

Należy także zwrócić uwagę na fakt, że przedstawiciele krajowego przemysłu nadal wykazują się bardzo małą aktywnością w zakresie działalności normalizacyjnej. W efekcie nasz wpływ na ostateczny kształt norm europejskich jest znacznie ograniczony i nieadekwatny do możliwości, a krajowy przemysł staje się biernym odbiorcą zasad opracowywanych w innych krajach UE. Sytuacja taka powoduje, że krajowi producenci są skazani na ciągłe pozostawanie w tyle za wiodącymi ośrodkami europejskimi.

Wzmacnianie współpracy pomiędzy ośrodkami naukowymi, Normalizacyjnymi Komitetami Technicznymi i przemysłem, nie jest więc jedynie szczytnym hasłem, ale palącą koniecznością.

## PIŚMIENNICTWO

[1] Dyrektywa Unii Europejskiej 98/37/WE z dnia 22 czerwca 1998 r. w sprawie zbliżenia prawa państw członkowskich, dotyczącego maszyn, zmienionej dyrektywą Unii Europejskiej 98/79/WE

[2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn i elementów bezpieczeństwa. DzU nr 91, poz. 858

[3] Dyrektywa 89/655/EWG w sprawie minimalnych wymagań ochrony zdrowia i bezpieczeństwa w stosunku do sprzętu używanego przez pracowników w miejscu pracy

[4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy. DzU nr 191, poz. 1596

[5] *Community legislation on machinery. Comments on Directive 98/37/EC*, Publications Office Catalogue No CO-01-96-279-EN-C

[6] Dźwiarek M. *Klasyfikacja systemów sterowania w zależności od zapewnianego poziomu bezpieczeństwa według EN 954-1*. „Pomiary, Automatyka, Robotyka” 8/1997, 4-9

[7] Dźwiarek M. *Ocena bezpieczeństwa funkcjonalnego programowalnych sterowników maszyn*. „Safety and Reliability International Conference”, Szczyrk 2001, t. 4, 105-115

[8] Schaefer M., Hauke M. *Design of safety-related control systems at machinery*, 3rd International Conference, „Safety of Industrial automated systems”, Nancy 2003, p. 4-31 ÷ 4-41

[9] PN-EN 954-1:2001 *Maszyny. Bezpieczeństwo. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część 1: Ogólne zasady projektowania*. PKN 2001

[10] ISO/DIS 138491-1:2004 *Safety of Machinery – Safety – related parts of control systems – Part 1: General principles for design* European Committee for Standardisation (CEN) 2004

[11] IEC/FDIS 62061:2004 *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*. International Electrotechnical Commission (IEC) 2004

[12] Dźwiarek M. *Zaburzenia w realizacji funkcji bezpieczeństwa przez systemy sterowania maszyn i zapobieganie związanym z nimi wypadkom. Podstawy prewencji wypadkowej*. CIOP-PIB, Warszawa 2003, s. 171÷181

mgr inż. ANDRZEJ DĄBROWSKI

Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Rozwiązania konstrukcyjne przenośnych pilarek łańcuchowych zwiększające bezpieczeństwo ich obsługi

W artykule przedstawiono cechy konstrukcyjne elementów przenośnych pilarek łańcuchowych zmniejszających ryzyko bezpośredniego kontaktu operatora maszyny z ruchomą piłą łańcuchową i umożliwiających, w sposób planowy i dogodny dla użytkowników, poprawę technicznych parametrów tej maszyny, w celu zapewnienia bezpieczeństwa jej użytkowania.

### Design solutions for portable chain saws, which increase the safety of their operation

This paper introduces the reader to design features of chain saw elements that decrease the risk of immediate contact of a machine's operator with a moving cutting chain and also make it possible to deliberately and conveniently improve the technical parameters, ensuring safe use of these machines.

### Wstęp

Przenośne pilarki łańcuchowe będące obecnie podstawowymi maszynami przy pozyskiwaniu drewna (w Polsce ok. 90% tych prac odbywa się z wykorzystaniem przenośnych pilarek łańcuchowych) są jednocześnie główną przyczyną wypadków podczas wykonywania tych prac. W Polsce maszyny te, oprócz pozyskiwania drewna, są przez profesjonalnych użytkowników i amatorów, powszechnie stosowane na placach budów, w gospodarstwach domowych, na wsi, w ogrodnictwie, w sadownictwie i na działkach.

