

dr inż. Aneta Duda^{a)}, prof. dr hab. inż. Klaudiusz Lenik^{a)*}

^{a)}Politechnika Lubelska / Lublin University of Technology

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: k.lenik@pollub.pl

Ocena ryzyka zawodowego na stanowisku zbrojarz-betoniarz w przedsiębiorstwach wytwarzających wyroby na potrzeby budownictwa – studium przypadku

Risk Assessment at the Workplace of Steel Fixer – Concrete Placer in Companies Producing Goods for the Construction Industry – Case Study

Оценка риска на рабочем месте арматурщика-бетонщика на предприятиях, выпускающих продукцию для строительной отрасли – анализ случая

ABSTRAKT

Cel: Omówienie wybranej problematyki oceny ryzyka zawodowego w przedsiębiorstwach wytwarzających wyroby na potrzeby budownictwa na podstawie studium przypadku stanowiska zbrojarz-betoniarz i produkcji budowlanych zbrojonych elementów konstrukcyjnych.

Wprowadzenie: W literaturze specjalistycznej można znaleźć wiele różnych metod wykorzystywanych w ocenie ryzyka zawodowego. Nie ma jednak jednej uniwersalnej metody przeznaczonej dla różnych stanowisk w przedsiębiorstwach budowlanych. Rozpoznawanie rzeczywistych zagrożeń występujących w zakresie prac zbrojarza-betoniarza wiąże się z konkretnymi warunkami i technologią działań wykonywanych na tym stanowisku. Narzędziem służącym do określenia prac w kierunku poprawy warunków bhp jest prawidłowo przeprowadzona ocena ryzyka zawodowego.

Metodologia: Opracowanie arkusza oceny, analiza, wnioskowanie.

Wnioski: Wyniki przeprowadzonych analiz wyraźnie wskazują, że w ocenach ryzyka zawodowego powszechnie uwzględniane najczęstsze źródła zagrożeń związane są z zagadnieniami: elektrycznymi, ergonomicznymi i uszkodzeń od niebezpiecznych elementów mechanicznych. Natomiast w większości brakuje uwzględniania w tych analizach źródeł związanych z własnościami materiałów i technologią wykonywanych prac takich jak: odkształcenia plastyczne i zjawiska sprężynowania prętów metalowych, czy wpływ temperatury i sposobu łączenia na wytrzymałość i trwałość połączeń spawanych lub zgrzewanych. Kierunki podstawowych działań w celu poprawy bezpieczeństwa dla omawianych stanowisk pracy zbrojarz-betoniarz powinny być związane z indywidualną oceną stosowanych metod i technologii oraz warunków pracy w danym zakładzie. Ich wytyczenie jest możliwe w oparciu o prawidłowo przeprowadzoną ocenę ryzyka zawodowego, uwzględniając określenie poziomu ryzyka oraz porównanie go z poziomem dopuszczalnym. W przeprowadzeniu takiej analizy ważne jest, aby uwzględniać zjawiska występujące w procesach technologicznych oraz związane z własnościami fizycznymi i zachowaniem się materiałów w trakcie wykonywania elementów konstrukcyjnych.

Słowa kluczowe: ocena ryzyka zawodowego, wytwarzanie, wyroby na potrzeby budownictwa

Typ artykułu: studium przypadku – analiza zdarzeń rzeczywistych

Przyjęty: 16.05.2016; Zrecenzowany: 30.11.2016; Opublikowany: 31.03.2017;

Procentowy wkład merytoryczny: A. Duda – 40%; K. Lenik – 60%;

Proszę cytować: BiTP Vol. 45 Issue 1, 2017, pp. 192–203, doi: 10.12845/bitp.45.1.2017.14;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

Aim: The discussion of selected issues of occupational risk assessment in companies producing goods for the construction industry. The study especially concerns the job of a steel fixer / concrete placer and the construction of reinforced concrete elements.

Introduction: In specialized literature there are numerous methods which are helpful in conducting the process of occupational risk assessment. However, there is no universal method for different jobs in construction companies. Identification of real hazards occurring in the course of work done by a steel fixer /concrete placer is connected with the actual conditions and technology of that job. A properly conducted occupational risk assessment is a tool for determining the methods of improving the OHS conditions.

Methodology: Elaboration of an evaluation sheet, analysis, reasoning.

Conclusions: The results of the performed analyses clearly indicate that typical occupation risk assessments most often account for the possible sources of hazards related with electricity, ergonomics, and damages caused by hazardous mechanical elements. On the other hand, the sources connected with the material properties and the technology of work are usually not accounted for. These include, for instance: plastic deformation and the phenomenon of rebar spring-back, or the impact of temperature and connection type on the resilience and durability of welded joints. The basic

possibilities of improving occupational safety of the job of a steel fixer / a concrete placer should be connected with an individual assessment of the applied methods and technologies, as well as the conditions in a given workplace. A correctly performed occupational risk assessment determines the possible actions to be taken in order to achieve the hazard level that is considered as acceptable. In order to conduct such analysis, it is important to include the phenomena occurring in technological processes, which are connected with the physical properties and behaviour of materials during the production of construction elements.

Keywords: occupational risk assessment, production, goods for the construction industry

Type of article: case study – analysis of actual events

Received: 16.05.2016; Reviewed: 30.11.2016; Published: 31.03.2017;

Percentage contribution: A. Duda – 40%; K. Lenik – 60%;

Please cite as: BiTP Vol. 45 Issue 1, 2017, pp. 192–203, doi: 10.12845/bitp.45.1.2017.14;

This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

АННОТАЦИЯ

Цель: Обсуждение выбранной проблематики оценки профессионального риска на предприятиях, производящих строительную продукцию. В частности, рассмотрение конкретного случая для рабочего места арматурщика-бетонщика и выполнения работ по изготовлению армированных строительных элементов.

Введение: В специальной литературе можно найти множество различных методов, полезных при проведении процесса оценки профессионального риска. Нет, однако, одного универсального метода, предназначенного для различных рабочих мест на строительных предприятиях. Идентификация реальных угроз для арматурщика-бетонщика связана с конкретными условиями и технологиями деятельности, выполняемые на данном рабочем месте. Инструментом, используемым для улучшения безопасности труда, является должным образом проведенная оценка профессионального риска.

Методология: разработка листа оценки, анализ, логический вывод.

Выводы: Результаты проведенных анализов ясно показывают, что чаще всего в оценках профессионального риска учитываются источники угроз, связанные с электричеством, эргономикой и повреждениями от опасных механических компонентов. Тем не менее, в основном в большинстве проведенных анализов уделено мало внимания источникам, описывающим свойства материалов и технологию работы, например, таких как: пластическая деформация, явление отскакивания металлических стержней или влияние температуры и способов проведения сварных соединений на их прочность и долговечность.

Направления основных мер по улучшению ситуации в области безопасности труда на этих рабочих местах должны быть связаны с индивидуальной оценкой используемых методов и технологий, а также условий работы в данной компании. Правильная оценка риска при определенном для неё уровне угрозы позволяет разработать рекомендации для основных действий на основе её сравнения с уровнем, который считается приемлемым. Для проведения данного анализа важно учитывать явления, проявляющиеся в технологических процессах, а также связанные с физическими свойствами и поведением материалов при изготовлении компонентов конструкции.

