

*krystaliczna krzemionka, ocena ryzyka zawodowego, górnictwo skalne*

Mariola STEFANICKA\*

## **WYBRANE ASPEKTY OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO NA KRYSTALICZNĄ KRZEMIONKĘ W GÓRNICTWIE SKALNYM WEDŁUG KRAJOWYCH ORAZ EUROPEJSKICH STANDARDÓW HIGIENICZNYCH**

Z uwagi na planowane zmiany polskich regulacji prawnych i normatywnych dotyczących krystalicznej krzemionki przedstawiono niektóre problemy związane z prowadzeniem oceny ryzyka zawodowego na ten czynnik w środowisku pracy górnictwa skalnego. Zaprezentowano regulacje, które są zgoła odmienne od powszechnie przyjmowanych i uznawanych przez światowe i europejskie organizacje, a także przez większość państw UE. Na podstawie analizy wyników monitoringu czynników szkodliwych w branży surowców skalnych, wyznaczono i porównano poziomy ryzyka na krystaliczną krzemionkę dla przykładowych stanowisk pracy i grup surowcowych. Wykazano, że po przyjęciu standardów europejskich, wzrost poziomu ryzyka zawodowego będzie istotnie zróżnicowany w przyjętych grupach surowcowych. Nawiązano do dobrych praktyk podręcznika NEPSI wskazując, że powinny być one wdrożone również w krajowym górnictwie skalnym i uznawane jako podstawowy wyznacznik w procesie oceny i zarządzania ryzykiem zawodowym.

### **1. PODSTAWY OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO**

Prowadzenie i dokumentowanie oceny ryzyka zawodowego jest obowiązkiem prawnym każdego pracodawcy wynikającym wprost z kodeksu pracy oraz rozp. MPiPS z dnia 26 września 1997 r. *ws. ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy* (DzU 2003.169.1650), a także przepisów prawa geologicznego i górniczego. Potrzeba oceny ryzyka zawodowego w krajach Unii Europejskiej została zauważona stosunkowo dawno; wytyczne do jej prowadzenia zostały zawarte w Dyrektywie Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. *ws. przyjęcia środków sprzyjających poprawie bezpieczeństwa i higieny pracy* [1]. Zgodnie z zapisem art. 6 tej dyrektywy, pracodawca powinien oceniać wielkość ryzyka zagrażającego bezpieczeństwu i zdrowiu pracowników m.in. przy doborze wyposażenia roboczego, przy stosowaniu substancji

---

\* Politechnika Wroclawska, Instytut Górnictwa, 50-051 Wrocław, pl. Teatralny 2,  
mariola.stefanicka@pwr.wroc.pl

chemicznych lub preparatów, a także przy wyposażeniu stanowisk pracy oraz w następstwie oceny dobierać środki zapobiegawcze, metody produkcyjne oraz organizację pracy [1]. Ocena ryzyka zawodowego jest niezbędnym narzędziem umożliwiającym właściwe zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy, a przyjęte kryteria akceptowalnego poziomu ryzyka świadczą o kulturze społeczeństwa, czy też organizacji.

Ryzyko zawodowe to prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą powodujących straty, a w szczególności wystąpienia u pracowników niekorzystnych skutków zdrowotnych w wyniku zagrożeń zawodowych występujących w środowisku pracy lub sposobu jej wykonywania [8]. Natomiast ocena ryzyka zawodowego jest procesem analizowania i wyznaczania dopuszczalnego ryzyka, który obejmuje: analizę ryzyka, jego wartościowanie, podjęcie decyzji o akceptacji ryzyka lub działań w celu zmniejszania go. Szczegółowe wytyczne prowadzenia oceny ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy zostały określone m.in. w normie PN-N-18002:2000 [8].

Podstawą szacowania poziomu ryzyka dla czynników szkodliwych są wskaźniki oceny narażenia na dany czynnik odniesione do przyjętych normatywów higienicznych. Wskaźniki narażenia wyznaczone są na podstawie rozp. MZ z dnia 2 lutego 2011 r. *Badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (DzU 2011.33.166). Obowiązujące normatywy higieniczne określone są w rozp. MPiPS z dnia 29 listopada 2002 r. ws. *największych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (DzU 2002.217.1833 ze zm.). W zależności od krotności przekroczenia „ $k$ ” wielkości normatywnych, wymieniona powyżej norma krajowa w podstawowej trzystopniowej skali, wyróżnia poziomy narażenia zawodowego: ryzyko małe dla  $k < 0,5$ ; średnie dla  $0,5 < k < 1$  i duże dla  $k > 1$ .

## 2. KRYSTALICZNA KRZEMIONKA W ŚRODOWISKU PRACY GÓRNICTWA SKALNEGO

Powstawanie pyłu mineralnego jest wręcz nieodzownie związane z górnictwem skalnym. Wynika to ze specyfiki stosowanych technik opartych na dezintegracji oraz przemieszczaniu rozdrobnionego materiału skalnego. Źródłem pyłu są podstawowe operacje i procesy technologiczne, np.: wiercenie, strzelanie, urabianie mechaniczne i termiczne, cięcie skały, kruszenie, przesiewanie, klinowanie, groszkowanie, szlifowanie, polerowanie, załadunek, transport, przesypywanie, składowanie itp., a także okoliczności występowania tzw. zapylenia wtórnego. Z powszechnej obecności pyłu mineralnego w górnictwie skalnym na ogół zdajemy sobie sprawę, natomiast podczas prowadzenia oceny ryzyka zawodowego nie zawsze mamy wiedzę i świadomość zróżnicowanej szkodliwości pyłu w zależności od stopnia dyspersji, składu chemicznego, zawartości form krystalicznych, kształtu ziaren, świeżości przełomu itp.