Wypadki powodowane przez przenośne pilarki łańcuchowe są przede wszystkim wynikiem bezpośredniego kontaktu operatora z ruchomą piłą łańcuchową [1]. W szczególności są one następstwem wystąpienia zjawiska odbicia, tzn. niekontrolowanego ruchu prowadnicy do góry w kierunku operatora (rys 1.).

Zjawisko to występuje wówczas, kiedy górna część końcówki prowadnicy zetknie się z twardym przedmiotem [1, 2]. Urazy, które powstają przy tego typu wypadkach, obejmują przede wszystkim twarz oraz górne części ciała, które trudno jest ochronić.

Celem tego artykułu jest zapoznanie czytelnika z cechami konstrukcyjnymi przenośnych pilarek łańcuchowych, zmniejszającymi ryzyko bezpośredniego kontaktu operatora maszyny z ruchomą piłą łańcuchową, w tym zwłaszcza zjawiska odbicia. Zwrócono w nim przede wszystkim uwagę na urządzenia, których odpowiednia konstrukcja może zapobiec odbiciu lub ograniczyć jego skutki [3, 4].

### Urządzenia zapobiegające urazom lub ograniczające ich skutki

**Osłona ręki lewej** – jest ochroną ręki trzymanej na uchwycie przednim pilarki przed kontaktem z piłą łańcuchową. Zintegrowanie z dźwignią hamulca ręcznego umożliwia zatrzymanie piły łańcuchowej pilarki, przez przesunięcie do przodu tej osłony – świadome lub w przypadku odbicia (fot. 1.).

Natomiast **osłona ręki prawej** chroni rękę trzymaną na uchwycie tylnym przed spadającą lub pękniętą piłą łańcuchową. Podczas uruchamiania pilarek łańcuchowych o większej mocy służy także do dociśnięcia stopą pilarki do podłoża i umożliwia operatorowi pełną kontrolę nad maszyną podczas wykonywania tej czynności (rys. 2.).

Do ochrony przed kontaktem z piłą łańcuchową służy także osłona transportowa, nakładana na prowadnicę przenoszenia wyłączzonej pilarki.



Rys. 1. Odbicie pilarki

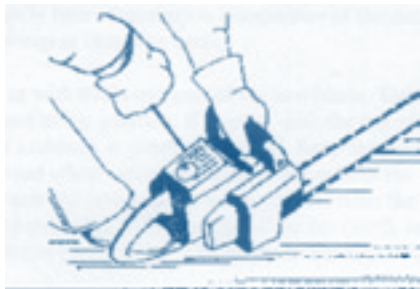
Fig. 1. Chain saw kickback





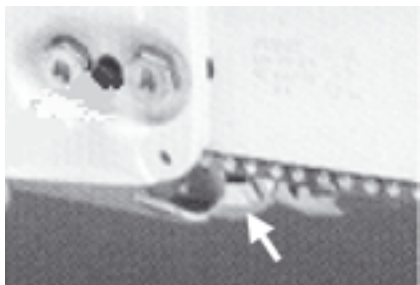
Fot. 1. Hamulec piły łańcuchowej połączony z osłoną ręki lewej: 1 – osłona ręki lewej (dźwignia hamulca); 2 – taśma hamulca piły łańcuchowej

Fot. 1. A saw chain brake connected with a front hand guard: 1 – the front hand guard of the chain saw; 2 – the tape of the saw chain brake



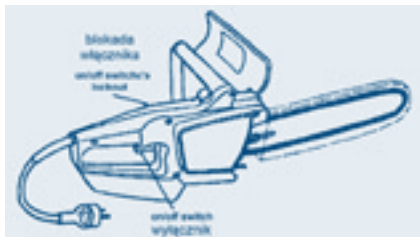
Rys. 2. Uruchamianie spalinowej przenośnej pilarki łańcuchowej z wykorzystaniem osłony ręki prawej

