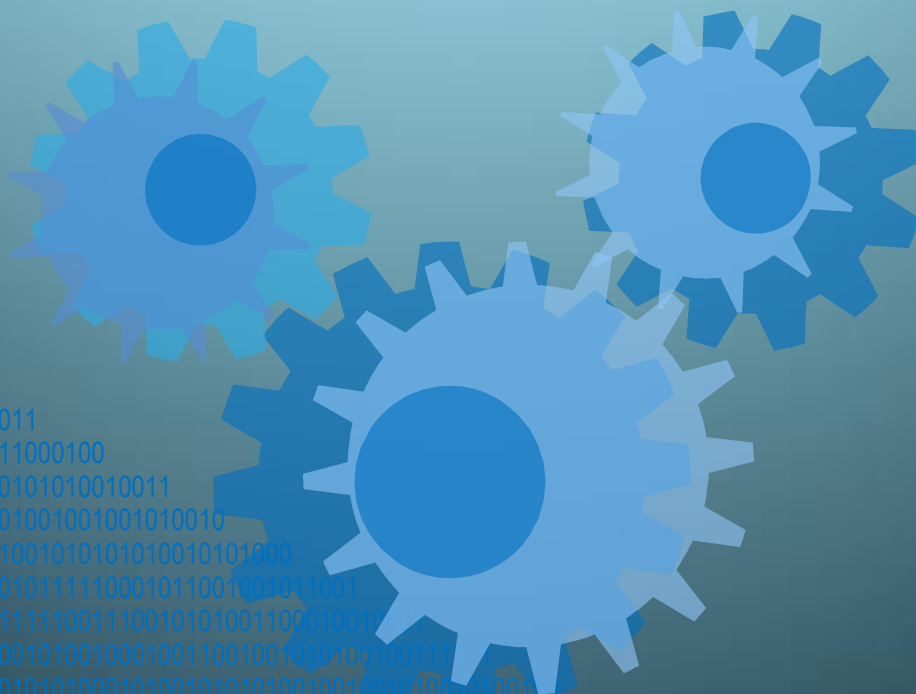


REDAKCJA NAUKOWA

Paweł Bachman

Problemy inżynierii bezpieczeństwa i nauk o pracy



111111
10101001010
0001011001001011
011100101010011000100
10001001100100101010010011
000101001010101001001001010010
01011001001101001010101010010101000
00110001001000101111000101100100101001
0101010010011111110011001010100110001001
01001001001010010100100010011001001010100111
100101010101001010100010100101010100100100101001
0101010100101010001010010101010010010100100010011001
11110011100101010011000100100010111110001011001001011001001101001
1110011100101010011000100100010111110001011001001011001001101001001001
01010101001010100010100101010100100100100010011001001010100100111
0100100101010101010100100110001001001001001001001001001001001001001001

3

Zielona Góra 2016

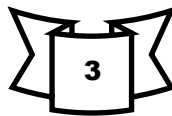
1010101001001001010010001001100100101010010010100100101010101010101001010100100110001001000

**Problemy inżynierii
bezpieczeństwa
i nauk o pracy**

3

Problemy inżynierii bezpieczeństwa i nauk o pracy

Monografia naukowa



Redakcja naukowa

Paweł Bachman

**Zielona Góra
2016**

RECENZJA

Jakub Kostecki
Miroslaw Matyjaszczyk
Dariusz Królik

PROJEKT OKŁADKI

Paweł Bachman

OPRACOWANIE TYPOGRAFICZNE

Paweł Bachman

© Copyright by Wydawnictwo
Instytutu Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
Uniwersytetu Zielonogórskiego

Zielona Góra 2016

Odpowiedzialność za treść artykułów i tłumaczenia ponoszą autorzy

ISBN 978-83-941516-2-1

Spis treści

WSTĘP	9
------------------------	---

CZĘŚĆ I

ERGONOMIA I BEZPIECZEŃSTWO

Ocena fizycznych warunków pracy przy mechanicznej obróbce drewna . . .	13
--	----

Zagrożenia i warunki bhp podczas prac spawalniczych	39
---	----

Awarie sieci podciśnieniowej, ciśnieniowa i grawitacyjno - tłocznej a bezpieczeństwo środowiska gruntowego	67
---	----

Bezpieczeństwo systemu zaopatrzenia w wodę w aspekcie zmienności ciśnienia	75
---	----

CZĘŚĆ II

INŻYNIERIA

Badania efektywności energetycznej budynku z systemem technologiczno-pneumatycznym	87
---	----

Określenie kosztów jakości wg kategorii ISO 9004 na przykładzie wypadku przy pracy	103
---	-----

CZĘŚĆ III

NAUKI O PRACY

Stres w miejscu pracy a wypalenie zawodowe	117
--	-----

STRESZCZENIA	129
-------------------------------	-----

INFORMACJE O AUTORACH	136
--	-----

WSTĘP

Zbigniew Węgrzyn

Monografia ma na celu prezentację wybranych prac dyplomowych i badań naukowych, które prowadzone są we współpracy ze studentami głównie w Instytucie Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy a także w innych jednostkach współpracujących. Ze względu na interdyscyplinarny charakter Instytutu prace podzielone są na trzy części, związane z ergonomią i bezpieczeństwem, inżynierią oraz naukami o pracy.

W rozdziale pierwszym przedstawiono ocenę fizycznych warunków pracy podczas mechanicznej obróbki drewna. Szczegółowo zbadano czynniki fizyczne środowiska pracy jak zapylenie, hałas i mikroklimat występujące podczas frezowania, szlifowania i toczenia drewna w laboratorium stolarskim. Badania przeprowadzono w dwóch seriach – bez uruchomionego wyciągu wiórów i z wyciągiem. Do wykonania pomiarów użyto aparatury laboratoryjnej. Otrzymane wyniki pomiarów zostały skonfrontowane z normami określającymi wartości dopuszczalne w środowisku pracy dla poszczególnych czynników.

Rozdział drugi porusza zagadnienia związane z zagrożeniami i warunkami bhp podczas prac spawalniczych. Przedstawiono w nim zagrożenia oraz wpływ oddziaływania czynników gorących i czynników niebezpiecznych, w tym szkodliwych, powstających podczas prowadzenia prac spawalniczych, na organizm człowieka. Zwrócono uwagę, w jaki sposób dane czynniki przedostają się do organizmu ludzkiego i jaki mają na niego wpływ. Przedstawiono autorską procedurę dotyczącą bezpiecznego wykonywania prac spawalniczych, które to zaliczane są do prac pożarowo niebezpiecznych gorących, na przykładzie budownictwa przemysłowego.

W rozdziale trzecim przedstawiono zagadnienia dotyczące awarii sieci podciśnieniowej, ciśnieniowej i grawitacyjno - tłocznej i ich wpływu na bezpieczeństwo środowiska gruntowego. Przedstawiono porównanie rozwiązań kanalizacji alternatywnych i klasycznych pod względem możliwości występowania zanieczyszczenia wód gruntowych. Wykazano, że wysokość ciśnienia w rurach ma wpływ na ilość przecieków do gruntu.

W rozdziale czwartym zaprezentowano kwestie dotyczące bezpieczeństwa systemu zaopatrzenia w wodę w aspekcie zmienności ciśnienia. Systemy zaopatrzenia w wodę są złożonymi układami. Ich zadaniem jest dostawa wody w odpowiedniej ilości, o odpowiedniej jakości i pod wystarczającym ciśnieniem. O ich niezawodności i bezpieczeństwie decyduje także spełnianie funkcji w sposób uzasadniony ekonomicznie. W rozdziale przedstawiono też zależności między wysokością ciśnienia w sieci, a wielkością strat wody. Przeprowadzono analizę zmian ciśnienia w sieci wodociągowej, w zależności od sposobu jej zasilania.

W rozdziale piątym przedstawiono badania efektywności energetycznej budynku z systemem technologiczno-pneumatycznym. Efektywność energetyczną budynku określa się na podstawie wyznaczonej charakterystyki energetycznej zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem. Według metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku nie uwzględnia się systemów technologicznych występujących w budynkach, natomiast w artykule przedstawiono wyniki badań efektywności energetycznej budynku wraz z występującym w nim Systemem Technologiczno-Pneumatycznym (STP) w zależności od współczynnika jednoczesności użytkowania obrabiarek k_u oraz w zależności od różnych rozwiązań konstrukcyjnych pneumatycznej instalacji odciągowej.

Rozdział szósty dotyczy określenia kosztów jakości wg kategorii ISO 9004 na przykładzie wypadku przy pracy w gastronomii. Opisano w nim przypadek firmy usługowej, która prowadzi dwa kluby muzyczne. W jednym doszło do wypadku. Podczas obchodu sali przez kierownika doszło do zdarzenia, w wyniku którego okaleczone zostały palce jego stopy. Do przyczyn wypadku zaliczono m.in. nieodpowiednie oświetlenie sali, brak zabezpieczenia miejsca zdarzenia, zbyt małą ostrożność kierownika i późną reakcję pracowników sprzątających. Z powodu wypadku pracownik został czasowo wyłączony z pracy, przez co pracodawca poniósł koszty zatrudnienia osoby zastępującej kierownika. Ponadto, konieczne było wypłacenie odszkodowania powypadkowego z tytułu ubezpieczenia społecznego. W związku z wypadkiem zaproponowane zostały zmiany dotyczące poprawy niskiej jakości ergonomicznej, w skład których wchodzi organizacja pracy, infrastruktura lokalu oraz rodzaj używanych naczyń, w których podaje się napoje. Zaproponowane zmiany pozwolą w przyszłości uniknąć podobnych wypadków oraz ponoszenia kosztów z nimi związanych na poziomie pracownika, pracodawcy i systemu.

Rozdział siódmy prezentuje zagadnienia związane z badaniami zjawiska stresu w miejscu pracy i jego wpływem na możliwość powstania wypalenia zawodowego. Dodatkowo badano też negatywny wpływ stresu i wypalenia zawodowego na wyniki wykonywanej pracy. Przedstawiono przyczyny powstawania tych stanów oraz skutki wywoływane przez stres w miejscu pracy i stan wypalenia zawodowego. Przywołano definicje stresorów spotykanych podczas wykonywania pracy zawodowej. Zaprezentowano symptomy wypalenia zawodowego i zaproponowano profilaktykę chroniącą przed powstawaniem tych zjawisk.

ERGONOMIA
I
BEZPIECZEŃSTWO

CZĘŚĆ I

OCENA FIZYCZNYCH WARUNKÓW PRACY PRZY MECHANICZNEJ OBRÓBCE DREWNA

Waldemar Uździcki, Anita Hałoń

1. Wstęp

Fizyczne warunki pracy występujące podczas mechanicznej obróbki drewna bywają uciążliwe dla pracownika, a nawet zagrażają często jego zdrowiu. Badanie czynników szkodliwych jest niezbędne dla kontrolowania i tworzenia odpowiednich warunków pracy. To niezwykle ważne, szczególnie w miejscach, gdzie ilość czynników szkodliwych jest spora, a ekspozycja pracownika na nie znaczna. Warunki pracy wpływają nie tylko na zdrowie pracowników, a także, na jakość ich pracy.

2. Wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy mechanicznej obróbce drewna

Stolarnia jest miejscem, które może stanowić samodzielny zakład pracy, jak również być wyodrębnioną komórką organizacyjną zakładu pracy. Bez względu na formę organizacyjną warunki pracy w stolarniach narażają pracowników na wiele zagrożeń wypadkowych i chorobowych. Poprzez warunki pracy rozumiemy ogół czynników fizycznych oraz psychospołecznych, które występują w środowisku pracy i wpływają na osoby wykonujące pracę. Czynniki fizyczne to zasoby materialne organizacji, w skład których zaliczają się m.in. budynki zakładowe wraz z pomieszczeniami pracy, maszyny, urządzenia oraz narzędzia, a dodatkowo występujące czynniki, takie jak np. hałas, zapylenie, wibracje, promieniowanie, mikroklimat. Na warunki psychospołeczne składają się stosunki międzyludzkie oraz warunki socjalno-bytowe. Wpływ czynników fizycznych na zdrowie i życie pracowników zależy od czasu ich oddziaływania i nasilenia, a także indywidualnego stopnia odporności. Czynniki psychospołeczne determinują jakość życia oraz poziom odczuwalnego stresu. W celu ochrony zdrowia i życia pracowników pracodawca jest zobowiązany zapewnić wszelkie środki bezpieczeństwa [7]. W rozporządzeniach oraz unijnych dyrektywach zamieszczone są wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące warunków wykonywania prac stolarskich.

Głównym rozporządzeniem określającym przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, które mają zastosowanie przy pracach stolarskich, dokładniej przy obróbce drewna jest Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 14 kwietnia 2000r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze obrabiarek do drewna (Dz.

U. nr 36, poz. 409) [R1]. Akt określa również obowiązki pracownika obsługującego obrabiarki - w myśl rozporządzenia „obrabiajkami” nazywane są wszystkie urządzenia i maszyny techniczne przeznaczone do obróbki drewna. Pracownik dla własnego bezpieczeństwa powinien używać przyległej odzieży roboczej oraz nakrycie głowy, dzięki którym uniknie pochwylenia ubrania i ciała przez części obrotowe i tnące maszyn. W tym też celu zabronione jest obsługiwanie maszyn w rękawicach. Ponadto pracownik zobowiązany jest do przestrzegania zasad BHP i instrukcji. Pracodawca powinien zadbać po pierwsze o stan techniczny obrabiarek i wyposażenie ich w osłony ochronne. Usytuowanie maszyn nie powinno stwarzać zagrożenia wypadkowego, a w pomieszczeniu, w którym są eksploatowane należy dbać o sprawność wentylacji. Dodatkowo zaleca się stosowanie wyciągów miejscowych, do wychwytywania pyłu drzewnego powstającego wskutek obróbki drewna. Obrabiarki o napędach spalinowych bezwzględnie nie powinny być używane w pomieszczeniach zamkniętych.

Kolejne przepisy BHP znajdujące zastosowanie przy pracy w stolarniach zawiera Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz. U. nr 191, poz. 1596 z późn. zm.) [R2]. Rozporządzenie to podobnie, jak wcześniejsze określa obowiązki pracodawcy odnośnie zapewnienia bezpieczeństwa pracy przy maszynach, tu obrabiarkach. Nakreśla, że maszyny powinny być dostosowane do specyficznego rodzaju wykonywanej pracy w sposób nie pogarszający bezpieczeństwa i zdrowia pracowników. Dostosowywanie uwzględnia identyfikację i analizę warunków pracy oraz zagrożenia występujące podczas wykonywania pracy. Działanie to ma na celu minimalizowanie ryzyka związanego z użytkowaniem maszyn. Rozporządzenie precyzuje także przepisy odnośnie stosowania osłon ochronnych – nakazuje między innymi, aby były one trwałe konstrukcyjnie, łatwo usuwalne i nie utrudniały pracy, lecz jedynie izolowały od niebezpiecznych stref, tu obrabiarki. Kolejna część omawianej regulacji prawnej nakreśla obowiązki pracodawcy odnośnie kontroli maszyn. Kontroli dokonuje jednak nie pracodawca, lecz jednostki powołane przez pracodawcę, posiadające odpowiednie upoważnienia i kwalifikacje. Maszyny należy poddać przeglądowi wstępnemu – zaraz po zainstalowaniu, ale przed pierwszą eksploatacją, przeglądowi okresowemu (terminy dostępne w odrębnych przepisach), oraz przeglądowi specjalnemu, gdy nastąpił długi czas przerwy w eksploatacji, zastosowane zostały prace modyfikacyjne czy maszyna uległa uszkodzeniu itp. Rozporządzenie informuje także o konieczności przeprowadzania szkoleń w zakresie bezpiecznego używania maszyn, dla ich użytkowników oraz specjalistyczne szkolenia dla jednostek zajmujących się ich serwisem i modernizacją.

W Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Pracy i Polityki Społecznej z 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn i elementów bezpieczeństwa (Dz.U. nr 91, poz. 858) [R3], dokładniej w § 58 znajdują się odniesienia dla maszyn do obróbki drewna. Aby praca przy maszynie była bezpieczna i nie wpływała na zdrowie pracownika, powinna być zaprojektowana i wyposażona w taki sposób, by przedmioty obrabiane mogły być stabilnie umieszczone i bezpiecznie prowadzone. W przypadku obrabiarki, która podczas

pracy odrzuca kawałki drewna, jeśli niemożliwe jest ich wyeliminowanie, poprzez zastosowanie specyficznej konstrukcji maszyny, należy wyposażyć i wykonać ją tak, aby odpadki nie stanowiły ryzyka dla pracownika operującego. Kolejnym niezbędnym elementem wyposażenia jest hamulec automatyczny, dla obrabiarek, które konstrukcja stwarza niebezpieczeństwo kontaktu z ostrym narzędziem w trakcie zmniejszania szybkości obrabiania. Jeśli maszyna nie jest całości zmechanizowana, to powinna być wykonana tak, aby stwarzała jak najmniejsze ryzyko wystąpienia przypadkowych obrażeń podczas jej użytkowania. Przykładowym rozwiązaniem jest zwięźlenie zakresu głębokości skrawania i zastosowanie walcowych głowic.

Mówiąc o ochronie zdrowia pracowników należy także zwrócić uwagę na czynniki szkodliwe występujące w środowisku pracy, które również stanowią część fizycznych warunków pracy. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 2 lutego 2011r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94, z późn. zm.) [R4] określa ogólne procedury wykonywania pomiarów czynników szkodliwych oraz ich częstotliwość z uwzględnieniem indywidualnych wymogów dla czynników takich, jak np. pyły, hałas czy drgania mechaniczne, których stopień występowania jest znaczny w przypadku mechanicznej obróbki drewna. Pomiarów dokonują akredytowane laboratoria badawcze na zlecenie pracodawcy, który po wcześniejszym rozpoznaniu i konsultacji z pracownikami, ma za zadanie wskazać czynniki szkodliwe w środowisku pracy, które mają zostać zmierzone. Pierwsze badania powinny być wykonane w terminie 30 dni od chwili rozpoczęcia pracy w zakładzie. Kiedy w środowisku pracy występuje pył (nierakotwórczy) kolejne pomiary wykonuje się w odstępie dwóch lat, jeśli poprzednie wyniki pomiarów nie wskazały stężenia czynnika szkodliwego powyżej 0,1 do 0,5 wartości NDS (wartości NDS, zawarte są w odrębnych przepisach tj. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94, z późn. zm.)) [R5]. W przypadku, gdy stężenie pyłu w środowisku pracy wyniesie więcej niż 0,5 wartości NDS, badania przeprowadzone być powinny, co najmniej raz w roku. Kiedy istnieje sytuacja występowania czynnika rakotwórczego (np. był drewna twardego – dębu, buku) pomiarów dokonuje się w odstępie czasu, co 6 miesięcy, gdy wynik poprzedniego pomiaru mieścił się w wartości poniżej 0,1 – 0,5 NDS, oraz co 3 miesiące, gdy stwierdzono stężenie powyżej 0,5 NDS. Pracodawca może odstąpić od wykonywania badań i pomiarów, w sytuacji, gdy wyniki dwóch ostatnich nie wskazały wartości powyżej 0,1 NDS. Dla czynników szkodliwych, takich jak hałas, wibracje badania wykonywane są, co najmniej raz na dwa lata, jeżeli wynik poprzedniego pomiaru mieścił się powyżej 0,2 do 0,5 NDN i raz do roku, kiedy natężenie wyniosło powyżej 0,5 wartości NDN. Z wykonywania pomiarów pracodawca może zrezygnować, gdy dwa ostatnie nie dały wyniku przekraczającego 0,2 wartości NDN.

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650) [R6] odnosi się do wymogów dotyczących m. in. terenu zakładu

pracy, pomieszczeń oraz procesów pracy. Zawiera także wytyczne dotyczące ochrony pracowników przed hałasem oraz stosowania środków ochrony indywidualnej. Dział IV Procesy pracy, Rozdział 5 – Ochrona przed hałasem nakazuje, aby przy doborze procesów pracy, procesów technologicznych i maszyn niezbędnych do ich wykonania były zastosowane rozwiązania ograniczające poziom hałasu do wartości nieprzekraczających dopuszczalnego poziomu hałasu określonego przez przepisy i Polskie Normy. Na stanowiskach, gdzie mimo zastosowanych rozwiązań hałas przekracza dopuszczalne normy, pracodawca zobowiązany jest zapewnić pracownikom środki ochrony słuchu dostosowane do natężenia hałasu oraz indywidualnych cech pracowników. Pracowników zaś zobowiązuje się do stosowania tych środków ochrony. Rozporządzenie nakazuje także ograniczać narażenie pracowników na hałas poprzez stosowanie przerw w pracy, oraz oznakowanie i w razie potrzeby ogrodzenie stref zagrożonych hałasem.

Inne akty prawne, które znajdują zastosowanie w stolarniach to dyrektywy unijne. Dokładny opis minimalnych wymagań dotyczących wszelkich maszyn, aparatów, narzędzi lub instalacji użytkowanych podczas pracy zawiera się w Dyrektywie 89/655 EWG w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy użytkowania w pracy sprzętu przez pracowników (zmieniona Dyrektywami 95/63 WE i 2001/45/WE) [D1]. Dyrektywa dotyczy również wymogów stawianych dla osłon i środków chroniących pracowników przed zagrożeniami wynikającymi z użytkowania maszyn niezbędnych do procesów pracy. Pozostałym środkiem chroniącym pracowników przed zagrożeniami (środki ochrony indywidualnej), jest poświęcona Dyrektywa 89/656 EWG w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy użytkowania w pracy przez pracowników środków ochrony indywidualnej [D2], która opisuje obowiązki pracodawcy, sposób doboru środków ochrony oraz zasady ich użytkowania.

W ostatnich latach wydano nowe normy dotyczące obrabiarek do drewna. Pierwsza z nich to PN-EN 847-1:2014:03 Narzędzia do obróbki drewna, Wymagania bezpieczeństwa. Część I: Frezy i piły tarczowe [N5]. Norma opisuje metody zmniejszania i eliminacji zagrożeń przy pracy poprzez odpowiednie projektowanie narzędzi do obrabiarek do drewna. Przedstawiono nowe wymagania dla bezpieczeństwa pracy i stosowania środków ochronnych dla frezów i pił tarczowych, dodatkowo wyznaczono metody weryfikacji wymagań na dane środki bezpieczeństwa dla tych narzędzi. Wytyczne dotyczą także sposobów oznakowania i instrukcji użytkowania narzędzi. Omawiana norma posiada Część 2: Wymagania dotyczące uchwytów i frezów trzpieniowych [N6], gdzie określono wytrzymałość uchwytu narzędzi frezujących. Metoda, jaką zobowiązuje się dokonywać tej weryfikacji opiera się na wyznaczeniu maksymalnej prędkości przy mimośrodowym sposobie mocowania trzpienia. W normie ustalono wytyczne dotyczące sposobu oznakowania narzędzi, przedstawiono środki bezpieczeństwa i wytyczne bezpieczeństwa dla uchwytów frezów trzpieniowych i umieszczono listę zagrożeń z nimi związanych. Podobnie jak w części 1 określono metody weryfikacji wymagań na dane środki bezpieczeństwa i wytyczne dotyczące sposobów oznakowania i instrukcji użytkowania narzędzi. W części 3: Urządzenia mocujące [N7] sformułowano listę zagrożeń związanych z kształtem i zastosowaniem urządzeń

mocujących oraz określono metody eliminacji i zmniejszania tych zagrożeń. Tematy dalszych rozdziałów normy są podobne do opisanych powyżej norm [10].

3. Organizacja pomieszczeń i stanowisk stolarskich

„Stanowisko pracy to pomieszczenie lub część pomieszczenia roboczego stanowiące całość przestrzennie połączoną, a zarazem wyodrębnioną od innych pomieszczeń przez to, że służy do pracy jedno - lub kilkuosobowego zespołu ludzi, ściśle ze sobą współdziałających przy określonym zadaniu roboczym lub grupie takich zadań – wraz ze znajdującymi się na miejscu zasobami przydatnymi w pracy, którą ma się tam wykonać” [17] – to definicja J. Zieleniewskiego, z której wynika, że pomieszczenie i stanowisko pracy to dwa ściśle ze sobą powiązane elementy. Inaczej: pomieszczenie jest częścią główną, z której wydzielone są stanowiska pracy, czyli miejsca robocze dla poszczególnych pracowników i ich wykonywanej pracy, o specyficznych właściwościach dostosowanych do rodzaju pracy, poprzez odpowiednie wyposażenie ich w narzędzia i maszyny. Wynika stąd, że zasady i wytyczne organizowania poszczególnych pomieszczeń pracy i stanowisk różnią się od siebie. Stosowna organizacja na stanowiskach pracy stwarza łatwiejsze i bezpieczniejsze warunki do wykonywania pracy - ogranicza niepotrzebny wysiłek i chroni pracownika przed zagrożeniami, takimi jak obrażenia ciała i wpływ substancji szkodliwych, które licznie występują w stolarniach.

Ogólne wymagania dla pomieszczeń pracy zawierają się we wspomnianym Rozporządzeniu w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [R7]. Jego treść nakazuje aby pomieszczenia, w których występują czynniki szkodliwe dla zdrowia miały minimalną wysokość 3,3 m w świetle. Na każdego pracownika wykonującego pracę stałą, w danym czasie, w danym pomieszczeniu „powinno przypadać co najmniej 13 m³ wolnej objętości pomieszczenia oraz co najmniej 2 m² wolnej powierzchni podłogi (niezajętej przez urządzenia techniczne, sprzęt itp.)”. Wielkość drzwi i bram powinna być dostosowana tak, aby środki transportu wewnętrznego oraz ludzie mogli swobodnie się przemieszczać. W pomieszczeniach należy zadbać, aby podłogi były równe oraz wykonane z materiałów niepalnych, nieprzewodzących i niepylących. Dodatkowo powinno się je systematycznie zraszać w celu redukcji zapylenia powietrza i zwiększenia wilgotności pyłu, wiórów i trocin. W zakładach przemysłu drzewnego ważne jest, aby stosować wentylację, w tym: odpowiednio ulokalizowane okna, otwory dachowe oraz kanały wentylacyjne i dodatkowo mechaniczne instalacje nawiewowo-wywiewne. W miejscach występowania dużej ilości wiórów montuje się również odciągi wiórów. Natomiast pyły nie powinny być usuwane sprężonym powietrzem lub szczotką, lecz odkurzaczem przemysłowym. Ostatnim istotnym elementem organizacji pomieszczeń stolarskich jest odpowiednie oświetlenie, na które składa się oświetlenie naturalne i elektryczne oraz miejscowe. Oświetlenie naturalne, mowa tu o oknach, świetlikach, powinno być zapewnione w pomieszczeniach, gdzie pracownik wykonuje pracę przez, co najmniej 4h dziennie, tj. pomieszczenia pracy stałej. Aby okna i świetliki spełniały należycie swoje funkcje montuje się w nich żaluzje czy zasłony oraz stosuje szyby ze szkła, które rozprasza promienie słoneczne.

Oświetlenie elektryczne i miejscowe powinno mieć właściwe natężenie i równomierność, dobrane tak, aby zmniejszało zmęczenie wzroku pracowników oraz napięcie nerwowe i wpływało pozytywnie na jakość wykonywanej pracy.

Opierając się na powyższym opisie przepisów ogólnych, dla pomieszczeń stanowisk stolarskich można określić następujące wymagania [I1]:

- lokalizacje stolarni nie powinny obejmować piwnic oraz stychów budynków;
- w pomieszczeniach należy zapewnić temperaturę 18°;
- pracodawca zobowiązany jest zapewnić pracownikom dostęp do wody pitnej oraz wody do celów higienicznych, pożarowych i technologicznych;
- minimalne wymiary drzwi do pomieszczeń to 1,2m x 2m, wewnętrzne drzwi powinny się otwierać w kierunku wyjść ogólnych, zaś drzwi ogólne na zewnątrz;
- przy obsłudze obrabiarek oświetlenie powinno wynosić 300 lx;
- podłogi, schody, przejścia pomostowe itp. powinny mieć dobrą przyczepność, być nieśliskie, a w miejscach, gdzie może zalegać pył, być wykonane ażurowo, schody dodatkowo zabezpiecza się poręczami;
- miejsca występowania pyłu drzewnego oraz innych szkodliwych zanieczyszczeń, oddziela się od innych pomieszczeń możliwie szczelnie;
- należy zapewnić możliwość usuwania pyłu ze ścian i stropu w przypadku jego nadmiernego osiadania;
- by zmniejszać zagrożenie pożarem i wybuchem, instalacje elektryczne powinny spełniać wszelkie określone normy;
- na wyposażeniu stolarni należy zapewnić gaśnice pianowe, proszkowe lub płynowe;
- wymaga się umieszczać w stolarni instrukcje przeciwpożarowe
- należy zapewniać należyte warunki ewakuacji wg PN-92/N-01256/02 [N1].

4. Identyfikacja zagrożeń na stanowiskach stolarskich

Dla zrozumienia teoretycznych podstaw oceny warunków pracy, niezbędna jest znajomość podstawowych pojęć. Pierwszym jest pojęcie zagrożenia. Według PN-N-18001 [N2] zagrożenie jest to „stan środowiska pracy mogący spowodować wypadek lub chorobę”. Jednak w literaturze można znaleźć odniesienie, iż „zagrożenie” jest synonimem słowa „ryzyko” [16] i jest często zamiennie stosowane w tłumaczeniach europejskich aktów prawnych. Polskie akty prawne, rozróżniają te dwa pojęcia. Definicja „zagrożenia” została przytoczona wyżej, zaś „ryzyko” wg. PN-N-18001 jest to „kombinacja częstości lub prawdopodobieństwa wystąpienia określonego zdarzenia wywołującego zagrożenie i konsekwencji związanych z tym zdarzeniem”. Z definicji tej wynika, że zagrożenie wchodzi w skład ryzyka, jest wynikiem prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niepożądanego. Aby przejść do identyfikacji zagrożeń, czyli „procesu rozpoznawania tego czy zagrożenie istnieje oraz określania jego charakterystyk” [N2], należy wiedzieć, iż identyfikacja zagrożeń jest jednym z etapów wykonywania oceny ryzyka, która składa się w całości z 5 etapów. Ich kolejność wg. PN-N18002 [N3] jest następująca:

- zebranie informacji niezbędnych do oceny korygujących;

- identyfikacja zagrożeń;
- oszacowanie ryzyka zawodowego;
- określenie dopuszczalności;
- ustalenie niezbędnych działań.

Do przeprowadzenia identyfikacji zagrożeń należy w pierwszej kolejności wykorzystać wiedzę o analizowanym stanowisku – jakie są źródła zagrożeń na stanowisku, jakie czynniki szkodliwe, uciążliwe i niebezpieczne na nim występują. Następnym krokiem jest zebranie nowych informacji o zagrożeniach, ponieważ nie należy ograniczać się do ewidencji tylko znanych zagrożeń. Dokonać można tego kilkoma sposobami. Najczęściej stosowanym jest budowanie list kontrolnych. Tworzy się je na podstawie norm i przepisów, są zestawieniem czynników szkodliwych i niebezpiecznych. Jeśli czynnik występuje na analizowanym stanowisku jest zaznaczany na listach. Dodatkowo powinna istnieć możliwość wpisania nieuwzględnionych zagrożeń, czyli mieć formę otwartą.

Inną metodą używaną do identyfikacji nowych zagrożeń jest „metoda analizy stanu bezpieczeństwa” do przeprowadzenia, której należy zastosować określony algorytm postępowania [2]:

- sformułować cele wykonywanych prac na stanowisku;
- sporządzić listę czynności wchodzących w skład wykonywanych zadań;
- wyznaczyć dla każdej wykonywanej czynności zagrożenia z nią związane. Tutaj należy skupić się m.in. na pytaniach: jakie wypadki mogą mieć miejsce podczas wykonywanej pracy, jaka jest ekspozycja pracownika na czynniki niebezpieczne czy szkodliwe, z jak dużym obciążeniem fizycznym lub psychicznym wiąże się praca?

Istotną uwagą jest, że podczas wykonywania analizy zagrożeń, jakkolwiek metodą, należy skupić się przede wszystkim na zagrożeniach, które mogą wywołać najwięcej szkodliwych następstw. Zagrożenia, które wiążą się głównie z mechaniczną obróbką drewna to hałas i zapylenie. Duży wpływ na warunki pracy w stolarni ma także mikroklimat. Na te 3 czynniki ekspozycja pracowników stolarni jest największa. Inne zagrożenia, z jakimi najczęściej może spotkać się pracownik na stanowisku stolarskim to:

- wirujące części maszyn – grożą wciągnięciem lub wkręceniem części ciała narzędziami pracujących obrabiarek lub odrzutem obrabianego materiału lub jego fragmentów;
- ostre części maszyn, wystające elementy;
- zagrożenia związane z przemieszczaniem – poślizgnięcie na powierzchni i upadek, potrącenie przez maszyny transportujące, zmiżdżenie;
- porażenie pądem elektrycznym;
- poparzenie gorącymi elementami maszyn;
- obciążenie statyczne– związane z przybieraniem w pracy wymuszonej pozycji oraz dźwiganiem ciężkich przedmiotów;
- wibracje.

Zajmując się fizycznymi warunkami pracy należy wspomnieć także o wpływie oświetlenia na ogół tych warunków. Nieodpowiednie oświetlenie może zwiększać ryzyko wystąpienia uszkodzeń ciała innych powikłań, np. osłabienie wzroku, bóle głowy powstałe w skutek nadwyrężania narządu wzroku. Ponieważ poprzez

oświetlenie - z punktu widzenia fizycznych warunków pracy poprzez oświetlenie rozumiemy „zastosowanie światła w celu uwidocznienia miejsc, obiektów lub ich otoczenia” [1], dzięki czemu zapewnione jest bezpieczeństwo osób przebywających wewnątrz i zachowane są warunki do wykonywani prac wymagających precyzyjności wzrokowej. Oświetlenie ma bezpośredni wpływ na pewność i szybkość widzenia oraz decyduje, w jakiej formie widziane są obiekty, barwy i właściwości powierzchni. Rola oświetlenia jest istotna w kształtowaniu warunków pracy w sposób, aby ograniczane było zmęczenie wzroku i zachowywana była jego wydolność i wydajność, co zmniejsza ryzyko popełniania błędów w spostrzeganiu. Na jakość oświetlenia wpływają następujące parametry i ich minimalne wartości: natężenie 20 lx, rozkład iluminacji w polu pracy wzrokowej 1 cd/m², równomierność, ograniczenia oświetlenia, barwy światła i oddziaływanie barw, migotanie. Aby obserwacja wzrokowa przebiegała bez większego wysiłku iluminacja musi zawierać się w przedziale 10 – 20 cd/m² i 100 lx na płaszczyźnie pionowej oraz 200 lx na poziomej [N8].

Pracownicy stolarni, poprzez ciągłe oddziaływanie czynników szkodliwych środowiska pracy i sposób wykonywania pracy są narażeni na liczne choroby zawodowe, takie jak:

- uszkodzenia słuchu,
- przewlekłe choroby układu ruchu,
- przewlekłe choroby oskrzeli,
- nowotwory złośliwe,
- choroby skórne.

4.1. Zapylenie

Zapylenie powietrza – to nieodłączne zjawisko powstające podczas mechanicznej obróbki drewna. O szkodliwości pyłu decyduje rozmiar cząstek, z których pył się składa. Cząstki o średnicy > 50 µm utrzymują się w powietrzu najkrócej, ponieważ już po kilku minutach osiadają się. Pyły średnie o wymiarze pomiędzy 5-50 µm osiadają się po upływie kilku godzin, natomiast cząstki najmniejsze o rozmiarze < 5 µm średnicy utrzymują się w powietrzu nawet do kilku dni. Pył drewna może mieć działanie uczulające dla skóry i układu oddechowego. Reakcje uczuleniowe objawiają się głównie poprzez nieżyt nosa, kaszel, duszności, dychawicę oskrzelową. Inne reakcje, jakie może wywołać pył drewna to zanikowe zmiany błony śluzowej nosa i gardła, zapalenie zatok oraz przewlekłe zapalenie gardła, spowodowane są one drażniącym działaniem pyłu. W pyle drewna występują różnego rodzaju mikroorganizmy (pleśnie, grzyby, wątrobowce, porosty), które mogą skutkować pojawieniem się grzybicy płuc lub zapalenia pęcherzyków płucnych w skutek alergii. Podczas mechanicznej obróbki drewna gatunków twardych (dąb, buk) powstają pyły wyjątkowo niebezpieczne – rakotwórcze dla zatok i błony śluzowej nosa. Pył drzewny jest szkodliwy nie tylko dla zdrowia człowieka, może także powodować zagrożenia z wiązane z wybuchem, gdy jego stężenie w powietrzu osiągnie odpowiednie do tego proporcje. W stolarni największe zagrożenie wybuchem

stanowi zbiornik na odpady drzewne, dlatego powinien być on usytuowany poza terenem przebywania pracowników oraz posiadać zamontowane klapy eksplozyjne. W obrębie obrabiarek inicjatorem zapłonu może być iskra elektryczna, zaiskrzenie mechaniczne czy rozgrzane elementy urządzeń, a najczęściej są to tłące się cząsteczki drewna, niesione od obrabiarki strumieniem powietrza, gdy ta pracuje tępym narzędziem. Ostre narzędzia tnące nie wywołują przerostu temperatury w skutek tarcia [3].

Wszystkie wymienione wyżej zagrożenia stanowią cele, dla których dokonuje się pomiarów stężenia pyłu w środowisku pracy. Wyniki pomiarów mogą być podstawą do określenia stopnia ryzyka zawodowego, mogą służyć kontroli w celu utrzymania prawidłowych warunków pracy lub stanowić dane kontrolne do obowiązkowych pomiarów okresowych dotyczących NDS [6].

4.2. Hałas

Hałas to nieodłączne zjawisko związane z pracą przy mechanicznej obróbce drewna. W odniesieniu do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, stopień ekspozycji na hałas nie może przekraczać wartości 85 dB. Odpowiednia temu ekspozycja dzienna nie powinna być większa niż $3,64 \cdot 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$, poziom ten odniesiony do tygodnia pracy nie powinien przekraczać wartości 85 dB, a odpowiadająca mu ekspozycja tygodniowa powinna być mniejsza niż $18,2 \cdot 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ [R7] [N4]. Wartość hałasu wytwarzanego przez obrabiarkę powinna być zawarta w jej dokumentacji. Jeżeli wyniki pomiarów wykażą, iż występuje przekroczenie emitowanego poziomu hałasu, należy podjąć działania zmierzające do obniżenia jego poziomu. Działania te obejmują przede wszystkim usunięcie przyczyn drgań powodujących hałas. Należy kontrolować stopień zwichrowania pił tarczowych, wytłumić od wewnątrz osłony zabezpieczające tarczę, obudować dolną część korpusu maszyny. Hałas zmniejszy się również, gdy maszyna zostanie ustawiona na amortyzatorach lub izolacjach przeciwdrganiowych, a stanowisko zostanie osłonięte przez ekrany dźwiękochłonne, które stłumi hałas powodowany przez inne maszyny

4.3. Mikroklimat

Mikroklimat w znaczącym stopniu wpływa na wykonywanie pracy. Problem występuje wtedy, gdy temperatura otoczenia jest zbyt niska lub zbyt wysoka. W przypadku zbyt wysokich temperatur najczęściej pojawiającym się zjawiskiem jest zjawisko stresu cieplnego. Trudno jednak stwierdzić, kiedy występuje ono naprawdę, ponieważ umiejętność aklimatyzacji wśród poszczególnych pracowników może być różna. Dlatego rozpoznanie problemu występowania stresu cieplnego wymaga dokładniejszej analizy niż tylko zmierzenia temperatury powietrza w pomieszczeniu za pomocą termometru, lecz użycia specjalnych urządzeń dostępnych na rynku do określania poziomu stresu cieplnego pracowników. Należy

ustalić czy pracownicy w panujących warunkach odczuwają dyskomfort, to pierwszy skutek niesprzyjającego środowiska cieplnego. W bardziej skrajnych sytuacjach stres cieplny może doprowadzić do określonej reakcji fizjologicznej, objawiającej się udarem cieplnym. Sytuacja ma miejsce, gdy w organizmie człowieka następuje gwałtowny wzrost temperatury ciała, której organizm nie potrafi w wystarczającym stopniu obniżyć. Należy zaznaczyć, że dodatkowym czynnikiem predysponującym takie zagrożenie jest wzmożony wysiłek fizyczny. Kiedy dochodzi do udaru cieplnego zatrzymaniu zostaje funkcja wydalania potu, skóra staje się gorąca, a temperatura wewnątrz organizmu może podnieść się do poziomu śmiertelnego. Inną postacią reakcji organizmu na stres cieplny w czasie pracy jest kurcz mięśni. Ma on miejsce szczególnie przy towarzyszącym temu zjawisku odwodnieniu organizmu i utratą soli mineralnych. Kurcz jest objawem naruszenia systemu termoregulacyjnego organizmu, dodatkowe symptomy to wysoka temperatura ciała przy zimnej skórze, bledość, wzmożone wydzielanie potu oraz zawroty głowy. W skrajnych przypadkach zjawisko może prowadzić do niewydolności serca. Problem zbyt wysokich temperatur jest bardziej typowy dla mikroklimatu panującego przy mechanicznej obróbce drewna, jednak należy wspomnieć także o istnieniu zjawiska stresu wywołanego zbyt niskimi temperaturami. Stres ten jest dużo łatwiejszy do rozpoznania. Występuje podczas prac na otwartym powietrzu w zimnym klimacie, w skutek zmęczenia organizmu, wiąże się najczęściej z hipotermią, czyli nagłym rozszerzaniem się tętniczek pod powierzchnią skóry i utratą ciepłoty ciała. Innym zjawiskiem jest odmrożenie tkanek ciała, które następuje w sytuacji, gdy temperatura skóry osiągnie w przybliżeniu -1°C [6].