Krystaliczna krzemionka, chemicznie ditlenek krzemu ( $\text{SiO}_2$ ), jest minerałem skałotwórczym praktycznie wszystkich kopalin górnictwa skalnego, oczywiście o różnym

udziale procentowym. Natomiast termin „wolna krystaliczna krzemionka” (dalej skrótowo WKK), wprowadzony wyłącznie w polskim prawodawstwie dotyczy wszystkich polimorficznych odmian krystalicznych oraz skrytokrystalicznych ditlenku krzemu. Jej podstawową odmianą, występującą w stanie naturalnym, jest kwarc. Udział tego minerału w składzie litosfery wynosi około 12%; jest on składnikiem skał magmowych, osadowych, metamorficznych, okruchowych, a także gleby. Rzadziej natomiast występującymi w stanie naturalnym są formy krzemionki krystalizujące w wyższych temperaturach, tj. krystobalit i trydymit, spotykane w niektórych skałach wulkanicznych. Pozostałe odmiany krzemionki (chalcedony, agaty, krzemienie, jaspisy i inne) występują stosunkowo rzadko w stanie naturalnym. Oprócz krzemionki krystalicznej „w stanie wolnym”, ditlenek krzemu może występować w postaci związanej z tlenkami innych metali, najczęściej są to glinokrzemiany, skalenie, skapolity, zeolity, chloryny i inne. Pyły tych minerałów nie wykazują działania zwłókniającego i są mniej szkodliwe od pyłów zawierających krystaliczną krzemionkę. Zostało jednoznacznie potwierdzone, że obciążeniem dla organizmu nie jest tylko ditlenku krzemu, ale właśnie struktura krystaliczna [2, 3].

W górnictwie skalnym narażenie na czystą krystaliczną krzemionkę w praktyce nie istnieje. Pył wdychany w miejscach pracy stanowi mieszaninę krzemionki i innych minerałów. Istotny wpływ na procentową zawartość WKK w pyłe przemysłowym ma rodzaj eksploatowanej kopaliny. Na podstawie wyników oznaczeń prowadzonych w dolnośląskich, opolskich i małopolskich zakładach górnictwa skalnego, dla stanowisk bezpośrednio związanych z eksploatowanymi kopalinami, można wyodrębnić trzy grupy [11]:

- I grupa WKK w przedziale 2–10% – amfibolity, bazalty, diabazy, magnezyty, migmatyty, sjenity;
- II grupa WKK w przedziale 16–30% – granity i gnejsy;
- III grupa WKK w przedziale 75–95% – piaskowce kwarcytowe, łupki kwarcytowe, kwarcyty.

W rzeczywistości rozkład procentowy WKK w danym zakładzie górniczym jest zróżnicowany, a jej udział w pyłe środowiska pracy uzależniony jest od lokalizacji stanowiska, rodzaju operacji technologicznych, wyposażenia technicznego, stosowanych środków ochronnych oraz innych zmiennych, w tym również o charakterze losowym.

Kolejną istotną kwestią decydującą o szkodliwości oddziaływania pyłu jest wielkość jego cząstek oceniana z punktu widzenia fizjologii oddychania, a zwłaszcza możliwości ich deponowania w poszczególnych odcinkach dróg oddechowych. Aktualnie w europejskich regulacjach normatywnych powszechnie przyjmowany jest podział wielkości cząstek pyłowych na trzy kategorie frakcji: wdychalną (w przybliżeniu pył całkowity), torkalną (zatrzymywaną w obrębie klatki piersiowej) oraz respirabilną przenikającą do obszaru wymiany gazowej, czyli pęcherzyków płucnych i przewodów płucnych [7]. Z punktu widzenia możliwości powstawania chorób zawodowych, usankcjonowany prawnie w rozp. RM z dnia 30 czerwca 2009 r. ws. *chorób zawodo-*

wych (DzU 2009.165.869), działanie szkodliwe na organizm człowieka krystalicznej krzemieni jako czynnika pylicotwórczego, związane jest wyłącznie z frakcjami respirabilnymi.

Stopień dyspersji pyłu na stanowiskach pracy w górnictwie skalnym jest zróżnicowany i zależy przede wszystkim od rodzaju realizowanych operacji i procesów technologicznych oraz właściwości surowca skalnego. Na podstawie analizy wyników monitorowania pyłu w środowisku pracy można stwierdzić, że udział frakcji respirabilnych w pyłe całkowitym mieści się w przedziale 22–39% [11].

### 3. SKUTKI ZDROWOTNE NARAŻENIA ZAWODOWEGO NA KRYSZALICZNĄ KRZEMINKE

W procesie oceny ryzyka zawodowego istotnym elementem jest analiza skutków zdrowotnych oddziaływania danego czynnika szkodliwego. Stąd ważne jest zrozumienie mechanizmów powstawania procesów patologicznych związanych z oddziaływaniem krystalicznej krzemionki jako składnika pyłu w środowisku pracy.