Ключевые слова: оценка профессионального риска, производство, изделия на потребности строительства

Вид статьи: исследование случая - анализ реальных событий

Принята: 16.05.2016; Рецензирована: 30.11.2016; Опубликована: 31.03.2017;

Процентное соотношение участия в подготовке статьи: A. Duda – 40%; K. Lenik – 60%;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 45 Issue 1, 2017, pp. 192–203, doi: 10.12845/bitp.45.1.2017.14;

Настоящая статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Wprowadzenie

Zakres działania służb bhp w zakładzie pracy jest ściśle oparty na rozporządzeniu Rady Ministrów wydanym w sprawie służby bezpieczeństwa i higieny pracy. Do ich kompetencji należą kwestie związane z ustalaniem okoliczności i przyczyn wypadków przy pracy oraz opracowanie wniosków i środków zapobiegających ich występowaniu. Jednym z czynników wpływających na poprawę bezpieczeństwa w przedsiębiorstwach jest wprowadzanie nowych rozwiązań technicznych oraz wymiana przestarzałych maszyn i urządzeń. Automatyzacja procesów technologicznych umożliwia zmniejszenie uciążliwości pracy, szkodliwości zawodowych oraz prowadzi do oddzielenia człowieka od stref niebezpiecznych. Prowadzone w ten sposób działania wymagają nowych opracowań i ponownych ocen ryzyka pracy zawodowej w zmieniających warunkach pracy.

Wybór odpowiedniej metody oceny ryzyka zawodowego zależy od celu badań, stopnia szczegółowości i charakteru otrzymanych wyników. Nie można stosować jednej uniwersalnej metody ze względu na różne specyfikacje poszczególnych dziedzin gospodarki, rodzajów działalności, a także dużą różnorodność pracy i stanowisk. Metody używane do oceny ryzyka zawodowego różnią się między sobą sposobem postępowania w trakcie zbierania informacji o zagrożeniach występujących na stanowisku pracy, zasobem informacji, które są niezbędne do przeprowadzenia oceny, zakresem stosowania, a także kryteriami stosowanymi podczas realizacji oceny.

Pracodawca, dokonując wyboru metody oceny ryzyka zawodowego, musi sprawdzić, czy dana metoda jest odpowiednia dla ocenianego stanowiska pracy, a ponadto: czy członkowie wchodzący w skład komisji oceniającej ryzyko zawodowe posiadają odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie, czy dostępne są niezbędne informacje potrzebne do przeprowadzenia oceny

oraz czy zapewniono terminy i odpowiednie środki do przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego.

Narzędziem służącym do określenia działań w kierunku poprawy warunków bhp jest prawidłowo przeprowadzona ocena ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy.

Specyfika oceny ryzyka zawodowego w przedsiębiorstwach wytwarzających wyroby z betonu

Zakres występującego ryzyka dzieli się zwykle na kilka poziomów, z których każdy należy opisać w jednoznaczny sposób. W trakcie przeprowadzania oceny ryzyka zawodowego przygotowuje się kartę oceny ryzyka dla danego stanowiska. W karcie tej wymieniane jest zagrożenie – niebezpieczny, szkodliwy lub uciążliwy czynnik środowiska pracy. W celu uściślenia tego czynnika można podać także zdarzenie związane z jego występowaniem, ale nie jest to konieczne, gdyż w tabeli dokumentującej ocenę ryzyka w praktyce jest on tylko wymieniany. W dalszej kolejności w karcie podaje się m.in. możliwe źródła i skutki zagrożenia. Ryzyko zawodowe określa się zazwyczaj poprzez dwa najważniejsze elementy:

- 1) stopień prawdopodobieństwa wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia (oznaczane przez „P”),

- 2) ciężkość przewidywanych następstw tego niebezpiecznego zdarzenia (oznaczane przez „C”).

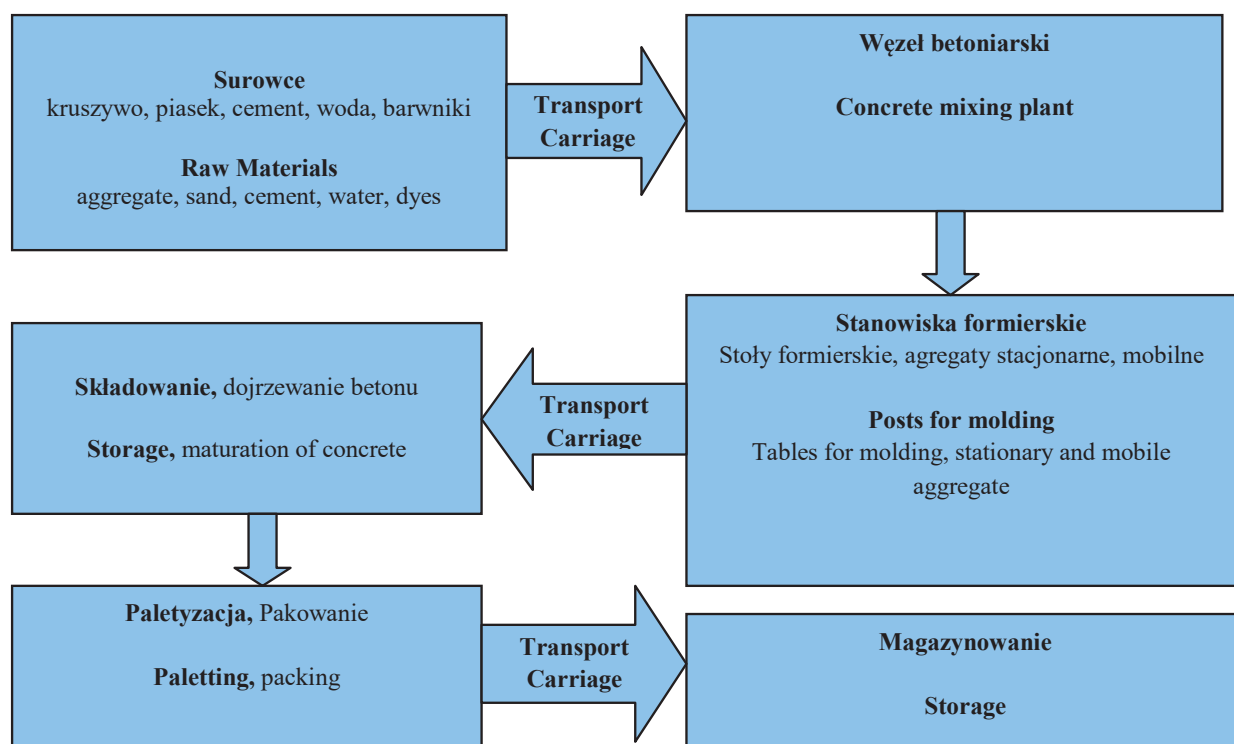
Ryzyko zawodowe (R) stanowi więc funkcję powyższych dwóch elementów: $R = f(P, C)$.

Ocena ryzyka zawodowego obejmuje wyznaczenie poziomu ryzyka i porównanie go z poziomem uznanym za dopuszczalny. Wartość tego wskaźnika decyduje o poziomie ryzyka i jednocześnie o koniecznych środkach zaradczych [1].

Proces produkcyjny wyrobów z betonu

Masa betonowa do produkcji prefabrykatów przygotowywana jest według ściśle określonej receptury. Prefabrykaty żelbetonowe wykonywane są poprzez zasypywanie masy betonowej do odpowiednich form stalowych, w których umieszczone jest zbrojenie konstrukcyjne. Następnie przeprowadzany jest proces wibrowania.