5. Pomiary środowiska pracy

Metody, częstotliwość i rodzaj wykonywania badań i pomiarów czynników szkodliwych, określa po części omawiane już wcześniej Rozporządzenie w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [R4]. Pierwsze badania czynników szkodliwych dla zdrowia powinny odbyć się w terminie do 30 dni od dnia rozpoczęcia działalności. Przed dniem 31 grudnia 2007 r. badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy mogły wypełniać laboratoria: Jednostek Badawczo Rozwojowych działających w dziedzinie medycyny pracy Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego Państwowej Inspekcji Sanitarnej, oraz laboratoria upoważnione przez państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego. Obecnie zgodnie z przepisami o badaniach i certyfikacji badania te przeprowadzają laboratoria akredytowane posiadające certyfikat akredytacji będący dokumentem potwierdzającym akredytację. Po przeprowadzonych badaniach pracodawca ma obowiązek przekazać wyniki pomiarów do wiadomości pracowników. Ponadto przepisy nakładają obowiązek prowadzenia rejestru czynników szkodliwych występujących na stanowiskach pracy oraz kart badan i pomiarów. Wyżej wymienione dokumenty powinny być przechowywane przez okres 40 lat, zaś wyniki samych pomiarów przez 3 lata. W przypadku zaprzestania działalności dokumenty te

przekazywane są przez pracodawcę do terenowej stacji sanitarno-epidemiologicznej [14].

Wyróżnić można trzy strategie pomiarowe. Strategia I podaje, aby na podstawie chronometrażu pracy, określić minimalną liczbę pracowników i tylko ich objąć pomiarami. Minimalna liczba pracowników obliczana jest ze wzoru $2\sqrt{\text{liczba zatrudnionych}}$. Według II strategii pomiar przeprowadzany jest losowo na różnych pracownikach znajdujących się w danym pomieszczeniu. Stosuje się ją najczęściej w przypadku, gdy na jednej hali znajduje się kilku pracowników wykonujących tą samą lub podobną pracę, ponadto jest to metoda najbardziej opłacalna w opisanym przypadku, jednak obciążona większym błędem pomiarowym w porównaniu ze strategią I i III. Strategia III to pomiar na podstawie dozymetrii indywidualnej, gdzie liczba opomiarowanych jest także wyliczana ze wzoru $2\sqrt{\text{liczba zatrudnionych}}$. Po przeprowadzeniu dwóch, trzech pomiarów można wytypować najbardziej krytyczne stanowisko pod względem norm wysokości NDS, NDN i wdrożyć metodę najgorszego przypadku. Minusem metody jest przyrównywanie najgorszego wyniku do wszystkich pracowników pracujących w danym pomieszczeniu [5].

Pomiarów czynników w szkodliwych w środowisku pracy można dokonywać wieloma sposobami. Z racji, iż pracownicy dokonujący mechanicznej obróbki drewna w największym stopniu narażeni są na działanie pyłu i hałasu, oraz mikroklimatu zostanie podjęty temat pomiaru właśnie tych czynników.

Odnosnie metod pomiarowych do wyznaczania stopnia zapylenia istnieje wiele rozbieżności. Podstawowym elementem niezbędnym do oceny narażenia na pył są wartości NDS pyłów określonych w rozporządzeniu [R5]. Najwyższe dopuszczalne stężenie może dotyczyć:

- pyłu całkowitego, czyli wszystkich cząstek zawartych w ustalonej objętości powietrza;
- pyłu respirabilnego – jest to część masy pyłu docierającego do bezrzęskowej części płuc poprzez wdychanie;
- cząstek pyłu zwanych włóknami, których długość jest $> 5 \mu\text{m}$, a stosunek długości do średnicy jest większy niż 3 do 1, lub włókien respirabilnych o długości $> 50\mu\text{m}$, średnicy $< 3 \mu\text{m}$ i stosunku długości do średnicy powyżej 3 do 1.

Miara narażenia na pył jest: $\frac{\text{wartość wskaźnika ekspozycji}}{\text{NDS pyłu}}$ [11].

Wśród metod pomiarowych wyróżniamy dwie grupy:

- metody liczbowe (konimetryczne) - wyznaczają liczbę cząstek fazy rozproszonej pyłu w 1 cm^3 powietrza;
- metody wagowe (graniometryczne), wyznaczają w drodze filtracji masę fazy rozproszonej pyłu w 1 cm^3 powietrza [4].

Określono dwie procedury podejścia do pomiarów pyłu w powietrzu. Pierwszy – sposób bezpośredni – polega na zassaniu określonej próbki powietrza, wydzieleniu

z tej próbki zawartego w niej pyłu, a następnie określenie ilości zawartego pyłu wyrażonej masą lub liczbą cząstek. Drugi sposób – pośredni – polega na określeniu zawartości pyłu w trakcie pobierania próbki z wykorzystaniem zjawisk wtórnych wywołanych przez pył, takich jak absorpcja światła, rozproszenie światła, spadek napięcia elektrycznego.

Zjawisko nadmiernego hałasu w środowisku pracy występuje nie tylko w zakładach mechanicznej obróbki drewna. Normy prawne nakazują monitorować hałas we wszystkich miejscach pracy, gdzie występuje narażenie na ten szkodliwy czynnik, poprzez stosowanie różnorodnych metod pomiaru. W zależności od zastosowanych przyrządów pomiarowych i zakresu uzyskiwanej informacji pomiary dzielimy na: orientacyjne, kontrolne i specjalne. Dodatkowo literatura definiuje dwa cele przeprowadzania pomiarów hałasu. Pierwszy służy określeniu emisji hałasu, czyli pomiarom dźwięków emitowanych przez maszyny. Drugim celem jest ocena narażenia pracowników, gdzie stosuje się metody przeznaczone do miejsc przebywania ludzi [11]. Pierwszym krokiem do rozpoczęcia wykonywania pomiarów hałasu jest ustalenie źródła jego powstawania oraz charakterystycznych temu cech. W przypadku mechanicznej obróbki drewna, gdzie źródłem emitującym hałas są maszyny o zróżnicowanych kształtach i wymiarach występować będą trudności w uzyskaniu jednakowych bądź zbliżonych sobie wyników. Stąd, gdy chcemy zbadać charakterystykę akustyczną maszyny, zastosować należy określoną do tego metodę. Wyróżniamy:

- pomiary w polu akustycznym swobodnym – powinny być wykonywane na otwartej powierzchni lub w pomieszczeniach dokładnie wygłuszonych układami dźwiękochłonnymi o dużej chłonności akustycznej. Obiekt badawczy, czyli maszynę, ustawia się na środku pomieszczenia zarówno w przypadku, gdy mikrofony pomiarowe ustawione są na przecięciu przekątnych podłogi (nazywamy to powierzchnią półkuli), jak i wtedy, gdy umiejscowione są na przekątnych pomieszczenia (inaczej powierzchnia kuli). Położenie mikrofonu od źródła hałasu nie powinno być bliższe niż podwojony największy wymiar powierzchni badanej maszyny. Liczba mikrofonów na powierzchni kuli wynosi 16, zaś półkuli 8.

- Pomiary w polu akustycznym rozproszonym – czyli w takim pomieszczeniu, gdzie w każdym jego punkcie poziom ciśnienia akustycznego jest w przybliżeniu jednakowy. Zjawisko powstaje w konsekwencji rozproszenia dźwięków przez powierzchnie ograniczające, odbijające fale. W tego typu pomieszczeniach, a także w komorach pogłosowych, badany obiekt znajduje się nie bliżej niż 1 m od ścian i powierzchni innych obiektów, oraz 2 m od naroży pomieszczenia. Pomiary wykonuje się w 5 punktach od geometrycznego środka maszyny, w odległości nie mniejszej od jej największego wymiaru. Punkty pomiarowe powinny być od siebie, o co najmniej 1 m.

- Pomiary przybliżone w dowolnym pomieszczeniu – pomiarów dokonuje się w dwóch płaszczyznach pionowej i poziomej. Mikrofony pomiarowe rozmieszczone są

w jednakowej odległości tj. 1 m od zewnętrznej powierzchni maszyny. W rzucie poziomym umiejscowienie punktów pomiarowych nad ziemią powinno wynosić połowę jego wysokości (połowa wysokości od ziemi do sufitu). Mikrofony należy

oddalić od ścian, o co najmniej 1 m, a od naroży, co najmniej 2 m. Odstępny poszczególnych punktów powinny wynosić w przybliżeniu tyle samo, ale być nie mniejsze niż 1m. Metoda ta jest charakterystyczna dla warunków laboratoryjnych [12].

Inne podejście do wykonywania pomiarów hałasu, mających na celu określenie narażenia pracownika na jego działanie, obejmuje wykonanie pomiaru bezpośrednio przy uchu pracownika, dokładniej: pracownik podczas zmiany nosi mikrofon przy uchu. Metoda ta zapewnia większą dokładność w porównaniu do pozostałych.

Z zakresu aparatury pomiarowej wyróżniamy mierniki poziomu dźwięku klasy 2 oraz 1, oraz mierniki całkujące. Wymienione klasy dotyczą dokładności wykonywanych pomiarów, a ich wymagania określają normy IEC. Miernikom poziomu dźwięku klasy 2 przypisana jest norma IEC 651, dla klasy 1 norma IEC 1252, dla mierników całkujących IEC 804. Do wykonywania pomiarów preferuje się aparaturę klasy 1 wyposażoną we wskaźnik przesterowania wartości szczytowej ciśnienia akustycznego.

Do zakresu pomocniczej aparatury pomiarowej zaliczamy kalibratory akustyczne, którym także przypisane są klasy dokładności oraz odpowiednie normy IEC. Urządzenia te znajdują zastosowanie przy wzorcowaniu i sprawdzania innej aparatury pomiarowej. Sprawdzanie aparatury pomiarowej powinno odbywać się każdorazowo przed każdą serią pomiarów hałasu, jak i po przeprowadzonej serii. Do tego celu stosuje się kalibratory klasy 1 i 2. Klasa 3 może być wykorzystywana jedynie przy wykonywaniu pomiarów orientacyjnych [11].

Standardowy miernik poziomu dźwięku składa się z mikrofonu pojemnościowego wraz ze przedwzmacniaczem, analizatora częstotliwości, wzmacniacza pomiarowe, detektora RMS, wskaźnika wyników, filtry A/B/C/D oraz innych typu pamięć, moduły analizy, zapis i odczyt danych. Zaś typowy kalibrator akustyczny składa się z urządzenia wyjściowego służącego do nastawiania wielkości wyjściowej, komparatora, wzmacniacza błędu oraz końcowego elementu regulacji.

Ze względu na różnorodność dostępnej aparatury pomiarowej i potrzebę wykonywania, przez jednostki badawcze, badań o miarodajnych wynikach, ustawodawca w 2014 roku wprowadził trzy nowe normy odnoszące się do mierników poziomu dźwięku. Dokumenty zostały opracowane przez Komitet Techniczny KT 105 – Elektroakustyki oraz Rejestracji Dźwięku i Obrazu. Pierwsza norma [N9] określa wymagania dotyczące właściwości elektroakustycznych urządzeń do pomiaru dźwięku. Przyrządy w treści dokumentu podzielone są na: konwencjonalne, czyli takie, które mierzą poziom dźwięku uśredniony wykładniczo; całkująco-uśredniające, mierzące równoważny poziom dźwięku, oraz mierniki dźwięku całkujące, mierzące stopień ekspozycji na dźwięk. Określono, iż przeprowadzając pomiary wszystkich lub którejkolwiek spośród trzech podanych wielkości należy używać jednego rodzaju sprzętu. Powodem nakazującym taki sposób postępowania jest różniaca się między sobą budowa mierników dźwięku i idąca za tym rozbieżność dokładności pomiarów. W normie opisano także wymagania dotyczące wartości błędów dopuszczalnych i zakresami temperatur pracy w odniesieniu do aparatury pomiarowej dźwięku klasy 1 i 2. Dalsza część omawianego dokumentu uściśla powołania normatywne, terminy i definicje, sposoby

weryfikacji wymagań mierników oraz instrukcje związane z ich użytkowaniem. Kolejna nowa norma [N10] z 2014 roku stanowi część 2 poprzedniego dokumentu. Zawiera procedury niezbędne do badań sprawdzających zgodność konwencjonalnych, całkujących oraz całkująco-średniających mierników poziomu dźwięku, ze wszystkimi wymaganiami podanymi w EN 61672-1. W treści dokumentu zawierają się ustalenia dotyczące badań typu każdego kanału wielokanałowego przyrządu pomiarowego. Wymieniono także metody tych badań, oraz ustalono, że wszystkie laboratoria badawcze stosować będą te same metody wykonywania badań typu, a ich wyniki będą porównywalne. Trzecia część dwóch poprzednich norm mówi o obowiązku przeprowadzania badań okresowych na miernikach dźwięku. Badania dotyczą aparatury o właściwościach zgodnych z PN-EN 61672-2. W dalszej części [N11] sformułowano procedury badań dla trzech rodzajów przyrządów (konwencjonalnych, całkująco-średniających, całkujących) zarówno 1 i 2 klasy oraz zaznaczono, iż badania te powinny być wykonywane we wszystkich jednostkach badawczych w sposób jednakowy. Badań dokonuje się w celu zapewnienia wymogów zgodnych z podanymi w PN-EN 61672-1.

Przechodząc do ostatniego zagadnienia z metod, technik i narzędzi pomiarowych, jakim jest mikroklimat, należy przypomnieć, iż jest to czynnik, którego wpływ na pracę trudno jednoznacznie zinterpretować, ponieważ dla każdego pracownika inne środowisko cieplne będzie uznawane za komfortowe. Metody, jakimi można dokonywać pomiarów mikroklimatu w pomieszczeniach pracy przedstawione są w poniżej wymienionych normach:

- PN-EN ISO 7730:2006 Ergonomia środowiska termicznego. Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego [N12],

- PN-EN ISO 7726:2002 Ergonomia środowiska termicznego. Przyrządy do pomiaru wielkości fizycznych [N13],

- PN-EN 27243:2005 Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT [N14],

- PN-EN ISO 11079:2008 Ergonomia środowiska termicznego. Wyznaczanie i interpretacja stresu termicznego wynikającego z ekspozycji na środowisko zimne z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu wychłodzenia miejscowego [N15].

Wszystkie wymienione normy służą ocenie ryzyka wystąpienia stresu cieplnego u pracowników. Metoda, jaką przeprowadzić należy zmierzyć wpływ mikroklimatu na pracownika składa się z 3 etapów. Pierwszym jest wizja lokalna, mająca na celu dokonanie rozpoznania środowiska cieplnego pracy, które może być różne w zależności od pomieszczenia lub samego usytuowania stanowiska – miejsce bliżej nawiewu, okna czy grzejników. Po przeprowadzeniu wizji lokalnej możliwe będzie właściwe zlokalizowanie punktów pomiarowych, które dodatkowo powinny znajdować się na 3 wysokościach. Końcowy wynik pomiaru jest średnią trzech wartości. Jeśli pracownik jakkolwiek zmienia swoje położenie podczas pracy, aparatura pomiarowa powinna towarzyszyć mu podczas tych zmian. Drugi etap obejmuje obliczenie wartości wskaźników (PMV i PPD – wskaźniki komfortu cieplnego całego ciała, PD i DR – wskaźniki wystąpienia ryzyka dyskomfortu

miejscowego). Dodatkowo należy dokonać oceny izolacyjności odzieży oraz tempa metabolizmu. Pomocnicze tabele do oszacowania ilości ciepła przenikającego przed odzież oraz ciepła produkowanego przez organizm zawarte są we wszystkich wyżej wymienionych normach dotyczących mikroklimatu. W trzecim etapie należy otrzymane wartości wskaźników porównać z wartościami dopuszczalnymi. Tabele wartości dostępne są w poszczególnych normach. Jeśli wyniki wskazują na występowanie dyskomfortu miejscowego lub ogólnego, określić można przyczynę wystąpienia jego oraz określić rozwiązania mające na celu poprawę fizycznych warunków pracy.

Do przeprowadzenia pomiarów mikroklimatu stosuje się aparaturę spełniającą wymogi zawarte we wspomianej normie PN-EN ISO 7726:2002 [N12]. Aparatura dostosowywana jest w zależności do rodzaju planowanych badań. Urządzenia klasy C dotyczą środowiska umiarkowanego i wyznaczania komfortu cieplnego. Urządzenia klasy S służą do badania środowiska zimnego lub gorącego, w których występuje zjawisko stresu cieplnego [I2].

6. Badania własne

Celem niniejszych badań było dokonanie pogładowej oceny fizycznych warunków pracy występujących podczas mechanicznej obróbki drewna. Zakres pracy obejmował przeprowadzenie pomiarów zapylenia, hałasu i mikroklimatu w warunkach laboratoryjnych w trakcie frezowania, szlifowania i toczenia drewna. Do doświadczenia posłużyły próbki drewna brzoźowego. Badania były wykonane w dwóch seriach – pierwsza z włączonym wyciągiem wiórów, druga bez wyciągu.

6.1. Charakterystyka stanowiska badawczego

Badania zostały przeprowadzone w laboratorium mechanicznej obróbki drewna Uniwersytetu Zielonogórskiego.

Badania fizycznych warunków pracy zostały przeprowadzone podczas frezowania, szlifowania i toczenia drewna, wykorzystano w nich próbki drewna brzoźowego o wilgotności 13%, sosnowego o wilgotności 11% i bukowego – wilgotność 9%. Pomiary wykonywano w dwóch seriach. Pierwsza – warunki pracy bez wyciągu wiórów, druga – z uruchomionym wyciągiem. Badaniom poddano czynniki takie, jak zapylenie, hałas i mikroklimat.

Do pomiarów zapylenia użyto metody wagowej z zastosowaniem aspiratora stacjonarnego A S – 60 TWO-MET. Aby przystąpić do pracy z urządzeniem należało dostosować rozmiar materiału filtrującego (w tym przypadku użyto bibuły) do wielkości oprawki. Przygotowane filtry kolejno wysuszono w specjalnej suszarce (Radwag WPE 30 S), a następnie zważono je. Sączek ustawiono na stanowisku badawczym, na statywie, na wysokości dróg oddechowych pracownika. Kolejnym krokiem było uruchomienie pompki aspiratora, którego zadaniem było zasysanie powietrza, tu 47 l/min przy frezowaniu i szlifowaniu, natomiast przy toczeniu 67

l/min przy pracy bez wyciągu wiórów oraz 68 l/min przy toczeniu z uruchomionym wyciągiem. W przypadku frezowania i szlifowania praca wykonywana była nieprzerwanie przez 30 minut na próbkach drewna brzoźowego i sosnowego. Filtr zmieniono, co 15 minut czasu pracy. Uzyskano dwie próbki podczas I serii badań i dwie podczas II serii. Praca przy toczeniu trwała 1h w każdej serii. Toczo no próbki brzoźowe i dębowe, zmieniając filtry, co 10 minut. Uzyskano 6 próbek w każdej serii pomiarów. Po zakończonej pracy filtry należy ponownie wysuszyć i zważyć. Różnica ciężaru próbek przed badaniem i po, podzielona przez objętość zassanego powietrza wskazała wynik – masa fazy rozproszonej mg/cm³.

Podczas frezowania, szlifowania i toczenia dokonano pomiarów hałasu przy użyciu sprzętu Sonopan type I-01. Pomiar dotyczył natężenia dźwięku, jaki powstaje bezpośrednio przy uchu pracownika. Badania objęły wykonanie pomiaru hałasu słyszalnego z użyciem filtra A - slow oraz hałasu maksymalnego, filtr C – hold peak. Dla pomiaru obu tych parametrów wykonano 3 próby w 10-cio minutowych odstępach. Tak samo postępowano podczas badań zarówno z wyłączonym i włączonym wyciągiem wiórów.

Badaniom został poddany także mikroklimat występujący w stolarni. Środowisko cieplne zostało określone, jako umiarkowane i podjęto działania do wyznaczenia wskaźnika PMV, na który składają się: ocena izolacyjna odzieży, tempo metabolizmu, temperatura powietrza, średnia temperatura promieniowania, względna prędkość przepływu powietrza i cząstkowe ciśnienie pary wodnej. Na podstawie tablic z PN-EN ISO 7730-2006 oceniono izolacyjność odzieży, przypisując jej wartość 1 oraz oszacowano tempo metabolizmu pracownika, jako wartość 1,6 – tj. aktywność niewielka w pozycji stojącej. Do zmierzenia pozostałych parametrów posłużył miernik mikroklimatu SOLIGOR PT-455. Aparaturę odpowiednio przygotowano – do zbiornika sondy psychometrycznej wiano wodę destylowaną, oraz zwilżono sondę termometru wilgotnego i ustawiono na stanowisku badawczym. Pomiarów dokonywano na 3 wysokościach (wysokość kolan, pasa i głowy pracownika). Otrzymane wyniki zostały zestawione i skonfrontowane z tablicami określającymi przewidywaną średnią ocenę PMV przy wilgotności względnej 50%.

6.2. Wyniki pomiarów

Efekty pomiarów przeprowadzonych w stolarni laboratoryjnej dały następujące dane. Zaczynając od wyników stężenia pyłu przy obróbce frezowania i szlifowania próbek o wilgotności 11% sosny i 13% brzozy, przy przepływie powietrza w ilości 47 l/min (tabela 1).

Tabela 1. Wyniki pomiarów zapylenia przy frezowaniu i szlifowaniu drewna.

Numer próbki	Gatunek drewna	Frezowanie		Szlifowanie	
		Masa filtra początkowa (mg)	Masa filtra końcowa (mg)	Masa filtra początkowa (mg)	Masa filtra końcowa (mg)
Praca bez włączonego wyciągu wiórów					
1.	Sosna	1,3	3,0	1,6	1,7
2.	Brzoza	2,6	4,5	2,1	2,7
Praca z włączonym wyciągiem wiórów					
3.	Sosna	2,1	3,1	2,3	2,4
4.	Brzoza	3,2	4,0	2,5	2,8

W przypadku toczenia w formie próbek służyło drewno brzozy 13% wilgotności i buku 9%. Prędkość przepływu powietrza wynosiła 67 l/min podczas I serii badań i 68 l/min przy II serii. Wyniki przeprowadzonych pomiarów przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Wyniki pomiarów zapylenia przy toczeniu drewna.

Numer próbki	Gatunek drewna	Toczenie	
		Masa filtra początkowa (mg)	Masa filtra końcowa (mg)
Praca bez włączonego wyciągu wiórów			
1.	Brzoza	3,5	4,1
2.	Brzoza	2,6	4,6
3.	Brzoza	3,3	3,6
4.	Buk	1,7	2,1
5.	Buk	3,0	3,9
6.	Buk	2,9	4,7
Praca w włączonym wyciągiem wiórów			
7.	Brzoza	2,8	3,5
8.	Brzoza	2,5	3,2
9.	Brzoza	2,5	3,3
10.	Buk	2,4	3,5
11.	Buk	2,0	3,0
12.	Buk	1,7	2,8

Stężenie masy fazy rozproszonej (mg/cm^3) w odniesieniu do 8h czasu pracy uzyskano sumując początkowo masę pyłu otrzymanego osobno podczas serii badań bez uruchomionego wyciągu wiórów oraz z uruchomionym wyciągiem i mnożąc

wynik razy 16 - w przypadku frezowania i razy 8 - w przypadku toczenia. (Ponieważ: 2 próbki otrzymane przy frezowaniu/szlifowaniu = 30 min pracy · 16 = 8h oraz 6 próbek otrzymanych podczas toczenia = 1h pracy · 8 = 8h.) Następnym krokiem, jest podzielenie wyniku przez prędkość przepływu powietrza. Otrzymano następujące wartości zapylenia:

-frezowanie bez uruchomionego wyciągu wiórów

$$\frac{3,6 \text{ mg} \cdot 16}{47 \text{ l/m}} \approx 1,22 \text{ mg/cm}^3$$

- frezowanie z uruchomionym wyciągiem wiórów

$$\frac{1,8 \text{ mg} \cdot 16}{47 \text{ l/m}} \approx 0,61 \text{ mg/cm}^3$$

- szlifowanie bez uruchomionego wyciągu wiórów

$$\frac{1,6 \text{ mg} \cdot 16}{47 \text{ l/m}} \approx 0,54 \text{ mg/cm}^3$$

- szlifowanie z uruchomionym wyciągiem wiórów

$$\frac{0,4 \text{ mg} \cdot 16}{47 \text{ l/m}} \approx 0,44 \text{ mg/cm}^3$$

- toczenie bez uruchomionego wyciągu wiórów

$$\frac{4,2 \text{ mg} \cdot 8}{6 \text{ l/m}} \approx 0,50 \text{ mg/cm}^3$$

- toczenie z uruchomionym wyciągiem wiórów

$$\frac{5,4 \text{ mg} \cdot 8}{68 \text{ l/m}} \approx 0,63 \text{ mg/cm}^3$$

Przeprowadzone w stolarni laboratoryjnej pomiary hałasu wskazały następujące wartości. Tabela 3 przedstawia dane uzyskane podczas pracy bez uruchomionego wyciągu wiórów.

Tabela 3. Poziomy hałasu podczas mechanicznej obróbki drewna (bez wyciągu).

	Frezowanie	Szlifowanie	Toczenie
Hałas słyszalny (dB)	88	74	71
	86	79	67
	85	78	72
Średnia	86	77	70
Poziom hałas szczytowego (dB)	95	89	82
	86	92	86
	98	94	85
Średnia	93	92	84

Poniższa tabela 4 zawiera zapis wyników pomiaru hałasu ze stolarni laboratoryjnej, kiedy podczas pracy używany był wyciąg wiórów.

Tabela 4. Poziomy hałas podczas mechanicznej obróbki drewna (z wyciągiem).

	Frezowanie	Szlifowanie	Toczenie
Hałas słyszalny (dB)	90	76	75
	85	88	67
	82	80	74
Średnia	86	81	72
Poziom hałas szczytowego (dB)	95	92	86
	89	88	82
	92	90	86
Średnia`	92	90	85

Ostatnimi są wyniki pomiarów mikroklimatu (tabela 5). Oznaczenia zawarte w tabeli dotyczą: ta (°C) – temperatura powietrza, tr (°C) – średnia temperatura promieniowania, V (m/s) – względna prędkość przepływu powietrza, Pa (kPa) – cząstkowe ciśnienie pary wodnej, szacunkowe PMV – przewidywana średnia oceny wrażeń cieplnych.

Tabela 5. Wyniki pomiaru parametrów środowiskowych stolarni laboratoryjnej, podczas wykonywania pracy bez włączonego wyciągu wiórów.

Wysokość punktu pomiarowego (malejąco)	ta (°C)	tr (°C)	V (m/s)	Pa (kPa)	Szacunkowe PMV
FREZOWANIE					
Poziom 1	15,3	14,3	0,00	0,62	-1,35
Poziom 2	14,2	14,4	0,04	0,60	-1,47
Poziom 3	13,8	15,0	0,02	0,62	-1,46
Średnia	14,4	14,5	0,02	0,61	-1,42
SZLIFOWANIE					
Poziom 1	15,2	14,8	0,03	0,64	-1,32
Poziom 2	15,1	14,9	0,09	0,66	-1,38
Poziom 3	14,7	15,2	0,11	0,66	-1,46
Średnia	15,0	14,9	0,07	0,65	-1,38
TOCZENIE					
Poziom 1	16,0	18,1	0,10	0,64	-1,10
Poziom 2	15,3	18,4	0,04	0,65	-1,00
Poziom 3	14,5	18,2	0,02	0,65	-1,00
Średnia	15,2	18,2	0,05	0,64	-1,00

Tabela 6 przedstawia wyniki pomiarów parametrów mikroklimatu z drugiej serii badań tj. praca przy mechanicznej obróbce drewna z włączonym wyciągiem wiórów.

Tabela 6. Wyniki pomiaru parametrów środowiskowych stolarni laboratoryjnej, podczas wykonywania pracy z włączonego wyciągiem wiórów.

Wysokość punktu pomiarowego (malejąco)	ta (°C)	tr (°C)	V (m/s)	Pa (kPa)	Szacunkowe PMV
FREZOWANIE					
Poziom 1	11,7	12,1	0,00	0,46	-2,50
Poziom 2	10,6	12,1	0,16	0,45	-2,26
Poziom 3	10,6	10,1	0,02	0,45	-2,28
Średnia	10,9	11,4	0,06	0,45	-2,34
SZLIFOWANIE					
Poziom 1	11,5	12,5	0,04	0,50	-1,97
Poziom 2	11,9	12,4	0,12	0,49	-1,93
Poziom 3	11,1	12,3	0,01	0,58	-2,03
Średnia	11,5	12,4	0,05	0,52	-1,97
TOCZENIE					
Poziom 1	11,7	13,2	0,00	1,37	-1,74
Poziom 2	12,00	12,5	0,01	1,42	-1,51
Poziom 3	13,1	12,9	0,00	1,49	-1,57
Średnia	12,26	12,8	0,00	1,42	-1,60

6.3. Analiza wyników i wnioski

Największe stężenie pyłu występuje przy frezowaniu drewna. Mniejsze i stosunkowo podobne do siebie podczas szlifowania i toczenia. Jednakże pył powstający przy szlifowaniu jest bardziej uciążliwy podczas pracy, ponieważ posiada małe cząstki i jest bardziej lotny. Zauważono, iż masa fazy rozproszonej ulega znacznemu zmniejszeniu, jeśli podczas pracy z obrabiarką uruchomiony będzie wyciąg wiórów. Niezgodna jednak z tą teorią okazała się praca przy toczeniu drewna. Wyniki pokazują, iż zapylenie było większe, kiedy uruchomiony został wyciąg. Wnioskować można, że to błąd pomiarów lub błąd techniczny, ponieważ na stanowisku tokarskim nie było stałego wyciągu wiórów, został on zainstalowany chwilowo na czas pomiarów i posiadał nieszczelności. Analizując wyniki pomiarów uzyskanych podczas toczenia zauważyć można, jak duży wpływ na stopień zapylenia może mieć sprawność techniczna wyciągu.

Według rozporządzenia NDS pyłu drewna w odniesieniu do 8h dnia pracy wynosi 4 mg/cm³, z wyjątkiem pyłów drewna twardego (dąb, buk) i mieszanin, zawierających ten pył tu NDS wynosi 2 mg/cm³. Stwierdzono, że w skrajnych przypadkach największe stężenie pyłu przy obróbce drewna bez uruchomionego wyciągu wiórów wyniosło 1,22 mg/cm³ (frezowanie) i 0,63 mg/cm³ podczas pracy z wyciągiem (toczenie). Poziom stężenia pyłu na wszystkich trzech stanowiskach nie przekroczył normy NDS (dla frezowania i szlifowania norma 4 mg/cm³, a dla toczenia 2 mg/cm³ – mieszanina pyłu zawierała pył rakotwórczy bukowy).

Zapylenie w stolarni laboratoryjnej, co prawda, nie przekroczyło normy, jednak praca w panujących warunkach była trudna, szczególnie przy szlifowaniu, gdzie cząstki pyłu były drobne i łatwo się rozprasały. Podczas toczenia przeważała ilość wiórów, a frezowanie charakteryzowało się grubym pyłem i wiórami. Dlatego bez względu na poziom ekspozycji na zapylenie, do pracy podczas mechanicznej obróbki drewna, zaleca się stosowanie środków ochrony dróg oddechowych i wzroku.

Do dokładnego stwierdzenia czy zbadania wartość hałasu jest dopuszczalna należy wziąć pod uwagę czas jego działania oraz maksymalne i szczytowe wartości, które według rozporządzenia wynoszą:

- przy ekspozycji na hałas w odniesieniu do 8 h dobowego czasu pracy wartość NDN określono jako 85 dB;
- przy dźwięku A maksymalny jego poziom nie może przekraczać 115 dB;
- przy dźwięku C szczytowy jego poziom nie może przekraczać 135 dB.

Należy zaznaczyć, że w momencie, gdy czas ekspozycji równy jest czasowi odniesienia, czyli 8 h czasowi pracy, to poziom ekspozycji na hałas odpowiada równoważnemu poziomowi dźwięku A, dlatego stwierdzić należy, iż NDN zostało przekroczone podczas pracy przy frezowaniu – wyniosło 86 dB podczas pracy z wyciągiem, jak i bez wyciągu. Przy szlifowaniu i toczeniu hałas wyniósł 77 i 70 dB podczas I serii badań (bez uruchomionego wyciągu wiórów), podczas II (z uruchomionym wyciągiem wiórów 81 dB w przypadku szlifowania i 72 dB podczas toczenia, nie oznacza to jednak, że natężenie tego hałasu jest nieszkodliwe, ponieważ bliskie wartości progowej tj. 80 dB. Co prawda zakłada się, że ekspozycja na hałas > 80 dB nie wywołuje uszczerbku na zdrowiu, jeśli w pracy stosowane są przerwy i ograniczenia czasu pracy, jednak warto podjąć działania niwelujące to ryzyko zawodowe. W przypadku szczytowego poziomu dźwięku C, na żadnym z trzech przebadanych stanowisk (w dwóch seriach badań) nie stwierdzono przekroczenia. Analiza wyników wykazała także, że uruchomiony wyciąg wiórów nie powoduje znacznych różnic w hałasie słyszalnym przez pracownika. Jednakże należy zaznaczyć, iż rzetelność przeprowadzonych badań może odbiegać od rzeczywistości, ponieważ miernik hałasu użyty do pomiarów nie posiadał akredytacji.

Przechodząc do analizy wyników pomiaru mikroklimatu w pracowni stolarskiej, należy wyznaczyć wskaźnik PMV. Do wyznaczenia wskaźnika zgodnie z normą 7730:2006 posłużyły tablice określające przewidywaną średnią ocenę PMV przy wilgotności względnej 50% zamieszczone w formie załącznika do normy. Pod uwagę brano tablicę przeznaczoną do oceny PMV przy poziomie aktywności 92,8 W/m² (1,6 met) i przepuszczalności odzieży clo 1. Odczytane wartości prezentują się następująco:

- frezowanie bez wyciągu PMV ≈ -0,68;
- szlifowanie bez wyciągu -0,68 > PMV > -0,36;
- toczenie bez wyciągu -0,68 > PMV > -0,36;
- frezowanie z wyciągiem PMV < -1,01;
- szlifowanie z wyciągiem PMV < -1,01;
- toczenie z wyciągiem PMV ≈ -1,01.

Szacunkowe zaś wartości podane przez urządzenie mierzące parametry środowiskowe pracowni stolarskiej wyniosły:

- frezowanie bez wyciągu PMV = -1,42;
- szlifowanie bez wyciągu PMV = -1,38;
- toczenie bez wyciągu PMV = -1,00;
- frezowanie z wyciągiem PMV = -2,34;
- szlifowanie z wyciągiem PMV = -1,97;
- toczenie z wyciągiem PMV = -1,60.

Wyniki odczytane z tablic oraz szacunkowe wartości podane przez miernik mikroklimatu znacznie odbiegają od siebie, jednakże określona przez normę wartość PMV, która mieści się w granicach komfortu cieplnego wynosi od -0,5 do +0,5 PMV, dlatego stwierdzić można, że warunki mikroklimatyczne występujące w stolarni są niekorzystne – niekomfortowe dla pracowników.

Pomimo, że pomiary wykonywane były w jednej hali, na różnice w wynikach wpłynęły atrybuty stanowiska badawczego, dokładniej jego ustawienie – bliżej drzwi czy grzejnika. Uruchomiony wyciąg wiórów także wpłynął na warunki klimatyczne panujące w środowisku pracy – znacznie je pogorszył, jednak wspomnieć należy, iż w czasie wykonywania II serii badań temperatura na zewnątrz była dużo niższa niż w przypadku I serii badań, co skutkowało odczuwalnym chłodem wewnątrz pomieszczenia i obniżoną temperaturą grzejników w stosunku do dnia poprzedniego.

7. Zakończenie

Jak wykazały wyniki badań, wartości zapylenia powietrza są w dolnych granicach normy, wartości hałasu są bliskie wartościom progowym NDN, a warunki klimatyczne panujące w przedmiotowej stolarni nie spełniają wymagań stawianych przez przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób prowadzenia badań nie był jednak precyzyjny z uwagi na brak akredytacji sprzętu czy uchybienia techniczne panujące w stolarni laboratoryjnej.

Podsumowując - do przeprowadzania oceny warunków pracy należy posługiwać się sprawnym sprzętem pomiarowym, spełniającym wymogi stawiane przez normy. Badania najlepiej wykonywać w kilku seriach, aby mieć pogląd na miarodajność wyników. Należy dokładnie przyjrzeć się czynnikom pośrednim występującym podczas pracy, jak np. uchybienia techniczne w miejscu pracy.

Okresowe wykonywanie pomiarów czynników szkodliwych pozwala kontrolować stan środowiska pracy, zauważyć powstałe niezgodności oraz wyeliminować źródło ich powstawania, a co za tym idzie polepszać warunki pracy.

Literatura

1. Koradecka D. praca zbiorowa pod red., *Bezpieczeństwo i higiena pracy*, wyd. CIOP, Warszawa 2008.
2. Koradecka D. praca zbiorowa pod red., *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia 1*, wyd. CIOP, Warszawa 1997.
3. Dąbrowski M.: *Zapobieganie wypadkom przy pracach stolarskich*, *Bezpieczeństwo pracy*, 2015, nr 1, s. 18-21.
4. Eckert M.: *Człowiek w technicznym środowisku pracy*, wyd. WSI w Zielonej Górze, Zielona Góra 1984.
5. Gągoł R.: *Pomiary czynników szkodliwych w praktyce*, *Atest – Ochrona pracy*, 2014, nr 3, s. 4-6.
6. *Higiena pracy*. Praca zbiorowa pod red. Janusza A. Indulskiego, Oficyna wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy, Łódź 1999.
7. Jasiński Z.: *Zarządzanie pracą*, Agencja Wydawnicza „Placet”, Warszawa 1999.
8. Kaczmarek P.: *Obróbka drewna – pomiary czynników szkodliwych cz.1*, *Atest – Ochrona pracy*, 2013, nr 1, s. 21-25.
9. Kaczmarek P.: *Obróbka drewna – pomiary czynników szkodliwych cz.2*, *Atest – Ochrona pracy*, 2013, nr 2, s. 18-20.
10. Kowerski A.: *Nowe Normy dotyczące obrabiarek oraz mierników dźwięku*, *Atest – Ochrona pracy*, 2014, nr. 6, s. 59-60.
11. Lebecki K.: *Zagrożenia fizyczne w środowisku pracy: ćwiczenia laboratoryjne*, Wyd. Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy, Katowice 2009.
12. Puzyna Cz.: *Normalizacja w walce z hałasem*, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa 1971.
13. Rączkowski B.: *BHP w praktyce*, wyd. ODDK, Gdańsk 2009.
14. Uzarczyk A.: *Czynniki szkodliwe i uciążliwe w środowisku pracy*, wyd. ODDK, Gdańsk 2006.
15. Więcek E.: *Higiena pracy - tom I*, Oficyna wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy, Łódź 2008.
16. Zawieski W. M.: *Ocena ryzyka zawodowego*, wyd. CIOP, Warszawa 2001.
17. Zieleniewski J.: *Organizacja i zarządzanie*, wyd. PWN, Warszawa 1969.

Rozporządzenia

- R1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 14 kwietnia 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze obrabiarek do drewna (Dz. U. nr 36, poz 409).
- R2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz. U. nr 191, poz. 1596 z późn. zm.).

R3. Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Pracy i Polityki Społecznej z 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn i elementów bezpieczeństwa (Dz.U. nr 91, poz. 858).

R4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94, z późn. zm.).

R5. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94, z późn. zm.).

R6. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650).