Ogólnie działanie biologiczne pyłów na organizm człowieka może mieć charakter drażniący, zwłókniający, kancerogeny oraz alergizujący. W odniesieniu do krystalicznej krzemionki stwierdza się udowodnione działanie zwłókniające powodujące powstawanie pylicy krzemowej typu kolagenowego (jest to postać nieodwracalna i postępująca). Krzemica powstaje w wyniku nagromadzenia respirabilnych cząstek pyłu w tkance płucnej i reakcji tejże tkanki na obecność form krystalicznych krzemionki w postaci zwłóknień, w konsekwencji doprowadzając do niewydolności oddechowej, a nawet śmierci. Krzemica jest chorobą przewlekłą, a okres jej inkubacji może wynosić kilkanaście i więcej lat.

Należy podkreślić, że powstanie pylicy krzemowej związane jest wyłącznie z pyłami respirabilnymi i obecnością krystalicznych form krzemionki, w górnictwie skalnym najczęściej jest to kwarc. Działanie patologiczne czystych glinokrzemianów, niezawierających domieszek innych minerałów patogennych, np. krystalicznej krzemionki i substancji o strukturze włóknistej, jest zbliżone do działania pyłów uważanych za obojętne. Czyli z punktu widzenia narażenia zawodowego na pylicę krzemową przedmiotem oceny nie powinno być stężenie pyłu respirabilnego ogółem, ale stężenie frakcji respirabilnych krystalicznej krzemionki co w polskim prawodawstwie aktualnie nie jest jednoznacznie uregulowane.

Bardziej problematyczną kwestią, również dla instytucji i organizacji światowych, jest jednoznaczne udokumentowanie i potwierdzenie działania kancerogennej krzemionki. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) podała w 1997 r., że wdychana respirabilna krzemionka pochodząca ze źródeł zawodowych jest rakotwórcza dla ludzi. Jednocześnie w swojej opinii grupa robocza IARC zauważyła, że ponieważ rakotwórczość nie została wykryta we wszystkich zbadanych warunkach przemysłowych, może to być uzależnione od typowych cech krzemionki lub czynni-

ków zewnętrznych, wpływających na jej aktywność biologiczną. Liczące się w świecie amerykańskie organizacje i instytucje zajmujące się higieną pracy (ACGIH, NIOSH, NTP) zajęły podobne stanowisko uznając kwarc i krystobalit za czynnik rakotwórczy lub o działaniu prawdopodobnie rakotwórczym. Niektóre państwa, np. Niemcy, Japonia, Dania, Holandia, Szwajcaria, Słowacja przyjęły również do swojego prawodawstwa klasyfikację krystalicznej krzemionki jako czynnika rakotwórczego [3]. Unijny Komitet Naukowy ds. Wartości Dopuszczalnych Narażenia Zawodowego (SCOEL) w 2003 roku ustalił m.in.: „głównym efektem działania respirabilnej krzemionki krystalicznej jest krzemica. Na podstawie zgromadzonych informacji można stwierdzić, że u osób cierpiących na krzemicę występuje większe prawdopodobieństwo zachorowania na raka płuc (i najwyraźniej nie u pracowników niemających krzemicy, narażonych na pył krzemionki zatrudnionych w kamieniołomach i przemyśle ceramicznym). Dlatego zapobieganie krzemicy zmniejsza także zachorowania na raka. Ponieważ nie można określić wyraźnego progu rozwoju krzemicy, każde zmniejszenie narażenia ograniczy ryzyko wystąpienia krzemicy” [9].

Takie stwierdzenia były podstawą zawarcia w 2006 roku europejskiego wielobranżowego porozumienia NEPSI, które w pewnym sensie można traktować jako formę obronny przemysłu (a właściwie korporacji kapitałowych) przed możliwością formalnego uznania krystalicznej krzemionki jako czynnika rakotwórczego w UE.

Zasady oceny ryzyka zawodowego dla czynników chemicznych o działaniu kancerogennym są zdecydowanie bardziej rygorystyczne niż przy stwierdzeniu wyłącznie działania pylicotwórczego. W przypadku wystąpienia w środowisku pracy substancji chemicznej o działaniu rakotwórczym (kat. 1 lub 2) lub mutagennym (kat. 1 lub 2), ryzyko zawodowe dla wszystkich pracowników uznaje się za duże, niezależnie od wartości wyznaczonych wskaźników narażenia. Takie podejście w odniesieniu do krystalicznej krzemionki występuje w Niemczech. W prawodawstwie tego kraju nie wyznaczono normatywnej wartości dopuszczalnej dla krzemionki, ponieważ została ona zaliczona do substancji rakotwórczych kategorii 1 i nie ma możliwości ustalania bezpiecznych poziomów ekspozycji. Podsumowując, w sytuacji prawnej uznania krystalicznej krzemionki za czynnik rakotwórczy, występowanie każdej ilości krzemionki w powietrzu środowiska pracy oznacza duże ryzyko zawodowe, a pracodawca jest zobowiązany do podjęcia działań minimalizowania narażenia.

W krajowym prawodawstwie krystaliczna krzemionka pojawiła się jako czynnik „o prawdopodobnym działaniu rakotwórczym” w rozp. MZiOS *ws. czynników rakotwórczych w środowisku pracy oraz nadzoru nad stanem zdrowia pracowników zawodowo narażonych na ten czynnik* (DzU 1996.121.571 ze zm.), które z dniem 1.05.2004 r. straciło moc prawną. Aktualne obowiązujące rozp. MZ z dnia 1 grudnia 2004 r. *ws. substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy* (DzU 2004.280.2771 ze zm.) w swoich wykazach nie zawiera krystalicznej krzemionki, a w związku z tym krajowy pracodawca nie ma obowiązku i podstaw prawnych do oceny ryzyka zawodowego na krystaliczną krzemionkę jako czynnika rakotwórczego.