Fig. 2. Starting a chain saw using a rear hand guard



Fot. 2. Wychwytnik piły łańcuchowej

Fot. 2. A chain catcher



Rys. 3. Elementy sterownicze elektrycznej przenośnej pilarki łańcuchowej

Fig. 3. Control elements of an electric portable chain saw

Ochroną dla operatora jest również **wychwytnik piły łańcuchowej**, znajdujący się w przedniej, dolnej części korpusu pilarki. Służy on do wychwycenia piły łańcuchowej – pękniętej lub spadającej z prowadnicy (fot. 2.).

Bezpośredni kontaktowi operatora z piłą łańcuchową może zapobiec automatyczny bezwładnościowy **hamulec piły łańcuchowej nie uruchamiany ręcznie**, który w przypadku odbicia pilarki, także powoduje unieruchomienie piły łańcuchowej.

Natomiast **hamulec piły łańcuchowej** (stosowany w pilarkach elektrycznych i spalinowych), **tzw. QuickStop** (fot. 3.), zatrzymuje ruch piły łańcuchowej po upływie dziesiątych części sekundy od momentu zwolnienia przez operatora odpowiednio ukształtowanego przycisku na uchwycie tylnym.

W pilarkach łańcuchowych znajdują się także urządzenia zapewniające kontrolę nad pilarką przez użytkownika wykonującego pracę tą maszyną.

Jednym z nich jest **sprzęgło odśrodkowe** (głównie w pilarkach spalinowych). Umożliwia ono:

- zatrzymanie się piły łańcuchowej po zwolnieniu przycisku przyspiesznika (wyłącznika)
- uruchomienie piły łańcuchowej dopiero po odpowiednim zwiększeniu obrotów silnika w stosunku do obrotów biegu jałowego (w pilarkach spalinowych).

W pilarkach znajdują się elementy sterownicze umożliwiające operatorowi świadomą i wygodną zmianę parametrów technicznych podczas pracy. Takimi elementami w pilarkach spalinowych są: przycisk przyspiesznika i jego blokada oraz wyłącznik zapłonu.

**Przycisk przyspiesznika** (poz. 1. fot. 4.):

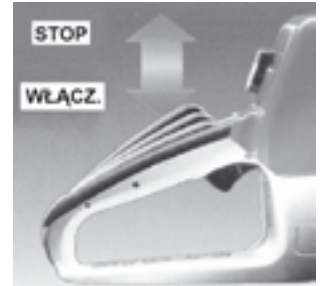
- pozwala na regulację prędkości obrotowej silnika w zależności od potrzeb
- umożliwia odłączenie napędu piły łańcuchowej przez zwolnienie obrotów silnika do obrotów „jałowych”, przy których sprzęgło odłącza napęd silnika.

**Blokada przycisku przyspiesznika** (poz. 3. na fot. 4.):

- uniemożliwia nieświadome uruchomienie przycisku przyspiesznika (potocznie nazywanego „dźwignią gazu”)
- może także służyć jako blokada położenia przycisku przyspiesznika podczas zimnego uruchamiania pilarki.

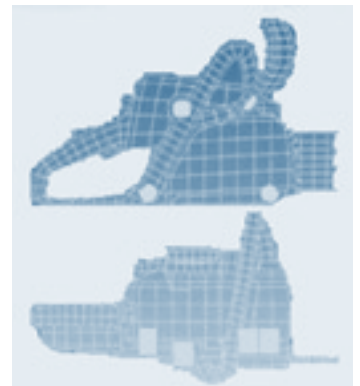
W pilarkach elektrycznych **blokada przycisku włączenia/wyłączenia** (rys. 3), umożliwia bezpieczne i nieprzypadkowe uruchomienie pilarki, przez świadome jej przyciśnięcie i uaktywnienie przycisku włączenia/wyłączenia wyłącza zasilanie pilarki, ale w tych pilarkach piła łańcuchowa może pozostać jeszcze w ruchu nie dłużej niż 1 s).