R7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne

Dyrektywy

D1. Dyrektywa 89/655 EWG w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy użytkownika w pracy sprzętu przez pracowników (zmieniona Dyrektywami 95/63 WE i 2001/45/WE).

D2. Dyrektywa 89/656 EWG w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy użytkownika w pracy przez pracowników środków ochrony indywidualnej.

Normy

N1. PN-92/N-01256/02 Znaki bezpieczeństwa. Ewakuacja.

N2. PN-N-18001:1999 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania.

N3. PN-N18002:2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.

N4. PN-N-01307:1994P Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.

N5. PN-EN 847-1:2014:03 Narzędzia do obróbki drewna, Wymagania bezpieczeństwa. Część 1: Frezy i piły tarczowe.

N6. PN-EN 847-1:2014:03 Narzędzia do obróbki drewna, Wymagania bezpieczeństwa. Część 2: Wymagania dotyczące uchwytów i frezów trzpieniowych.

N7. PN-EN 847-1:2014:03 Narzędzia do obróbki drewna, Wymagania bezpieczeństwa. Część 3: Urządzenia mocujące.

N8. PN-EN 12464-1:2004 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy - Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.

N9. PN-EN 61672-1:2014-03 Elektroakustyka. Mierniki poziomu dźwięku. Część 1: Wymagania.

N10. PN-EN 61672-2:2014-03 Elektroakustyka. Mierniki poziomu dźwięku. Część 2: Badania typu.

N11. PN-EN 61672-3:2014-03 Elektroakustyka. Mierniki poziomu dźwięku. Część 3: Badania okresowe.

N12. PN-EN ISO 7730:2006 Ergonomia środowiska termicznego. Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego,

N13. PN-EN ISO 7726:2002 Ergonomia środowiska termicznego. Przyrządy do pomiaru wielkości fizycznych,

N14. PN-EN 27243:2005 Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT,

N15. PN-EN ISO 11079:2008 Ergonomia środowiska termicznego. Wyznaczanie i interpretacja stresu termicznego wynikającego z ekspozycji na środowisko zimne z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu wychłodzenia miejscowego.

Źródła internetowe

- I1. <http://archiwum.ciop.pl/5797.html> (sierpień 2015)
- I2. <http://www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl/artykuly/217-wydanie-07-2013/2872-pomiary-mikroklimatu-w-pomieszczeniach.html> (luty 2016)
- I3. <http://zoohygiene.xf.cz/Pristroje%20fotky/Konimetr.jpg> (grudzień 2015)
- I4. <http://www.viron.com.br/images/impinger.jpg> (grudzień 2015)
- I5. <http://www.tsi.com/dustrak-aerosol-monitor-8520/> (grudzień 2015)
- I6. <http://www.sonopan.com.pl/> (styczeń 2016)
- I7. <http://www.elfadistelec.pl/> (styczeń 2016)
- I8. <http://www.test-therm.pl> (styczeń 2016)
- I9. <http://ecoenvironmental.com.au/wp-content/uploads/IOM-Brochure.pdf> (luty 2016)

ZAGROŻENIA I WARUNKI BHP PODCZAS PRAC SPAWALNICZYCH

Remigiusz Aksentowicz, Piotr Turzyński

1. Wstęp

Na blisko 200 działających branż w Polsce, spawalnictwo związane jest z ponad połową. Pod koniec roku 2013 w samej tylko Polsce, w procesach produkcyjnych, technologie spawania wykorzystywało około 7 tysięcy przedsiębiorstw oraz 2,5 tysiąca producentów i dystrybutorów materiałów i urządzeń spawalniczych. W naszym kraju ze spawalnictwem związanych jest około 130–150 tysięcy osób, z tego 60–80 tysięcy to sami spawacze. Branże spawalnicze współpracują m.in. z uczelniami i instytutami naukowymi. 400 ośrodków spawalniczych szkoli i podnosi kwalifikacje, codziennie kształcąc nowych spawaczy, potwierdzając ich kwalifikacje międzynarodowymi certyfikatami wydawanymi przez Instytut Spawalnictwa. W Europie Polska pod względem wielkości produkcji konstrukcji stalowych zajmuje II miejsce, a w 2012 roku wyprodukowano ich ponad 1,35 mln ton [7], [9], [18].

Tysiące Polaków, pracowników reprezentujących spawalnictwo każdego dnia ze względów technologicznych ma styczność na swoich stanowiskach pracy z różnego rodzaju procesami technologicznymi, w tym m.in.: otwartym płomieniem, gorącym powietrzem, wyposażeniem spawalniczym, maszynami tnącymi i szlifującymi, jak również kontakt z powierzchniami gorącymi. Prace charakteryzujące się z w/w czynnikami określane są jako „prace gorące” (ang. „hot work”).

Prace termiczne występują niemalże w każdej dziedzinie gospodarki. Branże związane z hutnictwem i odlewnictwem, przemysł szklarski i koksowniczy, jak również górnictwo i spawalnictwo aż do restauracji czy piekarni, określane są mianem prac termicznych. Prace te narażają pracowników na tzw. „czynniki termiczne”, które charakteryzują się jako temperaturowe źródła promieniowania (np. łuk elektryczny, płynne metale żelazne i nieżelazne, żużle, odpryski, kadzie, piece, itp.), czyli źródła technologiczne. Różnorodność czynników gorących, niejednokrotne natężenie i stopień oddziaływania ich w czasie, wiąże się z ryzykiem wypadkowym. Stanowiska pracy określone mianem prac termicznych, dla pracowników związane są z niebezpieczeństwem wypadkowym, niejednokrotnie narażając pracowników na odnoszenie urazów, obrażeń ciała, a w nielicznych przypadkach nawet na śmierć.

Zagrożenia termiczne, a raczej pyły i gazy, które uwalniane są za ich pomocą, należą do czynników szkodliwych, wpływając bardzo negatywnie na organizm ludzki, prowadząc m.in. do zatruc, poparzeń czy chorób. Choroby wystąpić mogą od

razu, po zażyciu pewnych dawek tych substancji, lecz również po długim okresie, nawet i kilku latach po zawieszeniu swojej działalności zawodowej i uwidocznić się w postaci choroby zawodowej.

Największy nacisk i wymagania w stosunku do prac gorących nakładają kraje skandynawskie (Norwegia, Szwecja, Dania oraz Finlandia), według ich wymogów (kodeksu pracy) każdy pracownik zatrudniany na takim stanowisku musi posiadać ważny certyfikat uprawniający go do wykonywania prac gorących ("varme arbeider") [21].

2. Prace termiczne, zagrożenia związane z pracami spawalniczymi

Spawalnictwo jako jedna z najbardziej rozwiniętych branż przemysłowych wykorzystuje w swoich procesach wytwórczych ze względów technologicznych m.in.: otwarty płomień, gorące powietrze, łuk elektryczny, maszyny tnące czy szlifujące, narażając pracownika na kontakt z powierzchniami gorącymi. Pracownicy pracujący w takich warunkach – warunkach gorącego środowiska, wykonują prace tzw. „gorące” lub „termiczne” (ang. „hot work”).

Procesom technologicznym związanych ze spawaniem i cięciem termicznym towarzyszy wiele czynników stanowiących prawdopodobne niebezpieczeństwo, zagrażające zdrowiu i życiu pracowników wykonujących swoje prace na stanowiskach spawalniczych oraz w ich otoczeniu. Pracownicy wykonywujący swoją pracę na stanowiskach robotniczych, narażeni są na wiele czynników związanych z środowiskiem pracy. Zgodnie z Polskimi normami PN-80/Z-08052, PN-N-18001, możemy wyróżnić trzy rodzaje czynników:

- czynników niebezpiecznych,
- czynników szkodliwych,
- czynników uciążliwych [13], [14].

Wszystkie te czynniki charakteryzują się innym stopniem oddziaływania pracowników oraz ich konsekwencje są różne.

„Zagrożenia, podobnie jak czynniki wymienione w PN-80/Z-08052, można podzielić na 4 następujące grupy:

- fizyczne – obejmujące zagrożenia mechaniczne, elektryczne, pyłowe, termiczne, hałasem, drganiami mechanicznymi (wibracją), oświetleniem, promieniowaniem optycznym i laserowym, polami elektromagnetycznymi,
- chemiczne – obejmujące zagrożenia substancjami i preparatami chemicznymi w tym rakotwórczymi,
- biologiczne – obejmujące priony i wirusy, bakterie, grzyby, pasożyty wewnętrzne, czynniki roślinne i czynniki zwierzęce inne niż pasożyty wewnętrzne,
- psychofizyczne – obejmujące obciążenie fizyczne (statyczne, dynamiczne, monotypia)
- i obciążenie psychofizyczne oraz stres” [17].

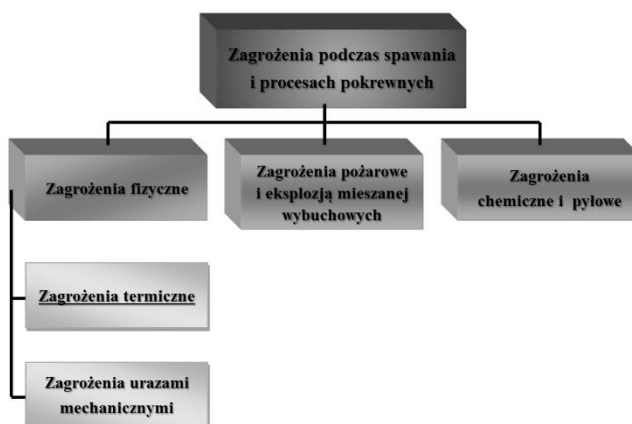
W wielu branżach przemysłowych w tym i spawalnictwie, stanowiska pracy są narażone na czynniki termiczne, które towarzyszą procesom spawalniczym–pracom gorącym. Charakteryzują się one jako źródła podwyższonych temperatur np. łuk elektryczny, płynne metale żelazne i nieżelazne, żużle, odpryski itp.). Źródła te najczęściej zaobserwować można jako promieniowania ciepłe, a ich zakres emitowania zależy w dużej mierze od temperatury tego źródła. Czynniki termiczne w znacznej mierze narażają pracowników na ryzyko powstania urazów i uszkodzeń ciała, a ich skutki zależne są od zróżnicowanego natężenia i stopnia oddziaływania czynników gorących [1].

Poza zagrożeniami termicznymi, które w większości należą do zagrożeń fizycznych

w spawalnictwie występują również zagrożenia dotyczące m.in:

- zagrożenia chemiczne i pyłowe (zatrucia szkodliwymi gazami, dymami i pyłami),
- zagrożenia pożarem i wybuchem (eksplozją wybuchowych mieszanek gazowych, zagrożenie pożarowe),
- zagrożenia fizyczne (nadmierny hałas, radioaktywność i pole magnetyczne),
- zagrożenia urazami mechanicznymi.

Rodzaj danego zagrożenia i stopień jego szkodliwości zależy od wielu czynników wyjściowych do których można zaliczyć chociażby rodzaj procesu spawalniczego, rodzaju spawanego materiału, organizacji pracy, wyposażenia spawalniczego, wielkości produkcji czy organizacji pracy. Na rys. 2.1. przedstawiono zagrożenia towarzyszące procesom spawalniczym i pokrewnym.



Rys. 2.1. Typy zagrożeń przy procesach spawania oraz procesach pokrewnych

Niezapewnienie oraz braki w zakresie zapewnienia bezpiecznych warunków pracy pracownikom, prowadzi często do wystąpienia urazów i uszkodzeń ciała, czyli wypadku oraz są przyczyną występowania chorób zawodowych. Do głównych przyczyn wypadkowości przy wykonywaniu prac spawalniczych wymienia się:

- brak doświadczenia zawodowego personelu spawalniczego (20% wypadków),
- niepełnosprawność pracowników (10% wypadków),
- nieprzestrzeganie przepisów (aż 70% wypadków).

Z w/w zestawień procentowych wynika, że niestosowanie się do przepisów stanowi aż 70% udziału procentowego wypadków przy pracach spawalniczych. W celu ograniczenia tych zagrożeń należy podjąć działania interwencyjne obejmujące swym zakresem zatrudnianie pracowników z wymaganymi uprawnieniami spawalniczymi oraz szkolenie załóg [1].

2.1. Charakterystyka zagrożeń termicznych

Zagrożenia termiczne wiążą się z stanowiskami pracy na których ze względów technologicznych używane źródła podwyższonej temperatury jest konieczne, niestety narażając tym samym pracownika na czynniki termiczne–gorące.

Wiadomo, że czynniki gorące, to źródła podwyższonej temperatury. Mogą one oddziaływać na pracownika w sposób bezpośredni poprzez kontakt cielesny lub pośredni jako promieniowanie.

Do najbardziej charakterystycznych czynników gorących możemy zaliczyć m.in.:

- płomień,
 - ciepło konwekcyjne (podwyższenie temperatury otoczenia),
- poparzenie rozpryskami, odpryskami metali i żużli,
- ciepło kontaktowe,
- porażenie prądem elektrycznym –łuk elektryczny,
- porażenie wzroku i skóry szkodliwym promieniowaniem –promieniowanie optyczne,
 - promieniowanie nadfioletowe (UV),
 - promieniowanie ciepłe (podczerwone) [1], [3], [22].

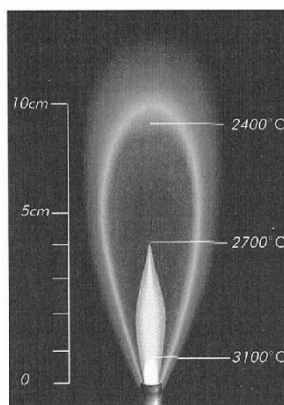
Zgodnie z normami PN–80/Z–08052, PN–N–18001 czynniki gorące zakwalifikować można jako czynniki szkodliwe należących do czynników fizycznych. Po za łukiem elektrycznym, który należy do czynników niebezpiecznych [11], [12], [14].

2.1.1. Zagrożenia płomieniem

Zagrożenia płomieniem występują podczas spawania i cięcia termicznego. Prace wykonywane są za pomocą palnika gazowego, w wyniku spalania mieszanki gazów. Uzyskany płomień (rys. 2.2) uzyskuje temperaturę rzędu paru tys. °C.

Płomień –powstaje podczas wydzielenia dużej ilości energii w procesie spalania najczęściej paliw, ciał stałych, cieczy czy gazów. Encyklopedia PWN określa płomień jako „strefę w której, w wyniku intensywnej reakcji spalania gazów lub par, następuje wydzielenie dużej ilości energii cieplnej i emisja promieniowania” [5].

Płomień, który posiada dużą temperaturę może zagrażać pracownikowi w dwojaki sposób, bezpośrednio i pośrednio. Bezpośrednio podczas kontaktu ciała pracownika z płomieniem oraz pośrednio za pomocą konwekcji, podwyższając temperaturę otoczenia.



Rys. 2.2. Rozkład temperatur w płomieniu palnika tlenowo–acetylenowego [5]

W przypadku wystąpienia zakłóceń procesu technologicznego może nastąpić przypadkowe i nie w pełni kontrolowane rozprzestrzenianie się płomieni. Płomień może być przyczyną zapalenia odzieży, rękawic i obuwia i związanych z tym poparzeń. Jest on również źródłem ciepła konwekcyjnego i powoduje podwyższenie temperatury otoczenia [1], [3], [22].

2.1.2. Rozpryski i odpryski metali, żużli

Źródła ciepła o wysokiej temperaturze wykorzystywane w procesach spawalniczych znajdują się w bezpośrednim kontakcie ze spawaczem. Z tego względu pracownik zatrudniony na stanowisku spawalniczym narażony jest na bezpośrednie niebezpieczeństwo poparzenia ciepłem termicznym łuku, płomienia gazowego oraz odpryskami metalu i żużli.

Proces spawania nie jest procesem stabilnym, co skutkuje rozpryskami metalu lub żużli, dookoła miejsca spawanego. Rozpryski mogą powodować oparzenia spawacza i osób postronnych, jak również powodować zapalenie materiałów łatwopalnych podczas wykonywania prac spawalniczych.

2.1.3. Ciepło kontaktowe

Ciepło kontaktowe z fizycznego punktu widzenia jest to wymiana ciepła poprzez dotyk/ kontakt dwóch ciał (elementów) ze sobą, w którym jeden jest źródłem (nośnikiem) temperatury. Wymiana cieplna zawsze odbywa się z ciała o temperaturze wyższej do ciała o temperaturze niższej, zgodnie z II zasadą termodynamiki.

Pracownicy wykonując łączenia spawane wykorzystują źródła ciepła termicznego do połączenia 2 lub więcej elementów ze sobą tworząc spoinę. Podczas spawania występuje tzw. „strefa wpływu ciepła”, strefa ta to miejsce, do którego maksymalnie dostarczana jest temperatura ze źródła ciepła (np. łuku elektrycznego) w głąb materiału. Oznacza to, że materiał po spawaniu posiada zakumulowaną energię (temperaturę) i podczas kontaktu np. z dłonią pracownika przekaże mu ją co

w efekcie będzie skutkowało oparzeniem. To samo zjawisko występuje podczas cięcia termicznego czy szlifowania [2].

Zagrożenie to dotyczy w szczególności rąk pracownika, które są najbardziej narażone na to zagrożenie, jak również stóp – podczas chodzenia po gorących powierzchniach.

Temperatura kontaktu może wynosić nawet kilkaset °C. Konsekwencją narażenia na ten czynnik przez pracownika najczęściej są ciężkie oparzenia.

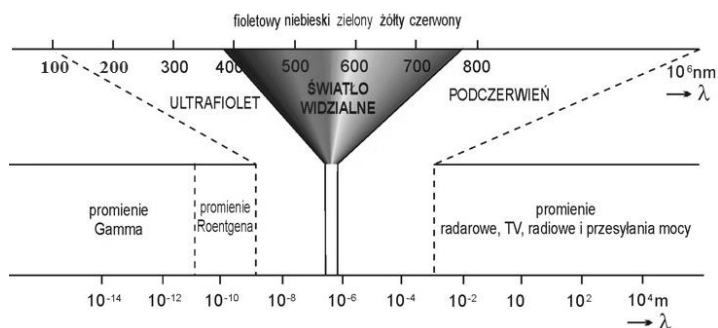
2.1.4. Źródło ciepła termicznego – zagrożenia promieniowaniem

Podczas prac spawalniczych łukiem elektrycznym czy płomieniem gazowym, w tym cięciu termicznym, towarzyszy promieniowanie optyczne (widzialne i niewidzialne), a jego intensywność uzależniona jest od parametrów procesu i metod spawalniczych.

Promieniowanie widzialne działa drażniąco na oczy oślepiając pracownika, a tym samym nie pozwalając mu na obserwację miejsca wykonywania spawu.

Promieniowanie optyczne – jest naturalnym składnikiem słonecznym, wytwarzane w sposób sztuczny, wykorzystywane szeroko w przemyśle podczas procesów technologicznych w przemyśle. „Promieniowanie to stanowi również produkt uboczny działalności zawodowej człowieka i występuje np. podczas spawania lub podczas gorących procesów technologicznych w hutnictwie” [2], [4].

Promieniowanie optyczne w zależności od skutków działania (zakres długości fal świetlnych) dzieli się na promieniowanie podczerwone, widzialne i nadfioletowe (UV). Podział długości fal ilustruje rys. 2.3.



Rys. 2.3. Widmo promieniowania optycznego [11], [12]

Proces oddziaływania źródła technologicznego (czynników gorących) wyjaśnia doskonale w swoim artykule A. Wolska opisując to zjawisko na podstawie płynnej stali o temp. ok. 1600°C, jest ona silnym bodźcem świetlnym, a zakres jej emisji obejmuje oprócz promieniowania podczerwonego, promieniowanie widzialne i bliski nadfiolet. Drugim źródłem opisanym przez A. Wolską jest zewnętrzna ściana kadzi rozgrzana do temperatury ok. 450°C, emisja tego źródła obejmuje wówczas tylko promieniowanie podczerwone [11], [12].

Promieniowanie widzialne niebieskie również wchodzi w skład promieniowania widzialnego, które występuje podczas procesów spawania jego oddziaływanie na

pracownika powoduje oślepienie a tym samym uniemożliwia mu obserwację miejsca spawania.

Promieniowanie optyczne dzieli się oprócz światła widzialnego na promieniowanie widzialne, nadfioletowe i podczerwone.

Promieniowanie podczerwone – dominujący czynnik niebezpieczny. Powszechnie zaobserwować można je na wielu stanowiskach związanych z pracami gorącymi, często jako skutek uboczny procesów technologicznych. Występuje m.in. podczas spawania niektórych metali, w odlewnictwie, koksownictwie czy hutnictwie.

Długość fali promieniowania podczerwonego jak widać na rys. 2.3. zaczyna się od 780nm aż do 1mm. Promieniowanie podczerwone dzieli się na trzy zakresy zależnie od długości fali:

- IR–A –podczerwień bliska: 780–1400 nm,
- IR–B –podczerwień średnia: 1400–3000 nm,
- IR–C –podczerwień daleka: 3000 nm–1 mm.

„Największą zdolnością wnikania w skórę charakteryzuje się podczerwień bliska IR–A” [16], 22].

Promieniowanie nadfioletowe (UV) – występowanie tego czynnika wiąże się głównie z stosowaniem palników plazmowych i elektrycznych łuków spawalniczych. Promieniowanie nadfioletowe wydzielone jest z promieniowania optycznego, a długość jego fali waha się w granicach 100 – 400 nm. Wyróżnia się trzy pasma tego promieniowania:

- UV–A –długość fali: 315–400 nm,
- UV–B –długość fali: 280–315 nm,
- UV–C –długość fali: 100–280 nm.

Do najczęstszych objawów ekspansji promieniowania ultrafioletowego na skórę jest rumień skóry. Inne objawy, które można określić za pomocą narządu wzroku to: złuszczenie się naskórka, oparzenie, wzrost pigmentacji, jak również zmiany przed nowotworowe i nowotworowe [16], 22].

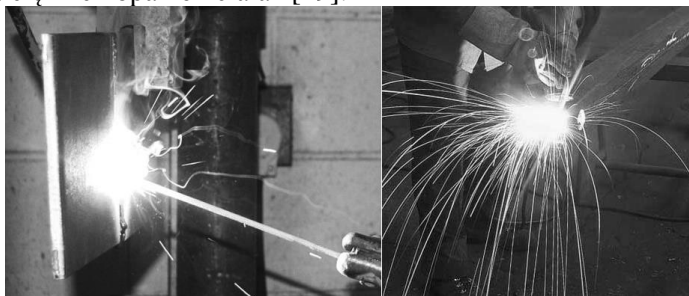
2.1.5. Prąd i łuk elektryczny a porażenie

Zagrożenia spowodowane porażeniem prądem elektrycznym związane są bezpośrednio z samym procesem spawania (porażeniem łukiem elektrycznym lub aparatem spawalniczym) oraz z obsługą urządzeń pomocniczych, w które wyposażone jest stanowisko spawacza (np. szlifierka). Kontakt operatora automatu (półautomatu) spawalniczego z obwodem pierwotnym urządzenia zaliczany jest do bardzo niebezpiecznych. Spowodowane jest to przez występowanie wysokiego napięcia co w wielu przypadkach skutkuje porażeniem śmiertelnym. Równie niebezpieczny jest obwód wtórny z uwagi na tzw. bieg jałowy. Przekłada się to na jego napięcie rzędu 60–100 V, w zależności od rodzaju i modelu urządzenia.

Łuk elektryczny – czynnik niebezpieczny, zagrożenie związane z ekspozycją na ten czynnik wiąże się z porażeniami lub oparzeniami, jak również z zagrożeniem pożarowym i wybuchem. Łuk elektryczny to ogromna ilość energii wydzielana w ułamku sekundy, powszechnie używany w procesach technologicznych wykorzystywany do cięcia lub spawania metali. Podczas wykonywania prac może

dojść do zakłócenia przepływu łuku elektrycznego. Tym samym stanowi on śmiertelne zagrożenie wykonywujących prace i osób postronnych.

„Zakłóceniewy łuk elektryczny to rozładowanie energii w formie wysokiej temperatury, której towarzyszy fala ciśnienia, głośny wybuch, błysk oraz promieniowanie. Temperatura łuku jest wystarczająco wysoka, aby spowodować oparzenie radiacyjne pracownika. Ciepło emitowane przez łuk elektryczny może doprowadzić do zapalenia się, stopienia lub rozerwania ubrania, a w konsekwencji do powstania ciężkich oparzeń ciała” [19].



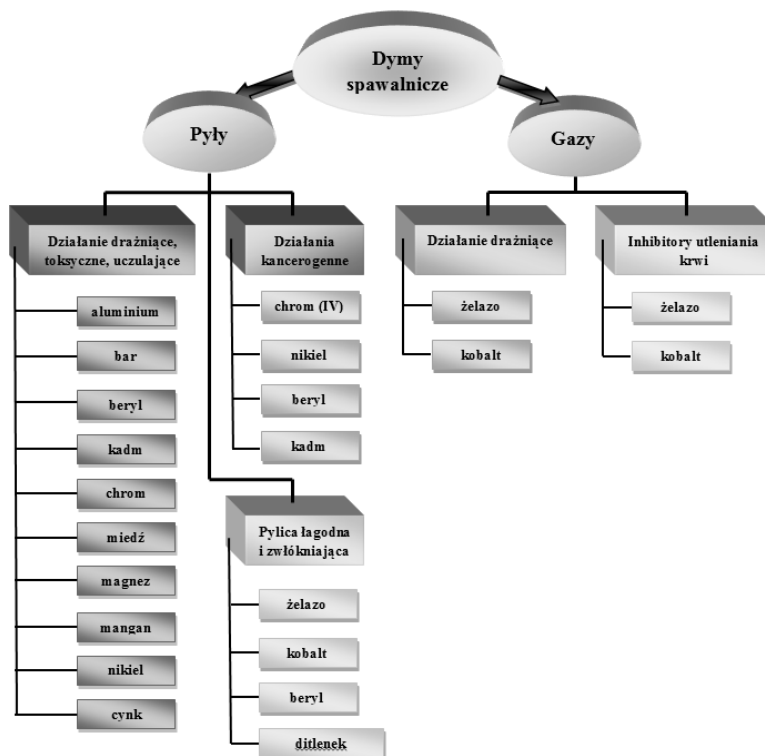
Rys. 2.4. Ilustracja przedstawiająca łuk elektryczny podczas spawania elektroda topliwą oraz MIG/MAG [20], [21]

Rozchodzenie się łuku elektrycznego podczas spawania metodami: MIG/MAG oraz przy użyciu elektrody topliwiej przedstawia rys. 2.4. Na ilustracji widać, że podczas spawania łuk elektryczny „rozpryskuje się” wraz z materiałem tworząc iskry i odpryski. Tworzy tym samym ciepło powierzchniowe i jest źródłem promieniowania.

2.2. Charakterystyka zanieczyszczeń szkodliwych–zagrożenia chemiczne

Podczas procesów spawania łukiem elektrycznym, spawania gazem oraz cięcia termicznego wydobywa się dymy spawalnicze (aerozole), które są mieszaniną drobno dyspersyjnych cząstek stałych (pyły spawalniczego) wraz z substancjami chemicznymi (gazy), oraz towarzyszących im par metali.

Podczas spawania w wyniku reakcji źródła ciepła wraz z materiałem podstawowym i dodatkowym (proces nadtopienia materiału rodzimego oraz spoiwa), czasem również materiałem pomocniczym (gazy osłonowe), powstają różnego rodzaju związki i pierwiastki chemiczne wydzielające się do atmosfery i otoczenia w postaci gazów, dymów, pyłów i par. Substancje powstałe w wyniku tego procesu wpływają bardzo negatywnie na organizm ludzki, prowadząc do zatruc, poparzeń (skórnych, oczu i dróg oddechowych), chorób (w tym chorób zawodowych), a w niektórych przypadkach prowadzą nawet do śmierci.



Rys. 2.5. Podział dymów spawalniczych na substancje szkodliwe [7], [8]

Do głównych substancji wydzielających się podczas spawania i cięcia termicznego możemy zaliczyć: tlenki, węgliki, krzemianki, różnego rodzaju metale i niemetale oraz najbardziej niebezpieczne dla organizmu ludzkiego fluorowce (fluorki, chlorki, bromki, jodki). Substancje te powstają podczas rozkładów chemicznych w wysokich temperaturach: otulin elektrodowych, topników, podczas rozpadów i jonizacji gazów spawalniczych (ozon) oraz utleniania metali. Natomiast w niższych temperaturach powstałe substancje lotne tworzą cząstki wielkości 0,1–0,5 mm. Ilość powstałych substancji oraz ich skład chemiczny uzależniony jest od paru czynników: od technologii spawania, materiału spawanego (materiału podstawowego), materiału dodatkowego, materiału pomocniczego czy parametrów spawania [1], [10].

Najbardziej toksyczne są dymy spawalnicze z powodu swojej struktury, są aerozolami bardzo drobnych cząstek pyłów i gazów, w szczególności fluorowce (fluorki, chlorki, bromki, jodki), fluorowodór, ozon, tlenki azotu, tlenki węgla, fosgen. Na drugim niechwalnym miejscu pod względem toksyczności zakwalifikować można wydzielające się pary metali i niemetali, do których jako najbardziej niebezpiecznych możemy zaliczyć związki żelaza, ołowiu, miedzi, aluminium, miedzi, cynku, kadmu [10].

Ogólny podział dymów spawalniczych przedstawiono na rys. 2.5., ukazuje on m.in. jakie pierwiastki i związki chemiczne wykazują działanie drażniące, uczuleniowe czy nowotworowe.

Skład chemiczny pyłów i gazów spawalniczych jest bardzo zróżnicowany. Uzależniony jest od rodzaju i metody procesu spawalniczego, temperatury źródła i przede wszystkim od materiału, który jest poddawany procesom spawalniczym. Niestety substancje lotne, jakie tworzą się tym procesie nie są korzystne dla organizmu ludzkiego, wręcz przeciwnie są bardzo niebezpieczne i trujące. W tab. 2.1. przedstawiono rodzaj spawanej stali i pierników oraz związków chemicznych jakie uwalniane są do otoczenia podczas procesów spawania.

Tab. 2.1. Skład chemiczny pyłów spawalniczych

Skład chemiczny pyłu spawalniczego		
Rodzaj spawanej stali	Pierwiastek wydzielany	Związki chemiczne pierwiastka wydzielanego
Spawanie drutami litymi stali niskostopowych	żelazo	FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₄
	mangan	MnO ₂ , Mn ₂ O ₃ , Mn ₃ O ₄ , MnO
	krzemionka	SiO ₂
Spawanie stali wysokostopowych nierdzewnych	Oprócz powyższych dodatkowo:	
	chrom (III)	Cr ₂ O ₃ , FeCr ₂ O ₄ ,
	chrom (IV)	KCrF ₄ ,
Spawanie elektrodami otulonymi i drutami proszkowymi	Oprócz powyższych dodatkowo:	
	sód	CaF ₂ , KF, NaF, BaCO ₃ , BaF ₂
	potas	
	wapni	
	magnez	
	fluorki proste i złożone	
Spawanie, lutowanie i zgrzewanie stali z powłokami	żelazo	FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₄ , MnO ₂ , Mn ₂ O ₃ , Mn ₃ O ₄ , MnO, CaF ₂ , KF, NaF, BaCO ₃ , BaF ₂ , SiO ₂ , Al ₂ O ₃ ,
	mangan	
	miedź	
	cynk	
	krzemionka	
	glin	
Spawanie stopów aluminium	glin	Al ₂ O ₃ , MgAl ₂ O ₄
	cynk	FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₄ , MnO ₂ , Mn ₂ O ₃ , Mn ₃ O ₄ , MnO, CaF ₂ , KF, NaF
	krzem	
	magnez	
	mangan	

Źródło: [7], [8]

2.3. Zagrożenia spowodowane urazami mechanicznymi

Zagrożenia spowodowane urazami mechanicznymi związane są z użytkowaniem przez pracowników spawalni narzędzi ręcznych i elektronarzędzi. Służą one najczęściej do przygotowania, oczyszczenia czy wyrównania półfabrykatów (blach, profili), aby dolegały one do siebie i były oczyszczone z wszelkiego rodzaju zabrudzeń np. rdzy. Spawacz oczyszcza półfabrykat najczęściej szlifierką elektryczną, która posiada bardzo dużą prędkość obrotową rzędu 9000–15000/ min, najczęstsze wypadki mechaniczne są z jej udziałem.

Urazy mechaniczne objawiają się za pomocą skaleczeń, przecięć płytkich (naskórka) za pomocą ostrych krawędzi półfabrykatów, głębokich występujących najczęściej podczas pęknięcia tarczy szlifierskiej, obić spowodowanych użytkowaniem młotka spawalniczego czy obtarć.

2.4. Zagrożenie eksplozją mieszanek wybuchowych i pożarem

Do jednych z bardziej niebezpiecznych zagrożeń związanych z wypadkowością podczas prac spawalniczych, w którym gwałtownie może ulec więcej niż jeden pracownik podczas wykonywania pracy (wypadek zbiorowy) oraz jest duże prawdopodobieństwo wypadkowe pod względem wypadku śmiertelnego, czy też z dużymi stratami materialnymi są zagrożenia związane z wybuchem i pożarem.

2.4.1. Zagrożenia wybuchem

Zagrożenia dotyczące eksplozji mieszanek wybuchowych (gazowych) dotyczy stanowisk spawalniczych, na których stosowane są w procesach wytwórczych butle z gazami palnymi lub butle z tlenem.

Palne gazy w bardzo łatwy sposób mieszają się z powietrzem lub tlenem tworząc tzw. „mieszanekę wybuchową”. Do zainicjowania wybuchu powstałej w ten sposób mieszanki wystarczy jedna drobna iskra. Zainicjowany w ten sposób wybuch mieszanki tworzy fale detonacyjną, której towarzyszy olbrzymia temperatura. Powstała w ten sposób temperatura przyczynia się do powstania pożaru. Do powstania mieszanek wybuchowych przy pracach spawalniczych przyczyniają się następujące czynniki:

- niewłaściwa obsługa butli, np. rzucanie, przewracanie mogące uszkodzić zawór butli,
- nieszczelność zaworów butlowych lub reduktorów,
- nieszczelność instalacji gazowej,
- magazynowanie wspólne gazów palnych z tlenem, chlorem itp. [1].

Butle z gazami należy transportować bardzo ostrożnie, unikać wstrząsów i chronić je przed uderzeniami minimalizując w ten sposób rozszczelnienie się butli z gazami. Składować należy je pionowo w miejscach gdzie nie będą narażone na nagrzanie np. promienie słoneczne, w pobliżu rozgrzanych powierzchni, pieców czy otwartych płomieni, co spowodowało by wzrostu ciśnienia w butli, które to mogło by przyczynić się do rozerwania butli.

2.4.2. Zagrożenia pożarowe

Największe zagrożenie pożarowe występujące w pracach spawalniczych to nieodpowiednio przygotowani i nieodpowiednio przeszkoleni pracownicy wykonujący prace związane z procesami spawania. Wszystkie źródła ciepła związane z procesami spawalniczymi posiadają bardzo wysoką temperaturę, nie ważne czy to łuk elektryczny, płomień gazowy lub rozpryski powstałe przy procesach spajania, wszystkie one mogą stać się czynnikiem a zarazem przyczyną i źródłem zapalenia materiałów łatwopalnych znajdujących się w pobliżu miejsca wykonywania prac spawalniczych.

Najbardziej niebezpieczne jest nie ujmowanie pod uwagę i lekceważenie niebezpieczeństw zagrażających powstaniu pożaru, do takich czynników niebezpiecznych i prawdopodobnych, mogących wywołać pożar (zapalnych) należą gorące, rozżarzone cząstki metalu rozpryskujące się dookoła spawacza. Rozprzestrzeniają się one nieregularnie na wszystkie strony często nawet na kilka metrów od miejsca spawani czy cięcia. Do głównych przyczyn, sprzyjających powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożarów w pracach spawalniczych, należą:

- snop rozżarzonych cząstek metalu (iskier),
- krople ciekłego metalu,
- żarzące się cząstki żużla,
- wysoka temperatura łuku elektrycznego i płomienia gazowego,
- promieniowanie ciepłe,
- niesprawna instalacja i urządzenia spawalnicze,
- wykonywanie prac spawalniczych w pobliżu obiektów będących niebezpiecznymi pod względem pożarowym i nieodpowiednio zabezpieczonymi,
- nieznajomość lub lekceważenie przepisów przeciwpożarowych,
- brak odpowiedniego nadzoru nad przebiegiem prac spawalniczych [6].

Bardzo ważnym działaniem zapobiegającym pożarom, jest kontrola miejsc i obiektów po zakończeniu prac spawalniczych.

2.5. Zagrożenia radioaktywnością i polem elektromagnetycznym

2.5.1. Promieniowanie jonizujące

Wszelkiego rodzaju promieniowanie jonizujące (X oraz γ) są szkodliwe dla człowieka o ile ten otrzymał niebezpieczną dawkę tego promieniowania. Promieniowanie może spowodować wiele groźnych chorób np. rozpad czerwonych krwinek czy uszkodzenie gruczołów.

W spawalnictwie potencjalnie zagrożenie radioaktywnością występuje w spawanie metoda TIG. W metodzie tej wykorzystuje się elektrody wolframowe zawierające ok. 2% tlenku toru (ThO_2). Pierwiastek nie jest silnie promieniotwórczy i występuje w małych stężeniach, niestety zagrożenie nim wzrasta w przypadku braku lub niesprawnej wentylacji i kanałów wyciągowych. Większe zagrożenie niosą za sobą metody spawalnicze wykorzystujące wiązkę elektronów. Największą jednak

dawkę pracownik otrzymuje przy badaniach radiologicznych łączy spawanych, które wykorzystują promieniowanie rentgenowskie X oraz promieniowanie γ . Wówczas każdy z pracowników musi być obowiązkowo wyposażony w indywidualny wskaźnik napromieniowania [1], 9].

2.5.2. Pole elektromagnetyczne

Oprócz promieni X czy γ w spawalnictwie występuje również zagrożenie odnośnie pola elektromagnetycznego. Źródłami tego pola mogą być m.in.:

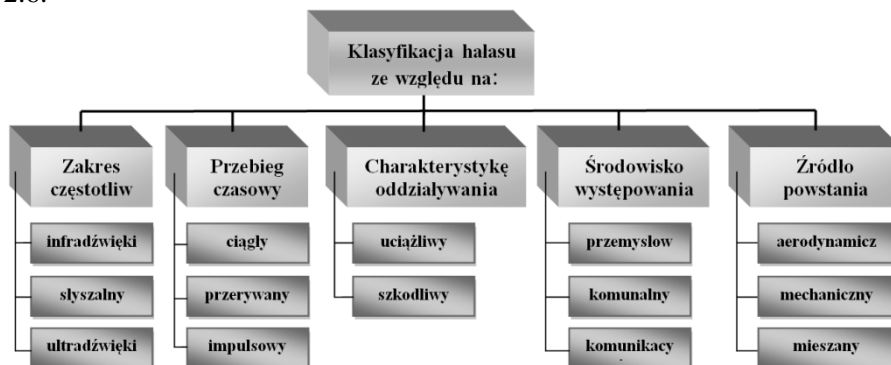
- urządzenia indukcyjne do nagrzewania i topienia metali,
- zgrzewarki elektryczne oporowe,
- urządzenia i wyposażenie do spawania elektrycznego,
 - spawalnicze źródła prądu,
 - przewody spawalnicze,
 - łuk elektryczny.

Ciało ludzkie absorbuje promieniowanie elektromagnetyczne zamieniając je na ciepło, tym samym prowadząc do niebezpiecznego wzrostu organizmu. Zbyt długa ekspansja na pole elektromagnetyczne przejawia się zwiększoną zachorowalnością na układ nerwowy oraz objawia się bólami głowy, zaburzeniami rytmów biologicznych, czynnościami serca i mózgu, uczuciem mrowienia skóry.

2.6. Zagrożenia hałasem

Według encyklopedii PWN hałas to „wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe, uciążliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, oddziałujące za pośrednictwem powietrza na narząd słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka” [5].






Podziału hałasu można dokonać ze względu na kilka kryteriów co ukazuje rys. 2.6.



Rys. 2.6. Klasyfikacja hałasu [7], [8]

Hałas zaliczany jest do czynników szkodliwych dla organizmu człowieka i występuje prawie w każdym zakładzie pracy. W spawalnictwie głównym źródłem hałasu są procesy spawalnicze, a do najbardziej niebezpiecznych pod tym względem zaliczane są procesy cięcia termicznego oraz natryski cieplne. Poziom hałasu

przekracza wówczas normę bezpieczeństwa 85 dB osiągając często 110dB i tym samym zbliżając się do granicy bólu.