#### 4. WIELKOŚCI NORMATYWNE DLA KRYSTALICZNEJ KRZEMINKI

Ustalenie normatywów higienicznych ma kapitalne znaczenie dla procesu oceny narażenia na czynniki szkodliwe w środowisku pracy oraz oszacowania poziomu ryzyka zawodowego. Od ich charakteru i wielkości zależy przede wszystkim sposób wyznaczania wskaźników oceny narażenia oraz krotność przekroczenia wielkości dopuszczalnej. Niestety, jak dotychczas na świecie nie opracowano jednolitego systemu ustalania wartości dopuszczalnych stężeń czynników szkodliwych dla zdrowia. Nie uzgodniono również wspólnych, jednoznacznych terminów i metod badawczych.

Dla pyłu jako czynnika szkodliwego w powietrzu środowiska pracy, powszechnie przyjętą wielkością do oceny narażenia jest wskaźnik ekspozycji 8-godzinnej, wyznaczany jako stężenie średnie ważone dla normatywnego ośmiogodzinnego dnia pracy. W polskim prawodawstwie największe dopuszczalne stężenia (*NDS*) zostały ustalone dla pyłu respirabilnego w dwóch przedziałach w zależności od procentowego udziału wolnej krystalicznej krzemionki: dla WKK dla 2–50% – 1,0 mg/m<sup>3</sup> oraz dla WKK powyżej 50% – 0,3 mg/m<sup>3</sup>. Podane stężenia masowe *NDS*-ów dotyczą oczywiście pyłu respirabilnego ogółem a nie samej krystalicznej krzemionki.

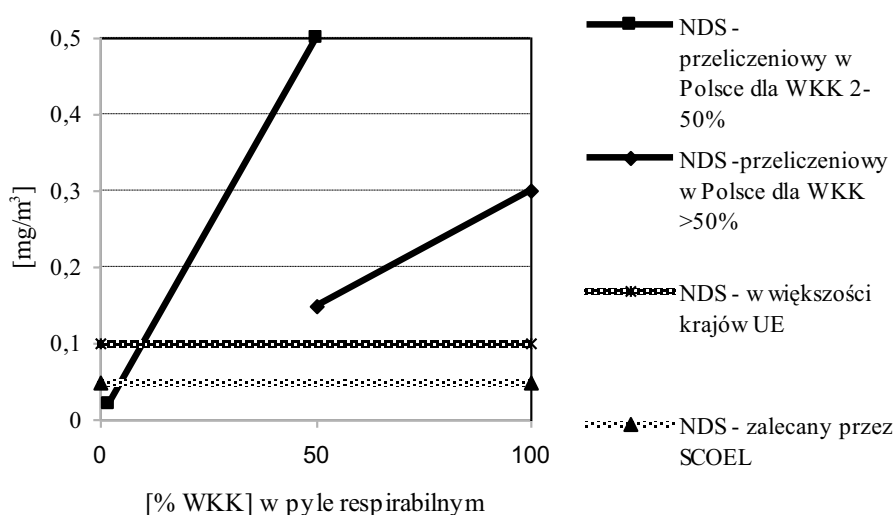
W Unii Europejskiej istnieją dwa rodzaje normatywów higienicznych ustalanych dla substancji chemicznych: wartości indykatywne (IOELV) oraz wartości wiążące (BOELV). Indykatywne dopuszczalne wartości narażenia zawodowego są zdrowotnymi, niewiązącymi wartościami ustalonymi w oparciu o najnowsze dane naukowe oraz uwzględniające dostępność technik pomiarowych. Określają one poziomy progowe narażenia, poniżej których nie oczekuje się wystąpienia szkodliwych skutków oddziaływania danej substancji i są one konieczne dla określenia przez pracodawcę (zgodnie z art. 4 dyrektywy 98/24/WE) oceny zagrożenia na dany czynnik szkodliwy. Dla każdego czynnika chemicznego z wyznaczoną wielkością IOELV, państwa członkowskie UE muszą ustalić krajową dopuszczalną wartość narażenia zawodowego, biorąc pod uwagę wspólnotową wartość dopuszczalną, jednak mogą określić jej charakter zgodnie z krajowym ustawodawstwem i praktyką [6].

Ustalenie przez Parlament Europejski dopuszczalnej wartości wiążącej (BOELV) dla środka chemicznego, poprzez wydanie stosownej dyrektywy jest zobowiązujące dla wszystkich państw członkowskich, a ustalane przez nich normatywy higieniczne nie mogą przekraczać wartości BOELV. Unijny Komitet SCOEL już w 2003 roku zalecał ustalenie wielkości OEL dla pyłu respirabilnego krystalicznej krzemionki na poziomie poniżej 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Uzasadniano to następująco: „utrzymanie stężenia krystalicznej krzemionki na poziomie nieprzekraczającym 0,05 mg/m<sup>3</sup> ograniczy częstość występowania krzemicy płuc do 5%, a w przypadku stężenia niższego od 0,02–0,25%” [6]. Aktualnie w UE dla respirabilnego pyłu krystalicznej krzemionki nie są ustalone wartości IOELV, a tym bardziej BOELV.