Po zakończeniu wibrowania następuje rozformowanie prefabrykatów, które następnie są transportowane na plac składowo-magazynowy, gdzie są odpowiednio pielęgnowane do czasu uzyskania wymaganej wytrzymałości. Uproszczony schemat procesu produkcji przedstawia rycina 1.



Rycina 1. Schemat procesu produkcji prefabrykatów betonowych

Figure 1. Diagram of the production process of precast concrete elements

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

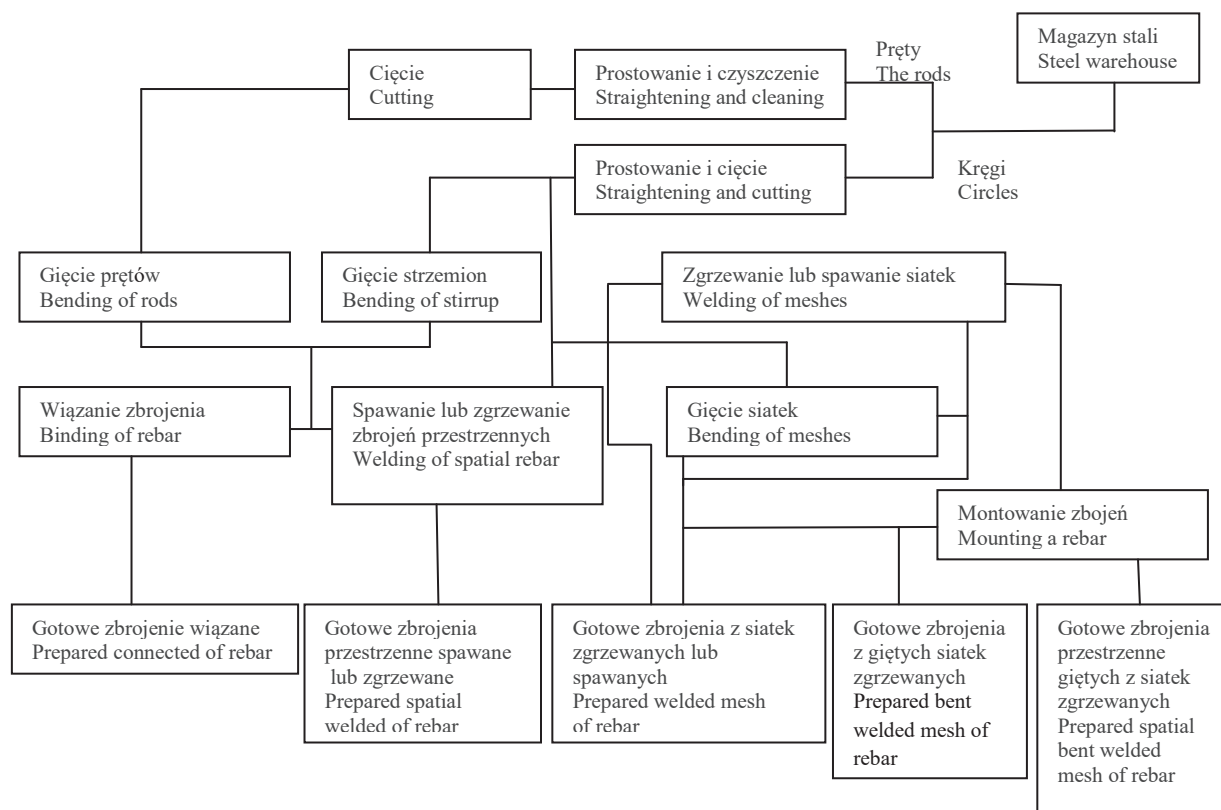
Wyroby z betonu najczęściej zbrojone są prętami stalowymi. W związku z tym jednym z problemów występujących

w ich procesie produkcyjnym jest przygotowanie materiałów do zbrojenia.

Transport stali na stanowisko cięcia odbywa się za pomocą wózka transportowego po uprzednim załadunku wiązki stali suwnicą lub – w przypadku drutów wymagających wcześniejszego prostowania – poprzez ręczne przeniesienie jej z prościarki.

Stal zbrojeniową przed użyciem jej do produkcji zbrojeń oczyszcza się ze wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń, a zwichrowania powstałe w wyniku transportu lub niewłaściwego

składowania prętów przed cięciem są prostowane. Druty i stal zbrojeniowa w kręgach są prostowane przez prościarki, które następnie tną je na żadaną długość. Prostowana stal jest składowana w hali prościarek w wyznaczonym miejscu, skąd jest pobierana w ilości potrzebnej do produkcji zbrojeń. Proces wytwarzania zbrojeń dzieli się na etapy w zależności od typu zbrojenia, co zostało przedstawione na rycinie 2.



Rycina 2. Schemat procesu wytwarzania zbrojeń

Figure 2. Diagram of rebar production process

Źródło: Opracowanie własne.

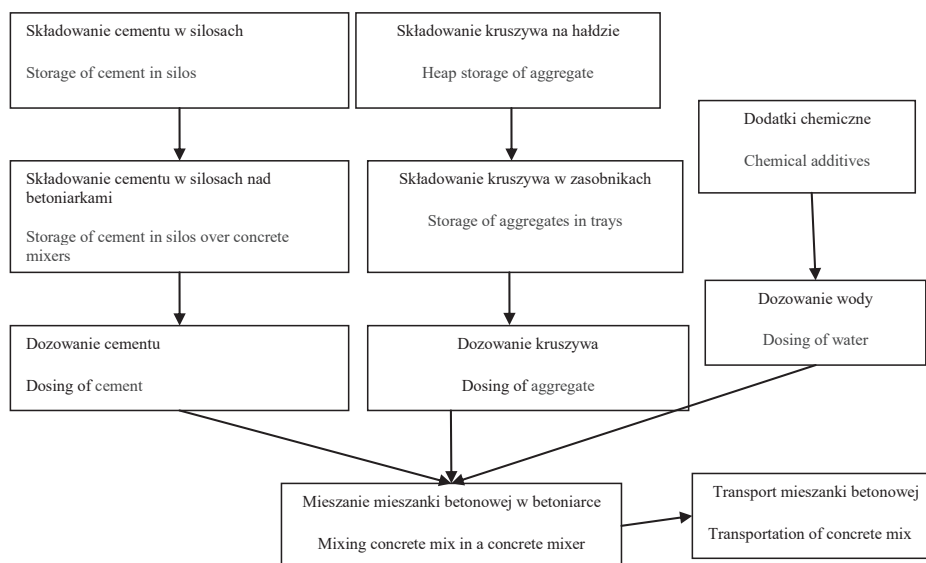
Source: Own elaboration.

W procesie wytwarzania zbrojei przedstawionym na ryc. 2 do procesów cięcia wykorzystuje się nożyce mechaniczne lub hydrauliczne. Gięcie prętów realizuje się za pomocą giętarek mechanicznych lub ręcznych. Proces wiązania zbrojei wykonywanych na specjalnych stojakach poprzedza zgrzewanie zbrojei za pomocą zgrzewarek jednopunktowych. Spawanie zbrojei wykonuje się przy wykorzystaniu prostowników spawalniczych elektrodami otulonymi lub agregatami spawalniczymi do spawania drutami spawalniczymi w osłonie CO₂. Wymienione procesy ze względu na zachowanie się materiałów w trakcie prowadzonych prac mogą być obciążone określonymi źródłami zagrożeń dla pracownika. Należą do nich zjawisko sprężynowania prętów metalowych związane z ich gięciem metodami obróbki plastycznej oraz zróżnicowane własności połączeń zgrzewnych lub spawanych wygiętych prętów zachowujących określone wewnętrzne naprężenia sprężyste. Obciążenie dodatkowe takich połączeń może spowodować

ich zerwanie i gwałtowną zmianę geometrii konstrukcji metalowej. Może to być przyczyną nieszczęśliwych wypadków lub uszkodzeń na stanowisku pracy przy wykonywaniu zbrojonych elementów nośnych [2].