**Wyłącznik zapłonu** (poz. 2. fot. 4.) jest umieszczony w dostępnym miejscu



Fot. 3. Przykład hamulca piły łańcuchowej uruchamianego natychmiastowo po puszczeniu przez operatora odpowiedniego przycisku na uchwycie tylnym w spalinowej przenośnej pilarce łańcuchowej

Fot. 3. An example of a saw chain brake started immediately after the appropriate button on the rear handle has been released by the operator in a combustion portable chain saw



Rys. 4. Przykład rozmieszczenia amortyzatorów tłumiących drgania w przenośnych pilarkach łańcuchowych

Fig. 4. An example of the location of dampers attenuating vibrations in portable chain saws



Fot. 4. Elementy sterownicze spalinowej pilarki łańcuchowej: 1 – przycisk przyspiesznika; 2 – wielopozycyjna dźwignia do zimnego uruchamiania oraz do wyłączania zapłonu pilarki; 3 – blokada przycisku przyspiesznika

Fot. 4. Control elements of a combustion chain saw: 1 – throttle trigger; 2 – multiposition lever for cold starting and for switching off the ignition of chain saw; 3 – throttle trigger lockout

na obudowie pilarki i pozwala na szybkie wyłączenie silnika pilarki ręką trzymaną na uchwycie tylnym, bez zwalniania tego uchwytu.

Konstrukcja pilarki powinna zapewnić utrzymanie jej stabilności podczas pracy tą maszyną. Na spełnienie tego wyma-



gania ma wpływ konstrukcja **uchwytów pilarek** (przedniego i tylnego), których powierzchnie są wykonane z materiału ograniczającego poślizg, przez co zmniejsza się możliwość utraty kontroli nad pilarką podczas jej użytkowania.

**Amortyzatory** (rys. 4.) pozwalają również na lepszą kontrolę nad pilarką podczas jej pracy przez ograniczanie drgań przenoszonych na ręce operatora.

**Zderzak oporowy zębaty** – wbijany w drzewo podczas ścinki służy jako chwilowy punkt obrotu pilarki. Pomaga utrzymać pilarkę na miejscu podczas ścięcia (fot. 5.).

**Piła łańcuchowa** – ryzyko powstania odbicia pilarki ogranicza:

- wyprofilowanie ogranicznika zagłębienia w ogniwie tnącym (rys. 5.)
- podwyższenie wysokości ogniwa łączącego (rys. 6.)
- podwyższenie wysokości ogniwa prowadzącego (rys. 7.).

Innym ważnym elementem konstrukcyjnym jest **przewodnica „antyodbiciowa”** – ograniczająca ryzyko powstania odbicia pilarki przez:

- zamocowanie osłony (rys. 8.) uniemożliwiającej kontakt jej końcówki z drzewem
- zmniejszenie promienia zaokrąglenia końca przewodnicy w celu zmniejszenia możliwości kontaktu jej końcówki z drzewem (rys. 9.).

Stabilność pilarek spalinowych podczas ich uruchamiania, przez ograniczanie szarpania podczas tej czynności i niekontrolowanego przemieszczania się piły łańcuchowej, zapewnia również:

- zastosowanie **systemu „elastostart”** (rys. 10.)
- zastosowanie **zaworu dekompresyjnego**, który zmniejsza siłę potrzebną do uruchomienia silnika przez wyeliminowanie sprężania powietrza w cylindrze.

W pilarkach znajdują się urządzenia, które służą zapewnieniu właściwej pracy tych maszyn, zwiększając równocześnie bezpieczeństwo dla użytkowników. Taką funkcję spełnia **urządzenie do szybkiej regulacji naciągu piły łańcuchowej**, które:

- ułatwia czynność napinania piły łańcuchowej przy zbyt dużym jej wydłużeniu, zapobiegając jej spadnięciu z przewodnicy, w trakcie użytkowania pilarki bez stwarzania zagrożeń przecięciem piłą łańcuchową.

Natomiast **urządzenie do smarowania przewodnicy i piły łańcuchowej** (automatyczne, a w dużych pilarkach spalinowych także ręczne):

- uniemożliwia zakleszczanie się piły łańcuchowej w przewodnicy, a przez to zapobiega wielu wypadkom
- wydłuża żywotność urządzenia tnącego pilarki (piły łańcuchowej i przewodnicy).