W większości krajów europejskich, m.in. Belgia, Bułgaria, Republika Czeska, Dania, Estonia, Francja, Grecja, Hiszpania, Norwegia, Portugalia, Słowacja, Szwecja, Węgry, Wielka Brytania, Irlandia, Włochy) wielkości dopuszczalne dla respirabilnej

krystalicznej krzemionki nie przekraczają  $0,1 \text{ mg/m}^3$  [3, 5, 9]. Natomiast uznawane i liczące się w świecie organizacje amerykańskie zajmujące się ochroną zdrowia w pracy – Amerykańska Konferencja Rządowych Higienistów (ACGIH) oraz Narodowy Instytut Bezpieczeństwa i Zdrowia (NIOSH), zalecają wielkości dopuszczalne na poziomie  $0,025\text{--}0,05 \text{ mg/m}^3$  [3] dla frakcji respirabilnych kwarcu, krystobalitu i trydymitu.

Odnosząc się do krajowych regulacji prawnych należy stwierdzić, że nie zostały ustalone jednoznaczne normatywy dla krystalicznej krzemionki, a jedynie jej udział procentowy w pyłe, decyduje o *NDS* dla pyłu respirabilnego. Przeliczeniowy *NDS* dla respirabilnej krystalicznej krzemionki przyjmuje wartości  $0,02\text{--}0,5 \text{ mg/m}^3$ . Zależności pomiędzy wielkościami dopuszczalnymi dla krystalicznej krzemionki wg polskich regulacji prawnych oraz ustalonymi normatywami higienicznymi w większości krajów UE i zalecanymi przez SCOEL podaje rysunek 1.



Rys. 1. Wartości dopuszczalne stężeń *NDS* dla respirabilnej krystalicznej krzemionki w środowisku pracy w Polsce i w Europie

Fig. 1. The limits for concentrations of respirable crystalline silica in the work environment in Poland and Europe

Przyjęty w Polsce sposób określania wielkości dopuszczalnej dla respirabilnego pyłu przemysłowego, powoduje istotne zróżnicowania w ocenie narażenia, uzależnione od procentowego udziału WKK:

- powszechnie akceptowana w krajach UE wartość  $0,1 \text{ mg/m}^3$  jest dotrzymywana tylko w przypadku narażenia na pył zawierającego 2–10% ,
- z punktu widzenia narażenia najbardziej niekorzystne wartości *NDS* mieszczące się w przedziale  $0,3\text{--}0,5 \text{ mg/m}^3$  (w przeliczeniu na 100% KK), występują w przypadku narażenia na pyły zawierające 30–50%,
- przynajmniej dwukrotnie łagodniejsze normatywy (w odniesieniu do standardu  $0,1 \text{ mg/m}^3$ ) są ustanowione dla przedziale 20–30%,

- paradoksalnie oceniane jest narażenie w sytuacji obecności krzemionki na poziomie granicy ustanowionego podziału, czyli ok. 50%, np. dla 50% WKK mamy normatyw  $0,50 \text{ mg/m}^3$  a dla 51% –  $0,15 \text{ mg/m}^3$ ,
- przy zawartości WKK WKK pyle powyżej 50% wartości *NDS* kształtują się na poziomie  $0,15\text{--}0,3 \text{ mg/m}^3$  w przeliczeniu na 100% krystalicznej krzemionki.

Podnoszony jest problem przez krajowych higienistów zmian regulacji prawnych i normatywnych, wnioskowane są projekty ustalenia *NDS* dla respirabilnej krystalicznej krzemionki na poziomie  $0,05 \text{ mg/m}^3$  oraz harmonizacji i unifikacji metod badawczych, a także terminologii podstawowych pojęć wg kryteriów zdrowotnych [4, 5]. Niestety, w aktualnym stanie prawnym tak paradoksalnie ustalone krajowe normatywy dla pyłu przemysłowego zawierającego WKK nie sprzyjają poprawnej ocenie narażenia.

## 5. PRZYKŁADY SZACOWANIA POZIOMU RYZYKA ZAWODOWEGO W GÓRNICTWIE SKALNYM

Celem oszacowania poziomu ryzyka na krystaliczną krzemionkę dla typowych stanowisk pracy w górnictwie skalnym, wykorzystano wyniki badań i pomiarów stężenia pyłu respirabilnego oraz oznaczeń WKK, prowadzonych przez akredytowane Laboratorium Bezpieczeństwa Pracy Instytutu Górnictwa PWr. [11]. Pomiary prowadzone były w trybie obowiązujących przepisów monitorowania czynników szkodliwych na stanowiskach pracy i dotyczyły dolnośląskich, opolskich i małopolskich zakładów górnictwa skalnego. Badania stężenia pyłu respirabilnego prowadzone były metodą filtracyjno-wagową wg normy PN-91/Z-04030/06, próbki pobierano metodą dozymetrii indywidualnej. Oznaczenia WKK wykonywano metodą spektrometrii absorpcyjnej w podczerwieni (wg PN-91/Z-04018/02 lub -03).