Transport gotowych zbrojeń do magazynu lub na miejsce ich wbetonowania realizowany jest w warunkach zabezpieczających zbrojenie przed odkształceniem. W zależności od rodzaju zbrojenia, jego ciężaru, wymiarów i stanowiska jego wbetonowania odbywa się on ręcznie bądź przy użyciu środków transportowych takich jak sunnice.

Mieszanąkę masy betonowej przygotowuje się poprzez określone dozowanie jej składników (takich jak kruszywo, cement i domieszki) za pomocą dozownika wyposażonego w wagę. Kruszywo poprzez dozownik trafia do kosza zasypowego, który zasypuje bęben mieszkarki. Schemat wytwarzania mieszanki betonowej przedstawiony jest na rycinie 3.



Rycina 3. Schemat technologiczny wytwarzania i transportu mieszanki betonowej

Figure 3. Technological diagram of the production of concrete mix and its transport

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

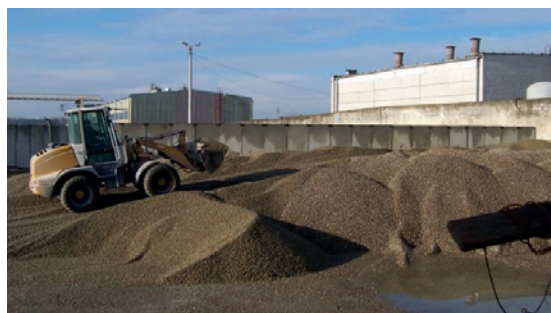
W przypadku ręcznego zasypywania gotową mieszanką występują problemy związane z bezpieczeństwem podczas zsypania jej z podwieszonych pojemników transportujących beton na poszczególne stanowiska formerskie. Przy czym sterowanie pojemników odbywa się elektrycznie.

Zagrożenia związane z poszczególnymi etapami procesu produkcji i składowania

Surowce wykorzystywane w procesie produkcyjnym, takie jak piasek, żwir, kruszywo i cement, muszą być składowane w odpowiednich warunkach oraz na specjalnie do tego celu wyznaczonym terenie. Wymaganie to związane jest bezpośrednio z zapewnieniem bezpieczeństwa w procesie produkcji wyrobów z betonu. W szczególności cement należy przechowywać w workach w magazynach zamkniętych lub najlepiej w zbiornikach blaszanych (silosach). Silosy montowane są na takiej wysokości, aby spód zbiornika zezwalał na zamontowanie dozownika

lub podjazdu dla środka transportowego. Zbiorniki należy ustawiać na fundamentach betonowych, aby zapobiec ich przewróceniu pod wpływem wiatru. Zbiorniki pozwalają na minimalizację kosztów opakowań oraz kosztów ręcznej pracy przeładunkowej.

Drugi sposób składowania cementu to składowanie w workach papierowych w magazynach zamkniętych. Wiąże się on z problemem właściwego wykonania podłogi i zaizolowania jej przed wilgocią. Dodatkowo, aby właściwie zabezpieczyć pracę, należy zadbać o odpowiednie i widoczne oznakowanie różnych marek cementu. Podstawowym problemem w magazynowaniu kruszywa, żwiru i piasku jest zabezpieczenie ich składowania na podłożu utwardzonym, najlepiej betonowym o odpowiednio wyprofilowanym spadku dla odprowadzania wód opadowych. W celu zapewnienia jak najlepszych warunków bezpieczeństwa pracy przewiduje się z reguły załadunek i wyładunek przy użyciu koparko-ładowarki (ryc. 4). W takich przypadkach praca operatora odbywa się przede wszystkim na terenie otwartym, w kabinie. Jednym z zagrożeń dla operatora jest narażenie go na oddziaływanie zmiennych warunków atmosferycznych i temperaturowych.



Rycina 4. Plac do magazynowania surowców

Figure 4. Storage yard

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Inne zagrożenia to przeciążenie układu ruchu (mięśniowo-szkieletowego) przez wymuszoną pozycję ciała. Operator jest również narażony na hałas i wibracje związane z pracą urządzenia.

Na podstawie przedstawionej problematyki wytwarzania wyrobów z betonu jako przykład omówiono temat oceny ryzyka zawodowego dla stanowiska pracy zbrojarz-betoniarz.

Do zakresu prac zbrojarz-betoniarz należą: oczyszczanie prętów i konstrukcji stalowych z rdzy oraz zanieczyszczeń przy pomocy szczotek lub mechanicznie, prostowanie, cięcie oraz gięcie drutu zbrojeniowego – ręcznie lub mechanicznie. Zbrojarz-betoniarz obsługuje prościarki, giętarki, nożyce do cięcia stali, wciągarki oraz elektronarzędzia. Przenosi stal zbrojeniową i elementy zbrojenia. Wykonuje deskowanie oraz wiązanie i ustawianie zbrojenia w deskowaniu. Prowadzi proces zgrzewania przy pomocy

zgrzewarek. Obsługuje i konserwuje betoniarki oraz inny sprzęt stosowany przy robotach betonowych. Składa masę betonową w elementach zbrojonych konstrukcji. Obsługuje agregaty formująco-zagęszczające, przeznaczone do formowania prefabrykatów. Właściwie zabezpieczone stoły zbrojarskie oraz urządzenia do prostowania, gięcia i cięcia zbrojenia są przytwierdzone do podłoża i znajdują się w pomieszczeniach lub pod wiatami [3].

Ze względu na różnorodność wykonywanych prac pracownik jest narażony na szereg zagrożeń, takich jak skałeczenia, ułucia, urazy wynikające z transportu ręcznego, przygniecenia, lub potknięcia.

Rycina 5 przedstawia prościarkę do drutów, która prostuje i tnie na określoną długość pręt zbrojeniowy. Praca z tym urządzeniem jest szczególnie niebezpieczna ze względu na ostre elementy ruchome, zabezpieczone osłonami.



Rycina 5. Prościarka

Figure 5. Straightener

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Do cięcia prętów zbrojeniowych służy gilotyna przedstawiona na ryc. 6. Pracownik obsługujący gilotynę w szczególności jest narażony na zagrożenia mechaniczne, takie jak odcięcie ręki, palców, zgniecenie lub zmiżdżenie ręki, palców między

dociskaczami a przedmiotem obrabianym lub stołem. Inne zagrożenia to wplątanie lub pochwycenie (części ciała) przez ruchome elementy przeniesienia napędu (przekładnie pasowe, zębate itp.).



Rycina 6. Gilotyna do cięcia prętów

Figure 6. Rebar cutter

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Przy obsłudze giętarki może również dojść do porażenia prądem elektrycznym w wyniku bezpośredniego lub pośredniego dotknięcia elementów znajdujących się pod napięciem podczas normalnej pracy oraz mogących znaleźć się pod napięciem wskutek uszkodzenia.