Ciśnienie akustyczne [Pa]	Poziom mocy [dB]	Źródło dźwięku
	140	granica bólu
100		
	130	
	120	
10		
	110	} procesy cięcia plazmowego
	100	
1		
0,1		} procesy spawania
	90	
	80	
0,01		
	70	
	60	
	50	
	40	
0,001		
	30	
	20	
0,0001		
	10	
0,00001		
	0	próg słyszenia

Rys. 2.7. Zależność źródła dźwięku, poziomu mocy i ciśnienia akustycznego [7], 8]

Poziom natężenia hałasu (rys. 2.7.) w spawalni zależy od metod cięcia i spawania, parametrów procesu, rodzaju stosowanego gazu czy elektrody, materiału itd. Do źródeł hałasu powstałych podczas procesów spawania zalicza się:

- urządzenia elektryczne do spawania i cięcia,
- wypływ strumienia gazów z dyszy palnika gazowego lub plazmowego,
- układy chłodzenia urządzeń spawalniczych,
- urządzenia wentylacyjne na stanowiskach pracy.

Hałas występujący w środowisku pracy, oddziałuje negatywnie na narządy słuchu, pogarszając tym samym słuch lub powoduje uszkodzenie ucha środkowego. Ryzyko uszkodzenia słuchu rośnie wprost proporcjonalnie do wzrostu natężenia hałasu

i długości ekspozycji na niego. Dlatego aby przeciwdziałać mu należy zaopatrzyć pracownika w miękkie zatyczki do uszu lub naszniki ochronne [7].

3. Procedura prowadzenia prac pożarowo niebezpiecznych/ gorących

Wymagania, jakie pracownik powinien spełnić, aby jego praca była bezpiecznie wykonywana przedstawia przygotowana procedura bezpiecznego wykonywania prac pożarowo – niebezpiecznych/ gorących na przykładzie prac na terenie budowy.

3.1. Wymagania stawiane przed podjęciem prac spawalniczych

Pracownik chcąc pracować w zawodzie (kod zawodu 721204) jako spawacz, musi posiadać ukierunkowane wykształcenie w wykonywaniu prac spawalniczych, potwierdzone odpowiednim zaświadczeniem kwalifikacyjnym. Kursy kwalifikacyjne organizują zakłady doskonalenia zawodowego czy Instytuty Spawalnictwa. Kandydat po zdaniu egzaminu składającego się z dwóch części (teoretycznej i praktycznej) przed komisją, otrzymuje świadectwo ukończenia kursu spawalniczego lub książeczkę spawacza. Dokumenty te wystawiane są w trybie określonym w odrębnych przepisach oraz Polskich Normach i uprawniają pracownika do wykonywania pracy w tym zawodzie. Przed podjęciem kształcenia i późniejszej pracy, kandydat chcący wykonywać prace w tym zawodzie, musi spełnić parę podstawowych wymogów, a mianowicie posiadać:

- ukończone 18 lat,
- minimum wykształcenie zawodowe–choć coraz częściej wymagane jest wykształcenie średnie (techniczne),
- najbardziej istotnym kryterium decydującym o kształceniu i późniejszym wykonywaniu pracy zawodowej jest dobry stan zdrowia fizycznego i psychicznego potwierdzone świadectwem lekarskim. Wymagana jest duża siła fizyczna, sprawne układy mięśniowe i kostno–stawowe. Osoba wykonująca prace narażona jest na liczne występowanie gazów technicznych, co dyskwalifikuje alergików.

„Według krajowego Standardu Kwalifikacji Zawodowych opracowanego przez MPiPS (2006r.) dla zawodu wymagane są następujące cechy psychofizyczne:

- koordynacja wzrokowo–ruchowa,
- zręczność rąk,
- ostrość wzroku,
- uzdolnienia do wykonywania zadań praktycznych,
- zdolność myślenia technicznego,
- rozróżnianie barw,
- zdolność dokładnego powtarzania ruchu rąk,
- dokładne postrzeganie przedmiotów,
- zdolność koncentracji uwagi,
- zdolność doskonalenia form bezpiecznego zachowania” [18].

Prace spawalnicze wykonywane są w różnych warunkach i środowiskach pracy. Spawacz wykonuje swoją pracę w pomieszczeniach (wielkie hale produkcyjne

i spawalnicze, jak również małe warsztaty usługowe), na wolnym powietrzu (teren budowy, budowy rurociągów i innych instalacji zewnętrznych), jak również w kopalniach czy kanałach.

Wykonywanie prac spawalniczych związane jest z występowaniem zagrożeń, które ze względu na przebieg procesu pracy są niemożliwe do całkowitego wyeliminowania. W celu ograniczenia wpływu czynników gorących, niebezpiecznych i szkodliwych na zdrowie pracowników oraz związanych z nimi zdarzeniami wypadkowymi należy przestrzegać zasad bezpiecznej i higienicznej pracy.

3.2. Wymagania bhp podczas robót spawalniczych na terenie budowy

Szczegółowe wymagania dotyczące prac spawalniczych zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2006 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. Wymagania odnośnie prac spawalniczych zawiera rozdział 16. Rozporządzenie nakłada następujące wymogi:

- „Stałe stanowiska spawalnicze, zlokalizowane na otwartej przestrzeni, powinny być zabezpieczone przed działaniem czynników atmosferycznych.
- W czasie spawania gazowego należy używać wyłącznie butli posiadających ważną cechę organu dozoru technicznego.
- Przemieszczanie butli o pojemności wodnej powyżej 10 dm³ powinno odbywać się zgodnie z przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach spawalniczych.
- W czasie korzystania z gazu z butli powinny być one ustawione w pozycji pionowej lub pod kątem nie mniejszym niż 45° od poziomu.
 - Odległość płomienia palnika od butli nie powinna być mniejsza niż 1 m.
- Przewody do tlenu i acetylenu powinny wyróżniać się wymaganą kolorystyką, a ich długość powinna wynosić co najmniej 5 m.
 - Nie stosuje się przewodów używanych uprzednio do innych gazów.
 - Zamocowanie przewodów na nasadkach reduktorów, bezpieczników wodnych, palników i łączników wykonuje się wyłącznie za pomocą płaskich zacisków.
 - Przewody należy chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi.
 - Miejsca uszkodzone w przewodach powinny być wycięte. Łączenia przewodów należy wykonać za pomocą specjalnych łączników metalowych, o przekroju wewnętrznym odpowiadającym prześwitowi łączonego przewodu.
- Stosowanie do tlenu i acetylenu przewodów igielitowych, z tworzyw sztucznych lub o podobnych właściwościach jest zabronione.
- W przypadku zamarznięcia zaworu butli gazowej, wytwornicy lub bezpiecznika wodnego, odmrażanie powinno być dokonywane za pomocą

- gorącej wody lub pary wodnej. Odmrażanie za pomocą płomienia jest zabronione.
- Sprzęt do spawania elektrycznego powinien spełniać wymagania określone w przepisach dotyczących systemu oceny zgodności oraz być użytkowany zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową.
 - Spawacz, przed rozpoczęciem spawania elektrycznego, jest obowiązany sprawdzić prawidłowość połączeń przewodów i przyłączenia końcówki przewodu roboczego do uchwytu.
 - Do zasilania uchwytu elektrody i do masy należy stosować wyłącznie przewody oponowe–spawalnicze, o właściwie dobranym przekroju.
 - Każdy spawany przedmiot powinien być uziemiony.
 - Stałe stanowisko spawacza powinno być wyposażone w miejscową wentylację wyciągową.
 - Stanowisko spawacza powinno być wydzielone w sposób zabezpieczający inne osoby przed szkodliwym działaniem światła na wzrok.
 - W czasie opadów atmosferycznych spawanie lub cięcie metali jest dozwolone wyłącznie po osłonięciu stanowiska pracy.
 - Spawanie zbiorników lub naczyń, w których były przechowywane ciecze lub gazy łatwo zapalne bądź trujące, jest dozwolone wyłącznie po uprzednim ich oczyszczeniu z resztek gazów, cieczy i ich par oraz po starannym wymyciu lub napełnieniu wodą albo gazem obojętnym.
 - Roboty spawalnicze w zbiornikach lub kotłach mogą być wykonywane wyłącznie przy asekuracji osób znajdujących się na zewnątrz, z zachowaniem wzajemnej łączności oraz z możliwością udzielenia natychmiastowej pomocy.
 - Osoby znajdujące się wewnątrz zbiornika powinny być wyposażone w szelki bezpieczeństwa, do których należy przymocować linkę bezpieczeństwa trzymaną przez osobę ubezpieczającą znajdującą się na zewnątrz zbiornika.
 - Osoby znajdujące się wewnątrz zbiornika powinny mieć zapewniony dopływ świeżego powietrza oraz oświetlenie elektryczne o bezpiecznym napięciu” [15].

4. Podsumowanie i wnioski

Prace spawalnicze zaliczane są do prac termicznych ze względu na występowanie licznych czynników termicznych. Czynniki te w środowisku pracy powodują zagrożenia potencjalnie wypadkowe. Do najniebezpieczniejszych czynników występujących w czasie wykonywania pracy przez spawacza należą: porażenie prądem (łukiem elektrycznym), ekspozycja na gorące powierzchnie, promieniowanie optyczne, hałas, rozpryski i odpryski gorącego metalu, promieniowanie jonizujące oraz elektromagnetyczne, jak również zagrożenia wybuchem pożaru.

Najczęstszymi skutkami odnośnie oddziaływania czynników niebezpiecznych na pracownika są oparzenia skóry i oczu. Do poważnych zagrożeń zaliczamy również czynniki chemiczne (szkodliwe) występujące w dymach spawalniczych. Dymy spawalnicze wykazują działanie drażniące, toksyczne, uczulające, działanie kancerogenne.

Zaproponowana procedura w dużym stopniu może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa. Wykonywanie prac zgodnie z zawartymi zaleceniami, ujętymi w procedurze zmniejsza narażenie pracownika na działanie czynników termicznych. Opracowana procedura może być wykorzystana w rzeczywistych warunkach pracy, zarówno w zakładach przemysłowych jak i na wspomnianych wcześniej terenach budowy.

PROCEDURA PROWADZENIA PRAC POŻAROWO NIEBEZPIECZNYCH – GORĄCYCH

Pod pojęciem prac pożarowo niebezpiecznych należy rozumieć wszelkie prace związane z użyciem ognia otwartego lub materiałów niebezpiecznych pożarowo na terenie budowy.

I. Postanowienia wstępne

Instrukcja określa obowiązki pracowników związane z zapewnieniem bezpieczeństwa pożarowego przy wykonywaniu prac pożarowo niebezpiecznych na terenie budowy.

Do prac takich należą w szczególności prace związane z otwartym ogniem, podczas których występuje iskrzenie lub nagrzewanie, w tym:

- prace spawalnicze gazowe i elektryczne, a także inne prace stwarzające ryzyko pożaru lub wybuchu.

Postępowanie związane ustaleniem zabezpieczeń przeciwpożarowych prac pożarowo niebezpiecznych:

1. Upoważniony przedstawiciel Wykonawcy zobowiązany jest przed rozpoczęciem prac przedstawić do akceptacji koordynatorowi bhp pozwolenie na rozpoczęcie prac pożarowo niebezpiecznych; wzór pozwolenia przedstawia załącznik do niniejszej Instrukcji.
2. Składowanie na terenie budowy (na zapleczu kontenerowym lub w pomieszczeniach magazynowych o obrębie budynku) i stosowanie substancji i materiałów niebezpiecznych pożarowo jest możliwe tylko za zgodą Kierownika Budowy.
3. Kierownik robót Wykonawcy (lub upoważniony przez niego przedstawiciel Wykonawcy) jest odpowiedzialny za wszystkie etapy przygotowania i prowadzenia prac pożarowo niebezpiecznych oraz za formalne zgłoszenie ich zakończenia.

II. Zabezpieczenia prac pożarowo niebezpiecznych – wytyczne

1. Przygotowanie do prowadzenia prac pożarowo niebezpiecznych polega na:
 - 1) oczyszczeniu pomieszczeń lub miejsc, gdzie będą wykonywane prace z wszelkich palnych materiałów i zanieczyszczeń,

- 2) odsunięciu na bezpieczną odległość od miejsca prowadzenia prac wszelkich przedmiotów palnych i niepalnych w palnych opakowaniach,
 - 3) zabezpieczeniu przed działaniem np. odprysków spawalniczych materiałów, których usunięcie na bezpieczną odległość nie jest możliwe, poprzez osłonięcie ich np. kocem gaśniczym,
 - 4) sprawdzeniu, czy znajdujące się w sąsiedztwie materiały lub przedmioty podatne są na zapalenie wskutek przewodnictwa ciepłego bądź rozprysków spawalniczych nie wymagają zastosowania lokalnych zabezpieczeń,
 - 5) wyznaczenie stref niebezpiecznych pod rejonem prowadzonych prac spawalniczych na wysokości
 - 6) zabezpieczeniu przed rozpryskami spawalniczymi lub uszkodzeniami mechanicznymi kabli, przewodów elektrycznych, gazowych oraz instalacyjnych z palną izolacją o ile znajdują się w zasięgu zagrożenia spowodowanego pracami pożarowo niebezpiecznymi,
 - 7) sprawdzeniu, czy w miejscach planowanych prac nie prowadzono tego dnia prac malarskich lub innych przy użyciu substancji łatwo zapalnych,
 - 8) przygotowaniu w miejscu dokonywania prac pożarowo niebezpiecznych między innymi:
 - a) materiałów osłonowych i izolacyjnych niezbędnych do zabezpieczenia toku prac,
 - b) podręcznego sprzętu gaśniczego,
 - c) zapewnieniu stałej drożności przejść i wyjść ewakuacyjnych z miejsc prowadzenia prac pożarowo niebezpiecznych.
2. Prace pożarowo niebezpieczne w pomieszczeniach (urządzeniach) zagrożonych wybuchem, lub pomieszczeniach, w których wcześniej wykonano inne prace związane z użyciem łatwo zapalnych cieczy lub palnych gazów, mogą być prowadzone wyłącznie wtedy, gdy stężenie par lub gazów będzie poniżej 10% ich dolnej granicy wybuchowości.
3. Po zakończeniu prac pożarowo niebezpiecznych w budynku, pomieszczeniach sąsiednich lub na terenie przyległym należy przeprowadzić dokładną kontrolę, mającą na celu stwierdzenie, czy nie pozostawiono tłących lub żarzących się cząstek w rejonie prowadzenia prac, czy nie występują jakiegokolwiek objawy pożaru oraz czy sprzęt (np. spawalniczy) został odłączony od źródeł zasilania i należyście zabezpieczony przed dostępem osób postronnych.
 4. Prace pożarowo niebezpieczne powinny być wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające wymagane kwalifikacje, zaś sprzęt używany do wykonania prac powinien być sprawny technicznie i zabezpieczony przed możliwością wywołania pożaru.
 5. Butle z gazami sprężonymi należy przechowywać w oznakowanych miejscach uzgodnionych z kierownikiem budowy.

POŻAR

Zasady postępowania

- 1) W przypadku uzyskania sygnału o pożarze na terenie budowy należy **NATYCHMIAST** sprawdzić, gdzie i co się pali oraz dokonać szybkiej oceny skali zagrożenia, przede wszystkim ustalając, czy w strefie zagrożonej pożarem są ludzie.
- 2) Jednocześnie głośnymi okrzykami: „Pożar! Pali się!” zaalarmować o pożarze – przede wszystkim osoby, którym pożar może zagrozić i którym należy umożliwić ewakuację ze strefy zagrożenia.
- 3) W przypadku pożaru zaplecza kontenerowego sprawdzić, czy wszystkie drzwi ewakuacyjne są otwarte, jeśli nie natychmiast je otworzyć (klucze znajdują się na dyżurce), w przypadku pożaru w obrębie placu budowy sprawdzić, czy nie są zablokowane wyjścia ewakuacyjne, w razie konieczności natychmiast wezwać pomoc celem ich odblokowania.
- 4) O wybuchu pożaru **BEZZWŁOCZNIE** poinformować Straż Pożarną – dzwoniąc na: **nr tel. 998 lub na nr tel. 112** i podając (w kolejności jak niżej):
 - gdzie się pali (Budowa ..., miejscowość),
 - co się pali,
 - czy są zagrożeni ludzie,
 - kto i z jakiego numeru telefonu dzwoni

(Po tym powiadomieniu należy być przygotowanym na możliwość oddzwonienia przez Straż Pożarną w celu uzyskania dodatkowych informacji!)
- 5) Jeżeli pożar jest w stadium początkowym (wysokość płomienia nie przekracza wysokości człowieka, nie obejmuje on sąsiednich obiektów lub materiałów, a jednocześnie warunki w pomieszczeniu – temperatura, zadymienie – pozwalają na bezpieczne prowadzenie działań oraz jest zapewniona droga odwrotu/ucieczki) należy – alarmując równocześnie o pożarze otoczenie zgodnie z pkt.2 i powiadamiając Straż Pożarną zgodnie z pkt. 4 – podjąć natychmiastową próbę jego ugaszenia w zarodku, za pomocą dostępnych środków gaśniczych (gaśnica, woda, koc gaśniczy)
- 6) Powiadomić o pożarze służby BHP/Przełożonych Ochrony, a w przypadku braku kontaktu z nimi Kierownika robót
- 7) Do czasu ich przybycia, pojawienia się innych członków kadry kierowniczej budowy lub przyjazdu Straży Pożarnej należy w miarę możliwości prowadzić działania ratowniczo-gaśnicze, kierując się następującymi zasadami:
 - w pierwszej kolejności należy ratować ludzi,
 - nie wolno otwierać bez konieczności drzwi jeżeli pożar występuje na zapleczu kontenerowym (zwłaszcza po stwierdzeniu, że są ciepłe!), okien i innych otworów w kontenerach objętych pożarem, gdyż grozi to ognistym podmuchem i rozprzestrzenieniem się ognia,
 - wyłączyć dopływ prądu do pomieszczeń objętych pożarem,
 - nie wolno gasić wodą instalacji elektrycznych pod napięciem, cieczy palnych (np. olej napędowy) i substancji chemicznych reagujących z wodą (np. karbid), gaśnice proszkowe typu ABC rozmieszczone na budowie

- mogą być bezpiecznie użyte do gaszenia instalacji elektrycznych pod napięciem i cieczy palnych; dla zwiększenia ich skuteczności należy ich używać jednocześnie a nie po kolei,
- należy usuwać z zasięgu ognia materiały palne, a szczególności butle z gazami technicznymi (np. butle z propanem-butanem lub tlenem) oraz pojemniki z cieczami palnymi,
- 8) Celem ułatwienia działań Straży Pożarnej, przed jej przyjazdem otworzyć ewentualnie bramę wjazdową nr 1 lub nr 2 – w razie potrzeby należy otworzyć ogrodzenie terenu budowy!. Straż Pożarną należy powiadomić o ewentualnych utrudnieniach ruchu na trasie dojazdu w rejonie budowy (np. roboty drogowe).
- 9) Z chwilą przyjazdu Straży Pożarnej należy podporządkować się poleceniom dowódcy przybyłej jednostki i udzielić mu niezbędnej pomocy, w tym przedstawiając plan zagospodarowania terenu z naniesioną lokalizacją hydrantów, wyłączników prądu i in. elementów infrastruktury budowy.
- 10) Po przejęciu akcji przez Straż Pożarną, w uzgodnieniu z kierującym nią przystąpić – w razie zagrożenia pożarem biur budowy i gdy jest możliwość bezpiecznego prowadzenia tych działań – do ewakuacji dokumentacji budowy i wartościowego sprzętu (przede wszystkim komputerowego).
- 11) Gdy pożar zostanie ugaszony zabezpieczyć miejsce pożaru – przez zamknięcie bram wjazdowych oraz uruchomienie posterunku pogorzeliiskowego, celem zapobieżenia powstaniu pożaru wtórnego (zadanie: systematyczne patrole obszaru, który był objęty pożarem i natychmiastowe informowanie Straży Pożarnej o ewentualnym ponownym pojawieniu się ognia), bez zgody Straży Pożarnej nie wolno jednak wchodzić do spalonego budynku (konstrukcja może być osłabiona).
- 12) **Uwagi:**
- Należy przede wszystkim zapobiegać wybuchowi pożaru! W tym celu podczas pełnienia służby ochrony obiektu zwracać uwagę i nie lekceważyć żadnych, drobnych nawet, uchybień i sygnałów dot. możliwości zagrożenia pożarowego, natychmiast informując o nich Przełożonych Ochrony lub obecnych na miejscu przedstawicieli kadry budowy (pojawiający się dym, tłący się materiał, iskrzenie, nieszczelność butli z gazem, wycieki paliwa, uszkodzony przewód elektryczny itp.).
 - Po zakończeniu w chronionym obszarze robót spawalniczych lub innych z użyciem ognia należy przynajmniej jeszcze przez dwie godziny zwracać uwagę, czy w okolicy nie pojawi się dym, ogień.
 - Czas ma decydujące znaczenie dla powodzenia akcji ratowniczo-gaśniczej! Powiadomienie Straży Pożarnej musi nastąpić bez żadnej zbędnej zwłoki.
- 13) Samodzielnie gasić można (i natychmiast po wykryciu!) tylko ogień w zarodku, w czasie pożaru skupiając się na ratowaniu ludzi i udzielaniu im pierwszej pomocy oraz zapobieganiu dalszemu rozprzestrzenieniu się ognia. Nie ryzykować życia i zdrowia dla ratowania mienia!

WZÓR I POZWOLENIA NA WYKONYWANIE PRAC GORĄCYCH

POZWOLENIE NA ROBOTY POŻAROWO NIEBEZPIECZNE/GORĄCE	NR POZWOLENIA
PODWYKONAWCA	WYKONAWCA
STOSOWANE WYPOSAŻENIE	
DATA ROBÓT/...../...../ W GODZINACH ODDO	
WYMAGANE ŚRODKI OSTROŻNOŚCI	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Roboty gorące muszą zakończyć się na 2 godziny przed końcem zmiany. 2. Wszystkie butle z gazem powinny być transportowane i przechowywane w pozycji pionowej. 3. Zawory i węże powinny być w dobrym stanie. 4. Wszystkie butle z gazem powinny być wyposażone w zabezpieczenia przed cofnięciem się płomienia. 5. Nieużywane butle należy zakręcić i zwrócić do magazynu. 6. Bez formalnej zgody, nie wolno pozostawiać butli z gazem na noc w budynku. 7. Urządzenia do spawania łukowego muszą spełniać obowiązujące normy. 8. Roboty gorące można prowadzić w odległości co najmniej 1,5 m od innych pracowników. Gdy jest to wskazane, należy stosować ekrany zabezpieczające. 9. Utrzymywać czystość w miejscu pracy i nie dopuścić do tego, aby znajdowały się w nim materiały palne. 10. Media, na które mogą mieć wpływ prowadzone roboty, należy odciąć przed rozpoczęciem robót. 11. W przypadku robót wewnątrz szybów pionów na rusztowaniach, konieczne jest zabezpieczenie butli i zasłonięcie otworów na inne poziomy kocem 12. przeciwpożarowym lub innym niepalnym materiałem. 13. Pracownicy muszą pozostać w miejscu prowadzenia robót przez 15 minut po ich zakończeniu, w celu upewnienia się, czy nie zaprószono ognia. 14. W miejscu prowadzenia robót powinna znajdować się odpowiednia gaśnica. 15. Wykonawca / podwykonawca powinien zapewnić pracownikom prowadzącym roboty odpowiednie wyposażenie ochronne oraz powinien zadbać, aby było ono zakładane przez pracowników. 16. Odłączyć czujniki dymu w pobliżu miejsca prowadzenia robót. 17. Zużyte elektrody spawalnicze muszą być zanurzone w wiaderku z wodą. 	
PRACOWNICY	
<p>MUSZĄ rozumieć zasady bezpieczeństwa przeciwpożarowego MUSZĄ posiadać pozwolenie MUSZĄ wstrzymać roboty na polecenie upoważnionej osoby MUSZĄ niezwłocznie zgłaszać wszelkie zagrożenia, od których mogą zależeć podejmowane środki ostrożności i ochrony przeciwpożarowej. MUSZĄ zapewnić odpowiednie wejście/wyjście do/z miejsca prowadzenia robót</p>	
PRZENOŚNE NARZĘDZIA ELEKTRYCZNE	
<p>Urządzenia MUSZĄ być zasilane napięciem zmiennym 230V albo 400V, powinny być widocznie wolne od wad oraz w pełni sprawne Wszystkie narzędzia i przewody MUSZĄ POSIADAĆ dołączoną etykietę potwierdzającą ważność ich kontroli. Podczas pracy KONIECZNE JEST stosowanie wszystkich osłon urządzeń.</p>	
<p>POTWIERDZENIE PODWYKONAWCY Potwierdzam, że podjęto środki ostrożności przedstawione powyżej oraz zapewniam, że dopilnuję, aby wymienione osoby prowadzące roboty zostały w pełni poinformowane o metodach bezpiecznego prowadzenia prac. PODPIS: CZYTELNICIE: DATA.....</p>	
<p>POTWIERDZENIE PRACOWNIKA Zrozumiałem środki ostrożności, jakie należy podejmować podczas prowadzenia robót gorących. PODPIS: CZYTELNICIE: DATA.....</p>	
<p>POZWOLENIE WYKONAWCY Niniejszym potwierdzam możliwość rozpoczęcia określonych powyżej robót pod warunkiem przedsięwzięcia wymienionych powyżej środków ostrożności. PODPIS: CZYTELNICIE: DATA.....</p>	

WZÓR II POZWOLENIA NA WYKONYWANIE PRAC GORĄCYCH

POZWOLENIE NA ROBOTY POŻAROWO NIEBEZPIECZNE/GORĄCE			
1.	MIEJSCE /STANOWISKO PRACY		
2.	ZLECENIE PRACY		
3.	RODZAJ PRAC	<input type="checkbox"/> SPAWANIE	<input type="checkbox"/> CIĘCIE
		<input type="checkbox"/> ROZCINANIE ŚCIERNICĄ	<input type="checkbox"/> Lutowanie
		<input type="checkbox"/> ROZMRAŻANIE	<input type="checkbox"/>
4.	DZIAŁANIE ZABEZPIECZAJĄCE PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC	<input type="checkbox"/> USUNIĘCIE WSZELKICH PALNYCH PRZEDMIOTÓW I MATERIAŁÓW, TAKŻE OSADÓW PYŁÓW, W PROMIENIU.....M I –O ILE TO KONIECZNE – TAKŻE W SĄSIEDNICH POMIESZCZENIACH	
		<input type="checkbox"/> PRZYKRYCIE ZAGROŻONYCH PALNYCH PRZEDMIOTÓW, NP. BELKI DREWNIANE, ŚCIANY I PODŁOGI DREWNIANE, CZĘŚCI Z TWOŻYW SZTUCZNYCH ITP.	
		<input type="checkbox"/> USZCZELNIENIE PRZY POMOCY NIEPALNYCH MATERIAŁÓW OTWORÓW, SZCZELIN, SPOIN I INNYCH PRZEPUSTÓW	
		<input type="checkbox"/> USUNIĘCIE OBUDÓW IZOLACJI	
		<input type="checkbox"/> LIKWIDACJA NIEBEZPIECZEŃSTWA WYBUCHU W ZBIORNIKACH I RUROCIĄGACH	
		<input type="checkbox"/> USUNIESZCZE LEPSZE GAŚNICE LUB Z DOŁĄCZONYM WĘŻEM WODNYM	
5.	STRAŻ POŻARNA	<input type="checkbox"/> PODCZAS PRACY	NAZWISKO:
		<input type="checkbox"/> PO ZAKOŃCZENIU PRACY	NAZWISKO:
			CZAS: GODZINA:
6.	ALARMOWANIE	LOKALIZACJA NAJBLIŻSZEGO SYGNALIZATORA POŻAROWEGO:	
		TELEFONU:	
		NUMER TEL. STRAŻY POŻARNEJ: 998	
7.	URZĄDZENIA I ŚRODKI GAŚNICZE	<input type="checkbox"/> GAŚNICA Z PROSZEK	<input type="checkbox"/> WODA <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/> NAPEŁNIANIE WIADRA Z WODĄ	
		<input type="checkbox"/> PODŁĄCZONY WĄŻ WODNY	
8.	POZWOLENIE	PODANE DZIAŁANIA NALEŻY ZREALIZOWAĆ. ZWIĄZKOWE PRZEPISY BHP I PRZEPISY	
		DATA	PODPIS KIEROWNIKA ZAKŁADU
			PODPIS WYKONAWCY

WZÓR III POZWOLENIA NA WYKONYWANIE PRAC GORĄCYCH

1. DANE OGÓLNE: Nazwa firmy: Ulica: Miejscowość: e-mail: Osoba kontaktowa:	DATA: _____ Dokument nr: _____ Projekt częściowy plac budowy: _____
Specjalista do spraw bezpieczeństwa Nazwisko: Tel. Kontaktowy: e-mail:	<input type="radio"/> TAK <input type="radio"/> NIE
Czy jesteś podwykonawcą? Jeżeli tak nazwa firmy wykonawcy głównego:	<input type="radio"/> TAK <input type="radio"/> NIE
Czy zatrudniasz podwykonawców? Jeżeli tak nazwa firmy podwykonawcy:	<input type="radio"/> TAK <input type="radio"/> NIE
Przewidywalna ilość zatrudnionych ogółem:	
Ilość osób przydzielonych do pierwszej pomocy: Nazwisko i nr tel. (załączyć listę) Jakim językiem posługują się osoby ds. pierwszej pomocy?	
Czy elektryczne instalacje i materiały robocze są regularnie sprawdzane przez specjalistę elektryka?	
Jakie substancje niebezpieczne są używane: Dokładna nazwa: Ilość: Zaszeregowanie substancji niebezpiecznej:	
2. DOKŁADNY OPIS MIEJSCA PRACY	
Czy istnieją dokumenty: <input type="radio"/> Instrukcja montażu	<input type="radio"/> Ocena zagrożeń
3. DODATKOWE DZIAŁANIA ZABEZPIEZAJĄCE ZGODNIE Z PLANEM BHP	

4. INNE NIEZBĘDNE POZWOLENIA SPECJALNE:		
Wymień wszystkie działania, które wymagają specjalnego pozwolenia!		
Obowiązywanie:	Początek pracy:	Zakończenie
	Data:	Data:
	Godz.:	Godz.:
Osoba kontrolowana w lokalnym kierownictwie budowy: (odpowiednio inżynier, biuro inżynierskie)	1)	Nr tel.:
	2) (przedstawicielstwo)	Nr tel.:
5. DANE ZLECENIOBIORCY:		
5.1. Potwierdzam, że przeczytałem i zrozumiałem regulamin budowy, że będę przestrzegać i stosować te przepisy i aktualne przepisy prawne z zakresu BHP		
5.2. Potwierdzam, że otrzymałem na płycie CD regulamin placu budowy		
5.3. Potwierdzam, że poinstruowałem moich pracowników i podwykonawców w zakresie warunków oceny zagrożeń,		
5.4. Potwierdzam, że wszyscy pracownicy przed pierwszym wejściem na plac budowy wezmą udział w szkoleniu wprowadzającym prowadzonym przez Specjalistę do spraw BHP.		
Brygadziста/kierownik montażu (nazwisko drukowanymi literami)		Komórka:
Podpis osoby odpowiedzialnej:		Data:
Pozycja:		

Bibliografia

- [1] AMBROZIAK A., *Techniki wytwarzania. Spawalnictwo*. Wyd. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
- [2] BALIŃSKI A., *Odlewnictwo współczesne*, wyd. Instytut Odlewnictwa w Krakowie, Kraków 2014.
- [3] BARTKOWIAK G., MARSZAŁEK A., DĄBROWSKA A.: Obciążenie cieplne pracowników w gorącym środowisku pracy i sposoby jego redukcji, CIOP Warszawa
- [4] BARTKOWIAK G., *Zasady doboru odzieży, rękawic i obuwia chroniących przed czynnikami gorącymi przy uwzględnieniu wymagań znowelizowanych norm europejskich*, CIOP Warszawa
- [5] Encyklopedia PWN. Wyd. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2012
- [6] HALAMUS H., *Spawalnictwo*. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2000.
- [7] MATUSIAK J., WYCIŚLIK J.,: *Warunki pracy i poprawa bezpieczeństwa pracy w spawalnictwie*. Wyd. Instytut Spawalnictwa, Gliwice 2013.
- [8] MATUSIAK J., WYCIŚLIK J. Zagrożenia w środowisku pracy przy spawaniu i lutowaniu łukowym metodami niskoenergetycznymi. Wyd. Instytut Spawalnictwa, Gliwice 2011.
- [9] PILARCZYK J., ZEMAN W.: *Spawalnictwo dziś i jutro*. Biuletyn Instytut Spawalnictwa 5/2012. Wyd. Instytut Spawalnictwa, Gliwice 2012.
- [10] SEŃCZUK W., *Toksykologia współczesna*. Wyd. PzWL., Warszawa 2012.
- [11] WOLSKA A., *Nie laserowe promieniowanie optyczne. Zagrożenia i skutki narażenia*. Wyd. CIOP, Warszawa

- [12] WOLSKA A., Wybrane problemy związane z oceną zagrożenia promieniowaniem optycznym na „gorących” stanowiskach pracy w przemyśle.
- [13] PN-80/Z-08052 Niebezpieczne i szkodliwe czynniki występujące w procesie pracy.
- [14] PN-N-18001:2004 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy-Wymagania.
- [15] Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2006 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych
- [16] <http://archiwum.ciop.pl/1373.html> (28.12.2015)
- [17] <http://archiwum.ciop.pl/20841.html> (28.12.2015)
- [18] <http://archiwum.nf.pl/40010-spawalnictwo-trzyma-sie-mocno/>(25.01.2016)
- [19] <http://ubrania-bhp.pl/> (25.12.2015)
- [20] http://www.rapmet.pl/?pl_spawanie-elektrodami-otulonymi,82 (08.01.2016)
- [21] http://www.spaw.info.pl/pl/mig_kemppi (12.01.2016)
- [22] https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P30001831335539182278&html_tresc_root_id=1188&html_tresc_id=1189&html_klucz=19558&html_klucz_spis= (23.12.2015)

AWARIE SIECI PODCIŚNIENIOWEJ, CIŚNIENIOWA I GRAWITACYJNO - TŁOCZNEJ A BEZPIECZEŃSTWO ŚRODOWISKA GRUNTOWEGO

Waldemar Uździcki, Ireneusz Nowogoński, Ewa Ogiółda

1. Wstęp

W większości przypadków ocena niezawodności systemów kanalizacyjnych opiera się na zapewnieniu pewności odbioru ścieków od mieszkańców miejscowości oraz ograniczeniu występowania lokalnych podtopień terenu. Nie mniej istotne jest również zapewnienie bezpieczeństwa dla środowiska gruntowego i wód podziemnych. W przypadku wystąpienia awarii elementów sieci, polegającej na rozszczelnieniu systemu, może nastąpić niekontrolowany i często trudny do wykrycia odpływ ścieków do gruntu. Skala zjawiska jest różna w zależności od typu kanalizacji i jest konsekwencją panującego w rurociągu ciśnienia.

2. Kanalizacja ciśnieniowa

W kanalizacji ciśnieniowej transport ścieków wymuszony jest przez agregaty pompowe zlokalizowane bezpośrednio w każdym gospodarstwie domowym. Ścieki za pośrednictwem klasycznych przykanalików dopływają do przydomowych pompowni ścieków. Zgromadzone ścieki tłoczone są poprzez sieć zbiorczych rurociągów ciśnieniowych do oczyszczalni ścieków lub komory rozprężnej w miejscu włączenia do klasycznej sieci grawitacyjnej lub grawitacyjno-tłocznej (rysunek 1).

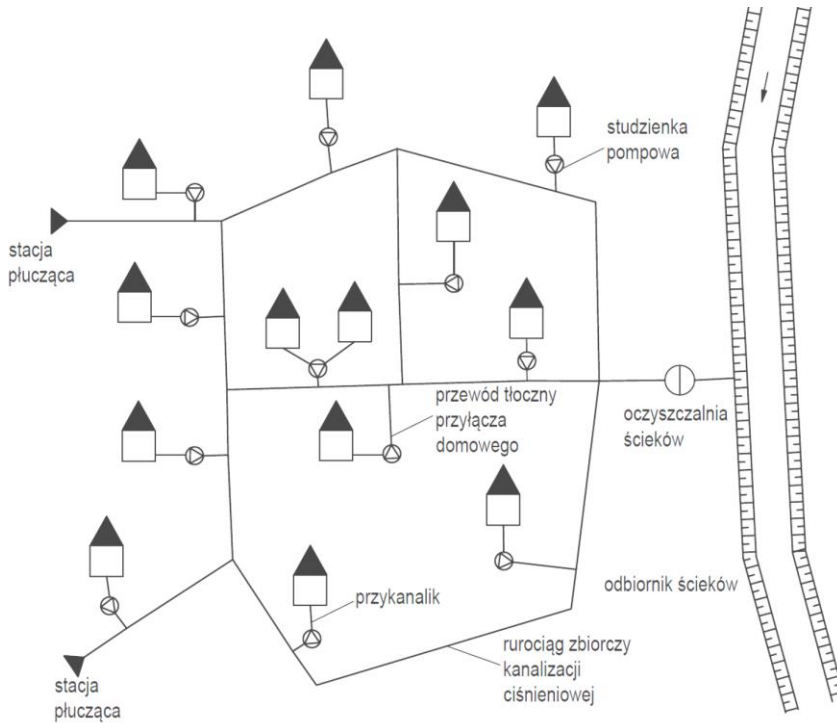
Przykładem jednego z pierwszych zastosowań ciśnieniowego systemu przewodów jest kanalizacja m. Olsztyna, zaprojektowana w latach 1896-98 [WILO 2011]. Kanalizacja bytowo-gospodarcza, której budowę ukończono w 1899 r., składała się z 7 pneumatycznych przepompowni rozrzuconych po terenie miasta, połączonych ze sobą rozgałęzioną siecią przewodów o łącznej długości około 3,5 km. Były to w zasadzie przewody ciśnieniowe, a tylko na niektórych odcinkach przepływ odbywał się grawitacyjnie. W 1912 roku rozbudowano układ do 9 przepompowni.

Pierwsze powszechnie stosowane systemy kanalizacji ciśnieniowej zostały opracowane w Stanach Zjednoczonych w latach 60-tych [J. Trzyna 2005].

Wspomnieć należy tu o patencie „rura w rurze” (rysunek 2). Autor, Gordon Fair, przedstawił koncepcję tłoczenia ścieków sanitarnych rurociągami umieszczonymi wewnątrz kanałów deszczowych. Tłoczenie było realizowane przez pompownie wyposażone w rozdrabniacze zlokalizowane w piwnicach domów. Prace badawcze

zainspirowane tą koncepcją zostały ukoronowane realizacją demonstracyjnej instalacji w Albany stolicy stanu Nowy Jork na przełomie 1969 i 1970 roku obejmującej 12 domów jednorodzinnych.

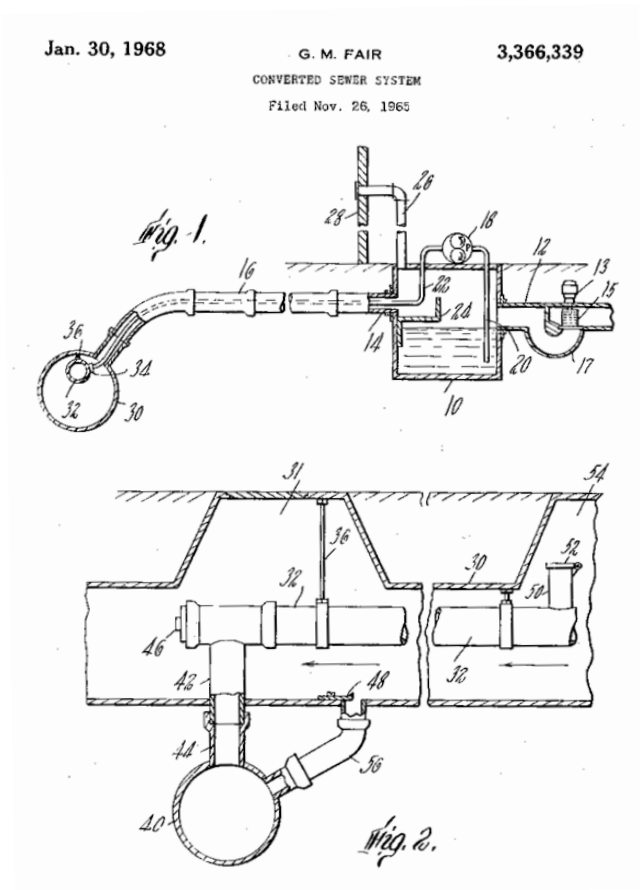
W Europie pierwszy prototypowy system kanalizacji ciśnieniowej z przepompowniami przydomowymi zaprojektowano i zrealizowano w Hamburgu [J. Trzyna 2005]. W latach 1969-70 sieć obejmowała ponad 200 przyłączy. Wstępnie zastosowano pneumatyczne urządzenia pompujące bez rozdrabniaczy. Później część urządzeń pneumatycznych sukcesywnie zastępowano pompami zatapialnymi.