Analizę zebranych wyników przeprowadzono w sposób:

- dokonano podziału zakładów górniczych na trzy grupy surowcowe z uwagi na udział procentowy WKK:
  - grupa I – o zawartości WKK w przedziale 2–10% (śr. 6%), dotyczy skał: amfibolitów, bazaltów, diabazu, magnezytu, migmatytów, sjenitów,
  - grupa II – o zawartości WKK w przedziale 16–30% (śr. 23%), dotyczy granitów i gnejsów,
  - grupa III – o zawartości WKK w przedziale 75–95% (śr. 85%), dotyczy zwłaszcza piaskowców o lepiszczu kwarcytowym, łupków kwarcytowych, kwarcytów,
- wyznaczono średnie wartości stężeń pyłu respirabilnego dla typowych stanowisk pracy,
- przeliczono średnie wartości stężeń pyłu respirabilnego na wagowe stężenia krystalicznej krzemionki dla poszczególnych grup surowcowych,



- dla poszczególnych stanowisk i grup surowcowych wyznaczono krotności przekroczenia wielkości dopuszczalnych według standardów:
  - polskich zgodnie z obowiązującymi przepisami – dla pyłu respirabilnego  $NDS = 1 \text{ mg/m}^3$  dla WKK w przedziale 2–50% oraz  $NDS = 0,3 \text{ mg/m}^3$  dla WKK powyżej 50%,
  - powszechnie przyjętych przez większość krajów europejskich dla krystalicznej krzemionki  $NDS_E = 0,1 \text{ mg/m}^3$ ,
  - zalecany przez SCOEL oraz wnioskowany przez „polskich higienistów” dla krystalicznej krzemionki  $NDS_W = 0,05 \text{ mg/m}^3$ ,
  - określono poziom ryzyka zawodowego dla poszczególnych stanowisk – według grup surowcowych oraz dla różnych normatywów higienicznych.

Wyniki przeprowadzonej analizy zestawiono w tabeli 1.

Z zebranych danych wynika, że biorąc za podstawę obowiązujące krajowe normatywy higieniczne, duży poziom ryzyka zawodowego na krystaliczną krzemionkę występuje na wszystkich stanowiskach w III grupie surowcowej oraz we wszystkich grupach na stanowiskach związanych z obsługą urządzeń krusząco-sortujących niewyposażonych w kabiny sterownicze (dotyczy zwłaszcza urządzeń mobilnych), a także na stanowiskach ręcznego urabiania.

Niestety, według obowiązujących regulacji prawnych, nie jest możliwe przeprowadzenie rzetelnej ilościowej oceny narażenia na krystaliczną krzemionkę. Mimo istotnych różnic stężenia masowego krystalicznej krzemionki w pyłe respirabilnym w I i II grupie surowcowej ocena narażenia i poziom ryzyka zawodowego w tych grupach jest identyczny.

Normatyw higieniczny przejęty przez większość krajów europejskich dla krystalicznej krzemionki w wielkości  $0,1 \text{ mg/m}^3$  – jest łagodniejszy w porównaniu do polskich  $NDS$  wyłącznie dla I grupy surowcowej ale już w II i III grupie jest zdecydowanie bardziej rygorystyczny. Przekroczenia wielkości dopuszczalnej są ponad dwukrotnie większe.

Wprowadzenie do polskiego prawodawstwa wnioskowanego normatywu higienicznego  $0,05 \text{ mg/m}^3$ , rekomendowanego również przez SCOEL, spowodować może wzrost szacowanego poziomu ryzyka zawodowego praktycznie we wszystkich grupach surowcowych, a w II i III grupie nawet ponad 4- i 5-krotnie.

Problem monitorowania narażenia na krystaliczną krzemionkę w państwach członkowskich UE został podjęty przez sygnatariuszy porozumienia NEPSI, które w założeniach było reakcją obronną przed prawnym usankcjonowaniem krystalicznej krzemionki jako czynnika rakotwórczego. Porozumienie NEPSI zawarte 25.04.2006 r. to Platforma Negocjacyjna Krystalicznej Krzemionki (jej skrót oznacza Europejską Sieć Krystalicznej Krzemionki) [10]. Porozumienie to jest umową społeczną zawieraną dobrowolnie przez pracodawców i organizacje związkowe lub ich prawnych przedstawicieli. Najważniejszym elementem porozumienia są kwestie dotyczące przyjęcia i wdrożenia „dobrych praktyk” służących ograniczeniu narażenia na krystaliczną krzemionkę.

Tabela 1

Ocena narażenia zawodowego dla przykładowych stanowisk górnictwa skalnego w odniesieniu do *NDS* obowiązujących w Polsce i Europie oraz szacowany poziom ryzyka: RM – małe, RŚ – średnie, RD – duże