Na ryc. 7 przedstawione jest stanowisko do zbrojenia, na którym pracownicy ręcznie zbroją konstrukcję metalową. Do wiązania siatek i szkieletów stosuje się sprzęt pomocniczy (np. kozły), który znacznie zmniejsza wysiłek fizyczny, gdyż pozwala uniknąć ciągłego schylania się.



Rycina 7. Zbrojenie konstrukcji stalowej

Figure 7. Steel rebar

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Przy prefabrykacji, podczas formowania betonów, włączone wibratory różnego typu generują uciążliwy hałas oraz narażają operatora na działanie wibracji. W czasie pracy zagrożenie może stanowić także sama masa betonowa, mająca działanie żrące i uczulające. Do urządzeń szczególnie

uciążliwych należy kruszarka (ryc. 8). Operator kruszarki narażony jest nie tylko na uciążliwy hałas, niekorzystne warunki atmosferyczne, ale również na duże zapylenie oraz zagrożenia związane z obsługą przenośników taśmowych do transportu kruszywa [4].



Rycina 8. Kruszarka

Figure 8. Crusher

Źródło: Opracowanie własne.

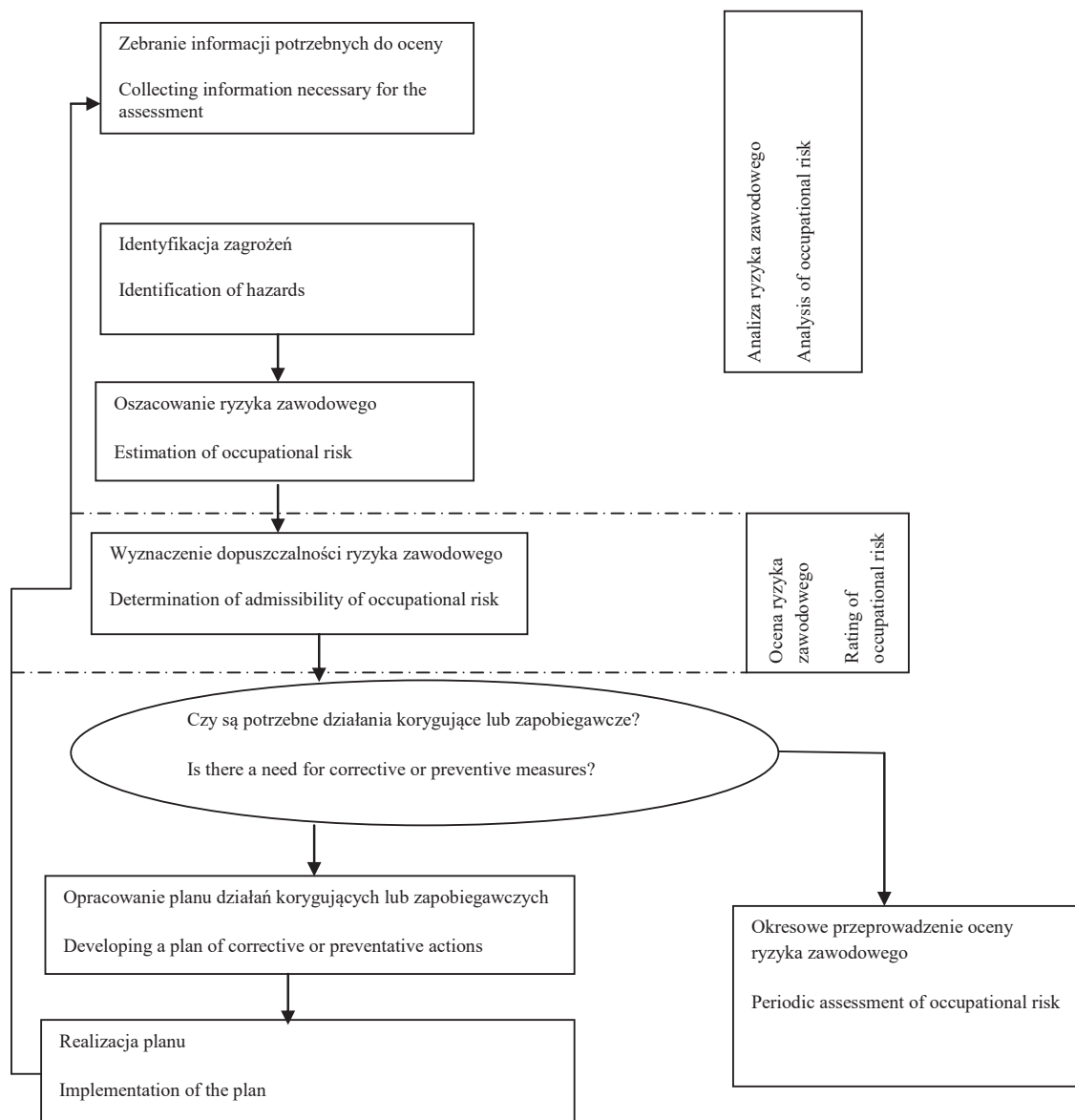
Source: Own elaboration.

Nadmierny hałas może być również przyczyną несчастного wypadku w transporcie wewnątrzzakładowym, gdzie niejednokrotnie krzyżują się pieszce drogi pracowników z drogami dla różnych środków transportu. Przykładowo pracownik zajęty swoimi czynnościami może nie zauważyć lub nie usłyszeć sygnałów ostrzegawczych o zbliżającym się niebezpieczeństwie. Jednym z najszerzej stosowanych środków transportu wewnątrzzakładowego są wózki jezdniowe z napędem silnikowym lub elektrycznym. Ich eksploatacja wiąże się z dużą liczbą zagrożeń i dlatego bardzo istotna dla bezpieczeństwa i higieny pracy jest znajomość i przestrzeganie podstawowych przepisów obowiązujących w tym zakresie. Wózki jezdniowe podnośnikowe z mechanicznym napędem podnoszenia są objęte dozorem technicznym, podobnie jak butle gazowe stosowane w wózkach do zasilania silników spalinowych [5].

Dzięki przeprowadzeniu oceny ryzyka zawodowego możliwe jest:

- dokonanie odpowiedniego wyboru wyposażenia stanowisk pracy, materiałów oraz organizacji pracy,
- ustalenie priorytetów w działaniach zmierzających do eliminowania lub ograniczenia zagrożeń, które mogą wystąpić na stanowiskach pracy.

Nie bez znaczenia jest także fakt, że ocena ryzyka zawodowego może przyczynić się do podjęcia działań naprawczych w zakładzie pracy. Wnioski, które wynikają z oceny ryzyka zawodowego, są bardzo przydatne w szkoleniu załogi. Dotyczy to zarówno szkolenia wstępnego ogólnego i stanowiskowego, jak i szkolenia okresowego. Sposób przeprowadzania i dokumentowania oceny ryzyka zawodowego zależy przede wszystkim od wielkości zakładu i rodzaju występujących w nim zagrożeń. Przykładowy schemat przebiegu i oceny ryzyka przedstawia rycina 9.



Rycina 9. Schemat przebiegu oceny ryzyka zawodowego
Figure 9. Diagram of occupational risk assessment process

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Na podstawie przeprowadzonej analizy przebiegu procesów wytwórczych wyrobów betonowych zbrojonych przeprowadzono identyfikację zagrożeń i opracowano ocenę ryzyka zawodowego na stanowisku pracy zbrojarz-betoniarz.