Oprócz wymienionych urządzeń ochronnych, o zachowaniu przez operatora pełnej kontroli nad pilarką, a tym samym bezpieczeństwie jej użytkowania decydują także inne cechy tych maszyn,

jak: odprowadzenie pod spód pilarki strumienia trocin ograniczających pole widzenia operatora, wyważenie, możliwość wzrokowego sprawdzenia kontaktu piły łańcuchowej z przedmiotem obrabianym, osłony zapewniające ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym.

O bezpieczeństwie użytkowania tych maszyn decydują także w dużym stopniu właściwie opracowana instrukcja obsługi oraz oznakowanie maszyn.

## Podsumowanie

Omówione cechy konstrukcyjne pilarek, mające istotne znaczenie dla bezpieczeństwa użytkowania tych maszyn, zapewniają ich producenci, a szczegółowe



Fot. 5. Zderzak oporowy zębaty pilarki łańcuchowej

Fot. 5. A spiked bumper of a chain saw



Rys. 5. Piła łańcuchowa z wyprofilowanym ogranicznikiem zagłębienia ogniwa tnącego (ogranicznik zagłębienia jest łagodnie pochylony i bardziej wysunięty ku przodowi)

Fig. 5. A saw chain with a profiled depth gauge in the cutting link (the depth gauge is slightly tilted and it protrudes)



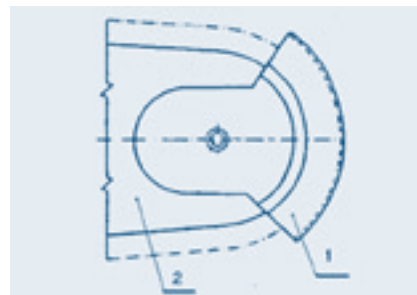
Rys. 6. Piła łańcuchowa ze specjalnym kształtem ogniwa łączącego (ogniwo łączące ma podwyższoną wysokość, jego część przednia jest szlifowana a część tylna wydłużona aż do ogranicznika zagłębienia)

Fig. 6. A saw chain with a specially shaped tie strap (the tie strap is raised, its front part is chamfered and the rear part extends as far as the depth gauge)



Rys. 7. Piła łańcuchowa z podwyższonym ogniwnem prowadzącym (ogniwo prowadzące ma podwyższoną wysokość, jego część przednia jest szlifowana a część tylna wydłużona aż do ogranicznika zagłębienia)

Fig. 7. A saw chain with a raised guide link (the guide link is raised, its front part is chamfered and it extends as far as the depth gauge)



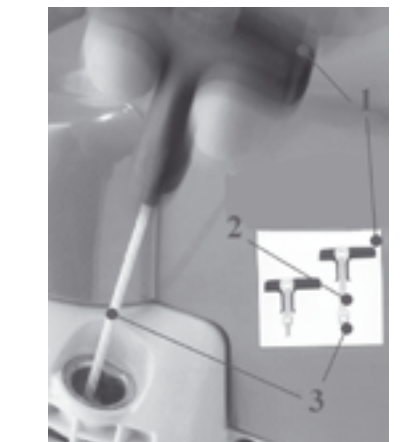
Rys. 8. Przewodnica piły łańcuchowej z zamocowaną osłoną antyodbiciową: 1 – osłona antyodbiciowa przewodnicy, 2 – przewodnica

Fig. 8. The guide bar of a saw chain with a low-kickback guard: 1 – the guide bar's low-kickback guard, 2 – the guide bar



Rys. 9. Końcówki przewodnicy piły łańcuchowej: 1 – standardowa; 2 – o mniejszym promieniu zaokrąglenia

Fig. 9. Tips of a saw chain guide bar: 1 – standard; 2 – with a smaller radius of the curve



Rys. 10. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego ograniczającego szarpnięcia przenoszone przez mięśnie i stawy operatora podczas uruchamiania spalinowej przenośnej pilarki łańcuchowej: 1 – uchwyt rozrusznika; 2 – elastyczny element amortyzujący znajdujący się w uchwycie rozrusznika; 3 – linka rozrusznika

Fig. 10. An example of a design solution that limits jerks loading the operator's muscles and joints when starting a portable combustion chain saw: 1 – starter handle; 2 – elastic dampening element located in the starter handle; 3 – starter cord

informacje w tym zakresie można uzyskać w punktach serwisowych ich producentów i importerów.