Nazwa stanowiska	Średnie stężenie pyłu respirabilnego [mg/m <sup>3</sup> ]	Grupa surowcowa – WKK [%]	Przeliczone stężenie krystalicznej krzemionki [mg/m <sup>3</sup> ]	Krotność przekroczenia dla <i>NDS</i> respirabilnych [mg/m <sup>3</sup> ]			
				Polska <i>NDS<sub>p</sub></i> = 1 lub 0,3 pyłu	Europa <i>NDS<sub>E</sub></i> = 0,1 krzemionki	zalecany przez SCOEL <i>NDS<sub>W</sub></i> = 0,05 krzemionki	
operator ładowarki	0,75	I – 6	0,045	0,75 (RŚ)	0,45 (RM)	0,90 (RŚ)	
		II – 23	0,172	0,75 (RŚ)	1,72 (RD)	3,44 (RD)	
		III – 85	0,638	2,13 (RD)	6,38 (RD)	12,76 (RD)	
operator koparki	0,45	I	0,027	0,45 (RM)	0,27 (RM)	0,54 (RŚ)	
		II	0,103	0,45 (RM)	1,03 (RD)	2,06 (RD)	
		III	0,382	1,28 (RD)	3,82 (RD)	7,64 (RD)	
operator wozidła	0,69	I	0,041	0,69 (RŚ)	0,41 (RM)	0,82 (RŚ)	
		II	0,159	0,69 (RŚ)	1,59 (RD)	3,18 (RD)	
		III	0,587	1,96 (RD)	5,87 (RD)	11,74 (RD)	
operator urządzeń przerobowych	z kabiną	0,80	I	0,048	0,80 (RŚ)	0,48 (RM)	0,96 (RŚ)
			II	0,184	0,80 (RŚ)	1,84 (RD)	3,68 (RD)
			III	0,680	2,27 (RD)	6,80 (RD)	13,60 (RD)
	bez kabiny	2,2	I	0,132	2,20 (RD)	1,32 (RD)	2,64 (RD)
			II	0,506	2,20 (RD)	5,06 (RD)	10,12 (RD)
			III	1,870	6,23 (RD)	18,70 (RD)	37,40 (RD)
osoba dozoru ruchu górniczego	0,56	I	0,034	0,56 (RŚ)	0,34 (RM)	0,68 (RŚ)	
		II	0,129	0,56 (RŚ)	1,29 (RD)	2,58 (RD)	
		III	0,476	1,59 (RD)	4,76 (RD)	9,52 (RD)	
górnik skalnik	1,89	I	0,113	1,89 (RD)	1,13 (RD)	2,26 (RD)	
		II	0,205	1,89 (RD)	2,05 (RD)	4,10 (RD)	
		III	1,607	5,36 (RD)	16,10 (RD)	32,20 (RD)	
operator perforatora (bez kabiny)	1,80	I	0,108	1,80 (RD)	1,08 (RD)	2,16 (RD)	
		II	0,414	1,80 (RD)	4,14 (RD)	8,28 (RD)	
		III	1,530	5,10 (RD)	15,30 (RD)	30,60 (RD)	
operator liny diamentowej	0,80	I	0,048	0,80 (RŚ)	0,48 (RM)	0,96 (RŚ)	
		II	0,184	0,80 (RŚ)	1,84 (RD)	3,68 (RD)	
		III	0,680	2,27 (RD)	6,80 (RD)	13,60 (RD)	
operator palnika wrębowego	1,26	I	0,076	1,26 (RD)	0,76 (RŚ)	1,52 (RD)	
		II	0,290	1,26 (RD)	2,90 (RD)	5,80 (RD)	
		III	1,071	3,57 (RD)	10,71 (RD)	21,42 (RD)	

## 6. MONITOROWANIE KRYSTALICZNEJ KRZEMIONKI W UE I WYTYCZNE POROZUMIENIA NEPSI

Podręcznik Dobrych Praktyk stanowi załącznik do umowy. Składa się on z części opisowej oraz 56 kart zadaniowych o charakterze instruktażowym oraz kart specjali-

stycznych dotyczących regulacji ochronnych dla typowych operacji technologicznych realizowanych w branżach: kruszywo, cement, ceramika, prefabrykaty betonowe, odlewnie, szkło przemysłowe, minerały, górnictwo, zaprawa murarska, kamień naturalny. Za dobre praktyki przyjmuje się również zapewnienie nadzoru i wdrażanie systemów zarządzania (karta 2.1.17) oraz monitorowanie narażenia na krystaliczną krzemionkę we wszystkich krajach unijnych. W karcie zadaniowej 2.1.6 „Monitoring pyłu” ustala się jednolite zasady prowadzenia badań krystalicznej krzemionki, wskazując na stosowanie europejskich norm badawczych. W tym momencie pojawia się znów problem polskich regulacji prawnych oraz normatywnych i ich odmienności uniemożliwiających bezpośrednie porównywanie wyników wyznaczanych wskaźników oceny narażenia.

Zalecanymi metodami oznaczania krystalicznej krzemionki są uznawane techniki analityczne: dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego albo spektrometrii w podczerwieni. Niestety metody fizyczne oznaczania WKK są w Polsce stosowane stosunkowo rzadko, natomiast najczęściej oznaczania wykonuje się metodą chemiczną usankcjonowaną polską normą PN-91/Z-04018/04. Różnice w metodykach badawczych dotyczą również próbników do selekcji pyłu respirabilnego, ponieważ polska definicja prawna frakcji respirabilnych jest odmienna od określonej w normie EN 481.

Powszechne wdrażanie „dobrych praktyk” NEPSI niewątpliwie należy wspierać i traktować jako standardowe zasady zapewnienia dochowania warunków bezpieczeństwa i higieny na stanowiskach pracy, w których środowisku występuje krystaliczna krzemionka, a więc również we wszystkich zakładach górnictwa skalnego i produkcji kruszyw naturalnych. Nieprzestrzeganie dobrych praktyk, wykazane w procesie szacowania oceny ryzyka zawodowego na krystaliczną krzemionkę jako czynnika szkodliwego, należy przyjmować jako poziom ryzyka dużego. Taki schemat szacowania ryzyka zalecany jest w „dobrych praktykach” NEPSI [9]. Natomiast pilną kwestią do uregulowania w polskim prawodawstwie jest zunifikowanie normatywów higienicznych i metod badawczych oznaczania pyłu i krystalicznej krzemionki, zgodnie z powszechnie przyjętymi regulacjami europejskimi.