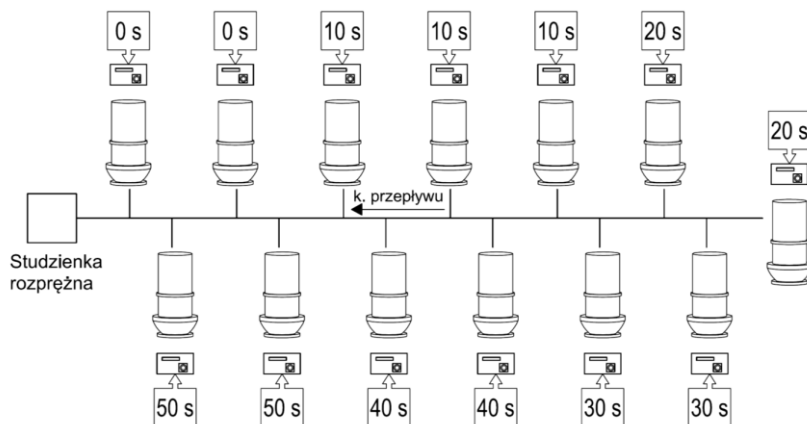
Rys. 1. Przykład sieci kanalizacyjnej ciśnieniowej [ATV-A116P]

Aktualnie, kanalizacja ciśnieniowa jest rutynowo stosowana w USA w lokalizacjach uzasadnionych warunkami terenowymi. W Europie i w Polsce najbardziej popularne są rozwiązania oparte na pompach wirowych, ale nie brakuje też realizacji opartych o amerykański standard E/One [J. Trzyna 2005].

Podstawową wadą systemu jest rozproszenie urządzeń wymagających zasilania w energię elektryczną oraz zaawansowanego systemu sterowania uniemożliwiającego uruchomienie zbyt wielu pomp jednocześnie (rysunek 3).



Rys. 2. Patent systemu „rura w rurze” [Fair G.M. 1968]

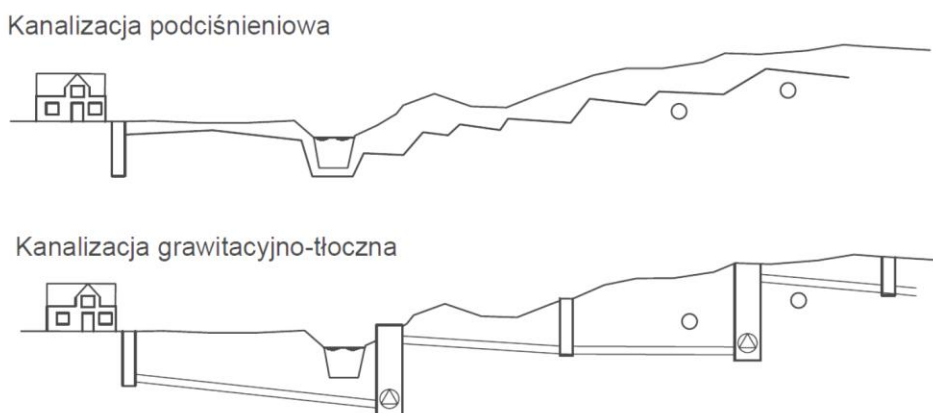


Rys. 3. Sterowanie funkcją zwłoki czasowej włączenia pompy po zaniku i ponownym przywróceniu zasilania [WILO 2011]

Z uwagi na okresowe zatrzymanie przepływu ścieków w rurociągach ciśnieniowych oraz trudności z utrzymaniem optymalnych prędkości przepływu konieczne jest stosowanie dodatkowych stacjonarnych i mobilnych pneumatycznych stacji płuczających. Stacje płuczające wspomagają proces tłoczenia oraz pozwalają na odświeżenie ścieków zalegających w rurociągach tłocznych. W najmniej korzystnych warunkach stosowanie stacji pneumatycznych wymusza układanie dodatkowej sieci rurociągów sprężonego powietrza.

3. Kanalizacja podciśnieniowa

Koncepcja powstała w latach 60-tych XIX wieku w Holandii. Na przełomie XIX i XX wieku w Holandii i innych krajach europejskiej działały pierwsze tego typu systemy. Transport ścieków jest wymuszany przez pompy próżniowe zlokalizowane razem ze zbiornikami ścieków i systemem przetłaczania zgromadzonych ścieków do oczyszczalni lub klasycznej sieci grawitacyjnej.



Rys. 4. Różnice między kanalizacją mieszaną i podciśnieniową [WILO 2011]

Przewody zbiorcze tworzą sieć rozgałęzioną z centralną stacją próżniową. Pozwala to zasilać obszar skanalizowany energią tylko w jednym miejscu. Kanalizacja podciśnieniowa nie nadaje się do transportowania ścieków na większe odległości. Zasięg stacji próżniowej nie powinien przekraczać w żadnym z kierunków odległości 2 - 2,5 km. Obszary większe można podzielić na rejony, każdy z własną stacją próżniową [Nowogoński 2016].

W stacji próżniowej pompy próżniowe wytwarzają w dużych zbiornikach podciśnienie 0,6 do 0,7 bar w stosunku do ciśnienia atmosferycznego. Przy otwarciu się zaworów na przyłączach domowych ścieki i powietrze zostają zassane do rurociągu i płyną rurociągiem w kierunku stacji próżniowej. Natężenie przepływu powietrza odpowiada od trzykrotnej do piętnastokrotnej wartości natężenia

Oczywiście, oprócz wielu cech pozytywnych, system podciśnieniowy ma kilka wad, do których należy hałas generowany przez stację próżniową i zawory opróżniające w czasie pracy oraz nieprzyjemny zapach w przypadku problemów z systemem podczyszczającym powietrze usuwane z systemu rurociągów.

4. Kanalizacja grawitacyjno-tłoczna

Kanalizacja grawitacyjna, działająca pod wpływem siły ciężenia, stosowana jest powszechnie od zarania rozwoju inżynierii sanitarnej. Grawitacyjne systemy usuwania ścieków są rozwiązaniem kosztownym, zwłaszcza w płaskim terenie o rozległej i luźnej zabudowie, rozwijających się wciąż aglomeracji miast poza ścisłym centrum o gęstej zabudowie. Powodem zwykle był znaczny koszt budowy kanałów - na głębokościach dochodzących nawet do 6÷8 m.

W konsekwencji prac, mających na celu zmniejszenia kosztów budowy kanalizacji, zaczęto już na przełomie XIX i XX wieku stosować pośrednie pompownie ścieków. Były one wyposażone początkowo w pompy tłokowe z napędem parowym, następnie gazowym (ok. 1900 r.) i elektrycznym (1920). Rozwiązania te umożliwiły podniesienie dna kanału za pompownią do rzędnej wynikającej z możliwego - minimalnego zagłębienia kanału.

Stosowanie pośrednich pompowni ścieków nie zmniejsza jednak w zasadniczy sposób kosztów budowy systemów grawitacyjno-tłocznych, a to głównie ze względu na fakt, że wymagają one nakładów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Z tych też względów, kanalizacja konwencjonalna należy zwykle do najdroższych elementów infrastruktury podziemnego uzbrojenia terenów zurbanizowanych (miejsko-przemysłowych).

W kanalizacji grawitacyjno-tłocznej transport ścieków odbywa się w przeważającej większości grawitacyjnie ze swobodnym zwierciadłem ścieków (rysunek 4). Tylko w wybranych odcinkach rurociągów tłocznych przepływ wymuszony jest przez agregaty pompowe. W stosunku do kanalizacji ciśnieniowej i podciśnieniowej przeważająca większość sieci ułożona jest z większym zagłębieniem, co często wiąże się z ułożeniem poniżej poziomu wody podziemnej.

5. Porównanie systemów kanalizacyjnych z uwagi na bezpieczeństwo dla środowiska

W przypadku wystąpienia rozszczelnienia sieci grawitacyjno-tłocznej w części grawitacyjnej może nastąpić niekontrolowany i bardzo często trudny do wykrycia odpływ ścieków do gruntu. Ilość ścieków odprowadzanych do gruntu z uwagi na bezciśnieniowy przepływ w kanałach jest przez długi czas znikomy, ale zjawisko może być długotrwałe z uwagi na brak zauważalnych symptomów uszkodzenia [Kuliczkowski i Kuliczowska 2008]. Rozszczelnienie możliwe jest zwłaszcza w przypadku rejonów narażonych na szkody górnicze oraz nieprawidłowego montażu połączeń kielichowych. W części tłocznej skala problemu jest znacznie większa z uwagi na nieregularny wzrost ciśnienia w czasie pracy pomp.

W rurociągach tłocznych, nawet w okresach zatrzymania pomp, ciśnienie stabilizuje się na poziomie zależnym od geometrycznego położenia najwyższego położonego punktu rurociągu. W efekcie w najniższych położonych punktach ciśnienie nie spada poniżej kilkunastu metrów słupa wody.

W przypadku kanalizacji podciśnieniowej wystąpienie nieszczelności uniemożliwia prawidłową pracę systemu z uwagi na brak możliwości zapewnienia wymaganej wartości podciśnienia. Specyfika budowy prawidłowo zrealizowanego systemu umożliwia: szybką lokalizację uszkodzenia, budowę zastępczego rurociągu na czas usuwania awarii i pozwala ograniczyć zanieczyszczenie z uwagi na panujące w rurociągu podciśnienie.

W kanalizacji ciśnieniowej zgromadzone ścieki tłoczone są poprzez sieć zbiorczych rurociągów ciśnieniowych do oczyszczalni ścieków lub komory rozprężnej w miejscu włączenia do klasycznej sieci grawitacyjnej. W konsekwencji ścieki często zalegają w sieci rurociągów zbyt długo, co przy nie do końca sprawnej instalacji napowietrzania i płukania sprężonym powietrzem powoduje pogorszenie jakości ścieków w stosunku do wartości typowych. Wtłaczanie do gruntu, przez pęknięcie rurociągu, tak zagniętych ścieków jest tym bardziej niekorzystnym zjawiskiem, zwłaszcza, że wzrost ciśnienia nie jest związany z uruchomieniem pompy bezpośrednio podłączonej do uszkodzonego rurociągu, ale występuje również w przypadku uruchomienia pompy w sąsiedniej gałęzi sieci.

6. Podsumowanie

Wybór typu kanalizacji zwyczajowo opiera się na ocenie warunków hydraulicznych i rachunku ekonomicznym. Nie mniej istotnym zagadnieniem jest ocena wpływu zastosowanego rozwiązania na środowisko gruntowe. Głównym kryterium jest panujące w rurociągach i kanałach ciśnienie.

Najbezpieczniejszym rozwiązaniem wydaje się być stosowanie kanalizacji podciśnieniowej. Podciśnienie, które wymusza przepływ w sieci kanałów ogranicza możliwość infiltracji ścieków do gruntu. Wystąpienie awarii uniemożliwia prawidłową pracę systemu, co pozwala na szybką reakcję eksploatatora i szybką lokalizację i usunięcie rozszczelnienia.

Pozostałe rozwiązania charakteryzuje identyczne ograniczenie możliwości wykrycia rozszczelnienia rurociągów. W konsekwencji ilość ścieków wtłaczanych do gruntu może być znaczna, ponieważ zjawisko może zachodzić nawet wiele tygodni, bez zauważalnych objawów z poziomu terenu czy obserwacji parametrów eksploatacyjnych. W przypadku pełnej kanalizacji ciśnieniowej sytuację pogarsza fakt, że cały układ pracuje pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego, co zwiększa prawdopodobieństwo występowania eksfiltracji ścieków do gruntu.

Bibliografia

1. GRZYMAŁA Z., *Innowacje na rynku sektora komunalnego w Polsce*. Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Kraków 2013.
2. *Wytyczna ATV-A116: Specjalne systemy kanalizacji; Kanalizacja podciśnieniowa i ciśnieniowa*. DVWK, Hennef 1992.
3. Trzyna J., *Rozwój kanalizacji ciśnieniowej*, Przegląd komunalny nr 3/2005, s 32-33.
4. Dawidowicz J., Szeroki A., *Poradnik. Kanalizacja ciśnieniowa w systemie WILO*. Katalog firmy WILO 2011.
5. Fair G. M., *Converted Sewer System*, United States Patent Office, pat. nr 3 366 339, 30.01.1968.
6. Nowogoński I., *Innowacyjność w sieciach kanalizacyjnych – sieć podciśnieniowa, ciśnieniowa, mieszana – wady, zalety, możliwości realizacji*, Ogólnopolska konferencja „Innowacyjność i efektywność w gospodarce wodno-ściekowej”, Wrocław 2016
7. Kuliczkowski A., Kuliczowska E., *Katastrofy kanalizacyjne i ich przyczyny*, Przegląd budowlany nr 3/2008, s 31-34.

BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMU ZAOPATRZENIA W WODĘ W ASPEKTCIE ZMIENNOŚCI CIŚNIENIA

Waldemar Uździcki, Ewa Ogiółda, Ireneusz Nowogoński, Dariusz Kłonowski,
Remigiusz Aksentowicz

1. Wstęp

Systemy wodociągowe złożone są z kilku podsystemów związanych z ujmowaniem, uzdatnianiem, tłoczeniem, dystrybucją i magazynowaniem wody. Podczas wieloletniej eksploatacji następują zmiany wielkości zużycia wody, a także związane z rozbudową, modernizacją czy sposobem zasilania sieci. Wywierają one wpływ na wartości parametrów określających poziom bezpieczeństwa i niezawodności dostawy wody. Każdy system wodociągowy jest inny, a składają się na to takie czynniki jak topografia terenu, zastosowane materiały, długości i średnice rurociągów, przepływy, ciśnienie czy sposób zasilania [7]. W przypadku każdego systemu wodociągowego niezbędne jest przeprowadzenie analizy, zarówno parametrów hydraulicznych, jak i ekonomicznych tak, aby zapewnić niezawodność systemu zaopatrzenia rozumianą jako stan eksploatacyjny umożliwiający pokrycie zapotrzebowania na wodę w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony [9].

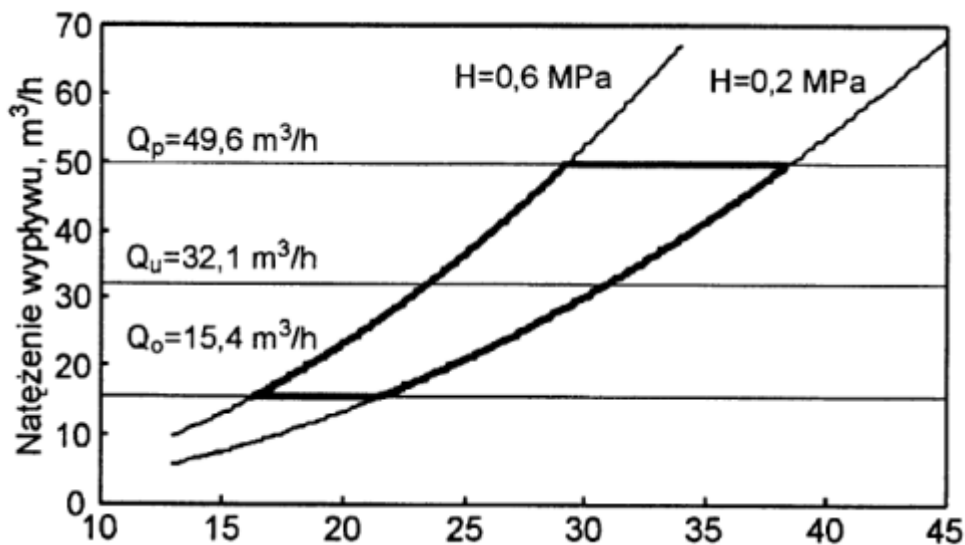
Systemy wodociągowe, zależnie od warunków lokalnych i topografii terenu, na którym są zlokalizowane, mogą być zasilane pompowo lub grawitacyjnie. Ich obciążenie jest zróżnicowane i zmienne, w zależności od wielkości rozbioru wody, które zmienia się w kolejnych godzinach doby, a także w poszczególnych dniach tygodnia czy miesiącach. Wynika stąd zmienność parametrów, takich jak wielkość rozborów i przepływów wody, wysokość ciśnienia w węzłach i prędkość przepływu wody w rurociągach sieci. W artykule przedstawiono zależności pomiędzy ciśnieniem wody a wielkością strat wody w sieci, odnosząc to do systemu wodociągowego, w którym przeprowadzono zmianę sposobu zasilania z grawitacyjnego na pompowy.

2. Wpływ ciśnienia na straty wody w sieci wodociągowej

Zapewnienie w przewodach sieci wodociągowej ciśnienia na odpowiednim poziomie jest jednym z podstawowych warunków prawidłowego jej funkcjonowania. Istotne jest jednak ustalenie go na poziomie, który będzie także pozwalał na działanie bezpieczne i w zakresie uzasadnionym ekonomicznie. Nadwyżka ciśnienia powyżej wartości wystarczającej do sprawnego działania armatury czerpalnej skutkuje zwiększoną ilością wody pobieranej przez jej odbiorców i wyższymi stratami wody wskutek przecieków. Regulacja ciśnienia ma znaczący wpływ na przebieg

eksploatacji, warunki pracy sieci oraz jej żywotność. Optymalizacja ciśnienia przez jego obniżanie i stabilizację wahań w cyklu dobowym jest warunkiem ograniczenia strat wody w sieci [1, 7].

W prowadzonych badaniach wykazano, że natężenie wypływu wody przez otwór o zadanej średnicy jest zależne od ciśnienia, a przy stałym ciśnieniu wypływ rośnie proporcjonalnie do pola powierzchni otworu. Na rysunku 1 przedstawiono jak zmienia się natężenie wypływu wody w zależności od średnicy otworu w zakresie ciśnienia 0,2 MPa od 0,6 MPa [3].



Rys.1. Natężenie wypływu wody przez otwór ostrobrzeżny w zależności od średnicy otworu i ciśnienia w sieci [3]

W badaniach prowadzonych na terenie Polski wykazano, że obniżenie ciśnienia o 9% zmniejszyło straty o 25%, a gdy ciśnienie zmalało o 4%, straty całkowite zostały zredukowane o 19% [7]. Ograniczenie maksymalnego ciśnienia w badanych systemach wodociągowych o 10-40% i jego wahań dobowych wpłynęło na zmniejszenie awaryjności przewodów o 30-60%, a także na ograniczenie strat wody i kosztów napraw uszkodzeń [3].

Prowadzone analizy dotyczące wpływu wysokości ciśnienia na awaryjność sieci wodociągowej pokazują, że zdarzenia te zwiększają ryzyko wystąpienia przerw w dostawie wody, co związane jest zarówno z ryzykiem eksploatatora, jak i konsumentów [2, 4]. Stabilizacja ciśnienia przynosi zysk ekonomiczny z tytułu mniejszego zużycia energii przez pompownię i zmniejszenia strat wody [9].

Istotne jest więc stosowanie rozwiązań minimalizujących wysokość ciśnienia i jego wahania w cyklu dobowym, zarówno w systemach projektowanych, jak i eksploatowanych [3].

3. Analiza parametrów systemu wodociągowego w Bytomiu Odrzańskim

3.1. Charakterystyka systemu

Bytom Odrzański to miasto położone w województwie lubuskim, w powiecie nowosolskim, nad rzeką Odrą, zajmuje powierzchnię ok. 10 km², zamieszkuje je około 4500 osób. Na zabudowę miasta składają się budynki zabytkowe w centrum miasta, na obrzeżach dominują domy jednorodzinne, a w latach siedemdziesiątych XX wieku powstało także kilka budynków wielorodzinnych czterokondygnacyjnych.

Sieć wodociągowa w Bytomiu Odrzańskim zasilana jest z dwóch studni głębinowych, zlokalizowanych w miejscowości Wierzbica, z których każda ma maksymalną wydajność 90 m³·h⁻¹. Studnie pracują naprzemiennie, a w czasie występowania większych rozbiorów wody - równocześnie. Sieć wodociągowa Bytomia Odrzańskiego tworzy układ mieszany, którego podstawą jest 8 obwodów zamkniętych. Jest korzystne rozwiązanie z punktu widzenia niezawodności dostawy wody. Ze stacji uzdatniania woda przepływa rurociągiem tranzytowym $\phi 300$, a następnie dwoma rozprowadzającymi $\phi 200$. Zestawienie długości i średnic rurociągów sieci wodociągowej w Bytomiu Odrzańskim zamieszczono w tabeli 1 [6].

Tab. 1. Średnice i długości odcinków sieci wodociągowej [6]

Średnica [mm]	$\phi 80$	$\phi 100$	$\phi 150$	$\phi 200$	$\phi 300$
Długość [m]	300	4670	1070	2940	650

Większość rurociągów wybudowana była w okresie przedwojennym, dlatego w latach 2000-2010 wymieniono około 60% przewodów żeliwnych na rurociągi z PVC.

Z uwagi na sprzyjające ukształtowanie terenu - rzędne terenu na obszarze miasta różnicowane są od 69 do 102 m npm - system zaprojektowany został jako grawitacyjny.

3.2. Graf systemu wodociągowego

Do opracowania modelu symulacyjnego systemu zaopatrzenia w wodę Bytomia Odrzańskiego użyto programu EPANET opracowanego przez Dział Zaopatrzenia w Wodę i Gospodarki Wodnej Amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska. Program ten ma szerokie zastosowanie przy ocenie systemów wodociągowych. Umożliwia analizowanie dowolnie dużej i skomplikowanej sieci, zarówno pod względem parametrów hydraulicznych, jak i jakości wody [Rossman 2000].

Na dane wejściowe do obliczeń hydraulicznych w programie EPANET składają się:

- schemat obliczeniowy (graf) sieci wodociągowej,

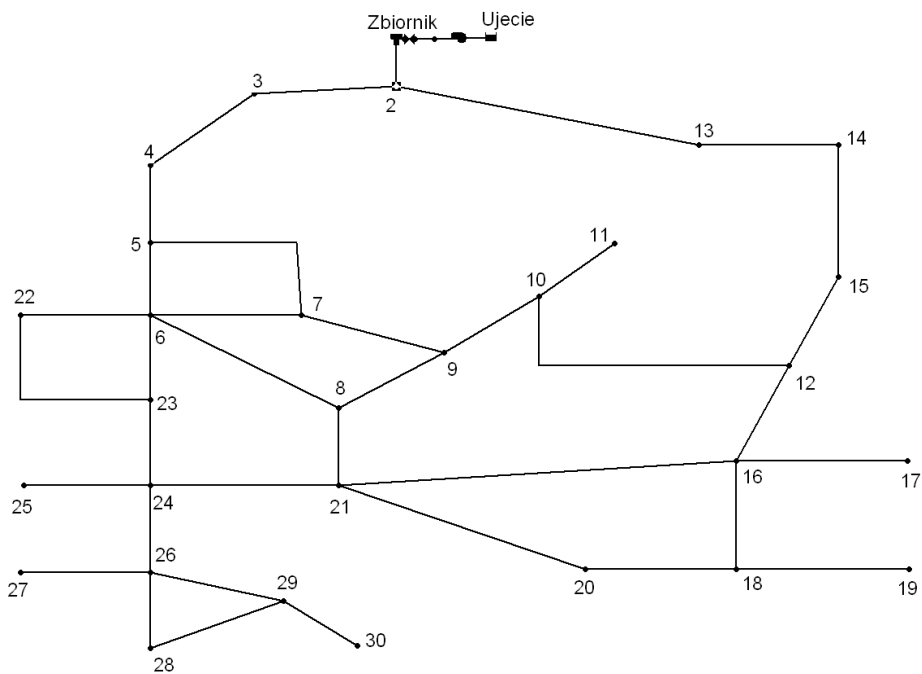
- długości, średnice oraz chropowatości poszczególnych odcinków sieci,
- wielkości rozbiorów wody oraz rzędne osi rurociągów w węzłach,
- współrzędne charakterystyk pomp,
- rzędne zwierciadła wody w zbiornikach.

Wynikami obliczeń są:

- wartości natężenia i prędkości przepływu, spadku hydraulicznego w rurociągach,
- rzędne i wysokości ciśnienia w węzłach sieci.

Prezentacja wyników możliwa jest w formie tabelarycznej i graficznej.

Przygotowano model symulacyjny sieci wodociągowej dla Bytomia Odrzańskiego, której schemat obliczeniowy składa się z 29 węzłów i 38 odcinków. W obliczeniach założono dwa warianty zróżnicowane pod względem sposobu zasilania: pierwszy, gdy przepływ odbywa się grawitacyjnie, drugi dla sieci zasilanej przez pompy (dobrano trzy pompy typu PJM 200 produkcji Leszczyńskiej Fabryki Pomp). Graf systemu zamieszczono na rysunku 2.



Rys.2. Graf systemu wodociągowego w Bytomiu Odrzańskim

3.3. Wyniki obliczeń wysokości ciśnienia w sieci wodociągowej

Przeprowadzono obliczenia wysokości ciśnienia w poszczególnych węzłach sieci wodociągowej zasilanej grawitacyjnie i pompowo dla wariantów zróżnicowanych pod względem wielkości rozbioru wody.

Do obliczeń wartości spadku ciśnienia wybrano wzór Darcy – Weisbacha [5]:

$$\Delta h_l = \lambda \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{l}{d}$$

gdzie: Δh_l - straty ciśnienia na długości przewodu, m;

λ - współczynnik liniowych oporów tarcia;

v - średnia prędkości przepływu wody, $m \cdot s^{-1}$;

g - przyspieszenie ziemskie, $m \cdot s^{-2}$;

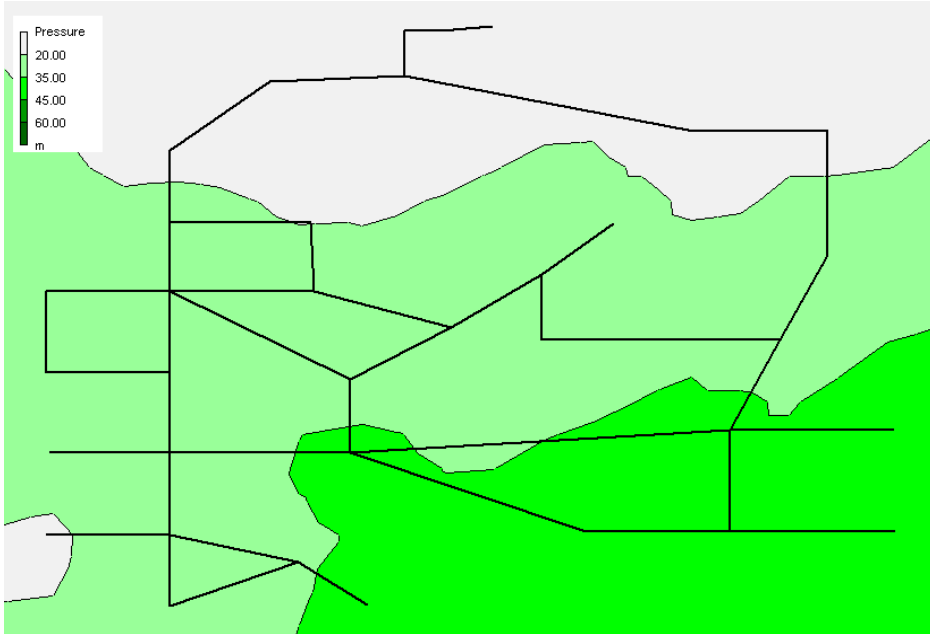
l - długość przewodu, m;

d - średnica wewnętrzna przewodu, m.

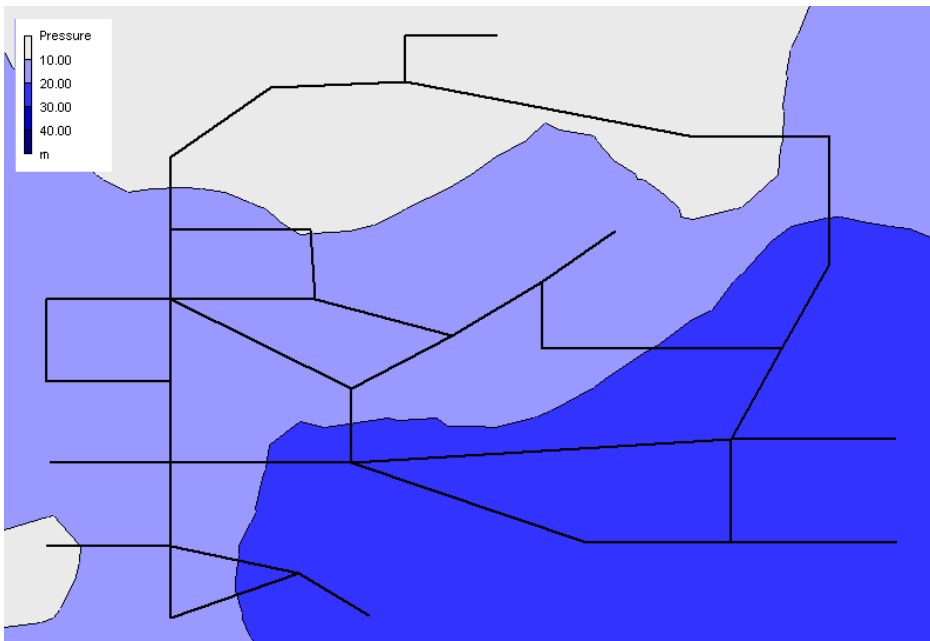
Wyniki obliczonych zakresów ciśnienia dla skrajnych rozbiorów – minimalnego i maksymalnego - zamieszczono w tabeli 2, a w postaci warstwicy wysokości ciśnienia - przedstawiono na rysunkach 3 - 6.

Tab. 2. Zakresy ciśnienia wody w systemie wodociągowym [6]

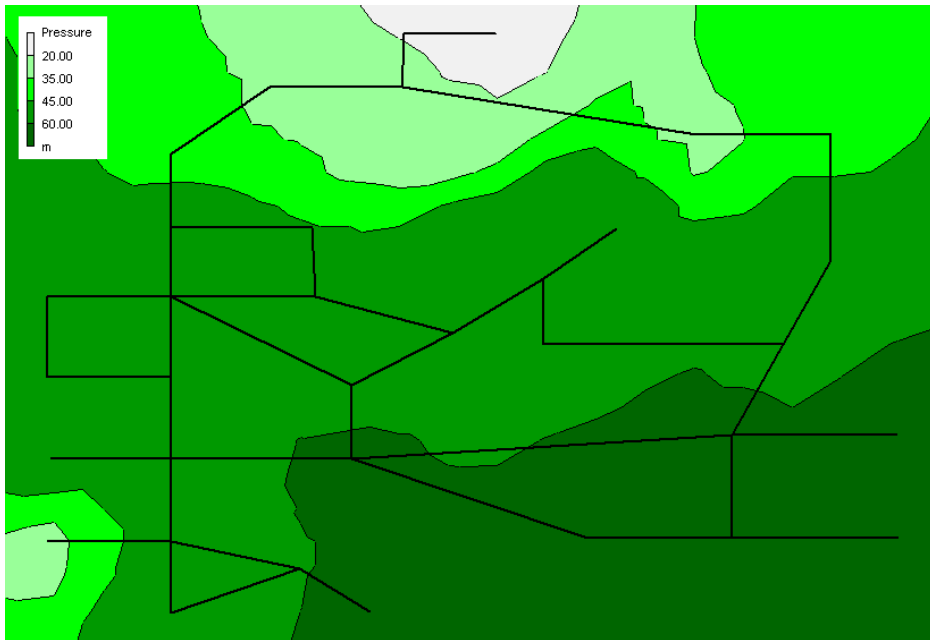
Wariant zasilania systemu	Wariant rozbioru wody	Zakresy ciśnienia [m]
grawitacyjny	minimalny	7,88 - 39,67
	maksymalny	0,53 - 28,23
pompowy	minimalny	31,77 - 65,45
	maksymalny	12,18 - 44,17



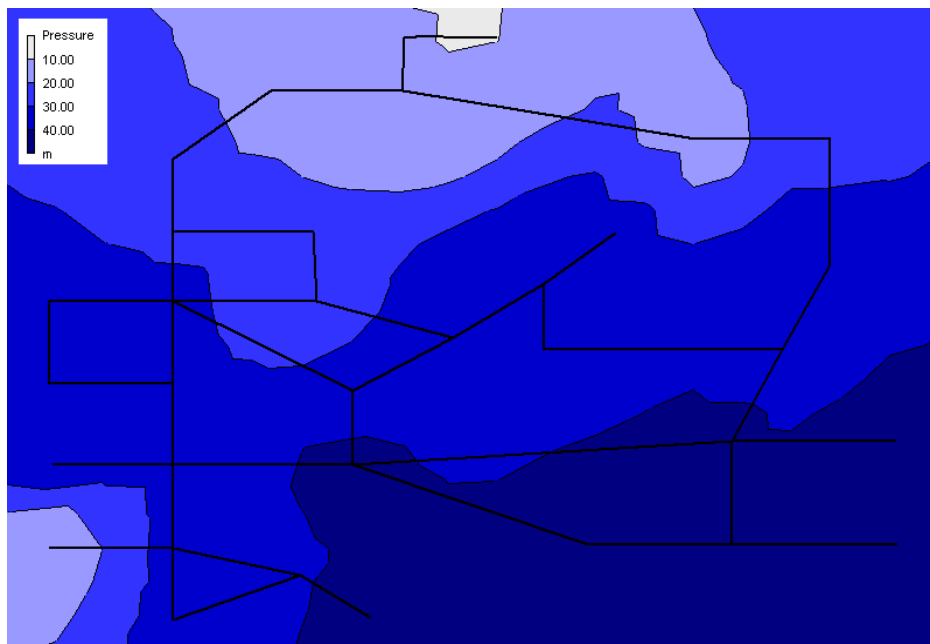
Rys. 3. Warstwie wysokości ciśnienia w systemie wodociągowym grawitacyjnym podczas rozbioru minimalnego [6]



Rys. 4. Warstwie wysokości ciśnienia w systemie wodociągowym grawitacyjnym podczas rozbioru maksymalnego [6]

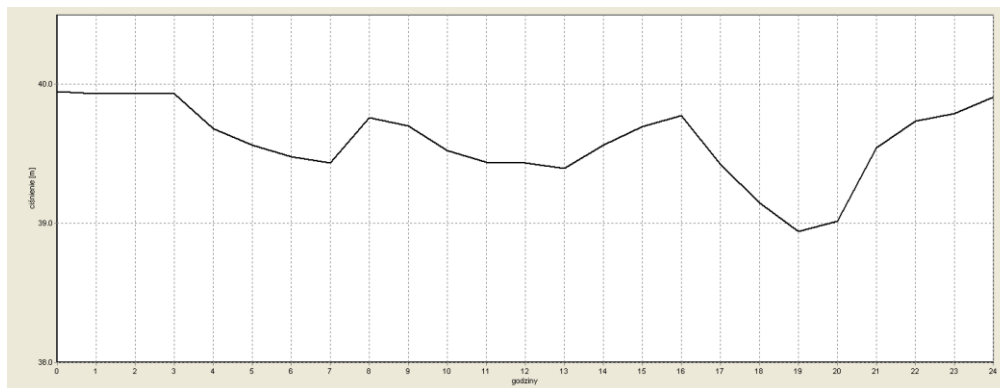


Rys. 5. Warstwy wysokości ciśnienia w systemie wodociągowym pompowym podczas rozbioru minimalnego [6]

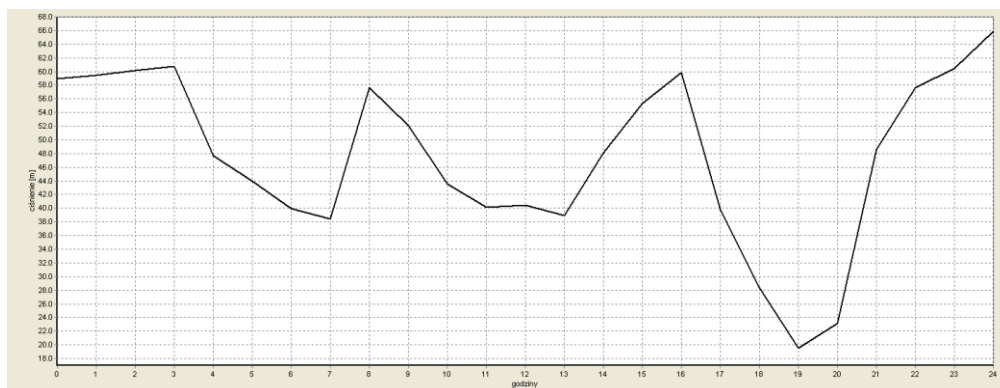


Rys. 6. Warstwy wysokości ciśnienia w systemie wodociągowym pompowym podczas rozbioru maksymalnego [6]

Przedstawione wyniki obejmują tylko skrajne wartości ciśnienia w sieci, a istotna jest również dobowa zmienność tego parametru. Na podstawie danych dotyczących wielkości zużycia wody w poszczególnych godzinach doby przeprowadzono także obliczenia wysokości ciśnienia w poszczególnych węzłach w każdej godzinie doby. Przebieg zmienności ciśnienia w węźle 19, w którym wartości ciśnienia są najwyższe w całej sieci, przedstawiono na rysunkach 7 i 8.



Rys. 7. Dobowa zmienność wysokości ciśnienia w węźle 19 w systemie grawitacyjnym



Rys. 8. Dobowa zmienność wysokości ciśnienia w węźle 19 w systemie pompowym

4. Podsumowanie i wnioski

Wyniki obliczeń wysokości ciśnienia w węzłach sieci wodociągowej zasilanej grawitacyjnie potwierdziły, że na niewielkim obszarze podczas rozbioru maksymalnego występują wartości poniżej 20 m, przy których czerpanie wody przez odbiorców jest okresowo niemożliwe. Obliczenia dla systemu zasilanego przez pompownię wykazały, że wartości ciśnienia w części sieci podczas rozbioru minimalnego będą zbyt wysokie (powyżej 60 m). Wartości te wskazują, że wzrost

ciśnienia dla tego wariantu systemu, jest nadmierny i nieuzasadniony. Potwierdzeniem, że zasilanie grawitacyjne jest rozwiązaniem bardziej korzystnym niż pompowe w przypadku analizowanego systemu są również wyniki przebiegu zmienności dobowej ciśnienia w poszczególnych węzłach. Związane z zastosowaniem pomp byłyby dodatkowe koszty zasilania pompowni oraz zwiększone straty wody.

Parametry w systemie pompowym nie odpowiadają tendencjom zmierzającym do ograniczania ciśnienia, a zwłaszcza jego wahań w cyklu dobowym, więc zasadne wydaje się rozważenie lokalnego podwyższania ciśnienia w budynkach na obszarze wskazanym na podstawie wyników obliczeń.

Bibliografia

8. BERGEL T., PAWEŁEK J., *Straty wody w systemach wodociągowych – charakterystyka, wielkość, wykrywanie i ograniczanie*, III Konferencja Naukowo-Techniczna „Błękitny San”, Dubiecko 2006
9. DENCZEW S., KRÓLIKOWSKI A., *Podstawy nowoczesnej eksploatacji układów wodociągowych i kanalizacyjnych*. Arkady, Warszawa 2002
10. HOTŁOŚ H., *Analiza strat wody w systemach wodociągowych*, Ochrona Środowiska 1/2003, Wrocław, s. 17-23
11. KWIETNIEWSKI M., ROMAN M., KŁOSS – TRĘBACZKIEWICZ H., *Niezawodność wodociągów i kanalizacji*, Warszawa 1993
12. MIELCARZEWICZ E., *Obliczanie systemów zaopatrzenia w wodę*, Arkady, Warszawa 2000
13. OGIOŁDA E., NOWOGOŃSKI I., KŁONOWSKI D., *System zaopatrzenia w wodę miasta Bytom Odrzański*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego Inżynieria Środowiska (nr 36) 2014, nr 156, s. 24-33
14. PIECHURSKI F., *Działania zmierzające do ograniczania strat wody w systemach jej dystrybucji*, Napędy i sterowanie nr 1/2014
15. ROSSMANN L., *EPANET 2, Users Manual*. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati 2000, OH 45268
16. ZIMOCH I., *Regulacja ciśnienia jako element zarządzania ryzykiem eksploatacji sieci wodociągowej*, Ochrona Środowiska 4/2012, s. 57-62

INŻYNIERIA

CZĘŚĆ II

BADANIA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU Z SYSTEMEM TECHNOLOGICZNO-PNEUMATYCZNYM

Remigiusz Aksentowicz, Ewa Ogiółda

1. Metodyka oceny energetycznej budynku użytkowego

W poprzednich artykułach przedstawiono wyniki badań efektywności energetycznej Systemu Technologiczno-Pneumatycznego z omówieniem niezbędnych pojęć i definicji, a także wskaźników efektywności energetycznej STP oraz zasad bilansowania energii w budynkach mechanicznej obróbki drewna.