Identyfikacja zagrożeń dla betoniarza w zakładzie prefabrykatów betonowych – studium przypadku

Przedstawiona ocena ryzyka zawodowego związana z zadaniami wykonywanymi na stanowisku zbrojarz-betoniarz ma charakter przykładowy. Oceną objęto dane uzyskane z zakładu produkującego prefabrykaty z betonu, dla stanowiska betoniarz. Prace i zadania wykonywane przez pracownika dotyczą:

- stanowiska formowania – Nawa I – obsługa łańcuchów wibracyjnych, zasypnika betonu, płyty dociskowej, tuneli naparzalniczych wraz z oprzyrządowaniem ciągu powrotnego wózków, wyciągarki linowej wózków, wózków transportu masy betonowej (15% ogólnego czasu pracy),
- oddziału produkcji żerdzi wirowanych – Nawa II – obsługa stanowiska rozformowania żerdzi, stanowiska formowania żerdzi, naciągu strun, naparzanania elementów w formach, wirowania żerdzi, obsługa ciągu transportowego wywozu gotowych wyrobów, obsługa pochylni transportu form i obsługa wózków transportu masy betonowej (15% ogólnego czasu pracy),
- stanowiska formowania – Nawa III – obsługa łańcuchów wibracyjnych, zasypnika betonu, tuneli naparzalniczych wraz z urządzeniami zapachowymi, obsługa ciągu powrotnego

- wózków, wyciągarki linowej wózków, obsługa formy uniwersalnej stacjonarnej oraz obsługa wózków transportu masy betonowej (15% ogólnego czasu pracy),
- obsługi agregatu do produkcji rur – BEFA 2,5, Simplex, obsługa wózków transportu masy betonowej, obsługa przenośnika taśmowego transportu masy betonowej;
- obsługa agregatu ZENITH, wibroprasy, maszyny kroczące i produkcja poligonowa;
- obsługa agregatu KVM, wibroprasy, przenośnika rolkowego palet, obsługa stanowiska spiętrzania palet oraz wózka transportu masy betonowej (15% ogólnego czasu pracy),
- obsługi agregatu AF 05, wibratora, koszy zasypowych i przenośnika rolkowego;
- obsługa przenośników taśmowych służących do transportu kruszyw (10% ogólnego czasu pracy),
- sprzątkania (5% ogólnego czasu pracy),
- zabezpieczania terenu (5% ogólnego czasu pracy),
- załadunku/rozładunku (10% ogólnego czasu pracy).

Zgodnie z metodą indukcyjną, przeznaczoną do jakościowego oszacowania ryzyka według PN-N-18002 (w skali pięciostopniowej), przykładowo na stanowisku betoniarza podczas wykonywania wymienionych wyżej czynności mogą mieć miejsce następujące zagrożenia (zdarzenia):

- uderzenie przez wyrzucony wylatujący przedmiot;
Szacując ciężkość następstw jako małą oraz prawdopodobieństwo następstw jako mało prawdopodobne, wartość ryzyka odczytujemy jako bardzo małe – 1;
- uderzenie, pochwycenie przez elementy ruchome (np. mieszadła, wirówka)

Szacując ciężkość następstw jako małą oraz prawdopodobieństwo następstw jako mało prawdopodobne, wartość ryzyka odczytujemy jako bardzo małe – 1.

Dla tego typu kategorii ryzyka w przedsiębiorstwie przyjmuje się działania zapobiegawcze – wskazana kontrola.

W celu poprawy sytuacji bezpieczeństwa pracy w wybranym zakładzie prefabrykatów betonowych należy m.in. podjąć działania mające na celu podniesienie świadomości pracodawców, pracowników nadzoru i pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Przepisy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy powinny być zrozumiałe i jednoznaczne dla przeciętnego pracownika. Ważne jest, aby przepisy i zasady wewnątrzzakładowe były ustalane przez osoby odpowiedzialne za spełnienie wymogów dotyczących bezpieczeństwa pracy. Wytwórnia prefabrykatów musi mieć z góry zaplanowany zakres rzeczowy produkcji seryjnej i jednostkowej. Poszczególne prace związane z produkcją prefabrykatów są ze sobą ściśle i w określonej kolejności powiązane. W zależności od wykonywanej pracy zagrożenia również ulegają zmianie – inne są dla magazyniera, kierowcy wózka widłowego czy zbrojarza-betoniarza. Identyfikacja zagrożeń jest w znacznym stopniu uzależniona od rodzaju produkcji. Przy produkcji jednostkowej praca jest bardziej niebezpieczna – do każdego produktu podchodzi się indywidualnie, stosując jednorazowo inne narzędzia i urządzenia. Zagrożenia można przewidzieć tylko teoretycznie. Znacznie łatwiej jest zidentyfikować zagrożenia przy produkcji masowej, gdyż są one bardziej przewidywalne oraz wynikają z praktyki i doświadczenia. Znaczną część zagrożeń można wyeliminować już na etapie planowania produkcji.

W tabeli 1 przedstawiono listę kontrolną zagrożeń występujących na stanowisku pracy zbrojarz-betoniarz. Ustalając zagrożenia na poszczególnych stanowiskach, opierano się głównie na polskiej normie PN-80-Z-08052, odpowiednio ją uzupełniając. Przedstawione dane w tabeli 1 dotyczą typowych zagrożeń mogących wystąpić na stanowiskach pracy zbrojarz-betoniarz.

Tabela 1. Lista kontrolna dla pracownika zbrojarz-betoniarz [8, 9]

Table 1. Control list for a steel fixer / concrete placer [8, 9]

Lp.	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić) wymienione zagrożenie? Does an indicated threat occur (may occur) during work?	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić) wymienione zdarzenie? Does an indicated event occur (may occur) during work?	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić)? TAK/NIE Does it occur (may occur) during work? YES/NO	Czas Narażenia Exposure time
	1	2	3	4
1	Obciążenie fizyczno-dynamiczne. Wysiłek Fizyczny Physical – dynamic load. Physical effort	Przeciążenie układu kostno-stawowego Overload of the osteoarticular system	TAK YES	8 godzin 8 hours
2	Obciążenie fizyczne – statyczne Physical – static load	Praca w wymuszonej pozycji ciała, przeciążenie układu kostno-stawowego Work in forced body position, overload of the osteoarticular system	TAK YES	8 godzin 8 hours
3	Obciążenie narządu głosu Voice organ load	Przeciążenie strun głosowych Overload of the vocal cords	NIE NO	
4	Wybuch Explosion		NIE NO	
5	Pożar Fire		TAK YES	Czas pożaru Length of the fire
6	Poruszające się (przemieszczające się) maszyny i mechanizmy. Inne ruchome i stałe obiekty Mobile (moving) machines and mechanisms. Other mobile and fixed objects	Uderzenie, potrącenie, przygniecenie przez ruchome obiekty, wypadek komunikacyjny Smashed, hit, crushed by mobile objects, traffic accident	TAK YES	6 godzin 6 hours