## 7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W świetle zaprezentowanych uregulowań krajowych i europejskich prowadzenie oceny ryzyka zawodowego na krystaliczną krzemionkę w polskim górnictwie skalnym stwarza następujące problemy:

- W krajowym prawodawstwie nie określono jednoznacznych wielkości normatywnych dla krystalicznej krzemionki. Przeliczeniowy *NDS* na respirabilną krystaliczną krzemionkę jest zróżnicowany i zależy od rodzaju eksploatowanej kopaliny, a ocena narażenia zawodowego na ten czynnik szkodliwy w górnictwie skalnym jest nieobiektywna i niemiarodajna.

- Różnice metodyczne dotyczące regulacji normatywnych oraz metod badawczych powodują brak możliwości bezpośredniego porównywania wyników monitorowania obecności krystalicznej krzemionki na stanowiskach pracy w Polsce i w krajach UE, co jest jednym z podstawowych założeń systemu sieci NEPSI.
- Zastosowanie dla respirabilnej krystalicznej krzemionki normatywów europejskich, czy też wnioskowanych do wprowadzenia przez krajowych higienistów, powoduje istotny wzrost wskaźników oceny narażenia na respirabilną krystaliczną krzemionkę oraz ujawnia niedoszacowanie poziomu ryzyka w niektórych grupach surowcowych górnictwa skalnego określanego na podstawie aktualnie obowiązujących wielkości dopuszczalnych dla pyłu respirabilnego z WKK.
- Dobre praktyki podręcznika NEPSI powinny zostać powszechnie uznane i wdrożone w polskim górnictwie skalnym jako zalecany standard wyposażenia technicznego, organizacji pracy oraz sposobu monitorowania narażenia na krystaliczną krzemionkę.
- Unifikacja przepisów i metod badawczych dotyczących oceny narażenia na krystaliczną krzemionkę musi stać się faktem tak, aby we wszystkich krajach wspólnotowych pracodawcy posiadali podobne obowiązki, a pracownicy prawa do ochrony zdrowia. Ich wyznacznikiem jest właściwie przeprowadzona ocena ryzyka zawodowego, a problem jej miarodajności dotyczy szczególnie zróżnicowanego surowcowo górnictwa skalnego i wymaga pilnego uregulowania.

#### LITERATURA

- [1] Dyrektywa Rady Nr 89/391/EWG z 12 czerwca 1989 r. *ws. wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy.*
- [2] JANKOWSKA E., WIĘCEK E., *Ocena narażenia zawodowego na pył*, CIOP Warszawa, [www.ciop.pl/6580.html](http://www.ciop.pl/6580.html)
- [3] MACIEJEWSKA A., *Podstawy oceny narażenia zawodowego na pył krystalicznej krzemionki w Polsce i na świecie*, Medycyna Pracy, IMP w Łodzi, 2007.
- [4] MACIEJEWSKA A., *Konsekwencje zdrowotne narażenia zawodowego na krystaliczną krzemionkę*, Seminarium *Ochrona pracowników przed skutkami oddziaływania krzemionki krystalicznej*, Wrocław 2011.
- [5] MACIEJEWSKA A., *Planowana zmiana NDS dla krystalicznej krzemionki i jej konsekwencje*. Sympozjum PTHP *Aktualne problemy w higienie pracy*, Łódź 9.12.2011.
- [6] SKOWROŃ J., *Ustalanie wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego w UE – zalecenia SCOEL dla wolnej krystalicznej krzemionki*, Seminarium *Ochrona pracowników przed skutkami oddziaływania krzemionki krystalicznej*, Wrocław 2011.
- [7] WIĘCEK E., *Kryteria zdrowotne pobierania próbek aerozoli w środowisku pracy*, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, CIOP, Warszawa 2011.
- [8] PN-N-18002: 2000 – *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne oceny ryzyka zawodowego.*
- [9] *Podręcznik dobrych praktyk dotyczących ochrony zdrowia pracowników poprzez prawidłowe przenoszenie i użytkowanie krzemionki krystalicznej i produktów, które ją zawierają.* [www.polskicement.pl](http://www.polskicement.pl)

- [10] *Umowa z dnia 25 kwietnia 2006 r. dotycząca ochrony zdrowia pracowników poprzez prawidłowe obchodzenie się i użytkowanie krzemionki krystalicznej i produktów, które ją zawierają*, DzUE OJ 2006/C 279/02.
- [11] *Badania i pomiary czynników szkodliwych w środowisku pracy w zakładach górnictwa skalnego w latach 2008–2011*, Lab. Bezpieczeństwa Pracy Instytutu Górnictwa PWr. (akredytacja AB 905).

#### SELECTED ASPECTS OF OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT FOR CRYSTALLINE SILICA IN ROCK MINING ACCORDING TO NATIONAL AND EUROPEAN STANDARDS OF HYGIENE

Due to the planned changes to the Polish legal and normative for crystalline silica, the paper presents some problems related to the conduct of risk assessment for this factor in the work environment of rock mining. Presented Polish regulations regarding crystalline silica are quite different from those generally accepted and recognized by the international and European organizations and by most EU countries. Based on the analysis of the monitoring results of harmful agents in the field of rock material the levels of risk of crystalline silica were determined and compared for sample jobs and raw materials groups, with different content of the WKK. It was shown that after the adoption of European standards – increased occupational risk will be significantly diverse for different raw materials groups. A reference to the "best practices" manual NEPSI was made, indicating that they should be implemented also in the Polish rock mining and recognized as the primary determinant in the process of occupational risk assessment and management.