W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki badań efektywności energetycznej budynku wraz ze znajdującym się w nim Systemem Technologiczno-Pneumatycznym.

Charakterystyka energetyczna to zbiór danych i wskaźników energetycznych budynku, które dotyczą obliczeniowego zapotrzebowania budynku na energię na cele ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, wentylacji i klimatyzacji (jeżeli budynek jest wyposażony), a także – w przypadku budynków użytkowych – na potrzeby oświetlenia [4, 5].

Wskaźniki energochłonności budynku

Do oceny energochłonności budynków użytkowych (produkcyjnych, magazynowych, gospodarczych itp.) stosuje się wartości wskaźnika EP – rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia oraz oświetlenia wbudowanego, podawanego w $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$ i odnoszącego się do powierzchni ogrzewanej [4, 5].

Maksymalne wartości wskaźnika EP w budynkach produkcyjnych, w zależności od współczynnika kształtu budynku A/V_e wynoszą w ciągu roku:

$$EP_{HC+W+L} = EP_{H+W} + (10 + 60 \cdot A_{w,e} / A_f)(1 - 0,2 \cdot A/V_e) \cdot A_{f,c} / A_f \quad (1)$$

gdzie:

A – pole powierzchni $[\text{m}^2]$;

$A_{w,e}$ – powierzchnia ścian zewnętrznych budynku, liczona po obrysie zewnętrznym, $[\text{m}^2]$;

$A_{f,c}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku (lokalu), $[\text{m}^2]$;

EP_{H+W} – wartości według zależności określonej poniżej, przy czym $\Delta EP = EP_W + EP_L$;

EP_{H+W} w zależności od współczynnika kształtu budynku A/V_e wynoszą w ciągu roku:

$$\text{dla } A/V_e \leq 0,2; EP_{H+W} = 73 + \Delta EP; [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]; \quad (2)$$

$$\text{dla } 0,2 \leq A/V_e \leq 1,05; EP_{H+W} = 55 + 90 \cdot (A/V_e) + \Delta EP; [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]; \quad (3)$$

$$\text{dla } A/V_e \geq 1,05; EP_{H+W} = 149,5 + \Delta EP; [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]; \quad (4)$$

EP_W – dodatek na jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do przygotowania ciepłej wody użytkowej w ciągu roku; dla budynku z wydzielonymi częściami o różnych funkcjach użytkowych wyznacza się wartość średnią EP_W [kWh/(m² · rok)] dla całego budynku, przy czym:

$$E_{P+W} = 1,56 \cdot 19,10 \cdot V_{cw} \cdot b_t / a_1 \quad (5)$$

gdzie:

V_{cw} – jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej w [dm³/((j.o.) · doba)], należy przyjmować z założeń projektowych;

a_1 – udział powierzchni A_f na jednostkę odniesienia (j.o.), najczęściej na osobę m²/((j.o.)), należy przyjmować z założeń projektowych,

b_t – bezwymiarowy czas użytkowania w ciągu roku systemu ciepłej wody użytkowej, należy przyjmować z założeń projektowych.

W przypadku braku wartości w założeniach projektowych, dla budynków produkcyjnych należy przyjmować:

- V_{cw} dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej – 15 [dm³/((j.o.) · doba)];

- a_1 udział powierzchni użytkowej A_f na osobę – 25 [m²/((j.o.))];

- b_t bezwymiarowy czas użytkowania – 0,80 [dni/rok];

EP_L – dodatek na jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do oświetlenia wbudowanego w ciągu roku (dotyczy budynków użytkowych); dla budynku z wydzielonymi częściami o różnych funkcjach użytkowych wyznacza się wartość średnią EP_L [kWh/(m² · rok)] dla całego budynku, przy czym:

$$EP_L = 2,7 \cdot P_N \cdot t_0 / 1000 \quad (6)$$

gdzie:

P_N – moc elektryczną referencyjną w [W/m²] należy przyjmować z założeń projektowych;

t_0 – czas użytkowania oświetlenia w [h/rok] należy przyjmować z założeń projektowych.

W przypadku braku wartości w założeniach projektowych, dla budynków produkcyjnych należy przyjmować:

- P_N moc elektryczna referencyjna – 25 [W/m²];

- t_0 czas użytkowania oświetlenia – 5000 [h/rok];

Jeżeli występuje w danym budynku tylko ogrzewanie i wentylacja, to wyznacza się jedynie EP_{H+W} , podobnie postępuje się w innych sytuacjach - gdy nie wszystkie rodzaje instalacji występują, jeżeli w budynku występują różne funkcje użytkowe, to wyznacza się średnią wartość wskaźnika EP_m [kWh/(m² · rok)] według ogólnej zależności:

$$EP_m = \sum_i (EP_i \cdot A_{f,i}) / \sum_i A_{f,i} \quad (7)$$

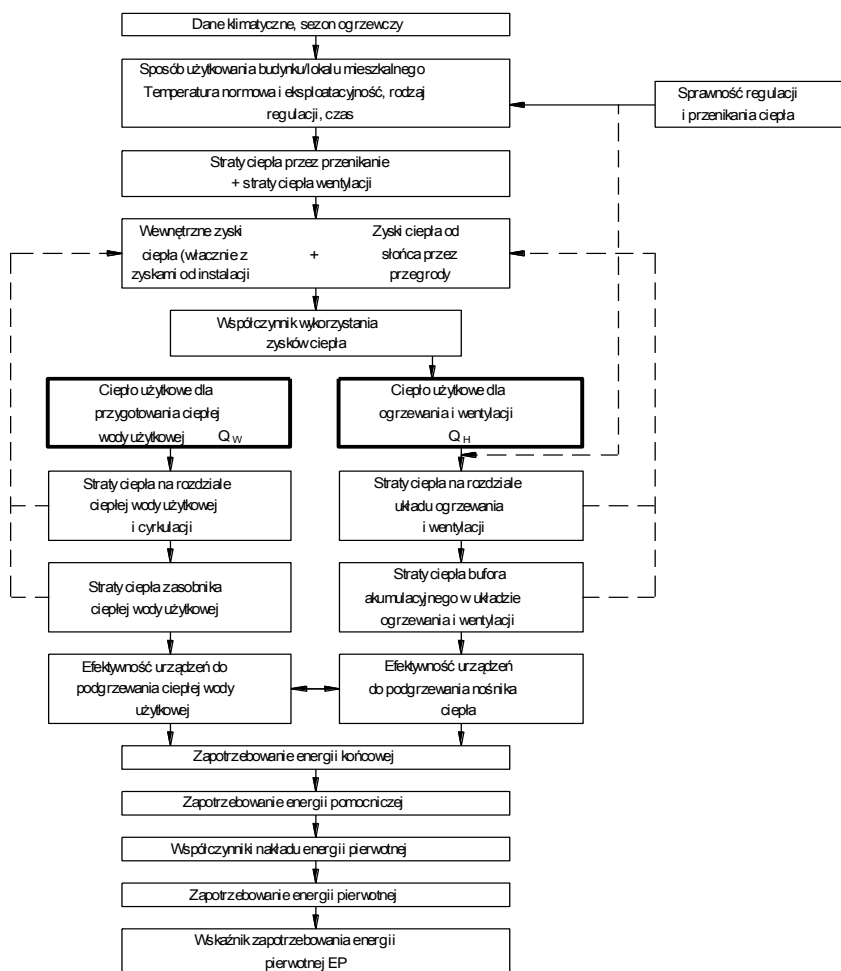
gdzie:

EP_i – wartość wskaźnika określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia, dla części budynku o jednolitej funkcji użytkowej,

$A_{f,i}$ – powierzchnia użytkowa ogrzewana (chłodzona) części budynku o jednolitej funkcji użytkowej.

Należy pamiętać o tym, że budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użytkowych również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie. Budynek powinien być również zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko przegrzewania budynku w okresie letnim.

Sposób postępowania przy obliczaniu zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla tych celów użytkowania został przedstawiony na schemacie poniżej.



Rys. 1. Algorytm obliczania zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną budynku [4]

1.1. Składniki stałe związane z konstrukcją budynku

Dane początkowe

Efektywność energetyczna budynku jest określana w oparciu o zebrane dane geometryczne, charakterystyki techniczne: przegród budowlanych, instalacje ogrzewania, przygotowania ciepłej wody, wentylacji i ewentualnie chłodzenia, instalacji oświetlenia. Uwzględnia się także sposób eksploatacji budynku, liczbę użytkowników i wymogi normowe. Konieczne jest określenie pozycji geograficznej, orientacji względem stron świata i lokalnych warunków meteorologicznych.

Dane geometryczne budynku

Podstawowe dane o budynku to jego wymiary. Istotne są powierzchnie przegród stykających się ze środowiskiem zewnętrznym: powietrzem atmosferycznym jak i gruntem. Rozróżnić należy także każdy rodzaj przegrody mający swoisty współczynnik przenikania ciepła i określić jego powierzchnię. Tak więc, jest oczywiste, że skoro okna różnią się od ścian przewodnością cieplną należy wyznaczyć ich powierzchnię i obliczać odrębnie. Nie można dokonywać żadnych uśrednień współczynników dla różnych przegród. Mogą wystąpić także różnice w konstrukcji ścian zewnętrznych. Wszystkie te elementy należy dokładnie rozpoznać i udokumentować dane inwentaryzacyjne przed przystąpieniem do obliczeń.

Dane meteorologiczne

Do sporządzenia charakterystyki energetycznej budynku niezbędne jest korzystanie z danych meteorologicznych. Rozporządzenie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej odsyła bezpośrednio do stron internetowych ministerstwa infrastruktury:

www.mi.gov.pl/2-48203f1e24e2f-1787735-p_1.htm.

W tabelach zestawiono typowe lata meteorologiczne opracowane na podstawie normy EN ISO 15927:4 dla 61 stacji meteorologicznych Polski w postaci pliku tekstowego TXT oraz w postaci spakowanego archiwum ZIP. W ocenianym budynku należy wykorzystać dane dla najbliższej położonej stacji meteorologicznej.

Współczynnik U przegród zewnętrznych

Obliczenie współczynnika U wymaga określenia rodzaju materiałów konstrukcyjnych i grubości wszystkich warstw. Następnie, ustala się współczynnik przewodzenia ciepła λ – lambda [W/mK] dla każdej warstwy przegrody (obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła λ odpowiedni dla danego materiału należy odszukać w normie PN-EN 12524 lub w innym wiarygodnym źródle).

Następnie należy obliczyć opór cieplny R [m²K/W], który dla każdej warstwy przegrody wylicza się według wzoru:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (7)$$

Gdzie d to grubość warstwy [m]. Należy także uwzględnić opory przejmowania ciepła na powierzchniach przegrody: wewnętrznej R_{si} i zewnętrznej R_{se} .

Uwaga: w przypadku przegród wewnętrznych niezależnie czy oddzielają przestrzenie ogrzewane, czy też ogrzewane i nie ogrzewane (np. ściany działowe, stropy nad piwnicą) przyjmuje się dla R_{se} wartość R_{si} .

Współczynnik U dla danej przegrody, jest odwrotnością sumy oporów cieplnych warstw:

$$U_i = \frac{1}{\sum (R_i + R_{si} + R_{se})} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (8)$$

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie:

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_{tr} stanowi sumę strat przez wszystkie przegrody otaczające przestrzeń ogrzewaną budynku. Korzysta się ze współczynnika przenikania ciepła dla każdego rodzaju przegród – ścian, okien, drzwi itp. (jeżeli są ściany o różnej konstrukcji należy każdą potraktować odrębnie). Oblicza się również straty przez mostki cieplne.

$$H_{tr} = \sum_i [b_{tr,i} \cdot (A_i \cdot U_i + \sum_i l_i \cdot \Psi_i)] \quad [\text{W/K}] \quad (8)$$

gdzie:

$b_{tr,i}$ – współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody;

A_i – pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze, obliczanej wg wymiarów zewnętrznych przegrody, wymiary okien i drzwi przyjmuje się jako wymiary otworów w ścianie), [m^2];

U_i – współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i stroną zewnętrzną, [$\text{W/m}^2\text{K}$];

l_i – długość i-tego liniowego mostka cieplnego, [m];

Ψ_i – liniowy współczynnik przenikania ciepła mostka cieplnego, [W/mK];

Korzystając z wyliczonego współczynnika przenikania ciepła U i z określonej w danych powierzchni przegród obliczamy współczynnik strat osobno dla ścian, okien i drzwi, a mówiąc ściślej – osobno dla każdej przegrody o różnym współczynniku przenikania U .

Współczynnik strat ciepła na wentylację:

$$H_{ve} = \rho_a c_a \sum_k (b_{ve,k} \cdot V_{ve,k,mm}) \quad [\text{W/K}] \quad (9)$$

gdzie:

$\rho_a c_a$ – pojemność cieplna powietrza, 1200 [$\text{J/m}^2\text{K}$];

$b_{ve,k}$ – współczynnik korekcyjny dla strumienia k ;

$V_{ve,k,mm}$ – uśredniony w czasie strumień powietrza k , [m^3/s];

k – identyfikator strumienia powietrza;

Zyski ciepła

Obliczenie zysków wymaga pobrania wartości z tabeli natężeń promieniowania słonecznego na powierzchnię. Miesięczne natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnie wylicza się dla konkretnego miejsca usytuowania ocenianego budynku w oparciu o dane z najbliższej stacji meteorologicznej.

Zyski ciepła wewnętrzne i od słońca dla budynku lub lokalu mieszkalnego w okresie miesiąca oblicza się ze wzoru:

$$Q_{H,gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (10)$$

gdzie:

Q_{int} – miesięczne wewnętrzne zyski ciepła, [kWh/mies];

Q_{sol} – miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przenikającego do przestrzeni ogrzewanej budynku przez przegrody przezroczyste, [kWh/mies];

Zyski ciepłne od promieniowania słonecznego są sumą zysków od okien zamocowanych w ścianach i od okien połaciowych.

$$Q_{sol} = Q_{s1} + Q_{s2} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (11)$$

gdzie:

Q_{s1} – zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna zamontowane w przegrodach pionowych, [kWh/m-c];

Q_{s2} – zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna zamontowane w połaciach dachowych, [kWh/m-c];

$$Q_{s1,s2} = \sum_i C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot g \cdot k_\alpha \cdot Z \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (12)$$

gdzie:

C_i – udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna jest zależny od wielkości i konstrukcji okna;

A_i – pole powierzchni okna lub drzwi w świetle otworu w przegrodzie, m^2 ;

I_i – wartość energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyznę pionową, w której usytuowane jest okno o powierzchni A_i , wg danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego;

g – współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie;

k_α – współczynnik korekcyjny wartości I_i ze względu na nachylenie płaszczyzny połaci dachowej do poziomu;

Z – współczynnik zacienienia budynku ze względu na jego usytuowanie oraz przesłony na elewacji budynku;

Wewnętrzne miesięczne zyski ciepła Q_{int} oblicza się według wzoru:

$$Q_{int} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (13)$$

gdzie:

q_{int} – obciążenie ciepłne pomieszczenia zyskami wewnętrznymi, W/m^2 ;

A_f – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze, m^2 ;

t_M – ilość godzin w miesiącu.

Wielkość zysków wewnętrznych występujących we wzorze powyżej należy wyznaczyć w oparciu o:

a) dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz program użytkowania budynku,

b) wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu.

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację budynku:

$$Q_{H,ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (14)$$

$$Q_{tr} = H_{tr} \cdot (\Theta_{int,H} - \Theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (15)$$

$$Q_{ve} = H_{ve} \cdot (\Theta_{int,H} - \Theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (16)$$

gdzie:

H_{tr} – współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie przez wszystkie przegrody zewnętrzne, [W/K];

H_{ve} – współczynnik strat mocy cieplnej na wentylację, [W/K];

$\Theta_{int,H}$ – temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno – budowlanych, [$^{\circ}$ C];

Θ_e – średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym wg danych dla najbliższej stacji meteorologicznej, [$^{\circ}$ C];

t_M – liczba godzin w miesiącu, [h];

Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego:

Roczne zapotrzebowanie na ciepło użytkowe $Q_{H,nd}$ wylicza się jako sumę dla każdego miesiąca:

$$Q_{H,nd} = \sum_n Q_{H,nd,n} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (17)$$

$$Q_{H,nd,n} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (18)$$

gdzie:

$Q_{H,nd}$ – ilość ciepła niezbędna na pokrycie potrzeb grzewczych budynku w okresie miesięcznym lub rocznym, [kWh/m-c];

$Q_{H,ht}$ – straty ciepła przez przenikanie i wentylację w okresie miesięcznym, [kWh/m-c];

$Q_{H,gn}$ – zyski ciepła wewnętrzne i od słońca w okresie miesięcznym, [kWh/m-c];

$\eta_{H,gn}$ – współczynnik efektywności wykorzystania zysków w trybie ogrzewania;

Roczne zapotrzebowanie energii końcowej:

Jest to jeden z końcowych etapów obliczeń zapotrzebowania na energię dla potrzeb ogrzewania i wentylacji, a wynik jest umieszczany w świadectwie charakterystyki energetycznej.

$$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (19)$$

gdzie:

$Q_{H,nd}$ – zapotrzebowanie na energię użytkową (ciepło użytkowe) przez budynek, [kWh/rok];

$\eta_{H,tot}$ – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku – od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w pomieszczeniu;

Oznaczanie średniej całkowitej sezonowej sprawności systemu grzewczego dokonuje się wg wzoru:

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \quad (20)$$

gdzie:

$\eta_{H,g}$ – średnia sezonowa sprawność wytwarzania nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej),

$\eta_{H,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią),

$\eta_{H,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią),

$\eta_{H,e}$ - średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku (w obrębie osłony bilansowej).

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Równoległe do obliczeń zapotrzebowania ciepła na potrzeby ogrzewania i wentylacji należy dokonać wyliczeń zapotrzebowania ciepła do przygotowania ciepłej wody.

Roczne zapotrzebowanie ciepła na wytworzenie C.W.U.

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło do wytworzenia ciepłej wody użytkowej wykonuje się na podstawie wzoru:

$$Q_{W,nd} = V_{CW,i} \cdot L_i \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_O) \cdot k_t \cdot t_{UZ} / (1000 \cdot 3600) \text{ [kWh/rok]} \quad (21)$$

gdzie:

V_{CW} – jednostkowe dobowe zużycia ciepłej wody użytkowej należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie tabeli 15 rozporządzenia, [$\text{dm}^3/(\text{j.o.}) \cdot \text{doba}$];

L_i – liczba jednostek odniesienia, osoby;

t_{UZ} – czas użytkowania (miesiąc, rok – przeważnie 365 dni), czas użytkowania należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% - dla budynków mieszkalnych, doby;

k_t – mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C;

c_w – ciepło właściwe wody, przyjmowane jako 4,19 [kJ/(kgK)];

ρ_w – gęstość wody, przyjmowana jako 1000 [kg/m³];

Θ_{CW} – temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, 55°C;

Θ_O – temperatura wody zimnej, przyjmowana jako 10°C.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej wyliczane według wzoru:

$$Q_{K,W} = \frac{Q_{W,nd}}{\eta_{W,tot}} \text{ [kWh/rok]} \quad (22)$$

oraz

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{H,e} \quad (23)$$

gdzie:

$\eta_{W,g}$ – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej),

$\eta_{W,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią),

$\eta_{W,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią),

$\eta_{W,e}$ – średnia sezonowa sprawność wykorzystania (przyjmuje się 0,1).

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą do ogrzewania i wentylacji

Energia pomocnicza, analogicznie jak w przypadku obliczeń strat uwzględnia systemy ogrzewania i wentylacji osobno.

Dla systemu ogrzewania stosuje się wzór:

$$E_{el,pom,H} = \sum_i q_{el,H,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (24)$$

natomiast dla systemu wentylacji wzór:

$$E_{el,pom,v} = \sum_i q_{el,v,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (25)$$

gdzie:

$q_{el,H,i}$ – zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania, odniesione do powierzchni użytkowej (ogrzewanej), $[\text{W/m}^2]$;

$q_{el,v,i}$ – zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie wentylacji, odniesione do powierzchni użytkowej (ogrzewanej), $[\text{W/m}^2]$;

A_f – powierzchnia użytkowa (ogrzewana), $[\text{m}^2]$;

$t_{el,i}$ – czas działania urządzenia pomocniczego w ciągu roku, zależny od programu eksploatacji budynku (instalacji) w godzinach na rok, $[\text{h/rok}]$.

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą do podgrzewania ciepłej wody użytkowej

Obliczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania ciepłej wody dokonuje się za pomocą wzoru:

$$E_{el,pom,W} = \sum_i q_{el,W,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (26)$$

$q_{el,W,i}$ – zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie przygotowania ciepłej wody, odniesione do powierzchni użytkowej (ogrzewanej), $[\text{W/m}^2]$.

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną:

Zapotrzebowanie na energię pierwotną oblicza się w oparciu o zapotrzebowanie na energię końcową z uwzględnieniem nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii do ocenianego budynku. Współczynnik nakładu określa dostawca energii lub nośnika energii. Zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną wylicza się korzystając ze wzorów określonych w rozporządzeniu.

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną przez system grzewczy i wentylacyjny do ogrzewania i wentylacji $Q_{P,H}$ wylicza się ze wzoru:

$$Q_{P,H} = w_H \cdot Q_{K,H} + w_{el} \cdot E_{el,pom,H} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (27)$$

w którym:

w_i – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii końcowej do ocenianego budynku (w_{el} – dotyczy energii elektrycznej, w_H – dotyczy ciepła dla ogrzewania).

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną przez system do podgrzania ciepłej wody $Q_{P,W}$ wylicza się ze wzoru:

$$Q_{P,W} = w_w \cdot Q_{K,W} + w_{el} \cdot E_{el,pom,W} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (28)$$

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną oblicza się ze wzoru:

$$Q_P = Q_{P,H} + Q_{P,W} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (29)$$

gdzie:

$Q_{P,H}$ – zapotrzebowanie na energię pierwotną przez system grzewczy

$Q_{P,W}$ – zapotrzebowanie na energię pierwotną przez system podgrzewania ciepłej wody

Wyznaczenie wskaźnika EP i EK

Końcowym obliczeniem danych niezbędnych do sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej budynku jest wyznaczenie wskaźników EP i EK . Wskaźniki te pozwalają określić zużycie energii w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej części budynku.

$$EP = \frac{Q_p}{A_f} \quad [\text{kWh/m}^2\text{rok}] \quad (30)$$

$$EK = \frac{Q_{K,H}}{A_f} \quad [\text{kWh/m}^2\text{rok}] \quad (31)$$

Wskaźnik EP – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku;

Wskaźnik EK – roczne zapotrzebowanie energii końcowej na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku;

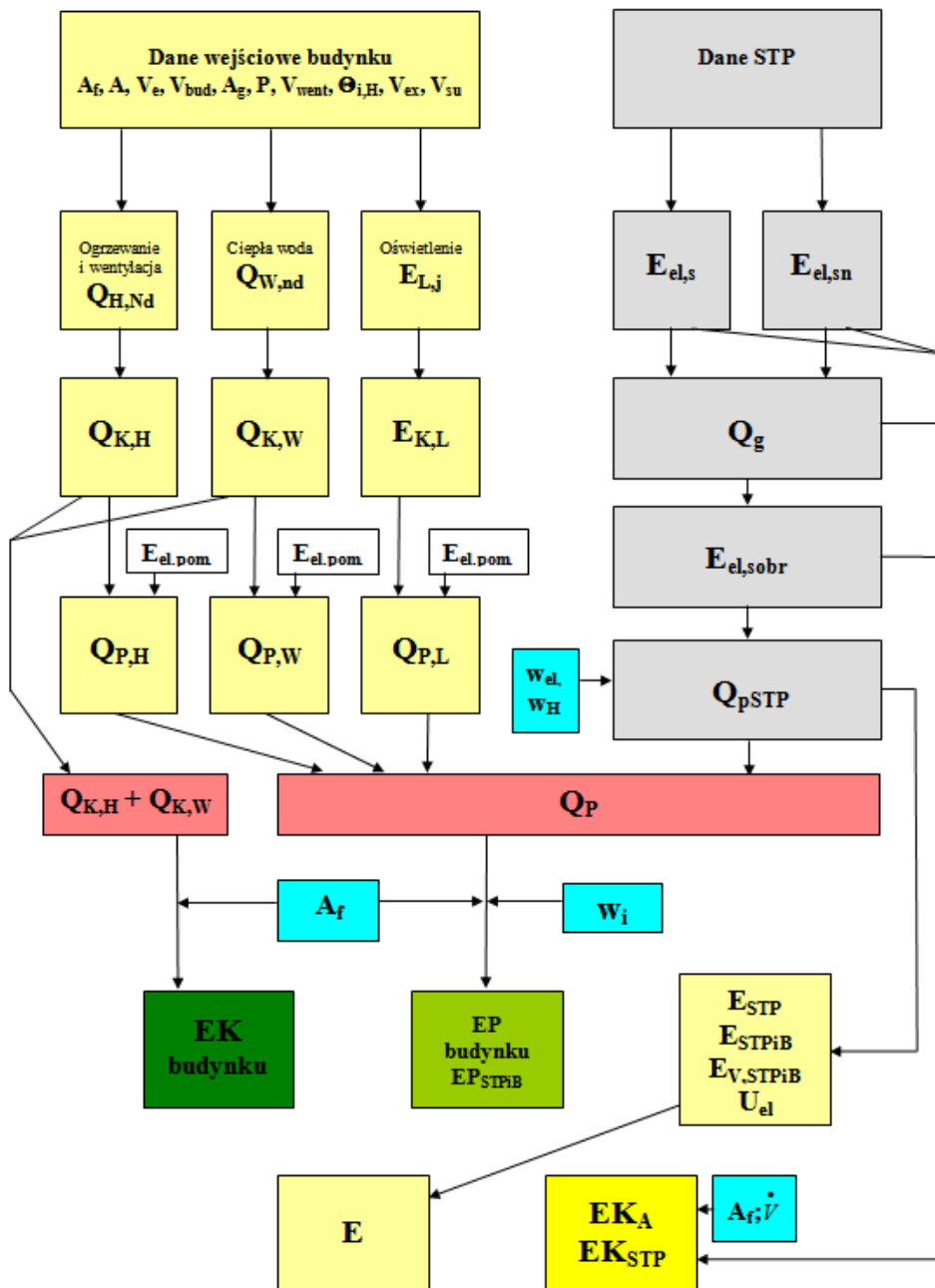
Energochłonność budynku

O energochłonności budynku oraz czy budynek można zaliczyć do energooszczędnych decyduje wiele czynników:

- architektura budynku:
- usytuowanie budynku względem stron świata,
- wielkość przegród przezroczystych,
- rozmieszczenie pomieszczeń,
- geometria budynku,
- rozwiązania konstrukcyjne przegród budowlanych,
- izolacyjność przegród budowlanych,
- rodzaj wentylacji: naturalna, czy mechaniczna z możliwością odzysku energii z usuwanego powietrza,
- rodzaj i sprawność systemów instalacyjnych,
- system zarządzania budynkiem, który pozwala również sterować produkcją energii.

2. Efektywność energetyczna budynku z STP

Na rys. 2 przedstawiono algorytm obliczania efektywności energetycznej budynku i Systemu Technologiczno Pneumatycznego [1, 2, 3]



Rys. 2. Algorytm obliczania efektywności energetycznej budynku i Systemu Technologiczno Pneumatycznego [opr.własne]

Ocenę efektywności energetycznej przeprowadzono dla budynku Hali Mechanicznej Obróbki Drewna Wydziału Mechanicznego UZ wyposażonego w System Technologiczno-Pneumatyczny.

Badania przeprowadzono dla 4 wariantów wyposażenia technicznego instalacji:

1. Pneumatyczna instalacja odciągowa bez dodatkowego wyposażenia technicznego.
2. Pneumatyczna instalacja odciągowa wyposażona w dodatkowy przewód doprowadzający powietrze z zewnątrz hali do zbiornika wyrównawczego (kolektora) zaopatrzonej w jednopłaszczyznową przepustnicę sterowaną automatycznie.
3. Pneumatyczna instalacja odciągowa wyposażona w przetwornicę częstotliwości Hitachi J300 służącą do zmiany prędkości obrotowej silnika wentylatora.
4. Pneumatyczna instalacja odciągowa wyposażona w przetwornicę częstotliwości Hitachi J300 służącą do zmiany prędkości obrotowej silnika wentylatora oraz w dodatkowy przewód doprowadzający powietrze z zewnątrz hali do zbiornika wyrównawczego (kolektora) zaopatrzonej w jednopłaszczyznową przepustnicę sterowaną automatycznie.

2.1. Wyniki badań

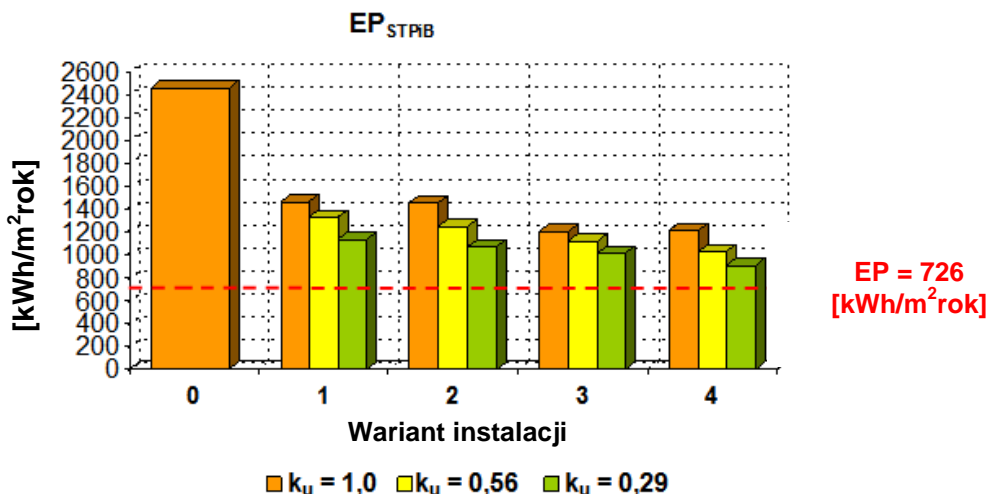
Dla budynku, w którym znajduje się STP został obliczony zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury „w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej” z dnia 6.11.2008r., wskaźnik $EP = 726$ [kWh/m²rok]. Uwzględniając dla budynku System Technologiczno-Pneumatyczny wartość wskaźnika EP_{STPiB} przy współczynniku jednoczesności użytkowania $k_u = 1,0$ wzrosła odpowiednio:

- dla wariantu 0 instalacji – o 337,7%,
- dla wariantu 1 instalacji – o 201,1%,
- dla wariantu 2 instalacji – o 200,7%,
- dla wariantu 3 instalacji – o 166,6%,
- dla wariantu 4 instalacji – o 167,3%.

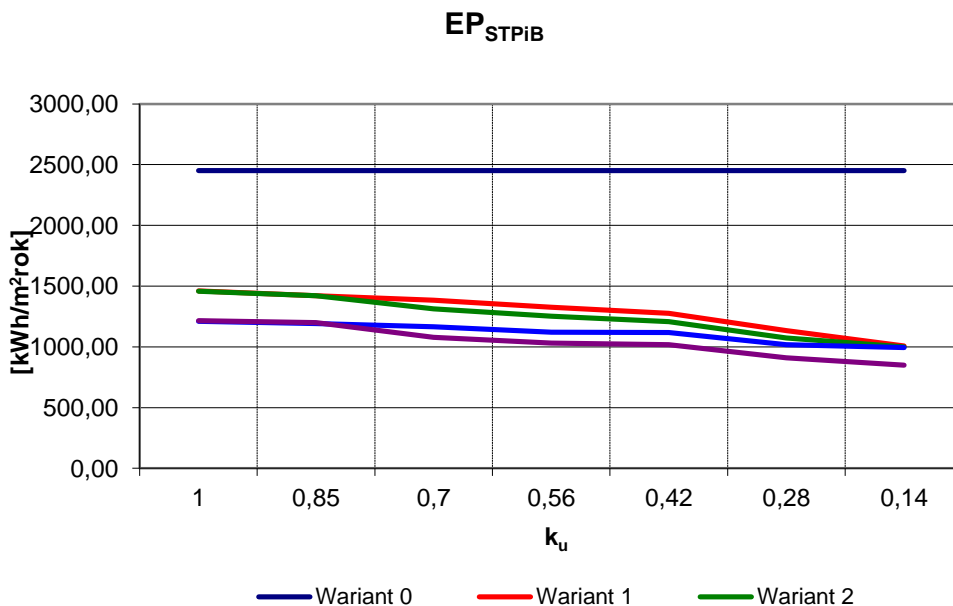
Wskaźnik EP_{STPiB} przy współczynniku jednoczesności użytkowania $k_u = 0,56$ wzrósł odpowiednio:

- dla wariantu 0 instalacji – o 337,7%,
- dla wariantu 1 instalacji – o 182,7%,
- dla wariantu 2 instalacji – o 172,6%,
- dla wariantu 3 instalacji – o 154,4%,
- dla wariantu 4 instalacji – o 142,0%.

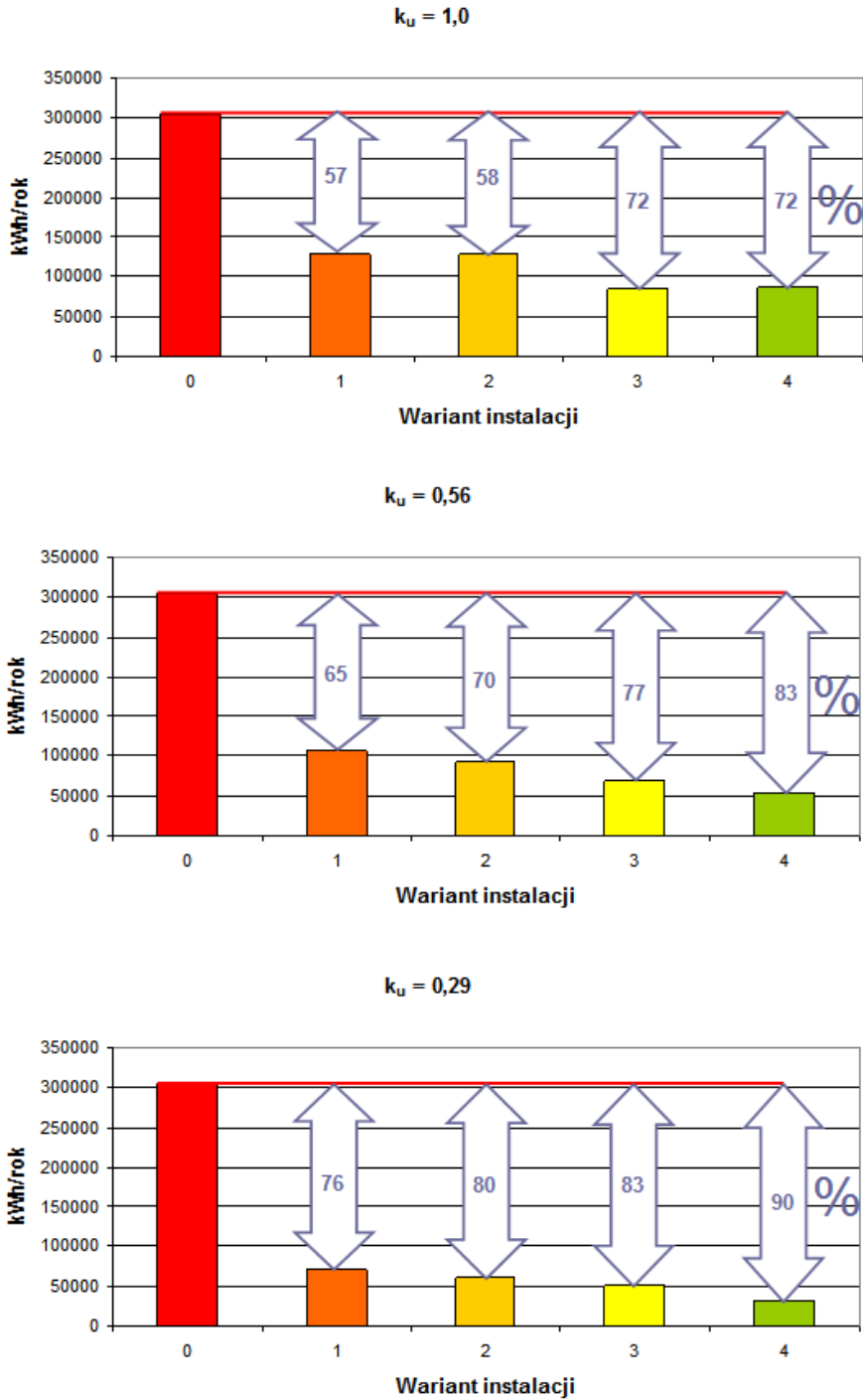
Na rys. 3 przedstawiono wpływ STP na efektywność energetyczną budynku.



Rys. 3. Zmiany wskaźnika EP_{STPIB} dla 4 wariantów pneumatycznej instalacji odciągowej w zależności od współczynnika jednoczesności użytkowania obrabiarek k_u



Rys. 4. Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną EP_{STPIB} na jednostkę powierzchni o regulowanej temperaturze powietrza w hali przemysłowej wraz z STP dla 5 wariantów pneumatycznej instalacji odciągowej w zależności od współczynnika jednoczesności użytkowania obrabiarek k_u



Rys. 5. Oszczędność energii pierwotnej Q_{pSTPiB} dla 4 wariantów pneumatycznej instalacji odciągowej w zależności od współczynnika jednoczesności użytkowania obrabiarek k_u

Na rys. 5 przedstawiono możliwości oszczędności energii pierwotnej dla 4 wariantów instalacji w zależności od współczynnika jednoczesności użytkowania k_u i wariantu wyposażenia dodatkowego instalacji.

Największą oszczędność energii (90%) można uzyskać dla wariantu 4 instalacji przy współczynniku jednoczesności użytkowania $k_u = 0,29$, jednak jest to przypadek skrajny, rzadko występujący w rzeczywistości.

Oszczędność energii przy współczynniku jednoczesności użytkowania $k_u = 1,0$ jaką można uzyskać wynosi od 57% dla wariantu 1 instalacji do 72% dla wariantu 4 instalacji.

Oszczędność energii przy współczynniku jednoczesności użytkowania $k_u = 0,56$ jaką można uzyskać wynosi od 65% dla wariantu 1 instalacji do 83% dla wariantu 4 instalacji.

3. Podsumowanie i wnioski

Celem przeprowadzonych badań było ukazanie wpływu Systemu Technologiczno-Pneumatycznego na efektywność energetyczną budynku, w którym znajdują się ten system. Przedstawiono wyniki badań efektywności energetycznej budynku wraz z Systemem Technologiczno-Pneumatycznym w zależności od współczynnika jednoczesności użytkowania obrabiarek k_u oraz w zależności od różnych rozwiązań konstrukcyjnych pneumatycznej instalacji odciągowej.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zastosowanie przewodu dodatkowego doprowadzającego powietrze do przewodu głównego instalacji oraz jednoczesne stosowanie przetwornicy częstotliwości znacznie obniża zużycie ciepła w budynku przemysłowym – np. dla współczynnika jednoczesności użytkowania obrabiarek $k_u = 0,56$ oszczędność ciepła wynosi aż 94%, więc największą efektywnością energetyczną charakteryzuje się budynek wraz z STP przy wariacie 4 oraz wariacie 3 badanej instalacji (czyli dla instalacji wyposażonych w przetwornicę częstotliwości oraz w przetwornicę częstotliwości i jednocześnie w przewód dodatkowy).

Wskaźnik energii pierwotnej dla budynku i STP wzrósł od 117% do 206% w zależności od współczynnika użytkowania obrabiarek k_u .

Przeprowadzone badania wykazały, że możliwe jest określenie skutków energetycznych dla różnego rodzaju wyposażenia technicznego pneumatycznych instalacji odciągowych pracujących w warunkach zmiennych, a także skutków energetycznych dla budynku wraz z występującymi w nim procesami technologicznymi.