Lp.	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić) wymienione zagrożenie? Does an indicated threat occur (may occur) during work?	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić) wymienione zdarzenie? Does an indicated event occur (may occur) during work?	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić)? TAK/NIE Does it occur (may occur) during work? YES/NO	Czas Narażenia Exposure time
	1	2	3	4
7	Ruchome elementy maszyn i urządzeń Mobile elements of machines and equipment	Uderzenie, pochwycenie przez ruchome elementy maszyn i urządzeń Smashed, caught by mobile elements of machines and equipment	TAK YES	6 godzin 6 hours
8	Przemieszczające się wyroby, półwyroby, materiały, narzędzia i inne przedmioty Moving products, semi-finished products, materials, tools and other objects	Uderzenie, potrącenie, przygniecenie przez wyroby, półwyroby, materiały, inne przedmioty Smashed, hit, crushed by products, semi-finished products, materials, other objects	TAK YES	6 godzin 6 hours
9	Powierzchnie, na których możliwy jest upadek Surfaces where a fall is possible	Upadek na tym samym poziomie Fall on the same level	TAK YES	8 godzin 8 hours
10	Różnica poziomów Difference in levels	Upadek na niższy poziom Fall onto the lower level	TAK YES	1 godzina 1 hour
11	Naruszenie konstrukcji Damage of construction		NIE NO	
12	Obrywanie się ziemi, mas skalnych, tąpnięcia Landslide, rockslides, subsidence		NIE NO	
13	Ostrza, ostre krawędzie, wystające i chropowate elementy Blades, sharp edges, protruding and rough elements		TAK YES	7 godzin 7 hours
14	Ograniczone przestrzenie (dojścia, przejścia, dostęp) Limited spaces (approaches, entrances, accesses)	Uderzenie się o nieruchome przedmioty Smashing against fixed objects	NIE NO	
15	Wysoka temperatura, gorące powierzchnie (wyroby, elementy wyrobów itp.) High temperature, hot surfaces (products, product elements, etc.)	Oparzenie termiczne, przegrzanie organizmu Thermal burn, overheating	TAK YES	7 godzin 7 hours
16	Niska temperatura, zimne powierzchnie (elementy) Low temperature, cold surfaces (elements)	Zetknięcie z zimnymi powierzchniami, wyziębienie organizmu Contact with cold surfaces, chilling of the body	NIE NO	
17	Hałas Noise		TAK YES	8 godzin 8 hours
18	Wibracje Vibrations		TAK YES	8 godzin 8 hours
19	Infradźwięki Infrasound		NIE NO	
20	Ultradźwięki Ultrasounds		NIE NO	
21	Nadmierny ruch powietrza Excessive air movement		NIE NO	
22	Zmienne warunki atmosferyczne Changing weather conditions		NIE NO	
23	Nieodpowiedni mikroklimat Inappropriate microclimate		NIE NO	
24	Płyny Liquids	Ciśnienie, zalanie, zatopienie Pressure, flooding, sinking	NIE NO	
25	Nieodpowiednie oświetlenie (niskie natężenie, luminancja, olśnienie, nieodpowiedni kontrast, tętnienie strumienia) Inappropriate lighting (low intensity, luminance, dazzle, inappropriate contrast, pulsation of light stream)	Przeciążenie narządu wzroku Overload of eyesight	NIE NO	
26	Nieodpowiednie wyświetlanie obrazu na monitorze Inappropriate display of an image on the monitor	Przeciążenie narządu wzroku Overload of eyesight	NIE NO	
27	Promieniowanie jonizujące Ionizing radiation		NIE NO	
28	Promieniowanie laserowe Laser radiation		NIE NO	
29	Promieniowanie nadfioletowe Ultraviolet radiation		NIE NO	
30	Promieniowanie podczerwone Infrared radiation		NIE NO	
31	Pola elektromagnetyczne Electromagnetic fields		NIE NO	

CASE STUDY – ANALYSIS OF ACTUAL EVENTS

Lp.	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić) wymienione zagrożenie? Does an indicated threat occur (may occur) during work?	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić) wymienione zdarzenie? Does an indicated event occur (may occur) during work?	Czy w czasie pracy występuje (może wystąpić)? TAK/NIE Does it occur (may occur) during work? YES/NO	Czas Narażenia Exposure time
	1	2	3	4
32	Pole elektrostatyczne Electrostatic field		NIE NO	
33	Elektryczność statyczna Static electricity		NIE NO	
34	Prąd elektryczny Electric current	Porażenie prądem elektrycznym, oparzenia termiczne Electric shock, thermal burns	TAK YES	8 godzin 8 hours
35	Pyły i odpryski materiału Dusts and material splinters	Zapylenie Pollination	TAK YES	6 godzin 6 hours

W tabeli 2 opisano zagrożenia występujące na stanowisku pracy zbrojarz-betoniarz.

Tabela 2. Zagrożenia zawodowe występujące na stanowisku pracy zbrojarz-betoniarz [7]

Table 2. Occupational hazards connected with the job of steel fixer / concrete placer [7]

L.p.	Zagrożenie Threat	Źródło zagrożenia Source of danger	Możliwe skutki Possible consequences
	1	2	3
1	Uderzenie przez spadające przedmioty Smashed by falling objects	Suwnice, elektrowciągi Gantrys, telfers	Obrażenia kończyn, głowy, twarzy, oczu. Stłuczenia, przygniecenia, złamania, kalectwo, śmierć. Damage to limbs, head, face, eyes. Bruising, crushing, fracture, disability, death
2	Narażenie na przedmioty wprowadzone w ruch, części wirujące, wykonujące ruch złożony Exposure to objects set in motion, rotating parts, performing composite movement	Betoniarki, przenośniki Mixers, conveyors	Obrażenia kończyn, głowy, twarzy, oczu. Stłuczenia, przygniecenia, złamania, kalectwo, śmierć. Damage to limbs, head, face, eyes. Bruising, crushing, fracture, disability and death
3	Zgniecenie, przygniecenie Smashing, crushing	Elementy transportowane przez urządzenia transportu bliskiego Elements transported by handling equipment	Obrażenia kończyn, głowy. Stłuczenia, przygniecenia, złamania, śmierć. Damage to limbs, head, face, eyes. Bruising, crushing, fracture, disability and death.
4	Cięcie lub odcięcie Cutting, slashing	Elementy transportowane przez urządzenia transportu bliskiego Elements transported by handling equipment	Obrażenia kończyn. Skaleczenia, złamania, kalectwo, śmierć. Damage to limbs. Cuts, fractures, disability, death.
5	Wciągnięcie, pochwycenie, wplątanie Pulling, rapture, involvement	Betoniarki, przenośniki Mixers, conveyors	Obrażenia kończyn, całego ciała. Stłuczenia, przygniecenia, złamania, kalectwo, śmierć. Damage to limbs, head, face, eyes. Bruising, crushing, fracture, disability and death.
6	Ostre wystające elementy, chropowatość Acute protruding parts, roughness	Narzędzia ręczne i wyroby Hand tools and related goods	Obrażenia kończyn, całego ciała. Stłuczenia, okaleczenia. Damage to limbs, to the whole body. Contusion, cuts.
7	Upadek na tym samym poziomie Fall on the same level	Nierówne, śliskie podłoże Uneven slippery ground	Obrażenia kończyn, głowy, całego ciała. Stłuczenia, złamania kończyn, zwichnięcia, okaleczenia, kalectwo, śmierć. Damage to limbs, head, the whole body. Contusion, broken limbs, sprains, injury, disability, death
8	Śliskie powierzchnie wyrobów, możliwe ich wypuszczenie z rąk Slippery surfaces of products, their possible release from the hands	Śliskie powierzchnie Slippery surfaces	Obrażenia kończyn dolnych. Stłuczenia, okaleczenia Damage of the lower limbs Contusion, cuts
9	Obciążenie statyczne wynikające z wymuszonej pozycji ciała Static load resulting from forced position of the body	Jednostajny rodzaj pracy Monotonous type of work	Obrażenia, przeciążenia układu mięśniowo szkieletowego. Damages, overloading of musculoskeletal disorders.
10	Wytrysk cieczy pod wysokim ciśnieniem Ejaculation of fluid with a high pressure	Instalacje z mediami przemysłowymi Installation of industrial liquids	Obrażenia ciała, oczu, twarzy. Stłuczenia, złamania, kalectwo, śmierć Bodily, eye, face injury. Contusions, fractures, disability, death
11	Narażenie na części oddzielające się: wióry, iskry, odpryski Exposure to the separate parts of: shavings sparks, spatter	Odpryski z zalewania form Splashes of flooding forms	Okaleczenia, rany, zaproszenie oczu, utrata wzroku Lacerations, wounds, eye diseases, blindness
12	Prąd elektryczny Electric current	Maszyny i urządzenia zasilane energią elektryczną Machines and equipment powered by electricity	Porażenie prądem, śmierć Electrical shock, death
13	Przeciążenie układu ruchu Overload of the musculoskeletal system	Jednostajny rodzaj pracy Monotonous type of work	Dolegliwości układu mięśniowo szkieletowego. Musculoskeletal disorders.