Przenośne pilarki łańcuchowe należą do maszyn szczególnie niebezpiecznych [5] wymienionych w załączniku 2. do rozporządzenia ministra gospodarki pracy



i polityki społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. [6] wprowadzającym dyrektywę 98/37/WE („maszynową”) do prawa polskiego. Podlegają one badaniom typu wykonywanym przez jednostki notyfikowane podczas przeprowadzania oceny zgodności z cytowanym rozporządzeniem i dyrektywą.

Nabywcy tych maszyn powinni zwracać uwagę na właściwe funkcjonowanie opisanych urządzeń ochronnych oraz na to, czy maszyny te są oznaczone znakiem CE i mają deklarację producenta dotyczącą zgodności z wymaganiami zasadniczymi (w następstwie uzyskania certyfikatu oceny typu WE wystawionego przez jednostkę notyfikowaną).

Nie należy również zapominać o tym, że na skalę ryzyka związanego z użytkowaniem pilarek wpływa także sposób wykonywania pracy przez operatora pilarki, czyli „czynnik ludzki”.

Należy też wspomnieć o znaczeniu stosowania środków ochrony indywidualnej, które zmniejszają skutki powstających sytuacji zagrożenia, opisanych szczegółowo w instrukcjach obsługi tych maszyn.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Dąbrowski A. *Program wieloletni pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w środowisku pracy”*. Zadanie badawcze 03.8.22. *Wytyczne ochrony przed urazami przy użytkowaniu przenośnych pilarek z piłą łańcuchową do drewna*. Warszawa 2000-2001
- [2] Więsik J. *Analiza zjawiska odbicia pilarki*. „Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej” 1992 nr 6
- [3] Dąbrowski A., Więsik J., Miareczko B., Jaroszkiewicz J., Górka M. *Bezpieczeństwo użytkowania przenośnych pilarek łańcuchowych do drewna*. Materiały do seminarium organizowanego podczas Targów POLAGRA FARM, Poznań 2001
- [4] Więsik J. *Sposoby zapobiegania energii, zapobiegania skutkom i eliminowania odbicia pilarek z piłą łańcuchową*. „Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej” 1992 nr 7
- [5] Dąbrowski M., Dąbrowski A. *Program wieloletni (służby państwowe) pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”*. Zadanie badawcze nr 4.2 pt. „Opracowanie i wdrożenie procedur badania oraz kryteriów oceny zgodności maszyn szczególnie niebezpiecznych do ścinania i obróbki drewna”. Warszawa 01.2002 – 12.2004
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań bezpieczeństwa dla maszyn i elementów bezpieczeństwa. DzU nr 91, poz. 858

Praca wykonana w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” (program realizacji zadań w zakresie służb państwowych) dofinansowywanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2001-2004. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

## Wstęp

Odlewnictwo żeliwa należy do gałęzi przemysłu o zwiększonym ryzyku zawodowym. Podczas całego procesu produkcji odlewów pracownicy są narażeni na niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe czynniki, które mogą być przyczyną chorób zawodowych oraz wypadków przy pracy.

Według dostępnych danych statystycznych dotyczących warunków pracy w krajowym odlewnictwie żeliwa w latach 1999 – 2001 liczby pracowników narażonych na substancje chemiczne (w tym na rakotwórcze) wynosiły odpowiednio: 292 (77), 390 (213), 360 (232). Natomiast w tych latach stwierdzono 6 wypadków przy pracy, których przyczyną były substancje toksyczne i drażniące oraz 12 wypadków spowodowanych przez substancje wybuchowe. W tym okresie stwierdzono także jedną zawodową chorobę nowotworową, której przyczyną były substancje chemiczne.