Bibliografia

1. AKSENTOWICZ R., *Analiza efektywności energetycznej pneumatycznych instalacji wyciągowych*, [w:] Czajkowska-Ziobrowska D., Gwoździcka-Piotrowska M. (red.), *Współczesne nurty badawcze młodych naukowców*, Poznań 2010, s. 417-423.

2. AKSENTOWICZ R., OGIŁDA E., *Badania efektywności energetycznej systemu technologiczno-pneumatycznego*, [w:] Bachman P. (red.), *Problemy inżynierii bezpieczeństwa i nauk o pracy T. 2* . : Wydaw. Instytutu Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2015, s. 63-73.
3. AKSENTOWICZ R., UŹDZICKI W., *Wskaźniki efektywności energetycznej systemu technologiczno-pneumatycznego*, [w:] Bachman P. (red.), *Problemy inżynierii bezpieczeństwa i nauk o pracy T. 2* . : Wydaw. Instytutu Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2015, s. 49-61.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2009 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

OKREŚLENIE KOSZTÓW JAKOŚCI WG KATEGORII ISO 9004 NA PRZYKŁADZIE WYPADKU PRZY PRACY

Marcin Topczak, Maria Kowal

1. Wstęp

Wypadki przy pracy są częstym zjawiskiem w polskich przedsiębiorstwach. Niejednokrotnie są one przyczyną zaniedbań ze strony właściciela firmy, pracownika wykonawczego, jak i osoby odpowiedzialnej za bezpieczeństwo i higienę pracy pracowników. Jednym z czynników ryzyka jest nieodpowiednie przeszkolenie pracowników z zakresu swoich obowiązków, jak również nieadekwatny dobór personelu, posiadającego zbyt niskie kwalifikacje.

Proces pracy powinien być odpowiednio przygotowany, a przedsiębiorca nakierowany na pewny sukces, winien zasięgnąć porad zamieszczonych w ISO 9004. Polska Norma ISO 9004 w sposób zrozumiały opisuje podejście do prowadzenia firmy, wykorzystujące zarządzanie jakością. Zarządzanie tego typu kładzie duży nacisk na podejście jakościowe, będąc ukierunkowane na trwałe sukcesy.

Podczas analizy zdarzenia ważne jest pozyskanie informacji na temat struktury przedsiębiorstwa, charakteru branży oraz zadań zawodowych stanowiska. Szczegółowa analiza wypadku pozwala na wyciągnięcie odpowiednich wniosków oraz reorganizację procesu pracy poprzez wyeliminowanie błędnych zachowań.

2. Charakterystyka zakładu pracy

Ekskluzywny klub muzyczny w Zielonej Górze został powołany jako kolejna filia firmy usługowej. Firma rozpoczęła swoją działalność w 2001 roku, otwierając pierwszy klub muzyczny w Lesznie (woj. wielkopolskie). Klub bardzo szybko zyskał nowych klientów proponując szeroki wybór atrakcji, utworów muzycznych oraz profesjonalną obsługę na miarę światowych klubów muzycznych.

2.1. Działalność usługowa lokalu gastronomicznego

Klub, jako lokal gastronomiczny, świadczy usługi z zakresu swojej branży, m. in. sprzedaż i serwowanie napojów alkoholowych i bezalkoholowych, wynajem stolików i prywatnej obsługi, wynajem luksusowych samochodów dostarczających gości do klubu, przygotowywanie i sprzedaż posiłków w formie cateringów mobilnych, prowadzenie restauracji wewnątrz klubu, a co za tym idzie, przygotowywanie i serwowanie posiłków a'la karte, sprzedaż biletów dyskotekowych, magazynowanie okryć wierzchnich, jak również dostarczanie

rozrywki poprzez akompaniament muzyczny DJ, zespołów tanecznych, orkiestr, zespołów muzycznych i solistów.

Całokształt wystroju, jak również organizacja struktury pracowników zostały zaprojektowane przez specjalistów, popartych doświadczeniem w branży rozrywkowej gastronomii. Pracownik rozpoczynający pracę w klubie na stanowisku barowym musi cechować się miłą aparycją i musi przejść profesjonalne, wewnętrzne szkolenie z serwisu napojów alkoholowych i bezalkoholowych oraz zaznajomić się ze standardami obsługi klienta. Wszystkie działania organizujące pracę, zachowujące wysokie standardy obsługi, zostały stworzone na poczet zaspokojenia potrzeb klientów.

2.2. Charakterystyka branży rozrywkowej

Klub nocny, klub muzyczny lub po prostu klub, to miejsce organizacji występów muzycznych i artystycznych, imprez tematycznych lub, po prostu, miejsce spotkań młodych ludzi, którzy bawią się przy akompaniamencie muzyki, najczęściej opracowywanej przez DJ lub grupę DJ-ów [1].

Obok wytwórni muzycznych, telewizji, dystrybutorów filmowych, producentów gier komputerowych, kluby muzyczne mają mocną pozycję w branży rozrywkowej. Łączą w swojej działalności handel i gastronomię, często stając się ośrodkiem szkolenia młodych managerów, barmanów i kelnerów. Jak praktyka dowodzi, praca w lokalu usługowym, okazuje się bardzo trudna i wymaga szczegółowych, dobrze przygotowanych planów działania. Planowania wymaga zatrudnienie obsługi, przy czym odpowiednie rozplanowanie ilości personelu na barach i sali, z uwzględnieniem podziału obowiązków, jak również przeszkolenie ich z zakresu zadań stanowiskowych. Ważnym jest przeprowadzenie szkolenia z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy oraz postępowania w przypadku zdarzeń awaryjnych. Przedsiębiorca decydujący się na prowadzenie działalności gastronomicznej w branży rozrywkowej musi liczyć się z realiami rynkowymi i społecznymi. Jest to działalność niezwykle trudna i niepewna, która musi się sprzedać i trafić w gusta klientów. Głównym założeniem jest oferowanie rozrywki w miłej i przyjaznej atmosferze, na wysokim poziomie obsługi, w renomowanym miejscu.

2.3. Usługi gastronomiczne

Usługi kulturalno-rozrywkowe są związane z usługami żywieniowymi świadczonymi przez zakłady gastronomiczne. Usługi kulturalno-rozrywkowe są częścią składową usług żywieniowych i obejmują:

1. usługi estetyczne, co jest związane z odpowiednim wystrojem wnętrza zakładu,
2. prawidłowe formy obsługi związane z odpowiednim poziomem świadczenia usług, asortymentem potraw, kulturą i estetyką obsługi,
3. usługi rozrywkowe świadczone na rzecz konsumenta,
4. właściwą informację i reklamowanie w zakresie asortymentu potraw i napojów, form obsługi działalności rozrywkowej, kultury fizycznej, publicystyki.

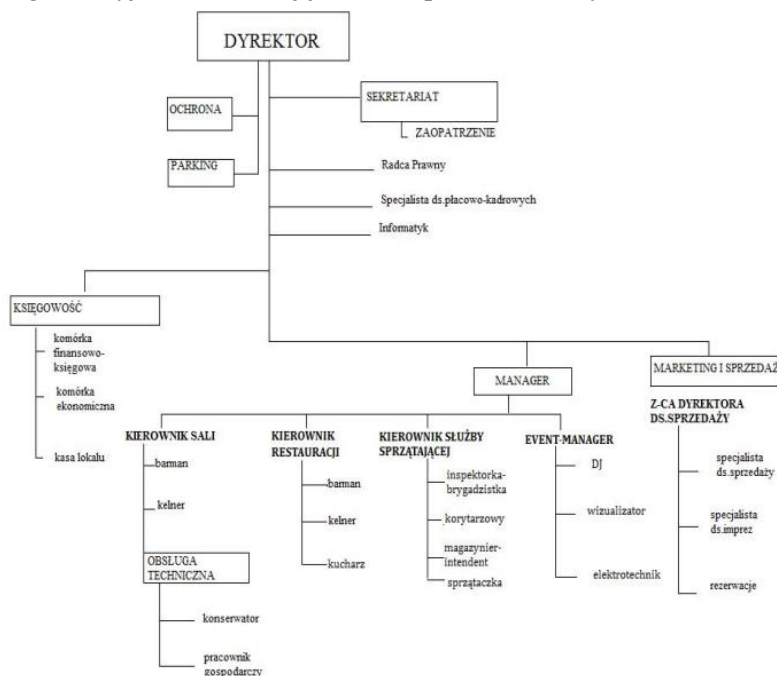
Działalność ta powinna być prowadzona kompleksowo, ponieważ stanowi podstawowy element zabezpieczający odpowiedni poziom usług w zakładach gastronomicznych. Usługi kulturalno-rozrywkowe powinny dostarczać konsumentom trwałych przeżyć pozwalających na regenerację sił. Dlatego usługi te powinny być świadczone na wysokim poziomie. Usługi żywieniowe nie wsparte usługami kulturalno-rozrywkowymi, bez względu, na jakość potraw, nie osiągają swojego celu. Usługi kulturalno-rozrywkowe mają charakter dóbr duchowych i oddziałują w sposób zasadniczy na popyt i podaż usług żywieniowych [1].

2.4. Struktura organizacji

Na samym szczycie struktury organizacji znajduje się dyrektor, właściciel lokalu. Jest on strategicznym organem decyzyjnym. Jednym z kolejnych szczebli są kierownicy poszczególnych zespołów. Przekazują oni polecenia odgórne oraz kontrolują ich wykonanie. Zajmują się podstawową organizacją pracy danego zespołu. W skład szczebla kierowniczego wchodzi:

1. kierownicy sal – 5 osób,
2. kierownik restauracji - 1 osoba,
3. kierownik służb sprzątających - 1 osoba,
4. event-manager - 1 osoba.

Strukturę organizacyjną omawianej jednostki pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat organizacyjny w klubie muzycznym [opracowanie własne]

3. Charakterystyka stanowiska pracy

Kierownik sali jest pracownikiem wyższego rzędu, ponieważ kieruje zespołem ludzi, przydzielając zadania i sprawuje kontrolę nad ich realizacją, jednocześnie wykonuje polecenia przydzielone przez organ wyższego szczebla.

3.1. Rodzaj stanowiska i zadania zawodowe

Kierownicy sal kierują zespołami siedmioosobowymi. Do zakresu ich obowiązku należą: rekrutacja nowych pracowników, szkolenie przyszłych pracowników barowych z zakresu obsługi klienta, obsługi kasy fiskalnej, obsługi czytnika kart płatniczych, planowanie pracy barów i sali, układanie grafików pracy oraz rozliczanie pracowników, prowadzenie księgowości baru, przyjmowanie dostaw, prowadzenie rozchodów wewnętrznych i między barowych, kontrola pracowników i jakości pracy, przeprowadzanie miesięcznej inwentaryzacji.

Kierownik sali, jako organ sprawujący kontrolę, bierze czynny udział w życiu sali, przy czym jest narażony na czynniki niebezpieczne, tak jak pozostali pracownicy. Kierując zespołem barowym i pracownikami sali, musi w sposób ergonomiczny przydzielać obowiązki, wykorzystując kompetencje i potencjał pracowników. Odpowiednie wykorzystanie zasobów ludzkich jest pozytywnym atutem kierownictwa, przy czym musi to być zgodne z prawem i przyjętymi zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy.

3.2. Charakterystyka warunków pracy

Kierownik sali jest zatrudniony na pełen etat. W czasie zmiany dziennej, większość czasu spędza w biurze i samochodzie służbowym, prowadząc prace dostawcze i rozmowy z interesantami. Podczas zmiany nocnej pracownik większość czasu spędza na koordynowaniu pracy zespołu przebywając na danym sektorze (sali). W czasie obserwacji sali, kierownik jest narażony na podobne czynniki zagrożenia jak kelnerka czy barman. W momencie przeciążenia zespołu, kierownik również wykonuje zadania przydzielone pracownikom baru.

Pomieszczenia biurowe i cały lokal są klimatyzowane. Można uznać, że panuje w nich mikroklimat stymulowany. Klub nie posiada okien, tym samym powietrze stymulowane jest mechanicznie, poprzez sprzęt klimatyzacyjny i wyciągi dachowe. W całym budynku dostępne jest wyłącznie oświetlenie sztuczne. Praca kierownika rzadko jest monotonna, ponieważ jest pracą nastawioną na bezpośredni kontakt z klientem, który czasami bywa nieobliczalny.

Pracownicy zatrudnieni na podstawie umowy o pracę posiadają podstawowe ubezpieczenie zdrowotne, umożliwiające im korzystanie z bezpłatnej opieki zdrowotnej. Pracownicy nie posiadają indywidualnych ubezpieczeń, ani nie korzystają z ubezpieczeń grupowych. Personel, oprócz szkoleń barmańskich, przeszedł szereg szkoleń z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy oraz szkoleń przeciwpożarowych i ewakuacji ludzi. Biuro oraz zaplecza socjalne wyposażone są w apteczki pierwszej pomocy oraz gaśnice przeciwpożarowe, do których dostęp mają

pracownicy klubu. Kierownicy, w swoim wyposażeniu pracowniczym, posiadają uniformy w postaci czarnych materiałowych garniturów, obuwie zapewniają sobie sami według własnego uznania. Klub jest zaopatrzony w system ochronny i monitoring. W czasie nocnej zmiany klub chroniony jest przez pracowników firmy ochroniarskiej.

3.3. Ocena ryzyka zawodowego

Kierownik sali, ze względu na charakter koordynatorski swojej pracy, zobowiązany jest do przebywania na terenie sali, biorąc aktywny udział w jej funkcjonowaniu podczas trwania imprez tanecznych. Jego zadaniem jest podział obowiązków między pracownikami baru (barmani, pomocnicy baru) oraz pracownikami sali (kelnerki, ekipa sprzątająca), jak również ciągłe sprawdzanie postępu ich wykonywania oraz jakości obsługi.

Jak wynika z tabeli 1, kierownik sali w szczególności narażony jest na skaleczenia, obtarcia i stłuczenia w wyniku przemieszczania się po sali, jak również

Tab. 1. Ocena ryzyka zawodowego pracownika sali lokalu gastronomicznego

Lp.	Zagrożenie	Działania zabezpieczające, profilaktyczne i zapobiegające (bariery)	Prawdopodobieństwo	Ciężkość następstw	Ryzyko	Ocena ryzyka
1.	Potknięcie się, poślizgnięcie, upadek na tym samym poziomie	Właściwe obuwanie robocze, odpowiednia organizacja stanowiska pracy- ład, porządek, szkolenie BHP	Prawdopodobne	mała	średnie	akceptowalne
2.	Skaleczenia, obtarcia, stłuczenia w wyniku przemieszczania się	Zapewnić odpowiednią szerokość przejść, dojść, korytarza	Prawdopodobne	średnia	średnie	średnie
3.	Agresja osób trzecich	Uczulenie pracownika w tym zakresie, zapewnienie sprawnego kontaktu z policją	Prawdopodobne	mała	małe	małe
4.	Stres związany z obsługą klientów	Właściwa organizacja pracy, szkolenie BHP	Prawdopodobne	mała	małe	małe
5.	Zakażenia, infekcje	Zapewnienie środków czystości i opatrunkowych (na wypadek drobnych otarć, skaleczeń), szkolenie BH	Prawdopodobne	mała	małe	małe
6.	Poparzenia wskutek wylania na siebie gorącego płynu	Uczulenie pracownika w tym zakresie, poinstruowanie przed dopuszczeniem do pracy, właściwa organizacja pracy	Prawdopodobne	duża	małe	średnie
7.	Zagrożenie monotypowością czynności i urazami kręgosłupa	Uczulenie pracownika w tym zakresie, poinstruowanie przed dopuszczeniem do pracy, właściwa organizacja pracy	Prawdopodobne	mała	małe	małe
8.	Inne niesklasyfikowane zagrożenia	Właściwa organizacja pracy i miejsca pracy. Szkolenie BHP	Prawdopodobne	mała	małe	małe
9.	Zagrożenia związane z kontaktem z substancjami chemicznymi (w procesach mycia, dezynfekcji)	Właściwe ochrony osobiste-zgodne z zaleceniami producenta substancji, właściwe szkolenie BHP, właściwa profilaktyka lekarska	Prawdopodobne	mała	małe	małe
10.	Zagrożenie pożarem, poparzeniami (w procesie mycia, dezynfekcji)	Odpowiednie zabezpieczenie substancji łatwopalnych, zakaz używania otwartego ognia, właściwa konserwacja urządzeń i instalacji elektrycznych, zapewnienie właściwego szkolenia z zakresu BHP i PPOŻ, zapewnienie dostatecznej ilości sprzętu gaśniczego, zapewnienie łatwego kontaktu ze służbami ratowniczymi	Prawdopodobne	mała	małe	małe

Źródło: [2]

na poparzenie wskutek wylania na siebie gorącej potrawy lub gorącego płynu. W średniej grupie ryzyka znajduje się prawdopodobieństwo poślizgnięcia lub potknięcia na tym samym poziomie. Po analizie charakteru pracy, biorąc pod uwagę konieczność pracy z klientami znajdującymi się pod wpływem alkoholu, których zdolności motoryczne są ograniczone, zwiększa się zagrożenie ze strony osób trzecich. Chcąc uniknąć sytuacji niebezpiecznych z osobami trzecimi, należy wcześniej przeszkolić pracowników z zakresu pracy z trudnym klientem. Dobrym rozwiązaniem jest przeszkolenie pracowników z zakresu samoobrony koniecznej, czyli ochrony przed atakiem nożem, pałąką, próbą uduszenia „od tyłu”. Pracownik powinien mieć ułatwiony dostęp do kontaktu z ochroną obiektu i policją [2].

4. Charakterystyka zdarzenia

Wypadek przy pracy miał miejsce na sali z muzyką popularną, wskutek którego ucierpiała jedna osoba - kierownik sali. Między godziną 23:00, a 23:15, dnia 13 grudnia 2014 roku, kierownik sali rozpoczął obchód stanowisk pracy, rozpoczynając od kontroli funkcjonowania baru, przechodząc kolejno na pozostałe sektory. Biorąc pod uwagę późną godzinę obchodu, frekwencja w lokalu była znaczna. Standardowo, podczas otwarcia lokalu dla gości, włączone zostały jedynie światła dyskotekowe i pojedyncze światła punktowe mające na celu ułatwienie pracy barmanów. Podczas trwania zmiany nocnej, na tej sali pracowało czterech barmanów, dwie kelnerki i jedna osoba sprzątająca. Sala biała liczy 300 m² powierzchni użytkowej, przy czym 30 m² przeznaczone jest na bar.

4.1. Analiza przyczyn wypadku

Kierownik, podczas obchodu sali, sprawdza jakość obsługi kelnerek, badając czystość stolików, prawidłowy serwis, ilość zarezerwowanych stolików i stopień zadowolenia klientów. Podczas trwania imprezy tanecznej jest współodpowiedzialny, w porozumieniu z ochroną, za bezpieczeństwo klientów i pracowników. Jednym z zadań jest kontrola czystości sali i koordynowanie usuwania ewentualnych, niebezpiecznych odpadów (pobite szklanki, butelki). Osoba sprzątająca odpowiedzialna jest, w czasie trwania nocnej zmiany, za zachowanie czystości na sali białej.

Wypadek miał miejsce około godziny 23:20. Podczas obchodu sali, kierownik zauważył niepokojącą sytuację przy jednym ze stolików. Między dwoma klientami klubu doszło do głośnej wymiany zdań i rękoczynów. Sytuację bardzo szybko opanowała ochrona, wyprowadzając sprawców zamieszki z lokalu, w celu zapewnienia bezpieczeństwa pozostałym klientom. Kierownik zaobserwował, że podczas sytuacji doszło do dewastacji mienia klubu i standardowo przystąpił do oceny szkód. Będąc w pobliżu miejsca zdarzenia, nie zauważył odłamka szkła o wysokości 7,0 cm i całą powierzchnią stopy nadepnął na niego. Odłamek był ostry i uszkodził podeszwę buta, okaleczając palce poszkodowanego. Ból spowodował osunięcie się pracownika na powierzchnię podłogi i częściową utratę świadomości.

Świadkiem zdarzenia była kelnerka, która natychmiast podeszła do miejsca wypadku, aby ocenić co się wydarzyło, następnie zgłosiła sytuację kierownikowi sąsiedniej sali. Na miejsce wypadku zostało wezwane pogotowie ratunkowe.

Przyczyny wypadku przy pracy można podzielić na cztery główne kategorie. W kategorii maszyn, bezpośrednią przyczyną wypadku było nieodpowiednie oświetlenie sali (wyłącznie światła dyskotekowe); w kategorii zarządzania przyczynami były: brak zabezpieczenia miejsca zdarzenia bezpośrednio po incydencie, brak środków ochrony indywidualnej; w kategorii ludzi jako przyczyny wskazano niewystarczającą liczbę pracowników sprząających, zbyt późną reakcję pracowników sali, w tym osoby sprząającej, zachowanie zbyt małej ostrożności przez kierownika, podczas kontroli miejsca dewastacji; głównymi przyczynami wypadku w kategorii materiałów były stosowanie przez klub naczyń szklanych, stwarzających ryzyko potłuczenia i ewentualnego skaleczenia oraz twarde, kafłowe podłogę. Kategorie przyczyn wypadku przedstawiono, w sposób graficzny, na wykresie Ishikawy specjalnie w tym celu przygotowanym i zamieszczonym na rysunku 2.



Rys. 2. Wykres przyczynowo-skutkowy (Ishikawy) [opracowanie własne]

Diagram ryby jest podstawą do dalszego formułowania problemów do rozwiązania mających związek z analizowanym wypadkiem przy pracy.

4.2. Skutki i koszty niskiej jakości ergonomicznej

Analizując zaistniałą sytuację można wyszczególnić trzy podstawowe poziomy skutków i kosztów niskiej jakości ergonomicznej. Z poziomu pracownika skutkami są:

1. Czasowe zmniejszenie zdolności do pracy osoby poszkodowanej.
2. Wyznaczenie osoby zastępowej spośród zatrudnionych kierowników; może to skutkować natłokiem obowiązków i przeciążeniem pracownika.
3. Obniżenie zadowolenia z pracy i poczucia bezpieczeństwa.

Tym samym pracownik poniósł koszty związane z zaistniałym wypadkiem:

1. Koszty opatrunków oraz środków przeciwbólowych w początkowym stadium rekonwalescencji – koszt 48 złotych netto.
2. Pracownik narażony został na koszty zakupu nowego obuwia; obniżenie finansów gospodarstwa domowego – koszt 90 złotych netto.
3. Pracownik został narażony na leczenie powypadkowe, a co za tym idzie koszty dojazdu do poradni ortopedycznej, chirurgii tkanek i dermatologa, uciążliwość dojazdu i stracony czas prywatny; skutkiem jest uszczerbek na budżecie gospodarstwa domowego wysokości 150 złotych netto.
4. Poszkodowany w wyniku wypadku doznał urazu na psychice w związku z utraconym poczuciem bezpieczeństwa w pracy.

Skutki i koszty na poziomie pracodawcy:

1. Koszty zatrudnienia osoby zastępującej kierownika, umowa zlecenie na okres jednego miesiąca 2000 złotych netto; dodatkowe wynagrodzenie przewidziane dla zastępującego, wybranego spośród zatrudnionych kierowników, koszt 1000 złotych netto.
2. Zmniejszenie efektywności pracy; skutkiem jest powtórne przeanalizowanie oceny ryzyka wypadku przez pracodawcę i wprowadzenie działań korygujących.
3. Zatrudnienie dodatkowej osoby sprzątającej; utworzenie nowego miejsca pracy oraz koszt zatrudnienia w wysokości 800 złotych netto.
4. Powtórne szkolenie BHP; skutkiem czego są koszty opłacenia osoby szkolącej 400 złotych netto.
5. Korekta procedury postępowania w sytuacjach awaryjnych, koszty poświęconego czasu.
6. Wprowadzenie dodatkowych środków ochrony indywidualnej; koszty zakupu obuwia dla pracowników, koszt 200 złotych netto na osobę.
7. Zwiększenie oświetlenia sali, pozwalające na odpowiednią percepcję otoczenia; wydatki związane z instalacją odpowiedniego oświetlenia, koszt około 20000 złotych.
8. Koszty związane ze sprzątnięciem po wypadku, koszt 100 złotych netto.
9. Koszty związane ze stratami materialnymi; potłuczone szklanki barowe, koszt 25 złotych netto.

Skutki i koszty na poziomie systemu:

1. Konieczność wezwania służb pogotowia ratunkowego, założenie opatrunków oraz porada lekarska, koszt zaopatrzenia medycznego około 390 złotych netto.
2. Podanie iniekcyjne środków przeciwbólowych oraz kontrola ich działania, koszt około 70 złotych netto.

3. Wypłata odszkodowania powypadkowego z tytułu ubezpieczenia społecznego pracownika, koszt około 690 złotych netto.

4.3. Propozycje poprawy niskiej jakości ergonomicznej

Polska Norma ISO 9004 w sposób jasny i zrozumiały przedstawia zasady prowadzenia przedsiębiorstwa nakierowanego na trwały sukces, które w sposób efektywny zarządza jakością.

Przedsiębiorstwo nakierowane na trwały sukces musi przewidywać potrzeby w zakresie zasobów ludzkich, regularnie oceniając zgodność z aktualnymi planami i procedurami, oraz podejmując odpowiednie działania korygujące [3]. Niewątpliwie w tym przypadku sytuacja wymaga zatrudnienia dodatkowej osoby sprzątającej, w celu zwiększenia szybkości reakcji na podobne sytuacje, mogące zagrazać zdrowiu i bezpieczeństwu gości i pracowników.

Personel w organizacji powinien mieć dobre środowisko pracy oraz pewność zatrudnienia, przy czym, w odczuciu społecznym, powinny być brane pod uwagę ochrona środowiska i etyczne zachowanie, zgodne z wymogami przepisów prawnych [3]. Środowisko pracy powinno zachęcać do produktywności, kreatywności i dobrego samopoczucia. Przeciążenie pracownika, wynikające z natłoku obowiązków, tak jak w przypadku zbyt dużej powierzchni konserwacji przez osobę sprzątającą, powoduje niezadowolenie z pracy oraz poczucie niepewności zatrudnienia. Jednym z podstaw działalności jest zapewnienie odpowiedniej ilości zasobów ludzkich o wymaganych kompetencjach [3]. Stosowanie naczyń szklanych w klubach muzycznych o dużej frekwencji, niesie za sobą ryzyko stłuczeń, przy czym przyczynia się do gromadzenia dużej ilości odpadów.

Przedsiębiorstwo winno formułować odpowiednią strategię i politykę, oceniając aktualną zdolność procesów i zasobów [3]. Ewidentnie w tej sytuacji, stan faktyczny został nieprawidłowo oceniony. Pracodawca nie przewidział luki w zasobach ludzkich personelu sprzątającego, tym samym naraził personel i gości na zagrożenie. Właściciel firmy lub osoba odpowiedzialna za zatrudnianie pracowników powinna wdrażać działania doskonalące lub pozyskiwać kompetencje, w celu zapewnienia luki [3].

Infrastruktura powinna mieć pozytywny wpływ na proces pracy, a przynajmniej nie utrudniać jej wykonywania. Przedsiębiorstwo w swoich planach strategicznych musi uwzględniać plany zmniejszające ryzyko wypadku oraz ustanawiać tok postępowania w sytuacjach awaryjnych. Miejsce dewastacji należało odpowiednio zabezpieczyć, w taki sposób aby umożliwić bezpieczną ocenę szkód przez kierownika. Przyczyną wypadku było również nieodpowiednie oświetlenie, które utrudniało percepcję otoczenia pracy. Personel powinien zostać przeszkolony z zasad i wytycznych dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy oraz stosowania wyposażenia ochronnego [3].

Firma musi być nakierowana na doskonalenie, innowacje i uczenie się, poprzez poprawę stabilności procesów. Proces reagowania w sytuacjach awaryjnych nie był dopracowany co spowodowało zagrożenie dla personelu i klientów. Przedsiębiorstwo w myśl wyciągania nauki z błędów, powinno udoskonalić plan działania podczas

sytuacji wypadkowych oraz przemyśleć wprowadzenie innowacyjnych naczyń poliestrowych, niwelujących zagrożenie stłuczenia [3]. Każda działalność jest atrakcyjna na rynku jeśli oferuje usługi konkurencyjne, bazując na sukcesach i błędach wewnętrznych i zewnętrznych. Dobry przedsiębiorca wprowadza korzystne innowacje, które niekiedy wymagają inwestycji, ale procentują w przyszłości zaoszczędzonym kapitałem. W tym przypadku właściciel poniesie koszty związane z dodatkowym wynagrodzeniem dla osoby zastępującej kierownika niezdolnego do pracy, związane ze stratą naczyń szklanych oraz ich utylizacją oraz koszty związane z zatrudnieniem dodatkowej osoby sprzątającej. Można było uniknąć lub przynajmniej zminimalizować te koszty zatrudniając od początku dodatkową osobę sprzątającą.

Organizacje są zależne od klientów i dlatego zaleca się, aby rozumiały obecne i przyszłe potrzeby klienta, spełniając ich wymagania oraz podejmowały starania, aby występować ponad jego oczekiwania.

Czynnikami bezpośrednimi wpływającymi na niską jakość ergonomiczną klubu jest brak odpowiedniej organizacji pracy, z uwzględnieniem nieprawidłowego doboru ilościowego pracowników oraz brak bezpiecznych procedur usuwania szkód. Ważnym czynnikiem utrudniającym pracę jest niekorzystna infrastruktura, wynikająca z charakteru prowadzonej działalności oraz wystroju lokalu.

Pracodawca powinien na nowo przeszkolić pracowników z zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przeprowadzić odpowiednie szkolenie z procedur postępowania w przypadku wystąpienia czynnika zagrażającego zdrowiu i życiu. Powinny zostać ustalone procedury usuwania szkody, czynnika zagrażającego, w sposób sprawny i bezpieczny. W związku ze zwiększeniem bezpieczeństwa i komfortu gości, należy zatrudnić dodatkową osobę sprzątającą, w celu uniknięcia podobnych sytuacji i odciążenia pracownika. Pracodawca, ze względu na występowanie zagrożeń skałeczenia na powierzchni podłogi, powinien przemyśleć sprawę zapewnienia środków ochrony indywidualnej, w postaci odpowiedniego obuwia ochronnego dla pracowników. Czynnikiem niekorzystnie wpływającym na zdolność dostrzegania zagrożenia, jest wyłączone występowanie świateł dyskotekowych o niskim natężeniu. Właściciel powinien zamontować lampy miejscowe używane w nagłych wypadkach, bądź zaopatrzyć personel w latarki, w celu sprawdzenia stanu podłoga, uniknięcia ewentualnych poślizgnięć, potknięć lub skałeczeń. Dostępne na rynku nowe rozwiązania, zastępujące tradycyjne szklanki barowe, naczyniami z tworzywa sztucznego, imitującego szkło prawdziwe, pozwalają na uniknięcie podobnych wypadków związanych ze stłuczeniem naczyń. Rozwiązanie takie jest przyjazne dla środowiska, ponieważ w znacznym stopniu ogranicza odpady szklane. Pracodawca powinien pomyśleć o przeszkoleniu dodatkowych pracowników z zakresu funkcji organów kierowniczych, w celu uniknięcia pogorszenia jakości usług, w sytuacji niedyspozycji przedstawiciela organu (szkolenia zastępowych).

5. Zakończenie

Podsumowując, wypadek przy pracy, który miał miejsce w klubie muzycznym można stwierdzić, że jest klasycznym przykładem braku organizacji i procedur odnośnie postępowania w sytuacjach awaryjnych. Pracodawca, poprzez niedopatrzania, musiał ponieść koszty związane z jakością obsługi oraz koniecznością zatrudnienia osoby zastępującej. Pracownik poszkodowany poniósł koszty emocjonalne, związane z czasową niepełnosprawnością oraz koszty leczenia i zakupu nowego obuwia roboczego.

Przedsiębiorstwo w procesie planowania powinno przewidzieć prawdopodobieństwo wystąpienia tego typu zdarzeń. Poprzez monitoring struktur organizacyjnych i zauważenie luki w sferze konserwatorów powierzchni płaskich, pojawiło się realne zagrożenie w bezpieczeństwie klientów jak również pracowników. Nie ergonomiczne podejście mające na celu oszczędzanie w wydatkach na wynagrodzenie, odbiło się na zdrowiu i bezpieczeństwie pracownika. Pracodawca otrzymał wyraźny sygnał do doskonalenia struktury organizacyjnej - zatrudnienie dodatkowego personelu sprząającego. Zbuduje to renomę klubu oraz zwiększy bezpieczeństwo klientów i pracowników. Zwiększenie bezpieczeństwa i ochrony pracowników wpłynie na postrzeganie środowiska pracy jako przyjaznego, a co za tym idzie, optymalne środowisko pracy zacznie zachęcać do produktywności, kreatywności i dobrego samopoczucia osób pracujących. Obserwacja i monitoring takich sytuacji powoduje proces uczenia się na błędach i wyciągania prawidłowych wniosków mających na celu uniknięcie w przyszłości podobnych zdarzeń. Pracodawca nie wziął pod uwagę innowacyjnych rozwiązań związanych z serwisem napojów. Nie wziął pod uwagę niebezpiecznego stanu upojenia alkoholem klientów i jakie ryzyko niesie tradycyjny serwis w szklankach. Na rynku dostępne są specjalne naczynia barmańskie wykonane ze sztucznego materiału, imitującego prawdziwe szkło. Wprowadzenie tego typu rozwiązań niesie za sobą inwestycję finansową, jednak minimalizuje ryzyko wystąpienia tego typu wypadków. Tym samym, użytkowanie naczyń plastikowych zmniejsza ilość odpadów produkowanych przez przedsiębiorstwo.

Bibliografia

1. JARGOŃ R., *Organizacja i technika usług gastronomicznych*, Wydawnictwo Szkolne i pedagogiczne, Warszawa (1977).
2. KARCZEWSKI J., *Instruktaż oceny ryzyka zawodowego na stanowisku pracy-opis metody-przykłady*, Wydawnictwo ODDK, Gdańsk (2008)
3. PN-EN ISO 9004:2001, *Systemy zarządzania jakością - Wytyczne doskonalenia funkcjonowania*, Warszawa (2001).

NAUKI
O
PRACY

CZĘŚĆ III

STRES W MIEJSCU PRACY A WYPALENIE ZAWODOWE

Hanna Łosyk, Maria Kowal

1. Wstęp

Praca wypełnia człowiekowi ponad połowę życia. Jest źródłem jego egzystencji, zapewnia materialne warunki realizacji i decyduje o jego rozwoju i ukierunkowaniu w życiu. Jest działaniem, które nadaje pewien wyższy poziom wartości i ważności w życiu człowieka oraz ma wpływ na moralny rozwój człowieka i dzięki niej następuje współpraca i współdziałanie wzajemne grup ludzkich. Można ją traktować jako powołanie, źródło zarobkowania i szansę samorealizacji. Dlatego tak ważne jest, aby warunki w zakładzie pracy były bezpieczne, przyjazne, dające szansę rozwoju człowieka i oczywiście nie powodujące żadnych negatywnych skutków w organizmie człowieka. Jednak niemożliwe jest, aby uniknąć reakcji człowieka na bodźce. Zbliżające się terminy w pracy, spóźnienie czy konflikt ze współpracownikiem powodują stan napięcia i pobudzenie pracownika. Wszystko to mimowolnie prowadzi do sytuacji stresogennej.

Według danych literaturowych stres zawodowy jest drugim co do częstości zgłaszania problemem zdrowotnym (po dolegliwościach mięśniowo-szkieletowych). Około 22% pracowników z krajów członkowskich Unii Europejskiej uważa, że stres związany z pracą źle wpływa na ich zdrowie. Według tych danych stres zawodowy był czynnikiem, który w 50–60% wyjaśniał przypadki absencji z powodów zdrowotnych związanych z pracą.

„Jak wynika z raportu Employment Outlook 2015 Polacy zajmują 3 miejsce wśród najbardziej zestresowanych pracowników w Europie. Gorzej jest tylko w Turcji i Grecji. Eurostat dopatruje się przyczyn tego stanu rzeczy w niskiej płacy, braku stabilności zatrudnienia (powszechność umów tymczasowych), wyższym niż w innych krajach tygodniowym wymiarze czasu pracy” [6].

2. Pojęcie stresu zawodowego

„Stres w miejscu pracy występuje wtedy, kiedy osoby pracujące – pracownicy i pracodawcy – odczuwają dyskomfort psychiczny dotyczący warunków i/lub wymagań pracy w sytuacji, w której w danym momencie warunki i wymagania przekraczają ich możliwości” [2].

2.1. Źródła stresu

Przyczyną wywołania stresu mogą być różne czynniki pozytywne bądź negatywne np. sytuacja dla nas ważna bądź niezrozumiała, nadmierne napięcie

nerwowe, zranienia, presja czasu. Badacz Hans Seyleg'e nazwał te czynniki stresorami [1].

Dany czynnik staje się stresorem w wyniku :

- „interpretacji poznawczej — człowiek nadaje znaczenie danemu czynnikowi, ocenia, czy jest on dla niego niebezpieczny, neutralny czy też może wiąże się z pobudzeniem, ekscytacją”[2]. Przykładem tego typu stresora może być awans w pracy, który mimo ekscytacji wiąże się ze stresem;
- oddziaływania na człowieka za pomocą procesu sensorycznego czy też metabolicznego — bodźce te mogą uruchomić reakcję stresową w wyniku długotrwałego oddziaływania na człowieka. Przykładem stresora może być ciągły hałas bądź za wysoka temperatura w pomieszczeniach.

Znając czynniki wywołujące stres należy zastanowić się jakie są potencjalne źródła stresu w naszej pracy. W literaturze naukowej można znaleźć wiele danych, które odzwierciedlają próbę identyfikacji i porządkowania potencjalnie szkodliwych cech środowiska. Klasyfikacje oparte są zazwyczaj na modelach stresu albo listach stresorów powstałych na podstawie wyników prowadzonych badań. Przykładową kwalifikację potencjalnych źródeł stresu w pracy przedstawia tabela 1.

Tab.1. Kwalifikacja potencjalnych źródeł stresu w pracy

Przyczyna stresu	Przykładowe stresory
Organizacja pracy	styl kierowania, poczucie stabilności pracy, komunikacja
Rodzaj pracy	przeciążenie ilościowe, stopień odpowiedzialności, izolacja, ergonomia
Warunki pracy	czas na odpoczynek, zmienność pracy
Czynniki fizyczne	hałas, temperatura
Grupa czynników organizacyjnych i wynikających z kierowania	konflikt roli i jej niejednoznaczność, brak swobody w podejmowaniu decyzji, jakość stosunków w pracy, wprowadzenie zmian w środowisku w pracy
Wynikające ze zmian technologicznych	konieczność przystosowania się do zmian, konieczność wyszkolenia
Rozkład czasu pracy	godziny pracy, zmienność

Zródło: [2]

2.2. Rodzaje stresu

W literaturze psychologicznej wyróżnia się trzy nurty w ujmowaniu stresu:

1. Stres jako sytuacja, wydarzenie, bodziec o określonych właściwościach.
2. Stres jako reakcja, czyli odpowiedź organizmu na działający stresor.

3. Stres jako relacja człowiek–otoczenie (tzw. transakcyjne ujęcie stresu), czyli określona relacja osoby z otoczeniem, oceniana przez osobę jako obciążająca lub przekraczająca jej możliwości i zagrażająca jej dobrostanowi.

Stres dzielimy także na: chwilowy i chroniczny. Stres chwilowy jest nazywany również krótkotrwałym. Wiąże się z doraźną odpowiedzią organizmu na stres i wywołany jest przez stresor krótkotrwały. Obejmuje reakcję krótkotrwałą, która odpowiada zachowaniom składającym się na reakcję alarmową ogólnego zespołu. Stres chroniczny inaczej nazywany długotrwałym jest wywołany przez stresor działający na człowieka przez dłuższy czas; funkcjonowanie pod presją przez dłuższy okres obniża zdolność skutecznego relaksowania się i regeneracji, co w konsekwencji może skutkować zaburzeniami w stanie zdrowia i codziennym funkcjonowaniu człowieka w domu i pracy.

Bez względu na to, jaką definicję stresu przyjmiemy, to powołując się na opinię American Institute of Stress, powinna ona uwzględniać również pozytywne strony stresu. Pozytywną stroną stresu zawodowego będzie sytuacja, w której pracownik uporął się z zaistniałym problemem, trudnością. Odnosi w ten sposób sukces, który wpływa na jego zadowolenie z pracy. Nabywa także umiejętność rozwiązywania problemu czy pracy w stresie, zwiększa się doświadczenie zawodowe pracownika. Wzmocnienie poczucia wartości pracownika jest korzystne dla niego jak i pozytywnie wpływa na całe przedsiębiorstwo. Negatywny stres pojawia się wówczas, gdy stawiane pracownikowi wymagania znacznie przekraczają jego możliwości fizyczne i psychiczne, trwają długo lub często występują w pracy. Reakcja stresowa trwa wtedy cały czas, pojawia się brak pomysłu na rozwiązanie problemu z powodu niedostatecznych umiejętności i odpowiedniej wiedzy oraz braku wsparcia we współpracownikach. Pracownik jest w ciągłym napięciu, może odczuwać stany lękowe, pobudzenie, gniew czy utratę sił. Apatia zatrudnionego wywołana ciągłym stresem odbija się na jego pracy, zaczyna odczuwać niechęć do współpracowników, unika wykonywania pracy czy podjęcia nowych działań. Staje się nieefektywny dla zakładu pracy.