L.p.	Zagrożenie Threat	Źródło zagrożenia Source of danger	Możliwe skutki Possible consequences
1	2	3	
14	Hałas akustyczny Acoustic noise	maszyny emitujące hałas Machines emitting the noise	Dyskomfort, ubytki słuchu, utrata słuchu głuchota Discomfort, hearing loss, deafness
15	Pyły zawierające wolną (krystaliczną) krzemionkę od 2% do 50%, pył całkowity Dusts containing free (crystalline) silica from 2% to 50%, total dust	Betoniarki Mixers	Choroba zawodowa pylica krzemowa Occupational disease, silicosis
16	Pyły zawierające wolną (krystaliczną) krzemionkę od 2% do 50%, pył respirabilny Dusts containing free (crystalline) silica from 2% to 50%, respirable dust	Betoniarki Mixers	Choroba zawodowa: pylica krzemowa, pylica górników kopali węgla, pylico-gruźlica, pylica spawaczy, Occupational disease: silicosis, pneumoconiosis miners digging coal, pylico-tuberculosis, pneumoconiosis welders,
17	Pyły cementów portlandzkiego i hutniczego: pył całkowity Dusts from Portland's cement and metallurgical industry, total dust	Betoniarki Mixers	Choroba zawodowa: pylica talkowa, pylica grafitowa, pylice wywołane pyłami metalu. Occupational disease: pneumoconiosis talc, graphite pneumoconiosis, pneumoconiosis caused dust metals.

Zgodnie z rozporządzeniem MPiPS [8] dotyczącym wymagań, którym powinien spełniać dokument podsumowujący ocenę ryzyka zawodowego, dla przedstawionej oceny opisano stanowisko pracy zbrojarz-betoniarz z podaniem odpowiednich danych.

uwzględnieniu poziomu zagrożenia i jego porównania z poziomem uznanym za dopuszczalny.

Podsumowanie

Ocena ryzyka zawodowego obejmuje wyznaczenie poziomu ryzyka i porównanie go z poziomem uznanym za dopuszczalny. Nie istnieją stałe wzorce odniesienia, tak jak ma to miejsce przy pomiarach fizycznych ani typowe narzędzia pomiarowe. Wyznaczanie poziomu ryzyka wymaga ustalenia stałych kryteriów odniesienia i ich odpowiedniego uporządkowania, a więc stworzenia swoistej skali pomiarowej. Brak powszechnie przyjętej i stosowanej skali jest dużym utrudnieniem dla wszystkich, którzy chcą wyznaczyć poziom ryzyka w swoim przedsiębiorstwie i porównać go z ryzykiem w innych zakładach danej branży. Pewne jest, że prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznych zdarzeń może się zmieniać w zakresie od 0% do 100%. Podobnie jest z ciężkością przewidywanych następstw niebezpiecznych zdarzeń, która także może zmieniać się w szerokim zakresie. Oznacza to, w celu przygotowania danych szczegółowych dla każdego z analizowanych stanowisk, konieczne jest określenie występujących zagrożeń zawodowych łącznie ze źródłem ich zagrożenia oraz możliwymi skutkami na analizowanym stanowisku. Dotyczy to też uwzględniania specyfiki stosowanych technologii i materiałów oraz związanych z nimi możliwych zagrożeń. W przedstawionej pracy podano przykład takiego opracowania dla stanowiska zbrojarz-betoniarz w przedsiębiorstwach wytwarzających wyroby na potrzeby budownictwa. Do takich wyrobów należą budowlane zbrojone elementy konstrukcyjne, dla których oceniając zagrożenia występujące przy produkcji należy uwzględniać też takie zjawiska jak sprężynowanie elementów giętych czy wytrzymałość i sposób rozmieszczenia ich połączeń w konstrukcji metalowej. Oznacza to, że do określania możliwych zagrożeń konieczna jest znajomość zagadnień inżynierii materiałowej. Stąd też takie zagadnienia powinny być uwzględniane w kształceniu i przygotowaniu kadry w zakresie prac bhp.

W celu poprawy sytuacji bezpieczeństwa pracy w omówionym przykładzie stanowiska pracy zbrojarz-betoniarz kierunki podstawowych działań powinny być związane z indywidualną oceną ryzyka zawodowego dla danego zakładu przy

Literatura

- [1] Raczkowski B., *BHP w praktyce*, Wyd. ODDK, Gdańsk 2012.
- [2] Chojnicki J., Jarosiewicz G., *ABC BHP informator dla pracodawców*, Warszawa 2010.
- [3] Lenik K., Wójcicka-Migasiuk D., Kokowski R., *Problematyka kształcenia technicznego w powiązaniu z zagadnieniami ochrony pracy*, [w:] *Ochrona pracy jako przedmiot badań pedagogiki pracy*, Wyższa Inżynierska Szkoła Bezpieczeństwa i Organizacji Pracy w Radomiu, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu, Radom 2013, 7–14.
- [4] Grabowska-Wawrzyniecka K., *Bezpieczeństwo i higiena pracy, ABC* Wolters, Warszawa 2012.
- [5] Bułak W., Szczęch K., *Bezpieczeństwo i higiena pracy. Podręcznik do kształcenia zawodowego*, WSiP 2013.
- [6] Gałuszka M., Wojciechowska-Piskorska H., Uzarczyk A., *Bhp w transporcie poradnik*, Tarbous, Tarnobrzeg 2011.
- [7] Siek J., Witczak J., Czech S., *Ocena ryzyka zawodowego wybrane zagadnienia*, Sannort, Sandomierz 2013.
- [8] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz. U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650, z późniejszymi zmianami).
- [9] PN-80-Z-08052 Ochrona pracy. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki występujące w procesie pracy.

DR INŻ. ANETA DUDA – pracownik Katedry Metod i Technik Nauczania Wydziału Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej. Prowadzi wykłady, ćwiczenia i prace dyplomowe na kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa.

PROF. DR HAB. INŻ. KLAUDIUSZ LENIK – kierownik katedry, dziekan Wydziału Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej. Organizator kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa na Wydziale PT. Promotor wielu prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich z zakresu bezpieczeństwa powszechnego oraz analizy ryzyka. Autor i współautor ponad 180 publikacji naukowych krajowych i zagranicznych, 14 patentów, 6 wydawnictw książkowych.