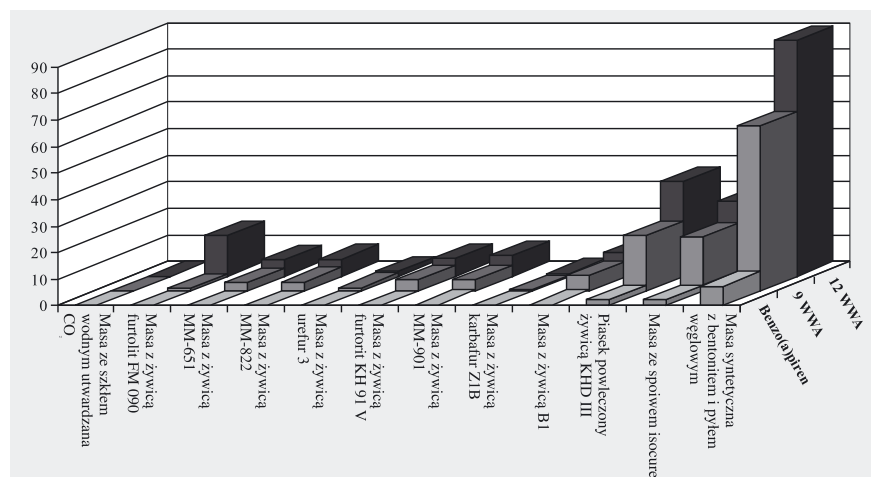
Badania epidemiologiczne wskazują na występowanie zwiększonego ryzyka raka płuca i nowotworów przewodu pokarmowego, prostaty, nerek i układu hematologicznego wśród pracowników odlewni żeliwa. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) uznała, że istnieją wystarczające dowody działania rakotwórczego u ludzi zatrudnionych w odlewnictwie żeliwa i zalicza ten przemysł do procesów rakotwórczych dla ludzi – Grupa 1 [1]. Unia Europejska zalicza procesy technologiczne, w których występuje narażenie na działanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych obecnych w sadzy węglowej, smołach węglowych

i pakach węglowych do procesów, w toku których dochodzi do uwolnienia czynników rakotwórczych lub mutagennych [2].

## Źródła emisji substancji chemicznych

Produkcja odlewów z żeliwa obejmuje wykonanie rdzenia oraz formy odlewniczej, topienie żeliwa, zalanie stopionym metalem formy, wybite odlewu z formy, a następnie jego oczyszczenie.

Masy formierskie, a szczególnie większość mas rdzeniarskich są źródłem emisji szkodliwych substancji chemicznych do środowiska [3]. Substancje chemiczne występują na wszystkich stanowiskach pracy w odlewnictwie, poczynając od transportu, przygotowania surowców i materiałów wyjściowych, a kończąc na stanowisku wybijania i oczyszczania odlewów [4, 5, 6]. Oprócz związków chemicznych, stanowiących skład mas formierskich i rdzeniowych, do powietrza stanowisk pracy w trakcie procesu odlewniczego emitowane są substancje powstające w wyniku termicznego rozkładu. Wśród nich najniebezpieczniejsze są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), które stanowią grupę związków o działaniu prawdopodobnie rakotwórczym dla ludzi [7]. Badania toksyczności mas formierskich i rdzeniowych pod względem emisji WWA wykazały, że związki te są emitowane podczas zalewania form wykonanych z 12 różnych mas stosowanych w odlewnictwie. Najwięcej WWA jest emitowanych z masy składającej się z bentonitu i pyłu węglowego. Na rysunku 1. pokazano wartości emisji WWA dla tych rodzajów masy [8].



Rys. 1. Zawartość (mg/kg) benzo(a)pirenu,  $\Sigma 9$  WWA oraz  $\Sigma 12$  WWA w pyłe po zalaniu formy żelwem o temperaturze 1350 °C [8]

Fig. 1. Content (mg/kg) of benzo(a)pirene,  $\Sigma 9$  PAH and  $\Sigma 12$  PAH in dust after iron flooding of the mould in temperature 1350 °C [8]