2.3. Wpływ stresu na człowieka i organizację pracy

Skutki działania stresu możemy obserwować w każdym wymiarze zdrowia człowieka, a więc w wymiarze: fizycznym, psychicznym i społecznym. Wpływ występowania stresu w miejscu pracy na zdrowie pracownika może wystąpić jako:

- „skutki natychmiastowe — krótkotrwałe i zazwyczaj odwracalne, związane ze stanem pobudzenia podczas reakcji alarmowej GAS, które mogą powodować pewne dolegliwości, a w przypadku częstego powtarzania się same mogą przejść w stan chorobowy”[2]. Towarzyszą temu:

- symptomy mięśniowe (np. napięte mięśnie szyi, pleców),
- symptomy oddechowe (np. „łapanie” powietrza, krótki oddech),
- reakcje bólowe (np. bóle głowy, żołądka),
- reakcje układu trawiennego (np. biegunka lub zaparcia),
- inne objawy (np. nerwowe ruchy),

- „skutki długotrwałe - stresozależne powikłania chorobowe (choroby stresu zależne) - odnoszące się zarówno do zdrowia psychicznego jak i zdrowia fizycznego”[2].

Stres wpływa na każdego człowieka w inny sposób, inaczej reaguje nasze ciało oraz towarzyszą nam inne emocje w sytuacjach stresujących. Dlatego też można przyjąć, że działania stresu można obserwować na trzech płaszczyznach:

1. Fizjologicznej- kluczową rolę odgrywa układ nerwowy i hormonalny.
2. Behawioralnej- „, Zachowania w obliczu stresu można opisać na osi, której jeden biegun stanowi aktywność, a drugi pasywność człowieka w obliczu stresu”[6]. Możemy więc podjąć działania, aby „walczyć” ze stresem bądź przed nim „uciec”. Innym sposobem jest akceptacja sytuacji bądź przyjęcie pozycji pasywnej.
3. Psychologicznej- wywołuje zmiany na poziomie psychiki, przede wszystkim mówi się o silnych i negatywnych emocjach np. gniew. Ten poziom stresu zazwyczaj wywołuje niegroźne zakłócenia, ponadto większość z nich ma charakter odwracalny. Zdarza się jednak, że zakłócenia utrzymujące się w organizmie człowieka przez dłuższy czas u niektórych osób mogą przekładać się na jakość i bezpieczeństwo funkcjonowania. Mogą zacząć występować takie symptomy jak: złość i wrogość, utrata kontroli, zmniejszenie kreatywności, rozproszenie uwagi itp.

Nasze reakcje na stres odbijają się nie tylko na naszym zdrowiu, lecz także mają ogromny wpływ na jakość wykonywanej przez nas pracy. Dlatego należy rozpatrywać stres jako czynnik pozytywny lub negatywny występujący w naszym miejscu pracy. W pozytywnym sensie może być traktowany jako dobry czynnik motywujący nas do pracy np. możliwość otrzymania premii po zwiększeniu swojej sprzedaży o 10%, występuje wtedy tzw. eustres. Pomaga nam uruchomić ostatnie zasoby sił, umożliwia szybkie podejmowanie decyzji, chroni nas przed nadmiernym przemęczeniem jak i daje szansę na wypracowanie najlepszych dla nas sposobów radzenia sobie z tym, co nas drażni, martwi, czego się boimy, i tym, co stanowi dla nas wyzwanie. Motywacja wpływa ogólnie na intensywność i trwałość wysiłków, zmierzających do osiągnięcia danego celu. Im silniejsza motywacja działania, tym większą aktywność przejawia pracownik dla pokonania przeszkód na drodze do pożądanego celu. Negatywnym, szkodliwym czynnikiem stresu jest dystres. Przykładem potwierdzającym będzie stres psychologiczny, który obniża poziom zdolności poznawczych, co w dalszej perspektywie może skutkować brakiem elastyczności w działaniu. Pracownik traci zazwyczaj chęć do pracy bądź do swoich współpracowników, jest rozkojarzony i działa impulsywnie, lecz nie efektywnie. Często pracownik ma problem z adekwatną oceną aktualnej sytuacji i przyszłych następstw, może to doprowadzić do wypadku bądź strat ekonomicznych dla firmy. Stres w miejscu pracy jest także często przyczyną absencji w pracy. Skutki oddziaływania stresu zawodowego na pracownika można zaobserwować przez wysyłane sygnały.

Tab. 2. Skutki oddziaływania stresu zawodowego na pracownika a wysyłane przez niego sygnały

Skutki	Niepokojące sygnały
Jakość wykonywanej pracy	spadek jakości wykonywanej pracy niespójność, niejednorodność w wykonywaniu powierzonych zadań utrata kontroli nad pracą utrata motywacji i zaangażowania chwiejność, brak zdecydowania, zapominanie zwiększenie czasu pobytu w pracy niewykorzystywanie urlopu, brak planów urlopowych
Wycofanie	późniejsze przychodzenie do pracy wcześniejsze wychodzenie z pracy wydłużanie przerw (np. lunchowej, obiadowej) absencja, postawa rezygnacji, poddania się, akceptacji, ograniczenie kontaktów z innymi osobami nieuchwytność, unikanie kontaktu
Regresja	napady płaczu, kłótnie, sprzeczki, nadmierna wrażliwość, nadmierna skłonność do irytacji, częste „humory”, dąsanie się, niedojrzałe zachowanie
Fizyczne sygnały	trudności w wypowiedaniu się, nerwowość sposób mówienia, nadmierne pocenie się, zmęczenie, apatia, problemy żołądkowe, napięciowe bóle głowy, drżenie rąk, gwałtowna utrata lub przyrost masy ciała, ciągle uczucie zimna
Agresywne zachowanie	złośliwe rozsiewanie plotek, krytykowanie innych, wandalizm, krzyczenie, mobbing, złe relacje z innymi pracownikami, wybuchowy nastrój

Źródło:[2]

W tabeli 2 pokazano zachowanie pracownika pod wpływem stresu, który wpływa zarówno na współpracowników jak i organizację.

2.4. Osoby z grupy ryzyka

Jak wcześniej było wspomniane, każdy człowiek reaguje na stres inaczej. Zależy to od indywidualnych cech człowieka takich jak np.: temperamentu, pewności siebie, doświadczenia.

„Szczególnie wysoką podatność na stres zawodowy przejawiają osoby, których zdolność radzenia sobie z wymaganiami zawodowymi jest obniżona z powodu:

- młodego wieku;
- krótkiego stażu pracy;
- niedopasowanych do wykonywanych obowiązków predyspozycji (np.: ostrości wzroku, słuchu, zdolności manualnych, refleksu), zdolności

(np.: humanistycznych, artystycznych, technicznych, urzędniczych), wykształcenia lub doświadczenia zawodowego;

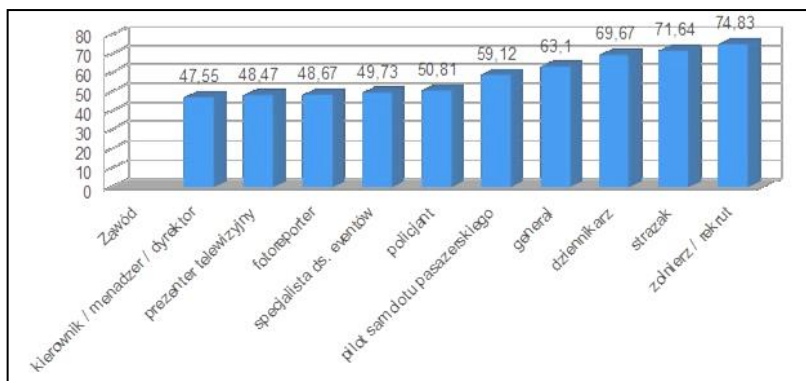
- wrodzonej wrażliwości na bodźce, dużej lęklności;
- dużego zaangażowania w sprawy zawodowe, dążenia do osiągnięć, wysokiego poziomu aspiracji, potrzeby kontroli, niecierpliwości, pośpiechu i rywalizacji z innymi;
- podeszłego wieku;
- problemów pozazawodowych, np.: urodzenia dziecka, rozvodu, choroby w rodzinie.

Osoby te mogą wymagać czasowo indywidualnego podejścia i zlecenia im obowiązków dostosowanych do ich aktualnej sytuacji życiowej”[4].

Według badań wykonanych w latach 50-tych XX w. na użytek badań nad chorobami układu krwionośnego, w szczególności ryzykiem zawału serca najbardziej podatne na stres są osoby zaliczane do tzw. typu A. „Typy A” cechuje wysoki poziom ambicji, myślenie w kategoriach rywalizacji, brak cierpliwości, perfekcjonizm, wysoki poziom uświadamiania sobie ponoszonej odpowiedzialności, pośpiech, skłonność do agresji oraz silna orientacja na cel np. prawnicy.

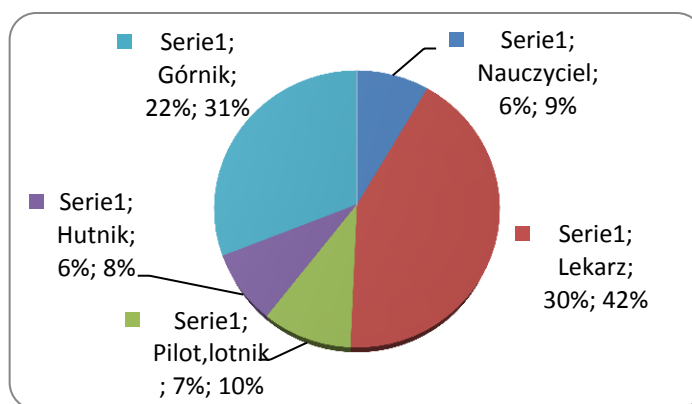
„Osoby o powyższej charakterystyce częstokroć odnoszą sukces już na początku swojej drogi zawodowej. Jednakże ich wojownicza natura i brak cierpliwości pchają je w kierunku konfliktów z najbliższym otoczeniem. Niejednokrotnie, w nadziei na kolejne spektakularne osiągnięcia, podejmują się one wyzwaniom obarczonym dużym prawdopodobieństwem niepowodzenia, wymagających wielkiego wysiłku. „Typy A” dają jednak z siebie wszystko, nie odczuwając przy tym rabunkowej eksploatacji swoich organizmów. Przejawianie powyższych zachowań sprawia, że tego typu osoby silniej niż inne reagują na stres. Są też dwa razy bardziej narażone na zawały serca oraz pięciokrotnie częściej na śmierć przed 50. rokiem życia niż „typy B”, które spokojniej reagują na stres”[5].

Amerykanie prowadzą ranking „CareerCast”, w którym w corocznych badaniach poszczególnych grup zawodowych oceniają ich ekspozycję na stres. Ocena ta oparta jest na analizie 21 czynników powodujących wzrost poziomu stresu: presja czasu, precyzja wykonania, zagrożenie życia i zdrowia, częstotliwość podróży służbowych, perspektywy zawodowe, niesienie pomocy, zmienne warunki pracy, hierarchiczna struktura, odpowiedzialność za mienie i ludzi, oczekiwania przełożonych, system wynagrodzenia, brak stabilności zatrudnienia, wymiar czasu pracy, konieczność ciągłej czujności, konflikt poleceń, brak udziału w podejmowaniu decyzji, konflikt z przełożonymi, praca w złych warunkach, praca poniżej kompetencji, monotonia pracy, wykonywanie zadań obciążonych sporymi konsekwencjami. Przykładowe wyniki pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Wartości poziomu stresu w wybranych zawodach (opracowanie własne na podstawie [5])

W Polsce natomiast badaniami na temat zawodów najbardziej stresujących zajął się OBOP. Przykładowe wyniki przeprowadzonych badań pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Zawody najbardziej stresujące w opinii Polaków (opracowanie własne na podstawie [6])

Aż 30% badanych Polaków do tej kategorii wskazało zawód lekarza, następnie 22% zawód górnika, a na trzecim miejscu ulokowano zawód pilota, którego wskazało 7% rodaków, kolejne miejsce zajęli hutnicy i nauczyciele, wskazani przez 6% pytanych.

3. Pojęcie wypalenia zawodowego

Uwagę na wypalenie zawodowe zwrócono na przełomie lat 60. i 70. XX wieku w Stanach Zjednoczonych. Pierwszy zjawisko to opisał H. J. Freudenberger jako stan, który krystalizuje się powoli, przez dłuższy okres przeżywania ciągłego stresu

i angażowania całej energii życiowej i który w końcowym efekcie wywiera negatywny wpływ na motywację, przekonania i zachowanie. Natomiast E. Aronson, jako pierwszy z badaczy, wprowadził pojęcie wypalenia na grunt psychologii niemieckiej, uważa wypalenie za stan fizycznego, emocjonalnego i psychicznego wyczerpania spowodowanego długotrwałym zaangażowaniem w sytuacje, które są obciążające pod względem emocjonalnym. Definicji syndromu wypalenia zawodowego jest wiele, lecz w większości są zgodne, że wypalenie to stan frustracji, zmęczenia i wyczerpania emocjonalnego, pojawiający się w konsekwencji silnego psychicznego, emocjonalnego i fizycznego zaangażowania w pracę w takim stopniu, że w końcu zaczyna brakować motywacji i siły do utrzymania tego zaangażowania na dotychczasowym poziomie. Wypalenie jest procesem, który powstaje na skutek długotrwałego oddziaływania stresorów zawodowych.

Dziś wypalenie zawodowe, zwane „syndrom BurnOut”, jest uważane za chorobę cywilizacyjną XXI wieku.

3.1. Kto jest w grupie ryzyka

Tak naprawdę każdego pracującego człowieka może „dopaść” syndrom wypalenia zawodowego, zwłaszcza w dzisiejszych czasach, kiedy tempo życia jest zawrotne, zwłaszcza życie zawodowe. Jednak przyjęte jest, że w najwyższej grupie ryzyka są przedstawiciele prac społecznych związanych z pomaganiem lub bliską i częstą współpracą z innymi ludźmi. Do takich zawodów zaliczamy m.in.: lekarzy, pielęgniarki, nauczycieli, pracowników socjalnych, adwokatów, psychologów. Zawody te, mają największy wpływ na stan psychiczny, prywatne potrzeby schodzą na drugi plan. Pracownik angażuje się emocjonalnie w problemy i sprawy innych, czuje się odpowiedzialny, zwłaszcza kiedy w jakimś stopniu ludzie są od niego uzależnieni. Pracownik uświadamia sobie, że nie jest w stanie pomóc, że wyczerpał własne siły, stał się bezradny. Głębokie i silne przeżywanie czy obarczanie się winą za brak możliwości pomocy prowadzi do wyczerpania emocjonalnego. Zaczyna się wtedy odczuwać złość, frustrację, znudzenie, zmęczenie, a niekiedy objawy somatyczne. Zjawisko to w swoich badaniach nad wypaleniem określiła Christina Maslach jako emocjonalne wyczerpanie. Autorka badań wymieniła także inne objawy, które mogą wystąpić u osób pracujących społecznie, są to: depersonalizacja oraz niespełnienie roli zawodowej. Na depersonalizację, składają się negatywne, pozbawione delikatności, chłodne i pełne dystansu relacje z odbiorcami usług opiekuńczych i „pomocowych”. Z kolei nie spełnienie w roli zawodowej objawia się zanikiem satysfakcji z pracy i poczuciem kompetencji, zgeneralizowaną frustracją i rzeczywistym brakiem jakichkolwiek osiągnięć zawodowych.

Wydawałoby się, że im dłuższy staż pracy, tym łatwiej, aby dopadł nas syndrom BurnOut. Tak naprawdę ani staż pracy, ani wiek pracownika nie ma znaczenia. Jeszcze kilka lat temu uważano, że najbardziej podatne są osoby w wieku 40+, zaledwie parę lat później wiek spadł do 30+, a obecnie jest to grupa ludzi 20+.

Objawy emocjonalnego wyczerpania są zbliżone do opisywanych czynników stresu. Dlatego te dwa pojęcia są mylone, sami badacze często utożsamiają je ze sobą. Wypalenie zawodowe jest bowiem wynikiem chronicznego stresu zawodowego, lecz niesie ze sobą szereg konsekwencji.

3.2. Przyczyny wypalenia zawodowego

Przyczyn wypalenia zawodowego należy szukać ze strony pracownika jak i organizacji.

Ze strony organizacji do czynników prowadzących do wypalenia zawodowego należą:

- brak jasnych kryteriów oceny efektów pracy;
- duże obciążenie pracą;
- niskie płace;
- mała możliwość awansu;
- brak dostatecznego wsparcia instytucjonalnego.

Wyżej wymienione czynniki prowadzą do powstawania frustracji pracownika, obniżają jego motywację.

Pierwszym z czynników mogących prowadzić do wypalenia zawodowego ze strony pracownika jest rola zawodowa, w której występuje zaangażowanie emocjonalne w sprawy innych pracowników, ludzi. W takich rolach zawodowych dochodzi do momentu, w którym stajemy się bezradni, bezsilni.

Często syndrom ten pojawia się u ludzi młodych, którzy mają idealistyczne oczekiwania na temat pracy i swojej roli zawodowej. Zaczynają pracę mając wysokie aspiracje, chcą samorealizacji w pracy, wpinają się po szczeblach kariery, zaczyna się tzw. wyścig szczurów. Zaczyna się praca po godzinach, nadmiar pracy, izolacja od kolegów i nierealistyczne oczekiwania zawodowe. Człowiek zaczyna nie spać w odpowiednich godzinach, źle się odżywia, zaniedbuje swoje życie prywatne kosztem pracy, w której czuje się nie doceniony. Wchodzi w zawodową ślepią uliczkę.

3.3. Proces wypalenia zawodowego i jego symptomy

Często osoby, które „dopada” wypalenie zawodowe nie zdają sobie z tego sprawy. Nie zauważają u siebie objawów bądź je lekceważą. Pojawia się zmęczenie, które uzasadniamy zmianą pogody bądź prywatnymi kłopotami. Wypalenie narasta z dnia na dzień. Zaabsorbowanie pracą, zabieranie do domu obowiązków zaczyna nas przerastać. Pojawiają się problemy, aby wykonać prostą dla nas wcześniej czynność, inercja zaczyna objawiać się zarówno w pracy jak i w życiu codziennym. Zaczynamy nie dostrzegać naszych sukcesów w pracy, nie doceniamy się, przez co pojawia się niechęć do pracy. Zaczynamy odkładać służbowe obowiązki uzasadniając „Po co mam to zaczynać? I tak mi to nie wyjdzie. To bezsensu”.

Wypalenie zawodowe możemy uznawać za pewien rodzaj procesu, który dzieli się na etapy. Pierwszy etap to stadium ostrzegawcze. Objawy to reakcje psychosomatyczne naszego organizmu, które często przypominają objawy przeziębienia. Do takich reakcji zaliczamy: kłopoty ze snem, podwyższone ciśnienie, bóle głowy, chroniczne zmęczenie, wahania nastroju czy spadek odporności. Jest to

takie stadium wypalenia zawodowego, z którego wyjście jest stosunkowo proste, wystarczy krótki odpoczynek bądź hobby, które oderwie myśli od pracy.

Kolejny etap nie ustępuje tak łatwo, trwa dłużej i jest bardziej stały w przeciwieństwie to pierwszego etapu. Nasze zachowanie staje się odczuwalne dla otoczenia, można zauważyć pogardliwe odnoszenie się do innych, pogorszenie jakości wykonywania zadań oraz szybką irytację na współpracowników. Pracownik stosuje mechanizm prowadzący do depersonalizacji, aby chronić się przed wyczerpaniem, przez co często pojawiają się konflikty interpersonalne w pracy, które pogłębiają tylko stan jednostki. Zaczyna się wtedy odczuwać osamotnienie, niechęć do pójścia do pracy, poczucie obojętności. W tym przypadku zalecany jest dłuższy urlop, zainteresowanie i pomoc ze strony przyjaciół i bliskich bądź terapeuty.

Ostatni etap występuje wtedy, gdy syndrom jest chroniczny. Do objawów psychicznych i psychosomatycznych dochodzą objawy fizyczne. Można zauważyć utratę wagi czy apetytu, różnorodne bóle mięśni, które nie są uzasadnione. Pojawiają się kłopoty nie tylko związane z pracą, nasze zachowanie jest przenoszone do domu, przez co pojawiają się kłótnie małżeńskie, rodzinne czy przyjacielskie. Pojawia się bezsilność i przygnębienie, alienujemy się nie radząc sobie z sytuacją, przez co czujemy się osamotnieni. Pracownik na tym etapie jest podatny na uzależnienia np. środki uspokajające, alkohol czy nikotyna. Ostatni objaw tego etapu to poddanie się, czyli wypalenie. Jest to skutek wypalenia zawodowego, przez który często dochodzi do popadnięcia przez pracownika w depresję a nawet zdarzają się próby samobójcze. Interwencja wymaga kontaktu z profesjonalistą: psychologiem bądź terapeutą, a nawet czasami kończy się zmianą dotychczasowej pracy.

4. Działania profilaktyczne

Środowisko pracy to wszystkie czynniki materialne i społeczne, z którymi pracownik ma styczność w czasie pracy. Czynniki te mogą prowadzić do złego samopoczucia pracownika, a jak wiadomo dobre samopoczucie to lepsze efekty pracy. Dlatego ważne jest, aby zapewnić korzystne otoczenie pracy, czyli takie, które umożliwi pracownikom zaspokojenie własnych potrzeb, jak i zapewni ochronę zdrowia i życia. Jest wiele prostych sposobów, aby uniknąć rozdrażnionych, popełniających błędy pracowników w miejscu pracy, należy tylko zadbać o ich komfort zarówno psychiczny jak i fizyczny.

4.1. Zapobieganie stresowi zawodowemu

Stres zawodowy to powszechny problem, który dotyka firmy z różnych branż i stanowi bardzo niekorzystny czynnik w pracy. Stres zawodowy odczuwalny jest zarówno na zdrowiu, samopoczuciu jak i życiu prywatnym pracownika. Pracownik staje się mało wydajny dla przedsiębiorstwa, popełnia błędy, spada produktywność, często do tego dochodzą wypadki przy pracy prowadzące do opóźnień. Dlatego podstawą organizacji jest stałe monitorowanie sytuacji w firmie poprzez prowadzenie regularnych badań pracowników. Celem badania stresu w pracy jest

rozpoznanie, czy problem ten dotyczy pracowników. Poznanie przyczyn stresu w miejscu pracy to pierwszy krok do redukcji jego poziomu. Krok następny to ewentualne podjęcie działań mających na celu zapobieganie wywoływanych nim negatywnych skutków zdrowotnych. Dobrze jest, gdy badanie stresu w pracy prowadzą firmy zewnętrzne. Pracownicy mogą wówczas swobodnie wyrażać opinie na temat funkcjonowania organizacji. Firmy powinny wprowadzać działania prewencyjne, zmniejszające ryzyko pojawienia się stresu zawodowego wśród pracowników. W tym celu zwraca się uwagę na komunikację między poszczególnymi szczeblami, praktykę firmy, rozsądny poziom otoczenia społecznego i inne elementy i produktywność. Dla pracownika, u którego stwierdzono działanie długotrwałego stresu zalecany jest wypoczynek i regeneracja, takie działanie pozwoli na powrót pełnej aktywności zawodowej. Jeśli problemu nie da się wyeliminować należy pomyśleć o częściowej zmianie sposobu pracy, stopniowego wdrażania się do obowiązków zawodowych czy wsparcia specjalisty i przełożonych. Pozwoli to na zmniejszenie odczuwalnych skutków zarówno dla pracownika jak i organizacji.

4.2. Zapobieganie wypaleniu zawodowemu

Codziennie stresujące sytuacje w pracy mogą doprowadzać do wypalenia zawodowego, dlatego trzeba postawić pytanie, czy jest sposób, aby temu zapobiec? Czy jest metoda, która pozwoli utrzymać aktywność zawodową bez utraty zapału i chęci? Nigdy nie ma 100% pewności, że coś jest skuteczne, zwłaszcza, że każdy człowiek odczuwa w sposób indywidualny pewne sytuacje, inaczej sobie z nimi radzi. Można więc tylko próbować złagodzić skutki stresu sprawdzonymi metodami, aby zapobiec wypaleniu zawodowemu. Pierwszą rzeczą jaką musimy zrobić to nauczyć się umiejętnie kierować sobą, organizować własne życie. Zadbanie o siebie w życiu prywatnym, to pierwszy krok do sukcesu. Trzeba być wrażliwym na własne potrzeby fizyczne, psychiczne, emocjonalne, społeczne oraz duchowe. Pracodawca może tylko uważać na stan pracownika, ale to sam pracownik powinien dać sygnał o przeciążeniu pracą. Przede wszystkim ważny jest sen, jego dostateczna ilość w komfortowych warunkach pozwoli na pełną regenerację organizmu. Stres wpływa na stan psychiczny, ale to właśnie wysiłek fizyczny pozwala nie tylko na poprawę naszej kondycji fizycznej, ale także na poprawę naszego nastroju i zadowolenia przez uwalnianie endorfin. Dlatego warto pamiętać o znalezieniu czasu, aby zadbać o własne ciało! W pracy należy pamiętać o przerwach, aby nasz umysł mógł odzyskać sprawność po długotrwałym obciążeniu pracą. Zalecane są przerwy 5-10 minutowe po godzinie pracy, ciągła praca sprawia, że z biegiem czasu wykonywane czynności zajmują nam coraz więcej czasu, stajemy się mniej efektywni. Kolejną ważną rzeczą, która nie jest przestrzegana jest tygodniowy wymiar pracy. Zbyt duża ilość czasu spędzana w pracy szybciej prowadzi do wypalenia zawodowego. Każdy pracownik powinien pamiętać, że istnieje także poza pracą! Ważne jest, aby nie popaść monotonię pracy, należy szukać sobie wyzwań, czegoś co pozwoli nam na rozwój. Jednak najważniejsze jest, aby nasze cele były realistyczne. Wyznawania napędzą nas do pracy, dodadzą sił i motywacji. Jak już wyżej zostało wspomniane, podstawą dobrze wykonywanej pracy jest wypoczęty, zmotywowany pracownik. Sen i przerwy w pracy to połowa sukcesu, pozostaje urlop. Niestety znaczna część ludzi

spędza urlop w domu nadrabiając pracę bądź obowiązki domowe, nie potrafiąc cieszyć się długo wyczekiwany odpoczynkiem. Takie podejście do odpoczynku tylko przyspiesza proces wypalenia zawodowego, dlatego warto przemyśleć jaką formą odpoczynku pozwoli się nam porządnie odprężyć, aby zebrać siły. Po powrocie z urlopu nie dajmy się całkowicie wciągnąć w wir pracy! Znalezienie hobby pozwoli oderwać się od codziennych problemów. Trzeba pamiętać, aby tworzyć satysfakcjonujące nas relacje z innymi, rozmowa i zapoznanie z problemem bliskich pozwoli nam uniknąć etapu osamotnienia. Należy unikać stwierdzeń, że nie będziemy zawracać głowy bliskim swoimi problemami. Ostatnią rzeczą, która pozwoli nam uniknąć wypalenia zawodowego jest ustalenie swoich priorytetów. Aby nie stracić sensu tego co robimy, należy zadać sobie pytanie „Czy to jest warte? Czy to jest to czego chcę?”. Jeśli odpowiedzi są negatywne trzeba podjąć odważne decyzje o zmianie naszego życia.

5. Zakończenie

W pracy został podjęty temat stresu w miejscu pracy oraz wypalenia zawodowego ze względu na szybki wzrost występowania tych zjawisk w społeczeństwie, stających się codzienną zmurą pracownika. Coraz większa liczba osób spotyka się z tego rodzaju zagrożeniem psychospołecznym, często nie zdając sobie sprawy jak silnie wpływa to na ich życie i zdrowie. W pracy zostały przybliżone skutki i przyczyny oraz sposoby radzenia sobie ze stresem zawodowym i wypaleniem zawodowym. Każdy człowiek w indywidualny sposób odczuwa skutki oddziaływania chorób XXI-wieku, ma własne nawyki i potrzeby, dlatego warto dobrać strategię działania dopasowaną do własnych potrzeb.

Bibliografia

17. HANS SEYLE, *Stres okielznan*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa, 1978r.
18. WASZKOWSKA M., *Miejsce pracy na miarę oczekiwań. Poradnik dla pracowników socjalnych*, Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź 2000r.
19. <https://www.pip.gov.pl/pl/bhp/stres-w-pracy/6421,czym-jest-stres-.html> [14.01.2016r.]
20. <http://www.psychologiawygladu.pl/2015/06/typ-osobowosci-abcd-podatnosc-na-choroby.html> [16.01.2016r.]
21. www.careercast.com [16.01.2016r.]
22. <http://www.postawnaswoim.pl/kariera/najbardziej-stresujace-zawody-w-polsce/> [16.01.2016r.]

Streszczenia

OCENA FIZYCZNYCH WARUNKÓW PRACY PODCZAS MECHANICZNEJ OBRÓBKI DREWNA

Waldemar Uździcki, Anita Hałoń

Streszczenie: Celem niniejszej pracy inżynierskiej pt. Ocena fizycznych warunków pracy podczas mechanicznej obróbki drewna, było zbadanie czynników fizycznych środowiska pracy, jak zapylenie, hałas i mikroklimat występujących podczas frezowania, szlifowania i toczenia drewna w laboratorium stolarskim. Badania przeprowadzono w dwóch seriach – bez uruchomionego wyciągu wiórów i z wyciągiem. Do wykonania pomiarów użyto aparatury laboratoryjnej. Otrzymane wyniki pomiarów zostały skonfrontowane z normami określającymi wartości dopuszczalne w środowisku pracy dla poszczególnych czynników.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo i higiena pracy, fizyczne warunki pracy, zapylenie, hałas, mikroklimat, frezowanie, szlifowanie, toczenie.

ASSESSMENT OF PHYSICAL WORKING CONDITIONS DURING THE MECHANICAL TREATMENT OF WOOD

Abstract: The aim of this paper entitle. Assessment of the physical working conditions during the mechanical treatment of wood, was to research factors such as dust, noise and microclimate occurring during milling, grinding and lathing in wood carpentry laboratory. The research was performed in two series – without shavings absorption and with shavings absorption. Specially designed laboratory apparatus was used for measuring. The results of measurements were confronted with the standards defining the limits in the work environment for the particular factors.

Key words: work safety, physical working conditions, dust, noise, microclimate, milling, grinding, lathing.

ZAGROŻENIA I WARUNKI BHP PODCZAS PRAC SPAWALNICZYCH

Remigiusz Aksentowicz, Piotr Turzyński

Streszczenie: W artykule przedstawiono zagrożenia oraz wpływ oddziaływania czynników gorących i czynników niebezpiecznych, w tym szkodliwych na organizm ludzki powstających podczas prowadzenia prac spawalniczych. Zwrócono uwagę w jaki sposób dane czynniki przedostają się do organizmu ludzkiego i jaki mają na niego wpływ. Przedstawiono autorską procedurę dotyczącą bezpiecznego wykonywania prac spawalniczych, które to zaliczane są do prac pożarowo niebezpiecznych/ gorących na przykładzie budownictwa przemysłowego.

Słowa kluczowe: prace gorące, spawalnictwo, promieniowanie, dymy spawalnicze

THE THREATS AND CONDITIONS OF H&S DURING WELDING

Abstract: The article shows threats and an impact of an action of hot and dangerous factors, including harmful for human body occurring during welding. It was noticed in what way the factors are getting through to the human body and what is an influence on its. It was showed an author procedure relating to safe practicing of welding, which are credited to work fire-risk for example industrial construction.

Key words: hot work, welding, radiation, welding fumes.

AWARIE SIECI PODCIŚNIENIOWEJ, CIŚNIENIOWA I GRAWITACYJNO - TŁOCZNEJ A BEZPIECZEŃSTWO ŚRODOWISKA GRUNTOWEGO

Waldemar Uździcki, Ewa Ogiolda, Ireneusz Nowogoński

Streszczenie: W pracy przedstawiono porównanie rozwiązań kanalizacji alternatywnych i klasycznych pod względem możliwości występowania zanieczyszczenia wód gruntowych. Wykazano, że wysokość ciśnienia w rurach ma wpływ na ilość przecieków do gruntu.

Słowa kluczowe: awarie, kanalizacja alternatywna, kanalizacja klasyczna.

VACUUM, PRESSURE AND MIXED NETWORKS FAILURES AND THE SAFETY OF GROUND ENVIRONMENT

Abstract: The paper presents a comparison of the alternative and conventional sewer in terms of the occurrence of groundwater contamination. It has been shown that the amount of pressure in the pipe has an impact on the amount of leakage into the ground.

Key words: failures, alternative sewer systems, conventional sewer systems

BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMU ZAOPATRZENIA W WODĘ W ASPEKTCIE ZMIENNOŚCI CIŚNIENIA

Waldemar Uździcki, Ewa Ogiółda, Ireneusz Nowogoński, Dariusz Kłonowski, Remigiusz Aksentowicz

Streszczenie: Systemy zaopatrzenia w wodę są złożonymi układami. Ich zadaniem jest dostawa wody w odpowiedniej ilości, o odpowiedniej jakości i pod wystarczającym ciśnieniem. O ich niezawodności i bezpieczeństwie decyduje także spełnianie funkcji w sposób uzasadniony ekonomicznie. W artykule przedstawiono zależności między wysokością ciśnienia w sieci, a wielkością strat wody. Przeprowadzono analizę zmian ciśnienia w sieci wodociągowej, w zależności od sposobu jej zasilania.

Słowa kluczowe: wysokość ciśnienia, straty wody, bezpieczeństwo, system zaopatrzenia w wodę

WATER SUPPLY SYSTEM SAFETY IN ASPECT OF WATER PRESSURE VARIABILITY

Abstract: Water supply systems are complicated objects. Their task is supplying water of right quantity, quality and pressure. Their safety and reliability depend on economical conditions, too. In this paper relationship between water pressure and losses was shown. The analysis of pressure variability in system supplied gravitationally and by pumps was done.

Key words: water pressure, water losses, safety, water supply system

BADANIA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU Z SYSTEMEM TECHNOLOGICZNO-PNEUMATYCZNYM

Remigiusz Aksentowicz, Ewa Ogiółda

Streszczenie: Efektywność energetyczną budynku określa się na podstawie wyznaczonej charakterystyki energetycznej zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem. Według metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku nie uwzględnia się systemów technologicznych występujących w budynkach, natomiast w artykule przedstawiono wyniki badań efektywności energetycznej budynku wraz z występującym w nim Systemem Technologiczno-Pneumatycznym (STP) w zależności od współczynnika jednoczesności użytkowania obrabiarek k_u oraz w zależności od różnych rozwiązań konstrukcyjnych pneumatycznej instalacji odciągowej.

Słowa kluczowe: charakterystyka energetyczna, efektywność energetyczna, energia pierwotna, oszczędność energii, pneumatyczna instalacja odciągowa, system technologiczno-pneumatyczny

TESTING ENERGY EFFICIENCY BUILDING OF TECHNOLOGICAL-PNEUMATIC SYSTEMS

Abstract: Energy efficiency of a building is defined on a base of assigned energy characteristic pursuant to legal requirements. In accordance with methodology of counting, energy characteristic of a building, technological systems found in it are excluded, however, the article presents the results of energy efficiency of a building researches, which include Technological-Pneumatic System (STP) depending on coincidence factor for machine tools k_u and also on different solutions of pneumatic extraction system.

Key words: energy characteristic, energy efficiency, primeval energy, energy saving, pneumatic extraction system, technological-pneumatic system;

OKREŚLENIE KOSZTÓW JAKOŚCI WG KATEGORII ISO 9004 NA PRZYKŁADZIE WYPADKU PRZY PRACY W GASTRONOMII

Marcin Topczak, Maria Kowal

Streszczenie: Firma usługowa prowadzi dwa kluby muzyczne, w jednym doszło do wypadku. Podczas obchodu sali przez kierownika doszło do zdarzenia, w wyniku którego okaleczone zostały palce stopy. Do przyczyn wypadku zaliczono m.in. nieodpowiednie oświetlenie sali, brak zabezpieczenia miejsca zdarzenia, zbyt małą ostrożność kierownika i późną reakcję pracowników sprzątających. Z powodu wypadku pracownik został czasowo wyłączony z pracy przez co pracodawca poniósł koszty zatrudnienia osoby zastępującej kierownika. Ponadto, konieczne było wypłacenie odszkodowania powypadkowego z tytułu ubezpieczenia społecznego. W związku z wypadkiem zaproponowane zostały zmiany dotyczące poprawy niskiej jakości ergonomicznej, w skład których wchodzi organizacja pracy, infrastruktura lokalu oraz rodzaj używanych naczyń, w których podaje się napoje. Zaproponowane zmiany pozwolą w przyszłości uniknąć podobnych wypadków oraz ponoszenia kosztów z nimi związanych na poziomie pracownika, pracodawcy i systemu.

Słowa kluczowe: środki bezpieczeństwa, koszty, pracownik, ryzyko, szkolenie

DEFINITION OF QUALITY-COSTS ACCORDING ISO 9004 CATEGORY ON EXAMPLE – ACCIDENT AT WORK IN GASTRONOMY

Abstract: One service company keeps two music clubs. In one of these clubs was an accident. The manager, during checking the club, has injured his toes. As the cause of the accident is given, among others: unsuitably illumination of the club, insecurity of the scene, inadequate care of the manager and late reaction of the cleaning workers. Because of the accident the manager has been periodically excluded from his work and the employer have to manage with the costs of employment of somebody else. Besides, the payment of accident compensation from social security was necessary.

Because of this accident men proposed changes concerning improvement of low quality of ergonomics such as: organization of work, infrastructure of club and the sort of used dishes for drinks. Proposed changes allow to avoid similar accidents in the future and with them associated costs on the level: Employee, Employer, System.

Keywords: safety measures, expenses, employee, risk, training

STRES W MIEJSCU PRACY A WYPALENIE ZAWODOWE

Hanna Łosyk, Maria Kowal

Streszczenie: Tematem pracy jest negatywny wpływ stresu i wypalenia zawodowego na wyniki wykonywanej pracy. Przedstawiono przyczyny powstawania tych stanów oraz skutki wywoływane przez stres w miejscu pracy i stan wypalenia zawodowego. Przywołano definicje stresorów spotykanych podczas wykonywania pracy zawodowej. Zaprezentowano symptomy wypalenia zawodowego i zaproponowano profilaktykę chroniącą przed powstawaniem tych zjawisk.

Słowa kluczowe: miejsce pracy, praca, stres zawodowy, stresory, wypalenie zawodowe

STRESS IN THE WORKPLACE AND BURNOUT

Abstract: The theme of the paper is debuff stress in workplace and burnout. Presents causes and effects elicited of stress in the workplace and burnout. In paper connoted definitions stressors met for work. Presents accompanying symptoms burnout and suggests prevention of to arise these phenomenas.

Key words: workplace, job, stress, stessor, bornout

Informacje o autorach (w kolejności alfabetycznej)

Aksentowicz Remigiusz

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: r.aksentowicz@iibnp.uz.zgora.pl

Haloń Anita

Absolwent
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy

Klonowski Dariusz

Absolwent kierunku Inżynieria Środowiska

Kowal Maria

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: M.Kowal@iibnp.uz.zgora.pl

Łosyk Hanna

Studentka kierunku Bezpieczeństwo i Higiena Pracy
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: losyk.hanna@gmail.com

Nowogoński Ireneusz

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Instytut Inżynierii Środowiska
e-mail: i.nowogoński@iis.uz.zgora.pl

Ogiolda Ewa

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Instytut Inżynierii Środowiska
e-mail: e.ogiolda@iis.uz.zgora.pl

Topczak Marcin

Student kierunku Bezpieczeństwo i Higiena Pracy
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: m.topczak@wp.pl

Turzyński Piotr

Absolwent kierunku Bezpieczeństwo i Higiena Pracy
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy

Uździcki Waldemar

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: w.uzdzicki@iibnp.uz.zgora.pl

Węgrzyn Zbigniew

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Nauk o Pracy
e-mail: Z.Wegrzyn@iibnp.uz.zgora.pl

ISBN 978-83-941516-2-1